

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGÜA**

**UNAN – LEÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**ESCUELA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS**



**Tesis para optar al Título de Ingeniero (a) de Alimentos**

“Aprovechamiento Tecnológico de la sardina (*Clupea pilchardus*) y subproductos de especies marinas (escamas, colas, vísceras, espinas y cabezas de pescados) proveniente de la pesca artesanal de Poneloya, las Peñitas y Corinto, mediante la elaboración de Harina de Pescado”.

**AUTORES (AS):**

Br: Kertin del Carmen Midence Salazar

Br: Katherine Mariel Padilla Alfaro

Br: Tatiana Simone Páiz Martínez

**TUTOR:**

Lesbia Lucía Hernández Somarriba PhD.

**LEÓN, NICARAGUA JUNIO 2011**



## AGRADECIMIENTO

*“Aunque la nobleza vive de la parte del que da, el agradecerle está de parte del que recibe”....*

Por tanto agradecemos infinitamente a:

Dios nuestro señor en quien confiamos y quien nos da la fuerza cada día para seguir adelante y cumplir con nuestras metas.

PhD. Lesbia Lucía Hernández Somarriba, nuestra Tutora, por habernos brindado incondicionalmente su apoyo, el habernos impulsado y aconsejado, por estar siempre a la disposición en todo momento que la buscamos y de guiarnos hasta culminar nuestra meta y a los que colaboraron aportando un granito de arena para que esto fuese posible Ingeniero Rubén Carballo, Doctora Quela Ruiz y todas las personas que estuvieron involucradas de una o de otra manera.

**Br: Kertin del Carmen Midence Salazar**

**Br: Katherine Mariel Padilla Alfaro**

**Br: Tatiana Simone Páiz Martínez**



## DEDICATORIA

### **A Dios**

Por darme salud física y mental y la oportunidad de poder culminar una etapa muy importante en mi vida como es la realización de mi tesis monográfica y por darme el valor de seguir adelante y vencer los diferentes obstáculos que se presentaron a lo largo de mi carrera.

### **A mis abuelitos**

Por sus sabios consejos, sus valores, por sus oraciones y sobre todo por su presencia que ha sido un pilar fundamental en mi vida.

### **A mis padres Jorge Midence y Edith Salazar**

A quienes agradezco, que con tanto amor me apoyaron económicamente, me alentaron en cada proceso de mi vida para seguir adelante, para no dejarme vencer por los obstáculos y luchar por mis sueños como el que estoy culminando en esta etapa de mi vida.

### **A mis profesores**

Por su tiempo, apoyo y por los conocimientos que me transmitieron ya que fueron la base fundamental en el desarrollo de mi formación profesional.

Y a todas esas personas que aportaron su granito de arena en el trayecto de mi carrera.

**Kertin del Carmen Midence Salazar**



## DEDICATORIA

Dedico en primera instancia este trabajo a:

### **Dios**

Todo poderoso, Jesucristo por haberme concedido la oportunidad de estudiar esta carrera universitaria, aún en las adversidades y pobreza económica de mis padres, así mismo por las abundantes bendiciones que le ha dado a mi vida, con las que he podido salir siempre adelante en lo que me propongo y por medio de las cuales se hizo posible llegar hasta el final de esta importante meta.

Gracias señor, por una victoria más...

### **Mis Padres Elba Damaris Alfaro y Héctor Padilla**

por brindarme su apoyo incondicional, por guiarme, instruirme, educarme y ayudarme siempre en la vida, por estar ahí constantemente en cualquier adversidad, porque siempre me han apoyado y no me han dejado de su mano y más aun por haber estado conmigo todos los días de estos largos años de estudio.

### **Mi novio Wilmer Matamoros**

Por apoyar siempre mis ideas y acciones a fin de contribuir a mi desarrollo personal y académico, por darme su amor y sus consejos y sobre todo por estar presente siempre cuando más lo necesité.

### **Mi familia**

Porque aún en medio de las peores circunstancias, nunca me negaron su respaldo y han estado a mi lado desde el principio.

Todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron y me apoyaron a seguir adelante en esta carrera y a continuar con firmeza en el camino del éxito.

**Katherine Mariely Padilla Alfaro.**



## DEDICATORIA

*“El éxito en la vida no se mide por lo que has logrado, si no por los obstáculos que has tenido que enfrentar en el camino”...*

A. I. Saiz

### **Dedico esta Tesis a:**

#### **Dios**

Por ser mi creador, mi guía, el que siempre me acompaña, el que me da el aliento de vida.

#### **Mis Padres**

Carlos Manuel Páiz Vanegas y Martha Cecilia Martínez Gonzales por ser los constructores de lo que hoy soy, porque gracias a ellos y a sus esfuerzos, consejos, perseverancia, paciencia, dedicación, Amor, comprensión, rigor y años de desvelos hoy coronó mi carrera.

#### **Mi Abuelo**

Félix Simón Martínez por ser mi inspiración.

#### **Mi Novio**

Sergio Elías Valdivia Aburto que siempre me acompañó, aconsejó, apoyo de una o de otra manera, me brindó la mano y me dio la oportunidad de vivir experiencias que me ayudaron a lo largo de mi carrera universitaria.

#### **Mi Familia**

Por todo el apoyo que me brindaron para cumplir uno de mis objetivos.

#### **Tiempo**

Porque es el único que te enseña lo duro que es la vida, ya que es implacable y nunca deja de fluir y todo lo que existe está sometido a su efecto, en él, aprendes muchas cosas como el de tener paciencia y no desmedrarte ante las dificultades, te da las respuestas que en el momento no las puedes tener.

**Tatiana Simone Páiz Martínez.**



## ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN-----	1
II. OBJETIVOS-----	3
III. MARCO TEÓRICO-----	4
1. Generalidades del sector pesquero en Nicaragua-----	4
2. Subsector de la pesca Marítima-----	4
2.1. Pesca Industrial-----	4
2.2. Pesca Artesanal-----	6
2.2.1. Generalidades de las playas de Poneloya-Las Peñitas y Corinto----	9
3. Uso Post-Captura-----	9
3.1. Utilización del Pescado-----	9
3.2. Mercado del Pescado-----	10
4. Generalidades de los Peces-----	10
4.1. Origen-----	10
4.2. Características Generales-----	10
4.3. Locomoción-----	11
4.4. Respiración-----	11
4.5. Regulación Osmótica-----	11
4.6. Alimentación-----	11
4.7. Sentidos-----	12
4.8. Reproducción-----	12
4.9. Composición Química del Pescado-----	12
4.10. Composición Química del Músculo del Pescado-----	14
5. Clasificación de los Peces-----	14
5.1. Diferencia entre Peces Óseos y Cartilaginosos-----	14
5.1.1. Peces Óseos-----	14
5.1.2. Peces Cartilaginosos-----	14
5.2. Clasificación de los Peces Atendiendo a Forma, Tamaño y Lugar donde Habitan.-----	15
5.2.1. Los Torpedos-----	15
5.2.2. Planos-----	15
5.2.3. Los Serpenteados-----	15
5.2.4. Aciculares-----	15
5.2.5. Peces Pelágicos-----	15
5.2.6. Peces de Fondo-----	15
5.3. Clasificación según su Contenido de Grasa-----	16
5.4. Pescados Azules-----	16
5.4.1. Principales Pescados Azules-----	16
5.4.2. Pescado Azul y Su Valor Nutricional-----	16
5.4.3. Beneficio del Pescado Azul-----	17
5.4.3.1. Valor Nutricional-----	18
5.5. Generalidades de la Sardina ( <i>Clupea Pilchardus</i> )-----	19
5.5.1. Taxonomía-----	19
5.5.2. Diagnósis-----	19



5.5.3. Color-----	19
5.5.4. Otras Características Externas-----	19
5.5.5. Diferencia con Especies Cercanas-----	21
5.5.6. Biología-----	21
5.5.6.1. Zona de Vida-----	21
5.5.6.2. Alimentación-----	21
5.5.6.3. Reproducción-----	21
5.5.6.4. Costumbres-----	22
5.5.6.5. Edad y Forma de vida-----	22
5.5.6.6. Migraciones-----	23
5.6. Propiedades Nutritivas de la Sardina-----	23
6. Cambios Bioquímicos que influyen en la calidad de los Pescados-----	25
6.1. Cambios Sensoriales-----	25
6.2. Cambios en la Calidad Comestible-----	26
6.3. Cambios Autolíticos-----	27
6.3.1. Producción de Energía en el Músculo Post-Morten-----	28
6.3.2. Autólisis y Catabolismo de Nucleótidos-----	29
6.4. Cambios Bacteriológicos-----	31
6.4.1. La Flora Bacteriana en Peces Vivos-----	31
6.4.2. Invasión Microbiana-----	33
6.4.3. Cambios en la Microflora durante el Almacenamiento y Deterioros de Organismos Específicos de Deterioro -----	33
6.4.4. Cambios Bioquímicos inducidos por el crecimiento bacteriano durante el almacenamiento y el deterioro.-----	34
6.4.5. Reducción del Oxido de Trimetilamina (OTMA)-----	35
6.5. Oxidación e Hidrólisis de Lípidos-----	38
6.5.1. Oxidación-----	39
6.5.2. Hidrólisis-----	41
7. Métodos que Determinan la calidad del pescado-----	42
7.1. Método Sensoriales u Organolépticos-----	42
7.1.1. Forma de Realizar la inspección Sensorial u Organoléptico-----	42
7.2. Método Químico-----	42
7.3. Método Físico-----	43
7.4. Método Microbiológico-----	43
8. Harina de Pescado-----	43
8.1. Definición-----	43
8.2. Importaciones-----	44
8.3. Composición General de la Harina de Pescado-----	45
8.3.1. Proteína-----	45
8.3.2. Grasas-----	45
8.3.3. Humedad-----	45
8.3.4. Sal-----	46
8.3.5. Arena-----	46
8.3.6. Antioxidante-----	46
8.4. Calidad de la Harina de Pescado-----	47
8.4.1. Peróxido-----	48
8.4.2. Ácidos Grasos Libres-----	48



8.4.3. Digestibilidad de la Pepsina-----	48
8.5. Composición de Aminoácidos-----	49
8.6. Otros Factores nutritivos de la Harina de Pescado-----	49
9. Beneficio de la Harina de Pescado en Animales de Crianza-----	50
9.1. Aves-----	50
9.2. Crianza de Aves ponedoras-----	50
9.3. Cerdos-----	51
9.4. Rumiantes-----	51
9.5. Vacas Lecheras-----	51
9.6. Ganado Vacuno-----	51
9.7. Ovino-----	52
10. Puntos Críticos de Control-----	53
11. Aspectos Teóricos del diseño de Herramientas que describen el producto, el proceso-----	55
11.1. Flujo-grama de proceso-----	55
11.1.1. Tipos de Flujo-grama-----	55
11.1.1.1. Según su Forma-----	55
11.1.1.2. Diagrama de Flujo Vertical-----	55
11.1.2. Simbología de los Flujo-gramas-----	56
11.2. Ficha Técnica-----	56
11.3. Carta Tecnológica-----	57
IV. METODOLOGÍA-----	58
V. RESULTADOS Y ANÁLISIS-----	59
VI. CONCLUSIÓN-----	70
VII. RECOMENDACIONES-----	71
VIII. BIBLIOGRAFÍA-----	72
IX. ANEXOS-----	75



## **RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación, se elaboró harina a partir de sardina y subproductos (escama, cola, vísceras, espina y cabeza de pescado) de la pesca artesanal procedentes de las playas de Poneloya – Las peñitas y Corinto, para ello se evaluó en primera instancia la calidad de la materia prima en términos de frescura utilizando la norma técnica nicaragüense NTON 03 009-98, luego se establecieron las operaciones unitarias del proceso identificándose así mismo los parámetros de control y puntos críticos de control (PCC).

Una vez obtenido la harina de pescado se describieron las características sensoriales, tiempo de vida útil, consumidores potenciales, finalidad del empaque, forma de consumo y almacenamiento, en una ficha técnica, de igual forma se describieron cada una de las operaciones del proceso con sus especificaciones mediante una carta tecnológica.

La aplicación de la tecnología, en la elaboración de harina de pescado representa una alternativa para poner a disponibilidad proteína animal que puede ser utilizada para la formulación de alimentos balanceados, además implica una disminución al impacto ambiental.



## I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua, es un país que posee características físicas, que ofrece importantes potencialidades para el desarrollo de la pesca, dividiéndose ésta, en dos: la Pesca Industrial y la pesca Artesanal, contribuyendo al Producto Interno Bruto Nacional de Nicaragua.

La pesca industrial en Nicaragua se concentra básicamente en la captura de crustáceos, de muy alta demanda comercial, y en muy poca medida en la de escamas; a pesar de ello, la pesca artesanal, está dedicada principalmente a la captura de pescado de escamas. Entre las especies de mayor demanda y las más capturadas están: róbalo, pargo, macarela, tiburón, corvinas, meros; sin embargo, entre éstas también se capturan otras especies de poco valor comercial tales como: el atún (*Thunnus thynnus*), el guicho/Bagre (*Pimelodus albicans*), pez hoja(*Monocirrhus polyacanthus*), pez gato (*Ameiurus melas*) y sardinas (*Clupea pilchardus*) entre otras [1]. Esta última, es una especie de pescado azul de alto contenido graso, gran valor biológico y nutricional.

La Sardina en Nicaragua, es considerada parte de la fauna de acompañamiento del Pargo Rojo y otras especies de pescados, se captura mayormente en el pacífico que en el atlántico; no obstante, aún no se tienen datos reales del volumen de captura de sardinas en las costas del pacífico de Nicaragua. Según entrevistas con pescadores artesanales de PoneLOYA-Las peñitas y Corinto, en dependencia del tiempo se estiman capturas hasta de quinientas libras (500 Lb) diarias en períodos de invierno que oscilan desde julio hasta enero, y anualmente se capturan Ciento diez mil libras (110, 000,000 lb) aproximadamente de sardina a nivel industrial [2].

En la región del pacífico, alrededor de un tercio del total de capturas de pescado, no se emplean para el consumo directo de la alimentación humana, sino para la elaboración de productos de pescado. La parte aprovechable que se obtiene del pescado para la alimentación es solamente el sesenta y dos por ciento (62%) aproximado de su peso, debido a que no se utilizan las escamas, colas, vísceras, espinas y cabezas de pescados. Estos desechos junto con las especies subvaloradas como la sardina son arrojados a las playas de PoneLOYA-las peñitas y Corinto, trayendo consigo contaminación al hábitat de los peces con su consecuente impacto ambiental.

En otros países, aprovechan estas especies subvaloradas y el subproducto de todos los pescados, para la elaboración de harina de pescado, ya que la sardina y los subproductos de la pesca son muy importantes por su alto aporte proteico, el cual representa una composición química en proteína bruta entre 38 y 57% [3]. Estos países ahora son los mayores productores de harina de pescado como es Perú, Chile y Panamá.



La Harina de Pescados, es un producto industrial utilizado para la elaboración de alimentos balanceados de consumo animal. Pese a ello, en Nicaragua no existen industrias que procesen este sub-producto, y la que se comercializa a nivel nacional, es importada de los países antes mencionados. La harina de pescado se obtiene mediante la reducción de humedad y grasa del pescado entero, sin agregar sustancias extrañas; salvo, aquellas que tiendan a mantener la calidad original del producto. Se puede denominar con el nombre de una especie siempre que contenga un mínimo del 90% del pescado de dicha especie.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo de investigación, tiene como propósito aprovechar tecnológicamente la sardina (*Clupea pilchardus*) y subproductos de especies marinas (escama, cola, vísceras, espina y cabeza de pescado) proveniente de la pesca artesanal de Poneloya-las Peñitas y Corinto, mediante la elaboración de Harina de Pescado, para la formulación de alimento balanceado de consumo animal.



## II. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Aprovechar tecnológicamente la sardina (*Clupea pilchardus*) y subproductos de la pesca artesanal (escama, cola, vísceras, espina y cabeza de pescado), proveniente de la pesca artesanal de Poneloya-las Peñitas y Corinto mediante la elaboración de Harina de Pescado.

### OBJETIVO ESPECIFICO

- Determinar el índice de frescura de sardinas y subproductos como materia prima utilizando la NTON 03 009-98 (Norma Técnica Nicaragüense).
- Diseñar el diagrama de proceso de la harina de pescado a base de sardinas, escamas, colas, vísceras, espinas y cabezas de pescado, a través del establecimiento de las operaciones unitarias
- Identificar los PCC en la elaboración de Harina de pescado a base de sardinas, escamas, colas, vísceras, espinas y cabezas de pescado.
- Describir el proceso y el producto mediante una Carta Tecnológica y Ficha Técnica de la Harina de pescado a base de sardinas, escamas, colas, vísceras, espinas y cabezas de pescado.



### III. MARCO TEORICO

#### 1. Generalidad del sector pesquero en Nicaragua

Nicaragua se encuentra localizada en el Istmo Centroamericano. Limita por el norte con Honduras y por el Sur con Costa Rica. Posee una longitud de costas de 410 km en el Océano Pacífico y de 530 km en el Mar Caribe. Su plataforma continental cubre 77 000 km<sup>2</sup> y su Zona Económica Exclusiva abarca 304 000 km<sup>2</sup>. El Sector Pesquero (pesca de captura y acuicultura) contribuye con el 1.5 % al Producto Interno Bruto (PIB). La producción pesquera total (pesca y acuicultura) ha mostrado, con algunas oscilaciones una tendencia al crecimiento durante la década 1996-2005 habiendo alcanzado su pico máximo en 2005 con aproximadamente cuarenta mil toneladas (40 000 t), lo que significó largamente el doble de lo producido en 1996. Tal nivel de producción en 1995 se explica por una duplicación de los desembarques de 2005 respecto de 2004 cuya causa reside principalmente en el aumento de las capturas de atún y pargos en el Pacífico, la de camarón en el litoral atlántico, así como un aumento en los desembarques registrados en aguas continentales. En 1995, el 54 por ciento de los desembarques se realizaron en el litoral Pacífico, el 41 por ciento en el litoral Atlántico y el 5 por ciento se originó en aguas continentales. Por su parte la producción acuícola, representada casi en su totalidad por el camarón, ha aumentado su participación en la producción pesquera total, alcanzando el 34 por ciento de las mismas en 2005 respecto del 18 por ciento en 1996. Las capturas pesqueras y cosechas de acuicultura están orientadas hacia la exportación.

#### 2. Subsector de la Pesca Marítima

##### 2.1. Pesca Industrial

La pesca industrial en Nicaragua se concentra básicamente en la captura de crustáceos, de muy alta demanda comercial, y en muy poca medida en la de escamas. Las pesquerías de camarón se desarrollan en el Océano Pacífico y en el Mar Caribe. Son las pesquerías industriales más antiguas del país ya que se iniciaron a principio de los años sesenta, y han contribuido de forma significativa a la captación de divisas por el valor de exportación que el recurso posee. El camarón sirve al mismo tiempo como recurso base para el sostén de pesquerías artesanales.



**Tabla N°1. Producción pesquera industrial y artesanal año 2005 (miles de libras y porcentajes)**

	<b>pacífico</b>	<b>%</b>	<b>Caribe</b>	<b>%</b>	<b>Continental</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Langosta	91	3.6	2,493	96			2,514	100
Camarón	822	13.8	5,135	86			5,957	100
Camarón cultivo	21,193	100		0			21,193	100
Escamas	7,950	57.8	4,196	32	1,606	12	13,752	100
Otros	121	29.8	285	70		0	406	100
<b>Total</b>	<b>30,177</b>	<b>68.9</b>	<b>12,039</b>	<b>27</b>	<b>1,606</b>	<b>4</b>	<b>43,822</b>	<b>100</b>

Fuente: MIFIC/ adpesca 2006

Las embarcaciones usadas por la pesca industrial del camarón en el Pacífico son de arrastre del tipo “Florida”, con una eslora que oscila entre los 19 y los 23 m., con casco de acero o fibra de vidrio, motores diesel, con una potencia de 240 a 402 HP, bien equipados con equipos de navegación y detección. En el Caribe se realiza también con redes de arrastre, algunas con redes dobles y simples y una potencia de propulsión de 289 a 365 HP. Suelen operar sobre fondos suaves y entre las 5 a 35 brazas de profundidad.

Ambas pesquerías tiene regulado su campo de acción para restringir la pesca de arrastre en las tres millas náuticas adyacentes a la costa, las cuales son consideradas para uso exclusivo de la pesca artesanal.

Aunque en la captura del camarón predomina la pesca industrial, en los últimos años ha surgido un componente creciente de pescadores artesanales que operan dentro de las lagunas costeras del Caribe, o en la zona del Golfo de Fonseca y lagunas litorales del Pacífico. Debe mencionarse que desde 1992 existe una pesca artesanal de post-larvas de camarón blanco que abastece a las granjas camaronerías de semilla silvestre.

La pesquería más importante de camarones se encuentra en el Mar Caribe. Los camarones se distribuyen en toda la plataforma y las lagunas costeras; dependiendo de la especie se pescan desde las aguas someras hasta los 50 m. de profundidad. En el Pacífico también la captura de camarón se distribuye en toda la costa y así mismo dependiendo de la especie se pesca desde las aguas someras hasta los 60 m. de profundidad.

La mayor parte de los desembarques de camarón se destinan a la exportación y al consumo humano, siendo los Estados Unidos el principal mercado comprador. Se exporta congelado empacado en cajas de 5 libras (2.3 kg) y luego en cajas mayores o máster de 50 libras (22 kg).



## **2.2. Pesca Artesanal**

La pesca artesanal está dedicada principalmente a la captura de pescado de escamas, con un claro predominio de la actividad del Pacífico sobre el Caribe. La pesca artesanal está conformada por pescadores individuales, grupos, comunidades y algunas cooperativas, los cuales trabajan con unas condiciones de infraestructura básica algo deficientes (vías de acceso, energía eléctrica, transporte, hielo, combustibles, acopio, etc.). Aunque últimamente se han hecho progresos, aún falta mejorar dichas condiciones lo cual afecta la productividad, la calidad del producto, el acceso al mercado y el nivel de ingreso de los pescadores pertenecientes a esas comunidades.

Las embarcaciones usadas para esta pesca en el Pacífico, suelen ser lanchas o pangas de fibra de vidrio, de 5 a 10 metros de eslora, propulsadas con motores fuera borda hasta de 75 HP. Usan termos de plástico o neveras en vista de su vinculación al mercado de exportación manejado por las empresas que establecen centros de acopio de producto en las playas pesqueras. La tripulación está constituida por 5 hombres. Utilizan red gallera, líneas de mano, palangre de fondo y equipo de buceo.

En el Caribe las embarcaciones son también de fibra de vidrio: unas miden hasta 11 metros de eslora y 2,29 de manga, propulsadas con motores estacionarios diesel de 23 HP y otras alcanzan los 26 metros de eslora y 6 pies de manga con motores fuera borda hasta de 75 HP. Utilizan principalmente red agallera y cordel de mano.

La pesquería de escamas, es más importante en el Pacífico (7.9 millones de libras) que en el Caribe (4,1 millones), prácticamente el doble en el año 2005. Cabe destacar que en 1995 se inició la pesca de mediana altura de grandes pelágicos como atunes, dorados y tiburones con buen éxito en esta costa, y ello se ve reflejado en el progresivo aumento en las capturas de ese océano.

Otro elemento a destacar es la presencia de la modalidad industrial en esta pesca de escamas: muy reducida en el Caribe y de mayor peso en el Pacífico, pero con un comportamiento muy irregular en ese océano, principalmente en los últimos 5 años. En cuanto a la pesca de escamas, en aguas continentales, cabe así mismo resaltar la irregularidad en las capturas, desde los 2.09 millones de libras en 1995, decreciendo hasta 622 mil en 2003, para remontar hasta 1.6 millones en 2005. [1]

Existen en el Pacífico potenciales importantes de especies no explotadas como el langostino fam. Galatheidae, con RMS potencial anual de hasta 65,000 TM, atún, fam. Scombridae, con 5,000 TM; camarón cabezón, fam. Pandalidae, 4,500 y los peces pelágicos, entre los que se destacan la sardina de hebra, fam. Clupeidae; las anchoas, fam. Engraulidae; el jurel fam. Carangidae y sin dejar de mencionar las palometas, barracudas



y sierras; también existe un significativo potencial de peces de arrecife como los pargos y meros, y de peces de profundidad como la argentina.

En el Caribe los pargos, fam. Lutjanidae y los pelágicos menores como la sardina de hebra, casabe, fam. Carangidae; jureles, fam. Carangidae; roncós, fam. Haemulidae y palometa fam. Gerridae; representan un potencial importante

Tanto en el Caribe como en el Pacífico los pelágicos menores están inexplorados, para desarrollar la pesquería se requerirían de embarcaciones versátiles de mediano calado, utilizando redes de cerco. Para los peces demersales se necesitarían embarcaciones artesanales variables. [4]



**Tabla N°2. Potencial de los recursos Pesqueros de Nicaragua y su aprovechamiento (Desembarques Registrados: DR) Actualizados al año 2004**

Clasificación	Familia	Recursos	Pacífico				Caribe				
			Toneladas Métricas			%	Toneladas Métricas			%	
			Biomasa	RMS	DR 2004		Biomasa	RMS	DR 2004		
Crustáceos	PENAIIDAE	Camarones(cola)	1,100	227	209	9	3500	1818	1637	90	
		Camaroncillo(entero)	-	-	-	2	n/d	n/d	5	-	
	PANDALIDAE	C. cabezón (ent.)	5,000	4500	227	-	-	-	-	-	
	POLINURIDAE	Langosta (ent)	n/d	?	39	5	4091	1273	1270	100	
	GALATHEIDAE	Langostino (ent.)	160,000	65,000	37	-	-	-	-	-	
	MAJIDAE	Cangrejos (ent.)	n/d	n/d	-	0	-	-	11	-	
	PORTUNIDAE	Jaibas (ent.)	-	-	-	-	-	-	0	-	
Cefalópodos	OMMASTHEPHIDAE	Calamar dardo	1000	4000	6	0	-	-	-	-	
	OMMASTHEPHIDAE	Calamar gigante	30,000	13,000	-	-	-	-	-	-	
	OCTOPOIDAE	Pulpo	n/d	n/d	12	-	n/d	n/d	47	-	
Gasterópodos	STROMBIDAE	Caracoles (carne)	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	-	-	
Elasmobranqui os	CARCHARHINIDAE	Tiburones	2000	60	158	264	n/d	n/d	-	-	
Peces Batoides	DASYATIDAE	Rayas	n/d	n/d	81	-	n/d	n/d	-	-	
Peces óseos Pelágicos Mayores	SCOMBRIDAE	Atunes	n/d	5000	43	1	n/d	n/d	0	-	
		Wahoo	n/d	n/d	3	-	n/d	n/d	-	-	
Pelágicos menores	COPYPHAENIDAE	Dorados	n/d	n/d	284	-	n/d	n/d	0	-	
	ISTIOPHORIDAE	Marlines	n/d	n/d	13	-	n/d	n/d	-	-	
		Peces vela	n/d	n/d	73	-	n/d	n/d	-	-	
	XIPHIDAE	Peces espada	n/d	n/d	7	-	n/d	n/d	-	-	
	CLUPEIDAE	Sardina de hebra	20,000	5,200	-	-	n/d	n/d	-	-	
		Sardinias	n/d	n/d	65	-	n/d	n/d	-	-	
	ENGRAULIDAE	Anchoas	22,000	5,700	-	-	n/d	n/d	-	-	
	CARANGIDAE	Casabe	n/d	n/d	-	-	30,000	17,600	-	-	
	Costeros	CARANGIDAE	Carangidos (jureles)	19,000	2,500	1	0	10,800	6,300	9	0
		HAEMULIDAE	Roncos	3000	400	-	-	46,000	6000	8	0
		Roncadores	n/d	n/d	2	-	n/d	n/d	8	-	
		Rucos	n/d	n/d	2	-	n/d	n/d	-	-	
GERRIDAE		Palometa	19,000	2,500	-	-	50,000	7,500	7	0	
		Mojarras	n/d	n/d	122	-	n/d	n/d	-	-	
SPHYRAENIDAE		Barracudas y sierras	11,000	1,500	76	5	n/d	n/d	56	-	
TRICHIURIDAE		Sable	35,000	20,100	-	-	-	-	-	-	
MURAENESOCIDAE		Anguilas	n/d	n/d	122	-	n/d	n/d	-	-	
ARIDAE		Bagres	n/d	n/d	0	-	n/d	n/d	-	-	
Arrecifes	POMADASYDAE	Cablio	n/d	n/d	0	-	n/d	n/d	-	-	
	SCIAENIDAE	Corvinas	n/d	n/d	37	-	46,000	6,000	65	1	
	MUGILIDAE	Lisas	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	4	-	
	BOTHIDAE	p.hoja	n/d	n/d	108	-	n/d	n/d	1	-	
	CENTROPOMIDAE	robalos	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	666	-	
	LOBOTIDAE	p. de arena	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	6	-	
	MEGALOPIDAE	sábalos	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	2	-	
	LUTJANIDAE	Pargos	6000	600	1257	157	76,800	10,000	636	6	
	SERRANIDAE	Serranos (meros)	70,000	43,800	121	0	n/d	n/d	213	-	
	SPARIDAE	Pluma	n/d	n/d	-	-	11,200	6,600	0	-	
RACHYCENTRIDAE	Bacalaos	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	0	-		
HAEMULIDAE	Maggit	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	1	-		
BALISTIDAE	p. cerdo	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	3	-		
HEMIRAMPIDAE	Ballyhoo	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	59	-		
NEMATISTIDAE	P. gallo	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	-	-		
SCARIDAE	P. loro	n/d	n/d	9	-	n/d	n/d	1	-		
n/d	P. Margarita	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	1	-		
CHAETODONTIDAE	P. Mariposa	n/d	n/d	-	-	n/d	n/d	0	-		
Profundidad	ARGENTINIDAE	Argentina	75,000	20,000	-	-	-	-	-	-	
		Otros peces			23	-			6	-	

Fuente: MIFIC (2004)



### **2.2.1. Generalidades de las playas de Poneloya-las peñitas y Corinto.**

Poneloya-las peñitas, son playas que se encuentran ubicadas al sur oeste de la ciudad de León, las cuales representan una de las principales zonas pesqueras del pacífico de Nicaragua, con una marcada diferencia de desembarque de 31.5% más en las peñitas que en Poneloya, quienes a su vez contribuyen en parte a la economía del municipio de León con un volumen de captura de pescados por día de: 35-50Lb, con un 37.5%, 51-100 Lb con un 50% y más de 100 Lb con un 12.5% y entre las especies de mayor promedio de captura se encuentran los pescados en escama con 51.7% entre los que figuran con mayor frecuencia: el pargo rojo, pargo blanco, tiburón, curvina, lisas, mantarrayas, atún, sardinas, robalo, jurel, guicho, palometa y macarela. [5]

Corinto se encuentra a 152 kilómetros de Managua, Corinto no posee linderos terrestres: por todos sus lados es circundado por el Océano Pacífico y está unido a tierra firme por dos puentes que comunican con Paso Caballos. Con una extensión de 49 kilómetros cuadrados, Corinto utiliza sólo 11 kilómetros. El resto del área está dentro del mar que rodea seis islas. Cuenta con una población de 19,300 habitantes. [5]

Al igual que las costas de Poneloya- Las peñitas, en Corinto los volúmenes de captura son variables y oscilan desde 50 -100 libras o más.

Los pescadores de todas estas playas trabajan de manera individual y pocos están agrupados entre sí para minimizar gastos aunque todos coinciden en que les gustaría estar organizados y asociados a cooperativas que se interesaran el desarrollo de la pesca de esas localidades.

## **3. Uso Pos-Captura**

### **3.1. Utilización del Pescado**

De los productos pesqueros como industrias enlatadoras o de harina de pescado. La capacidad instalada de las plantas de procesamiento de productos pesqueros, es orientada a empacar colas de camarón y langosta fresca congelada, además pescado fresco enhielado. Al año 2004 en el país existían 15 plantas procesadoras de niveles y capacidad de proceso diferenciados, las que tenían una capacidad de congelamiento de 155 toneladas y 333 toneladas de producción de hielo.



### 3.2. Mercados del Pescado

La mayor parte de la producción pesquera y de acuicultura registrada está dirigida al mercado de exportación. El principal destino es los EEUU con más del 80 por ciento. En el año 2004 el segundo país en importancia fue España con un 10 por ciento, desplazando a Francia que pasó del segundo al tercer lugar.

La distribución del producto al mercado nacional, se hace por medio de intermediarios o por las empresas pesqueras que mantienen centros de acopio en las playas y puertos de desembarque. A escala nacional, los productos se pueden encontrar en mercados populares, supermercados, restaurantes y marisquerías. La mayoría del consumo interno proviene de la pesca artesanal y fundamentalmente de pescados frescos enteros, congelados o en filetes, aunque se comercializan algunos productos como tortas de pescado o de camarón, almejas, calamares y pulpos. También existe cierta cantidad de productos de mayor valor como camarones y langosta además de la posibilidad de adquirir productos extranjeros enlatados. [6]

## 4. Generalidades de los Peces

### 4.1. Origen

Los peces son los más antiguos vertebrados vivos sobre la Tierra. Aparecieron hace cerca de 450 millones de años y se difundieron por casi todos los ambientes acuáticos. Algunas especies resisten temperaturas de más de 38°C, otras viven sometidas a enormes presiones a profundidades de hasta 10.000 metros; mientras que otras se han adaptado a las aguas heladas con temperaturas inferiores a los 0°C.

### 4.2. Características Generales

Los peces, son animales de simetría bilateral y fusiformes (en forma de uso), forma ideal para moverse en el agua. Presentan apéndices especializados para el desplazamiento, que son las aletas. Generalmente están recubiertos de piel fuerte con escamas, revestida de mucus. Las escamas, permiten estimar la edad de los peces por los anillos de crecimiento anuales, que quedan "marcados" en su parte interna, su respiración es branquial, su reproducción es ovípara y su temperatura es variable.

Todos los peces poseen una espina dorsal larga, articulada y continua que recorre su cuerpo, teniendo un extremo de ella en el cráneo y el otro formando la cola. Las costillas están articuladas a la espina dorsal y junto con los huesos de aletas, completan el esqueleto.

Pueden dividirse en: elasmobranquios y teleósteos. El esqueleto de los primeros, está formado por tejido cartilaginoso y en este grupo se incluye los tiburones y rayas.



En los peces cartilaginosos elasmobranquios, el esqueleto está compuesto de cartílago, que es un tejido menos calcificado que el hueso.

En los teleósteos, el esqueleto está constituido por tejido óseo, la mayoría de los peces de importancia práctica, se incluyen en este grupo.

Las diferentes especies se alimentan de sustancias diversas; algunas utilizan como alimento a otros peces, se alimentan de moluscos y aun hay algunos que se alimentan de plantas.

El color de los peces está producido por las irradiaciones (reflejo de la luz) de las escamas y por pigmentos contenidos en los cromatóforos (células especializadas de la epidermis). La coloración de la piel y escamas se debe a pigmentos carotenoides, melaninas, flavinas y purinas.

### **4.3. Locomoción**

Los músculos representan el 25% del peso húmedo del pez. La gran masa muscular está en los laterales. La mayor parte de los peces se desplazan en el agua mediante ondulaciones de su cuerpo, así como por movimientos de las aletas pectorales.

### **4.4. Respiración**

La respiración se realiza a través de las branquias. Las branquias, están constituidas por arcos cartilaginosos situados internamente en la boca y por donde se produce el intercambio gaseoso entre la sangre y el agua. Las branquias de los peces colapsan cuando éstos se sacan del agua. La disminución de la superficie de intercambio en las branquias colapsadas, hace que, aunque estas se conserven húmedas, el pez se asfixie en unos minutos.

La gran mayoría de los peces óseos tienen vejiga natatoria; este órgano puede llenarse de gases (45% de O<sub>2</sub>; 4% CO<sub>2</sub> y 50% N<sub>2</sub>) que extrae de la sangre. Sirve como estabilizador a diferentes profundidades y cumple funciones elásticas (percepción y emisión de sonidos).

### **4.5. Regulación Osmótica**

El cuerpo de los peces tiene una concentración de sales, mayor que el agua dulce y menor que el agua salada. Para mantener una concentración de sales apropiada, los peces emplean las grandes superficies de intercambio con el agua, que son las branquias, los riñones y el intestino.

En agua dulce, los peces captan sales por las branquias y el intestino, a la vez que eliminan orina diluida. En agua salada, los peces captan agua por el intestino y eliminan sales por las branquias y por el riñón (orina concentrada).



#### **4.6. Alimentación**

Hay peces herbívoros y carnívoros. Los peces herbívoros tienen el intestino largo y fino, mientras que los carnívoros lo tienen corto y grueso.

#### **4.7. Sentidos**

Ampollas de Lorenzini: Es órgano de la línea lateral, es un receptor de las vibraciones y de la presión del agua. Se encuentra por ambos lados del pez desde la cabeza hasta la cola.

#### **4.8. Reproducción**

El tipo de fecundación generalmente es externa en los peces óseos e interna en los cartilagosos, debido a la presencia de órganos copuladores en los machos.

Estos órganos, llamados claspers, se desarrollaron por modificación de las aletas pélvicas. Con respecto al tipo de desarrollo los peces óseos son generalmente ovíparos, mientras que en los peces cartilagosos se encuentran todas las variedades (ovíparos, ovovivíparos, y vivíparos).

#### **4.9. Composición Química del Pescado**

La composición química de los músculos de pescado es, generalmente muy parecida a la de los animales de sangre caliente y se describe en el siguiente cuadro sinóptico.



**Cuadro sinóptico  
Composición química del pescado**

Agua (68-82%)			
Proteínas (15-20%)	Nitrógeno Proteico	{	Sarcoplasmáticas { Globulinas Miogeno Hermoglobina Mioglobina
			Fibrilares { Actina Miosina Tropomiosina
			Del sostén o del Estroma { Colágeno Elastina Queratina
Sustancia seca (18-32%)	Nitrógeno no proteico	{	Trimetilamina, óxido de trimetilamina, urea, creatinina, betainas, péptidos, aminoácidos, amoníaco, ácido nucleico y nucleótidos.
Lípidos (0,5-10%)	Ésteres de ácidos grasos	{	Triglicéridos Fosfolípidos Ésteres de esteroides
	Ácidos grasos libres		
	Fracción saponificable	{	Alcoholes superiores Esteroides Ésteres Hidrocarburos
	Glúcidos (1% glucógeno, glucosa y ácido láctico)		
	Cenizas (1,3-1,4%)		
	Oligoelementos (Cu, Mn, Co, Al, Hg, etc.)		
	Sustancias minerales (Na, Ca, Cl, K, Mg, etc.)		
	Enzimas		
	Vitaminas	{	hidrosolubles (complejo B y C) Liposolubles (A, E, D, F y K)



#### 4.10. Composición Química del Músculo del Pescado

Hay diferencias en la composición química entre las especies, principalmente en el contenido de lípidos. En la práctica se hace distinción entre especies de carne magra y aquellas de tejido graso.

**Tabla N° 3. Características tecnológicas y alimenticias de la composición del músculo del pescado. Composición promedio del músculo del pescado**

Categoría	Agua	Proteínas	Lípidos	Cenizas
Pescados grasos	68,6	20	10	1,4
Pescado semigraso	77,2	19	2,5	1,3
Pescados magros	81,8	16,4	0,5	1,3

Fuente: Martin M (1984).

#### 5. Clasificación de los Peces.

Hay dos grandes grupos de peces marinos de acuerdo con la naturaleza de su esqueleto; los peces cartilagosos (Condrictios), como son los tiburones y las rayas, y los peces óseos (Osteíctios), por ejemplo corvinas, sargos y todo el resto de peces.

##### 5.1. Diferencias entre Peces Óseos (osteíctios) y Cartilagosos (condrictios)

###### 5.1.1. Peces Óseos

Con vejiga natatoria.

Sin vejiga natatoria.

Aleta caudal por lo general de lóbulos iguales Aleta caudal de lóbulos distintos.

Escamas de tipo cicloides (forma de disco), octenoides (forma de peine), cuerpo cubierto de pequeñas escamas, placoides (dentadas), que nunca se superponen, cuatro pares de branquias, cinco a seis pares de aberturas branquiales con opérculo branquial o sin opérculo branquial.

En la mayoría de los casos son ovíparos y presentan fecundación externa. El tipo de desarrollo varía en las distintas especies, pudiendo ser ovíparos, ovovivíparos, y vivíparos.

###### 5.1.2. Peces cartilagosos

Los condrictios (rayas y tiburones) son vivíparos u ovíparos. El período embrionario de las especies vivíparas y ovíparas puede ser muy distinto: 2, 6, 10 meses según las especies. El número de huevos que llegan a desarrollar es mucho menor que en los peces óseos.



Algunas especies producen anualmente 2-4 huevos o crías o se ha estudiado la edad máxima de los distintos peces cartilagosos.

## **5.2. Clasificación de los Peces Atendiendo a Forma, Tamaño y lugar donde habitan**

De acuerdo con su forma se dividen en cuatro grupos: torpedos, planos, serpenteados y aciculares.

### **5.2.1. Los Torpedos**

Se caracterizan por tener el cuerpo deprimido lateralmente y aguzado en los extremos, por ejemplo, arenque, bacalao y otros.

### **5.2.2. Planos**

Existen dos tipos distintos de planos, uno con el cuerpo deprimido de arriba abajo, donde se incluyen las rayas y otro con el cuerpo comprimido de un lado al otro que comprende los verdaderos peces planos, por ejemplo lenguado, rodaballo, platija.

### **5.2.3. Los serpenteados**

Los serpenteados tienen el cuerpo alargado y fino y sus movimientos recuerdan los reptiles. En este grupo podemos mencionar la lamprea, anguila y morena.

### **5.2.4. Aciculares**

Los peces aciculares poseen en el extremo superior de la boca una larga aguja, ejemplo el pez espada.

De acuerdo al lugar de donde habitan los peces se clasifican en:

### **5.2.5. Peces pelágicos**

Los peces pelágicos son propios de alta mar, es decir, los que en su modo de vida se encuentran totalmente suspendidos entre dos aguas.

### **5.2.6. Peces de fondo**

Los peces de fondo son aquellos que viven relacionados con el fondo marino. Esto no quiere decir que viven en un continuo contacto con el fondo, sino que de una manera más o menos directa se relacionan con él. Algunas especies clasificadas dentro de esta denominación, en sus desplazamientos verticales pueden llegar a elevarse varios metros sobre el fondo.



Son generalmente especies más sedentarias que las pelágicas, por lo menos sus migraciones no suponen tan amplios desplazamientos; por otro lado las fluctuaciones a que se hallan sujetas son también menores que las correspondientes a los pelágicos.

### 5.3. Clasificación según su Contenido de Grasa.

- **Pescados Magros (azules):** con un contenido de grasa entre 0.5 -1.5%, representados por el bacalao, la merluza, el lenguado, etc.
- **Pescados Grasos (blancos):** con un contenido de grasa entre 14 - 24%, representado por el arenque, el atún, el salmón, sardina, etc.
- **Pescados Intermedios:** con un contenido de grasa entre 2-7%, representado por el pez espada, la trucha, la sardina, etc. [7]

### 5.4. Pescados Azules

#### 5.4.1. Principales Pescados Azules:

Salmón	Anchoa o Boquerane	Cazón
Caballa	Trucha Marina	Pez Espada
Arenque	Salmonete	Lamprea
Atún	Congrio	Dodaballo
Sardina	Anguila	Bacalao

#### 5.4.2. El Pescado Azul y su Valor Nutricional

El pescado azul se diferencia del pescado blanco por su alto contenido en grasa, por lo que se denominan también pescados grasos. Su músculo contiene más de un 5% de grasa. Entre las especies más representativas se encuentran el atún, bonito, anchoa, sardina, chicharro y el verdel, entre otras.

Por otro lado, tenemos los pescados semigrasos que contienen entre 2-5% de grasa. Los más comunes son el besugo, dorada, trucha.

El pescado azul es un alimento nutritivo, sabroso y muy saludable, esencial en cualquier dieta sana y equilibrada:

- Es rico en proteínas de alto valor biológico, de calidad equivalente a la proteína de la carne y el huevo: contiene los ocho aminoácidos esenciales que el cuerpo humano no puede fabricar por lo que su consumo es recomendable para todas las edades (jóvenes en crecimiento, adultos, enfermos, etc.)



El pescado azul es un integrante importante en la dieta mediterránea. La dieta mediterránea, basada en el elevado consumo de frutas, verduras, cereales, legumbres, pescado y aceite de oliva, ayuda a prevenir la enfermedad cardiovascular y el cáncer.

- Es rico en ácidos grasos polinsaturados, especialmente de la familia Omega 3 (w-3), compuestos muy beneficiosos para la salud ya que tienen una incidencia positiva en la prevención y tratamiento de las enfermedades del corazón.

Diversos estudios científicos realizados en poblaciones con elevado consumo de pescado azul (japoneses, esquimales...), han puesto de manifiesto una estrecha relación entre el consumo de estas especies y una buena salud cardiovascular (bajos niveles de colesterol y triglicéridos, disminución de la viscosidad de la sangre).

Así mismo, hay estudios que sugieren un efecto positivo de los ácidos grasos Omega-3 en otras enfermedades como por ejemplo, la artritis reumatoide o algunos tipos de cáncer.

El pescado azul presenta mayores contenidos de ácidos grasos Omega-3 que el pescado blanco. Por ejemplo, una ración de verdel, anchoa o bonito, aporta la cantidad diaria necesaria de Omega-3.

Por otra parte, los pescados azules constituyen una buena fuente de vitaminas y minerales, indispensables para la regulación de todos los procesos que tienen lugar en nuestro organismo.

Son ricos en fósforo (mineral indispensable junto al calcio para la formación de huesos y dientes), yodo, magnesio, potasio, hierro (menos que la carne), etc.

En cuanto a vitaminas, aportan cantidades importantes de vitamina B12 y D y algunas especies poseen cantidades significativas de vitamina A, E y otras vitaminas del grupo B (como ácido fólico).

El aporte de calcio es, en general, poco importante, sobre todo en especies de tamaño grande. Sin embargo, pueden ser una buena fuente de este mineral si se toman enteros, incluida la espina, como ocurre con las especies de pequeño tamaño como la anchoa o las sardinas en aceite.

Para una alimentación equilibrada se recomienda consumir como mínimo cuatro raciones de pescado a la semana (5-6 es lo ideal), de éstas, al menos, dos raciones de pescado azul.

#### **5.4.3. Beneficios del Pescado Azul**

Una de las delicias de la dieta mediterránea es el pescado azul. Saludable, nutritivo y muy sabroso, está especialmente recomendado para personas con problemas cardiovasculares. De hecho, está comprobado que los países con mayor índice de consumo de pescado tienen un porcentaje muy bajo de población que sufre problemas del corazón y otras dolencias



como la cardiopatía isquémica, desencadenante de la angina de pecho y del infarto de miocardio. Los ácidos poliinsaturado del pescado, sobre todo el Omega 3, son muy beneficiosos para el sistema cardiovascular. Limpian las arterias y hacen descender la presión sobre ellas, reducen la tasa de colesterol (aumentan la reserva del colesterol bueno), recortan los niveles de triglicéridos. El pescado azul tiene mucha más grasa que el blanco: un 10% frente un 2% del pescado blanco. Sin embargo, su grasa es insaturada lo que significa que es muy positiva para los problemas circulatorios y de corazón. Además del Omega 3, el pescado azul suministra ácidos grasos oleicos y linoléico, esenciales para el organismo.

#### **5.4.3.1. Valor Nutricional**

De las fuentes de proteína, el pescado representa el alimento por excelencia. Además, es rico en grasas insaturadas, bajo en grasas saturadas y especialmente, rico en Omega-3. Aporta calcio, yodo, hierro, vitamina A, vitamina B1, vitamina D, vitamina E y Cinc.

El Omega reduce los niveles de grasa en la sangre y por consiguiente, la posibilidad de que ésta se deposite en las paredes de los vasos. Contribuye a un normal flujo sanguíneo, previniendo posibles ataques cardíacos. Aumenta los niveles de “buen colesterol” HDL colesterol, y reduce los de “mal colesterol” LDL colesterol.

Actúa contra la dermatitis y la psoriasis, contra la colitis ulcerativa, contra la falta de calcio, contra la artritis reumatoidea, contra el mal funcionamiento de la tiroides.

Los pescados que aportan más cantidad de Omega-3 son: sardinas en aceite, salmón, atún, caballa o verdel, arenque, trucha y calamar. Todas las variedades de pescado azul aportan Omega-3. Los ácidos Omega-3 se reducen con una cocción prolongada, pero no hasta el punto de perder su eficacia y grandes beneficios.

Los especialistas aconsejan comer pescado por lo menos dos veces por semana, una de ellas, la variedad de pescado azul especialmente sodio, potasio, magnesio, fósforo y hierro completan el aporte de minerales del pescado.

El calcio sólo se obtiene de las especies que se comen con espinas. El sodio aparece en grandes cantidades cuando se trata de pescado ahumado, en conserva o en salazón. Por eso, es fundamental para el crecimiento de los niños y para las mujeres embarazadas.

Para la retención de líquidos, alteraciones renales o hipertensión, el consumo de sodio debe ser revisado por el médico. El pescado azul tampoco es aconsejable para personas que padezcan ácido úrico. [8]



### 5.5. Generalidades de la Sardina (*clupea pilchardus*)

Las sardinas son peces pelágicos (aquellos que viven lejos de las costas) que viajan por las diferentes capas de agua y cuyo contenido graso las identifica como pescados azules.

Se incluyen en la orden clupeiformes, suborden clupeidos. A su misma familia pertenece el arenque (*Clupea harengus*), la anchoa (*Engraulis encrasicolus*), la alacha, el espadín y el sáballo. [9]

#### 5.5.1. Taxonomía

CLASE:	OSTEICTIOS
ORDEN:	CLUPEIFORMES
FAMILIA:	CLUPEIDAE
GÉNERO:	SARDINA
ESPECIE:	SARDINA PILCHARDUS.
SINÓNIMOS:	CLUPEA PILCHARDUS

#### 5.5.2. Diagnósis

El cuerpo es alargado, no muy comprimido. La mandíbula superior poca o nada escotada. Maxilares no se extienden más allá de la parte media del ojo. El ojo tiene un párpado adiposo bien desarrollado. Los dientes son pequeños o nulos. La aleta dorsal se origina más cerca del rostro que de la base de la caudal. Las pelvianas insertadas en posición abdominal (en medio de la zona ventral, bajo la dorsal). El opérculo tiene unas estrías radiadas.

#### 5.5.3. Color

El dorso es de color verde pardo y a lo largo de los flancos presenta una banda azulada. El vientre es blanco plateado. Las aletas son incoloras, salvo la dorsal, que está un poco oscurecida. [10]

#### 5.5.4. Otras Características Externas

Las escamas son caedizas y cicloides (sin espinillas visibles a la lupa). Todos los radios son blandos. Presenta de 26 a 30 series de escamas visibles en la línea longitudinal máxima. Presenta branquiespinas en la parte interna de las branquias, que son prolongaciones que sirven para retener los pequeños organismos de los que se alimenta.

Los arcos branquiales dan asiento a amplias láminas branquiales por su borde externo y a largas branquiespinas por el interno, branquiespinas que es esta subespecie, se cuenta en



número inferior a sesenta en el primer arco branquial. Puestas las cámaras al descubierto, por resección de los opérculos, solo es visible el primer arco branquial y el extremo superior del segundo, en un pequeño espacio.

El seno pericárdico es amplio, en él se destacan notoriamente por su mayor volumen, el ventrículo, que se destaca también por su color pardo-rojizo, vinoso oscuro, del bulbo aórtico se observa el comienzo de la arteria aorta ventral.

Cuando se levantan las paredes del cuerpo, para dejar al descubierto a la cavidad general del mismo, con su organización visceral, lo que se ha hecho por el lado izquierdo, lo primero que resalta por su gran volumen es el lóbulo izquierdo del hígado, que casi recubre, como es normal en todos los peces óseos, al resto del tubo digestivo. Este enorme desarrollo del lóbulo hepático izquierdo, normal como decimos en los osteíctios, contrasta; sin embargo, en eso se asemeja la sardina a los salmoníferos como *salmonirideus* con el pequeño desarrollo de los lóbulos centrales (a caballo sobre el esófago y la porción esofágica del estomago), y con lóbulo derecho, menores ambos de lo que es habitual en los osteíctios.

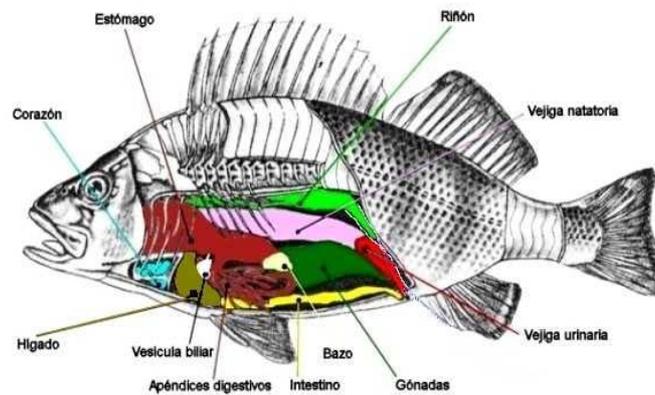
El timo se encuentra en el centro de la porción antero-superior de la cavidad general del cuerpo y a continuación del mismo se inicia la vejiga natatoria, de color blanquecino, no muy dilatada que se extiende por el dorso de la cavidad general, y entre los órganos genitales en la porción posterior de la misma.

A ambos lados, por consiguiente de la vejiga natatoria y ocupando los flancos de la porción superior de la cavidad general del cuerpo, se encuentran las gónadas, en este caso ovarios avanzados en su desarrollo, puesto que los óvulos son reconocibles a simple vista.

Los ovarios son siempre de sección más o menos circular o elíptica y de color más o menos rojizo. Los testículos de menor tamaño proporcionalmente, son aplastados, como gajos de naranja, y de color blanquecinos.



**Figura N° 1. Particularidades anatómicas del la sardina (*clupea pilchardus*)**



Fuente: C. Fernando. (1979).

### 5.5.5. Diferencias con Especies Cercanas

La sardina forma varias razas geográficas que alcanzan distinto tamaño y edad, dependiendo del área en que vivan. De especies como la alosa (*Alosa alosa*) se diferencian en la posición de las aletas pélvicas, el número de escamas o el tamaño de la boca. De *Sprattussprattus* (espadín) se diferencia porque éste tiene el opérculo liso.

### 5.5.6. Biología

#### 5.5.6.1. Zona de vida

Es una especie pelágica que vive sobre la plataforma, acercándose más a la costa en la época de reproducción, en invierno se van a zonas cercanas al talud continental, de fondos de unos 150 m.

#### 5.5.6.2. Alimentación

Se alimenta de plancton al que filtra por medio de las branquiespinas que presenta especialmente el primer arco branquial. Algunas veces se colocan frente a corriente y van haciendo pasar el agua hasta las branquias; otra forma es nadando activamente. Cuando las sardinas se alimentan suelen desorganizar los bancos que forman.

#### 5.5.6.3. Reproducción

La sardina tiene sexos separados, alcanza su madurez sexual a los 21 cm y se reproduce mediante la producción de huevos por parte de la hembra, que son fertilizados por el macho en el agua y el embrión se desarrolla fuera del cuerpo de la hembra.



Esta especie desova a lo largo del año, con dos períodos de mayor intensidad, el principal en invierno (julio-setiembre) y el secundario en verano (febrero-marzo).

#### 5.5.6.4. Costumbres

Se reúnen en grandes bancos. Los huevos permanecen formando parte del plancton una o dos semanas (depende de la temperatura); tienen un diámetro de 1,5 mm y poseen gota de grasa. Cada hembra pone entre 50.000 y 60.000 huevos. Las larvas también son planctónicas un período más largo de tiempo. Paulatinamente van abandonando la vida planctónica para pasar a hábitos nectónicos, en este caso también pelágicos.

#### 5.5.6.5. Edad y Forma de Vida

Pueden vivir hasta 8 años. Se reúnen en cardúmenes o bancos muy numerosos, normalmente constituidos por varias clases de edad.

La forma joven de las sardinas tiene un tamaño de 13 a 16 cm, la sardina adulta alcanza hasta 35 cm de longitud, con una medida de 24 a 25 cm siendo las de razas de aguas frías las más grandes y longevas, presentándose en muchos países como preferencia como conservas de “sardinas en aceite”. La sardina tiene forma y color parecidos al arenque. El cuerpo es algo más grueso y la aleta dorsal se encuentra inserta algo más hacia la cabeza. La sardina tiene grandes escamas, que se desprenden con facilidad, es característica la radiación de los opérculos que recubren las branquias. La sardina está ampliamente difundida, en especial en los mares cálidos, hallándose en las costas occidentales y meridionales.

**Figura N° 2 Sardinas**



Fuente: C. Fernando. (1979).



#### **5.5.6.6. Migraciones**

Son peces gregarios por excelencia y que realiza importantes desplazamientos. En primavera se acerca a la zona más costera y superficial y cuando llegan las aguas frías se aleja y hunde. En el pasado se describieron importantes migraciones que hoy no se reconocen; se pensaba que las sardinas nacidas en el Cantábrico buscaban aguas frías, llegando hasta las costas francesas y el Canal de la Mancha, volviendo a reproducirse al Cantábrico. [11]

#### **5.6. Propiedades Nutritivas de la Sardinas**

La sardina es un pescado que posee casi 10 gramos de grasa por cada 100 gramos de carne y es muy buena fuente de omega-3, que ayudan a disminuir los niveles de colesterol y de triglicéridos, además de aumentar la fluidez de la sangre, lo que disminuye el riesgo de aterosclerosis y trombosis. Por este motivo, es recomendable el consumo de sardinas y otros pescados azules en enfermedades cardiovasculares. Su contenido proteico también es elevado.

Entre las vitaminas se encuentran algunas del grupo B como la B12, B1 o Niacina, que permiten el aprovechamiento de los nutrientes energéticos (hidratos de carbono, grasas y proteínas). Intervienen en numerosos procesos de gran importancia como la formación de glóbulos rojos, la síntesis de material genético, la producción de hormonas sexuales, etc.

La sardina contiene también cantidades significativas de vitaminas liposolubles como A, D y E. La primera contribuye al mantenimiento, crecimiento y reparación de las mucosas, piel y otros tejidos del cuerpo. Favorece la resistencia frente a las infecciones y es necesaria para el desarrollo del sistema nervioso y para la visión nocturna. También interviene en el crecimiento óseo, en la producción de enzimas en el hígado y de hormonas sexuales y suprarrenales. Por su parte, la vitamina D favorece la absorción de calcio y su fijación al hueso, y regula el nivel de calcio en la sangre.

En cuanto a los minerales, la sardina contiene fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y yodo. El fósforo está presente en huesos y dientes, interviene en el sistema nervioso y en la actividad muscular, y participa en procesos de obtención de energía. El magnesio se relaciona con el funcionamiento del intestino, los nervios y los músculos, y además forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. El hierro es necesario para la formación de hemoglobina, proteína que transporta el oxígeno desde los pulmones a todas las células, y su aporte adecuado previene la anemia ferropénica. En cuanto al contenido en yodo de la sardina, éste es significativo, si bien abunda más en otras especies de peces. Este mineral es indispensable para el buen funcionamiento de la glándula



tiroides que regula numerosas funciones metabólicas, así como el crecimiento del feto y el desarrollo de su cerebro.

Las sardinas de lata presentan un contenido de calcio muy importante porque se consumen junto con la espina. En concreto, aportan unos 314 miligramos de calcio por 100 gramos.

El inconveniente que presenta la sardina para la salud se limita a quienes padecen hiperuricemia o gota, dado su contenido en purinas, que en el organismo se transforman en ácido úrico.

**Tabla N° 4. Composición química de la sardina en 100 gr de fracción comestible**

NUTRIENTES	CANTIDAD
Energía	79 Kcal
Fracción Comestible	59 %
Agua	74g
Proteínas	19g
Grasa	5g
Calcio	85mg
Magnesio	24mg
Hierro	2.5mg
Cobre	0.2mg
Potasio	258mg
Iodo	13 mg

Fuente: Ludorff W, Meyer V. (1973).

**Tabla N° 5. Porcentaje de aminoácidos contenidos en las proteínas de la sardina**

AMINOACIDOS	PORCENTAJE
Arginina	5,1 %
Histidina	4,7 %
Isoleucina	4,6 %
Leucina	7,2 %
Lisina	8,4 %
Metionina	2,8 %
Fenilalanina	3,7 %
Treonina1	4,3 %
Triptófano	1 %
Valina	5,2 %

Fuente: Ludorff W, Meyer V. (1973).



**Tabla N° 6. Tasa de minerales en la parte comestible de la sardina en mg /%**

<b>MINERALES</b>	<b>PORCENTAJE EN mg</b>
Calcio	42
Magnesio	24
Fósforo	212
Hierro	24,8
Cobre	0,17
Yodo	0,013

Fuente: Ludorff W, Meyer V. (1973). [9]

## **6. Cambios Bioquímicos que Influyen en la calidad de los pescados.**

Una vez capturado el pescado, se lleva a cabo una serie de cambios que se describen a continuación.

### **6.1. Cambios sensoriales**

Los cambios sensoriales son los que percibimos a través de los sentidos, por ejemplo, apariencia, olor, textura y sabor.

Los primeros cambios sensoriales del pescado durante el almacenamiento están relacionados con la apariencia y la textura. El sabor característico de las especies normalmente se desarrolla durante los dos primeros días de almacenamiento en hielo.

El cambio más dramático es el ataque del *rigor mortis*. Inmediatamente después de la muerte el músculo del pescado está totalmente relajado, la textura flexible y elástica generalmente persiste durante algunas horas y posteriormente el músculo se contrae. Cuando se torna duro y rígido, todo el cuerpo se vuelve inflexible y se dice que el pescado está en *rigor mortis*. Esta condición generalmente se mantiene durante uno o más días y luego se resuelve el *rigor*. La resolución del *rigor mortis* hace que el músculo se relaje nuevamente y recupere la flexibilidad, pero no la elasticidad previa al *rigor*. La proporción entre el comienzo y la resolución del *rigor* varía según la especie y es afectada por la temperatura, la manipulación, el tamaño y las condiciones físicas del pescado.

El efecto de la temperatura sobre el *rigor* no es uniforme. En el caso del bacalao, las altas temperaturas ocasionan un rápido comienzo del *rigor* y un *rigor mortis* bastante fuerte. Esto debe ser evitado, dado que las fuertes tensiones producidas por el *rigor* pueden causar "desgajamiento", es decir, debilitamiento del tejido conectivo y posterior ruptura del filete.

Generalmente se acepta que el comienzo y la duración del *rigor mortis* resultan más rápido a mayor temperatura, pero se ha observado en ciertas especies tropicales el efecto opuesto



de la temperatura, en relación con el comienzo del *rigor*. Resulta evidente que en estas especies el inicio del *rigor* se acelera a la temperatura de 0 °C en comparación con 10 °C, lo cual muestra buena correlación con la estimulación de los cambios bioquímicos a 0 °C. [12]

El *rigor mortis* se inicia inmediatamente o poco después de la muerte, en el caso de peces hambrientos y cuyas reservas de glucógeno están agotadas, o en peces exhaustos. El método empleado para aturdir y sacrificar el pez también influye en el inicio del *rigor*. El aturdimiento y sacrificio por hipotermia (el pez es muerto en agua con hielo) permite obtener el más rápido inicio del rigor, mientras que un golpe en la cabeza proporciona una demora de hasta 18 horas [13]

Si el pescado es cocido antes del *rigor*, la textura será muy suave y pastosa. Por el contrario, la textura es dura pero no seca cuando el pescado es cocido durante el *rigor*. Posterior al *rigor* la carne se toma firme, succulenta y elástica.

La evaluación sensorial del pescado crudo en mercados y sitios de desembarque se efectúa mediante la evaluación de la apariencia, textura y olor. La mayoría de los sistemas de puntuación están basados en los cambios que se producen durante el almacenamiento en hielo derretido. Debe recordarse que los cambios característicos varían dependiendo del método de almacenamiento. La apariencia del pescado almacenado en condiciones de enfriamiento sin hielo no cambia tanto en relación con el pescado en hielo, pero su deterioro es más rápido y se hace necesario efectuar una evaluación sensorial del pescado cocido. Por consiguiente, es esencial conocer la historia tiempo/temperatura del pescado al momento del desembarco.

## 6.2. Cambios en la Calidad Comestible

Cuando se requiere un criterio de calidad durante el almacenamiento del pescado refrigerado, se puede llevar a cabo una evaluación sensorial del pescado cocido. Se puede detectar un patrón característico del deterioro del pescado almacenado en hielo, el cual puede ser dividido en las cuatro fases siguientes:

**Fase1:** El pescado es muy fresco y tiene un sabor a algas marinas, dulces y delicadas. El sabor puede ser muy ligeramente metálico. En el bacalao, el eglefino, la merluza, el merlán y el lenguado, el sabor dulce se hace más pronunciado a los 2-3 días de la captura.

**Fase 2:** Hay una pérdida del olor y del gusto característico. La carne es neutral pero no tiene olores extraños. La textura se mantiene agradable.

**Fase 3:** Aparecen signos de deterioro y, dependiendo de la especie y del tipo de deterioro (aeróbico o anaeróbico), se producen una serie de compuestos volátiles de olor

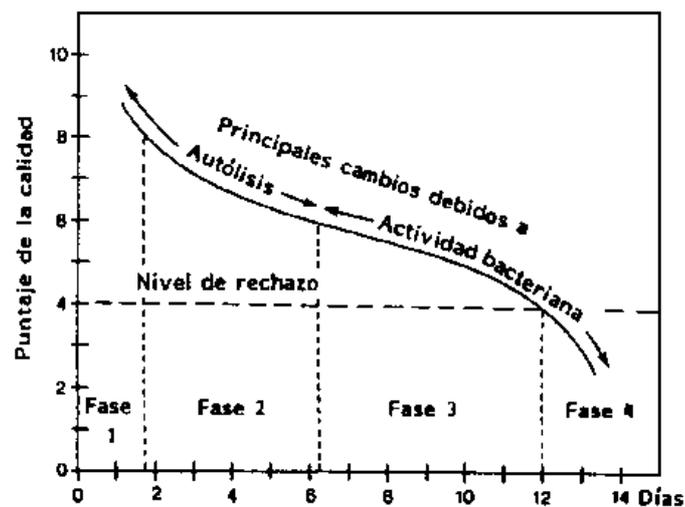


desagradable. Uno de estos compuestos volátiles puede ser la trimetilamina (TMA) derivada de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA). La TMA tiene un olor a "pescado" muy característico. Al inicio de esta fase pueden aparecer olores y sabores ligeramente ácidos, afrutados y ligeramente amargos, especialmente en peces grasos. En los últimos estadios de esta fase se desarrollan olores nauseabundos, dulces, como a col, amoniacales, sulfurosos y rancios. La textura se toma suave y aguada, o dura y seca.

**Fase 4:** El pescado puede caracterizarse como deteriorado y pútrido.

Una escala numerada puede ser usada para la evaluación sensorial del pescado cocido según se muestra en la Figura 3. La escala está numerada del 0 al 10, donde 10 indica absoluta frescura, 8 buena calidad y 6 un pescado con sabor neutro (insípido). El nivel de rechazo es 4. Usando la escala según la puntuación señalada, el gráfico adquiere forma de "S" indicando una rápida degradación del pescado durante la primera fase, menor tasa en las fases 2 y 3, y finalmente una alta variación cuando el pescado se descompone.

**Figura N° 3.** Cambios en la calidad comestible del pescado en hielo (0°C)



Fuente: Huss (1976).

Otras escalas también pueden ser empleadas y cambiar la forma del gráfico. Sin embargo, es importante entender la clase de resultados deseados en el análisis sensorial, a fin de efectuar las preguntas adecuadas a los evaluadores sensoriales.

### 6.3. Cambios Autolíticos

Autólisis significa "auto-digestión". Se sabe desde hace muchos años que existen por lo menos dos tipos de deterioro en el pescado: bacteriano y enzimático. [14] En el bacalao y

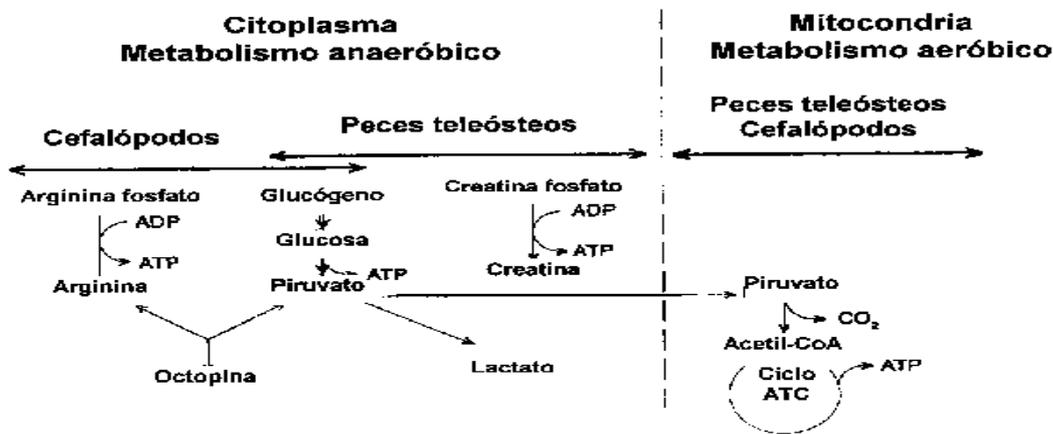


en el atún aleta amarilla, los cambios enzimáticos relativos a la frescura del pescado precedían y no guardaban relación con los cambios de la calidad microbiológica. En algunas especies (calamar, arenque), los cambios enzimáticos preceden y por lo tanto predominan al deterioro del pescado refrigerado. En otros la autólisis, sumada al proceso microbiano, contribuye en diferentes grados a la pérdida general de la calidad.

### 6.3.1. Producción de Energía en el Músculo Post-Mortem

Al momento de la muerte, el suministro de oxígeno al tejido muscular se interrumpe porque la sangre deja de ser bombeada por el corazón y no circula a través de las branquias donde, en los peces vivos, es enriquecida con oxígeno. Dado que el oxígeno no está disponible para la respiración normal, se restringe la producción de energía a partir de los nutrientes ingeridos. La Figura N° 4 ilustra la ruta normal para la producción de energía muscular en la mayoría de los peces teleósteos vivos (peces óseos con aletas). El glucógeno (carbohidrato de almacenamiento) o las grasas son oxidadas o "quemadas" por las enzimas del tejido, en una serie de reacciones las cuales finalmente producen dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua y adenosina trifosfato (ATP), un compuesto orgánico rico en energía. Este tipo de respiración se efectúa en dos etapas: una anaeróbica y otra aeróbica. La última depende de la continua presencia del oxígeno (O<sub>2</sub>), sólo disponible en el sistema circulatorio.

**Figura N° 4. Descomposición aeróbica y anaeróbica del glucógeno en el músculo del pescado**



Fuente: Love, R.M. (1975).

La Figura N° 4 también ilustra el hecho de que en condiciones de anaerobiosis, el ATP puede ser sintetizado a través de otras dos importantes rutas a partir de la creatina fosfato o la arginina fosfato. La primera fuente de energía está restringida al músculo de los vertebrados (peces teleósteos), mientras que la segunda es característica de algunos invertebrados como los cefalópodos (calamar y pulpo). En cualquiera de los casos, la



producción de ATP cesa en cuanto se agotan la creatina fosfato o la arginina fosfato. Resulta interesante notar que la octopina es el producto final del metabolismo anaeróbico de los cefalópodos y no es de naturaleza ácida (a diferencia del lactato), así que cualquier cambio en el *pH post mortem*, en este tipo de animales, no está relacionado con la producción de ácido láctico a partir del glucógeno.

Para la mayoría de los peces teleósteos, la glucólisis es la única ruta posible para la producción de energía en cuanto el corazón deja de latir. Este proceso, más ineficiente, genera principalmente ácido láctico y ácido pirúvico como productos finales. Además, mediante la glucólisis se producen dos moles de ATP por cada mol de glucosa, en comparación con los 36 moles de ATP producidos por cada mol de glucosa si los productos glucolíticos finales son oxidados aeróbicamente en la mitocondria del animal vivo. Así, después de la muerte, el músculo anaeróbico no puede mantener su nivel normal de ATP, y cuando el nivel intracelular declina de 7-10 m moles/g a £ 1,0 m moles/g de tejido, el músculo entra en *rigor mortis*. La glucólisis *post mortem* resulta en la acumulación de ácido láctico, con la concomitante disminución del pH en el músculo. La cantidad de ácido láctico producido está relacionada con la cantidad de carbohidrato almacenado (glucógeno) en el tejido vivo. En general, el músculo de pescado contiene un nivel relativamente bajo de glucógeno, comparado con los mamíferos y por esta razón se genera mucho menos ácido láctico después de la muerte. También el estado nutricional del pez, la cantidad y grado de agotamiento al momento de la muerte, tienen un efecto dramático en los niveles de glucógeno almacenado y consecuentemente en el pH *post mortem* final. Como regla, el pescado bien descansado y bien alimentado contiene más glucógeno que el pescado exhausto y hambriento.

La disminución *post mortem* en el pH del músculo de pescado tiene un efecto en las propiedades físicas del músculo. A medida que el pH disminuye, se reduce la carga neta de la superficie de las proteínas musculares, causando su desnaturalización parcial y disminuyendo su capacidad de enlazar agua. El músculo en estado de *rigor mortis* pierde su humedad cuando es cocido y resulta particularmente inadecuado para un procesamiento posterior que involucre calentamiento, puesto que la desnaturalización por calor incrementa la pérdida de agua. La pérdida de agua tiene un efecto perjudicial en la textura del músculo;[15] Existe una relación inversamente proporcional entre la dureza del músculo y el pH, donde los niveles inaceptables de dureza (y pérdidas de agua por cocción) ocurren a menores niveles de pH.

### 6.3.2. Autólisis y Catabolismo de Nucleótidos

Como se mencionó anteriormente, el *rigor mortis* se establece cuando el nivel de ATP en el músculo cae a £ 1.0 m moles/g. El ATP no es sólo una fuente de alta energía necesaria para la contracción muscular de los animales vivos, sino que también proporciona plasticidad al



músculo. La contracción muscular *per se* está controlada por el calcio y la enzima ATP-asa que se encuentra en cada célula muscular. Cuando los niveles de  $\text{Ca}^{+2}$  intracelular son 1m M, la ATP-asa activada por  $\text{Ca}^{+2}$  reduce los niveles de ATP libre en el músculo, ocasionando la interacción entre la actina y la miosina, las principales proteínas contráctiles. Esta interacción trae como resultado la reducción del músculo, ocasionando su endurecimiento y pérdida de la flexibilidad. Durante el *rigor mortis*, el pescado no puede ser fileteado o procesado normalmente, porque el cuerpo está demasiado rígido para ser manipulado y generalmente retorcido, impidiendo su manipulación mediante maquinaria.

La resolución del *rigor es* un proceso no del todo comprendido, pero siempre ocasiona el reblandecimiento (relajación) posterior del tejido muscular y se cree está relacionado con la activación de una o más enzimas musculares presentes en el pescado, las cuales digieren ciertos componentes del complejo *rigor mortis*. El reblandecimiento del músculo durante la resolución del *rigor* (y eventualmente el proceso de deterioro) coincide con los cambios autolíticos. De estos cambios, el primero en ser reconocido de forma más o menos predecible después de la muerte fue la degradación de los compuestos relacionados con el ATP. La Figura N° 5 ilustra la degradación del ATP para formar adenosina difosfato (ADP), adenosina monofosfato (AMP), inosina monofosfato (IMP), inosina (Ino) e Hipoxantina (Hx). La degradación de los catabolitos del ATP procede de la misma forma en la mayoría de los pescados, pero la velocidad de cada reacción (de un catabolito a otro), varía enormemente entre una especie y otra, coincidentemente, progresando generalmente con el nivel percibido de deterioro según determinaciones efectuadas mediante un panel de analistas entrenados, fueron los primeros en observar este patrón y desarrollaron una fórmula para la frescura del pescado basada en estos cambios autolíticos [16]

$$K(\%) = \frac{[\text{Ino}] + [\text{Hx}]}{[\text{ATP}] + [\text{ADP}] + [\text{AMP}] + [\text{IMP}] + [\text{Ino}] + [\text{Hx}]} \times 100$$

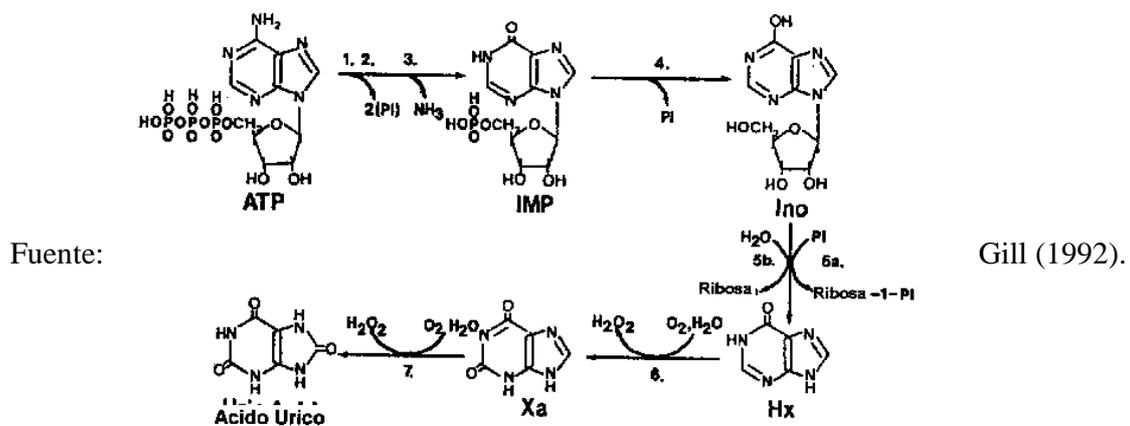
Donde [ATP], [ADP], [AMP], [IMP], [Ino] e [Hx], representan las concentraciones relativas de estos compuestos en el músculo de pescado, medidas en diferentes períodos de tiempo durante el almacenamiento refrigerado.

El índice de frescura **K** proporciona una puntuación de frescura relativa, basada principalmente en los cambios autolíticos que tienen lugar durante el almacenamiento *post mortem* del músculo. De este modo, cuanto más alto el valor de **K**, menor el nivel de frescura. Desdichadamente, algunas especies de pescado, como el bacalao del Atlántico, alcanzan un valor K máximo mucho antes que la vida en anaquel, según lo determinado por jueces entrenados. Por lo tanto, K no puede ser considerado como un índice confiable de frescura para todos los peces marinos con aletas. Asimismo, la degradación de nucleótidos es sólo coincidental con los cambios percibidos en la frescura y no está necesariamente relacionada con su deterioro, considerándose que sólo la hipoxantina (Hx) tiene un efecto



directo en el sabor amargo percibido en el pescado deteriorado. Actualmente, es ampliamente aceptado que la IMP es responsable del deseable sabor a pescado fresco, sólo presente en los productos pesqueros de alta calidad. Ninguno de los nucleótidos se considera relacionado a los cambios percibidos en la textura durante el proceso autolítico, a excepción del ATP, por supuesto, cuya disminución está asociada con el *rigor mortis*.

**Figura N° 5. Degradación *post mortem* del ATP en el músculo de pescado. Enzimas: 1. ATP-asa; 2. miokinasa; 3. AMP-desaminasa; 4. IMP-fosfohidrolasa; 5<sup>a</sup>. nucleosidafosforilasa; 5<sup>b</sup>. Inosinanucleosidasa; 6,7. Xantina oxidasa.**



## 6.4. Cambios Bacteriológicos

### 6.4.1. La flora Bacteriana en Peces Vivos

Los microorganismos se encuentran en todas las superficies externas (piel y branquias) y en los intestinos de los peces vivos y recién capturados. El número total de microorganismos varía enormemente, establece como rango normal  $10^2 - 10^7$  ufc (unidades formadoras de colonias)/cm<sup>2</sup> en la superficie de la piel. Las branquias e intestinos contienen entre  $10^3$  y  $10^9$  ufc/g. [17]

La flora bacteriana en pescados recién capturados depende más del medio ambiente de captura, que de la especie. [18] Los pescados capturados en aguas muy frías y limpias contienen menor número de microorganismos, mientras que el pescado capturado en aguas cálidas presenta recuentos ligeramente superiores. Números muy elevados, por ejemplo  $10^7$  ufc/cm<sup>2</sup>, se encuentran en pescados capturados en aguas muy contaminadas. Muchas especies diferentes de bacterias pueden ser encontradas en la superficie de los peces. Las bacterias en peces de aguas templadas son clasificadas en psicrotróficas y psicrófilas, de acuerdo al rango de su temperatura de crecimiento. Las psicrotróficas (tolerantes al frío) son bacterias capaces de crecer a 0 °C pero su óptimo es alrededor de los 25 °C. Las psicrófilas (amantes del frío) son bacterias con una temperatura máxima de crecimiento alrededor de los 20 °C y su óptimo a 15 °C. [19]. En las aguas cálidas pueden aislarse un mayor número



de mesófilos. La Microflora en peces de aguas templadas está dominada por bacterias psicrófilas Gram negativas con forma de bastones, pertenecientes a los géneros *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Shewanella* y *Flavobacterium*. Miembros de las Vibrionáceas (*Vibrio* y *Photobacterium*) y Aeromonadáceas (*Aeromonas* spp.), son también bacterias acuáticas comunes y típicas de la flora bacteriana en pescado (Cuadro N° 7). Organismos Gram positivos como *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* y coryneformes también pueden ser encontrados en distintas proporciones. Pero en general, las bacterias Gram-negativas dominan la micro flora y las bacterias Gram-positivas *Bacillus* y *Micrococcus* dominaban la micro flora en pescados de aguas tropicales. Sin embargo, esta conclusión fue confrontada posteriormente por varios estudios en los cuales se encontró que la flora, en especies de peces tropicales, es muy similar a la flora en especies templadas [20]

Las *Aeromonas* spp, son típicas de los peces de agua dulce, mientras que otras bacterias requieren sodio para su crecimiento y, por lo tanto, son típicas de aguas marinas. Este grupo incluye *Vibrio*, *Photobacterium* y *Shewanella*. Sin embargo, *Shewanella putrefaciens*, se caracteriza como dependiente de sodio, también pueden aislarse cepas de *S. putrefaciens*, a partir de ambientes de agua dulce. A pesar de que *S. putrefaciens* ha sido aislada de aguas dulces tropicales, no resulta de importancia en el deterioro del pescado de agua dulce. [21]

**Tabla N° 7. Flora bacteriana de pescado capturado en aguas limpias no contaminadas**

Gram-negativas	Gram-positivas	Comentarios
<i>Pseudomonas</i>	<i>Bacillus</i>	-
<i>Moraxella</i>	<i>Clostridium</i>	-
<i>Acinetobacter</i>	<i>Micrococcus</i>	-
<i>Shewanella putrefaciens</i>	<i>Lactobacillus</i>	-
<i>Flavobacterium</i>	Coryneformes	-
<i>Cytophaga</i>	-	-
<i>Vibrio</i>	-	<i>Vibrio</i> y <i>Photobacterium</i> son típicas de aguas marinas;
<i>Photobacterium</i>	-	
<i>Aeromonas</i>	-	<i>Aeromonas</i> es típica de agua dulce

Fuente: Gram, (1990).

En aguas contaminadas, puede encontrarse un elevado número de Entero-bacteriáceas. En aguas limpias y templadas, estos organismos desaparecen rápidamente, pero se ha demostrado que *Escherichiacoli* y *Salmonella* pueden sobrevivir por períodos bastante prolongados de tiempo en aguas tropicales y una vez introducidos en el ambiente, se convierten casi que en autóctonos. [22]



#### 6.4.2. Invasión Microbiana

El músculo de un pez saludable o de un pescado recién capturado es estéril, debido a que el sistema inmunológico del pez previene el crecimiento de bacterias en el músculo. Cuando el pez muere, el sistema inmunológico colapsa y las bacterias proliferan libremente. En la superficie de la piel, las bacterias colonizan en una amplia extensión la base de las escamas. Durante el almacenamiento, las bacterias invaden el músculo penetrando entre las fibras musculares. Sólo un número muy limitado de bacterias invade el músculo durante el almacenamiento en hielo. [23] Las bacterias pueden ser detectadas en el músculo cuando el número de microorganismos en la superficie de la piel incrementa por encima de las  $10^6$  ufc/cm<sup>2</sup>. Este resultado fue observado tanto en el almacenamiento en hielo como en ambiente refrigerado. No se encontró diferencia entre los patrones invasivos de las bacterias específicas del deterioro (por ejemplo *S. putrefaciens*) y las bacterias no específicas del deterioro. [24]

Dado que sólo un número limitado de microorganismos realmente invade el músculo y el crecimiento microbiano se lleva a cabo principalmente en la superficie, el deterioro es probablemente una consecuencia de la difusión de enzimas bacterianas hacia el interior del músculo y de la difusión externa de nutrientes.

#### 6.4.3. Cambios en la Microflora durante el almacenamiento y deterioro/Organismos específicos del deterioro.

Las bacterias presentes en pescados capturados en aguas templadas, entran en fase exponencial de crecimiento casi inmediatamente después de la muerte del pez. Esto también ocurre cuando el pescado es colocado en hielo, probablemente porque la microflora se encuentra adaptada a las temperaturas de enfriamiento. Durante el almacenamiento en hielo, la población bacteriana se duplica en aproximadamente 1 día y después de 2 o 3 semanas alcanza unas  $10^8$  -  $10^9$  ufc, por gramo de músculo o cm de piel. Durante el almacenamiento a temperatura ambiente, se alcanza un nivel ligeramente inferior a las 10 - 108 ufc/g en 24 horas. Las bacterias presentes en pescados provenientes de aguas tropicales generalmente atraviesan por una fase de latencia de 1 a 2 semanas, cuando el pescado se almacena en hielo, y posteriormente se inicia el crecimiento exponencial. Durante el deterioro, el nivel de bacterias en pescados de aguas tropicales es similar al nivel encontrado en especies de aguas templadas. [25]

Si el pescado en hielo es almacenado en condiciones de anaerobiosis o en una atmósfera de CO<sub>2</sub>, el número normal de las bacterias psicrotróficas, como la *S.putrefaciens* y *Pseudomonas*, es generalmente mucho menor ( $10^6$  -  $10^7$  ufc/g) que en pescado almacenado en condiciones de aerobiosis. Sin embargo, el nivel de bacterias con carácter psicrófilo como *P. phosphoreum* alcanza las  $10^7$  -  $10^8$  ufc/g cuando el pescado está deteriorado. La



composición de la micro flora también cambia dramáticamente durante el almacenamiento. De esta forma, después de 1 - 2 semanas de almacenamiento aeróbico en hielo, la flora está constituida casi exclusivamente por *Pseudomona* spp. *YS. Putrefaciens*. Esto, se cree, es debido a su relativo corto tiempo de generación a temperaturas de enfriamiento, este hecho ha sido confirmado por numerosos estudios llevados a cabo en peces de aguas tropicales y de aguas templadas. A temperatura ambiente (25 °C), la microflora en el punto de deterioro está dominada por Vibrionáceas mesofílicas y, particularmente si el pescado proviene de aguas contaminadas, por Enterobacteriáceas.

Debe efectuarse una clara distinción entre los términos flora del deterioro y bacterias del deterioro, dado que el primero describe meramente las bacterias presentes en el pescado cuando está deteriorado, mientras que el último se refiere al grupo específico que produce olores y sabores desagradables asociados con el deterioro. Una gran parte de las bacterias presentes en el pescado deteriorado no desempeñan ningún papel en lo absoluto en el deterioro. Cada producto pesquero posee sus propias bacterias específicas del deterioro y es el número de estas bacterias, y no el número total de microorganismos, lo que guarda relación con la duración en almacén del producto.

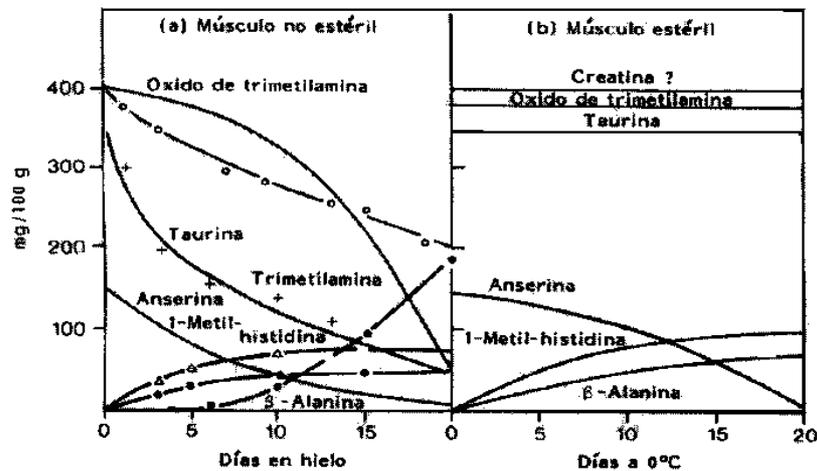
#### **6.4.4. Cambios bioquímicos inducidos por el crecimiento bacteriano durante el almacenamiento y el deterioro**

Al comparar los compuestos químicos desarrollados durante el deterioro natural del pescado y el pescado estéril, se demuestra que la mayoría de los componentes volátiles son producidos por bacterias según se observa en la Figura N° 6. Estos incluyen trimetilamina, compuestos sulfurosos volátiles, aldehídos, cetonas, ésteres, hipoxantina, así como también otros compuestos de bajo peso molecular.

Los sustratos para la producción de volátiles son los carbohidratos (como el lactado y la ribosa), los nucleótidos (como la inosina monofosfato y la inosina) y otras moléculas de nitrógeno no proteico (NNP). Los aminoácidos son sustratos particularmente importantes para la formación de sulfitos y amoníaco.



Figura N°6. Cambios en los compuestos extractables que contienen nitrógeno en (a) el deterioro y (b) la autólisis de músculo de bacalao



Fuente: Shewan, (1962).

Los microorganismos obtienen mucha más energía de la oxidación aeróbica que de la fermentación anaeróbica; así, la completa oxidación de 1 mol de glucosa (u otra hexosa) vía ciclo de Krebs rinde 6 moles de  $\text{CO}_2$  y 36 moles de ATP. Por el contrario, la fermentación de 1 mol de glucosa rinde sólo 2 moles de ATP y dos moles de ácido láctico. El crecimiento aeróbico inicial en pescado es dominado por bacterias que utilizan carbohidratos como sustrato y oxígeno como aceptor terminal de electrones, con la concomitante producción de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

#### 6.4.5. Reducción del Óxido de Trimetilamina(OTMA)

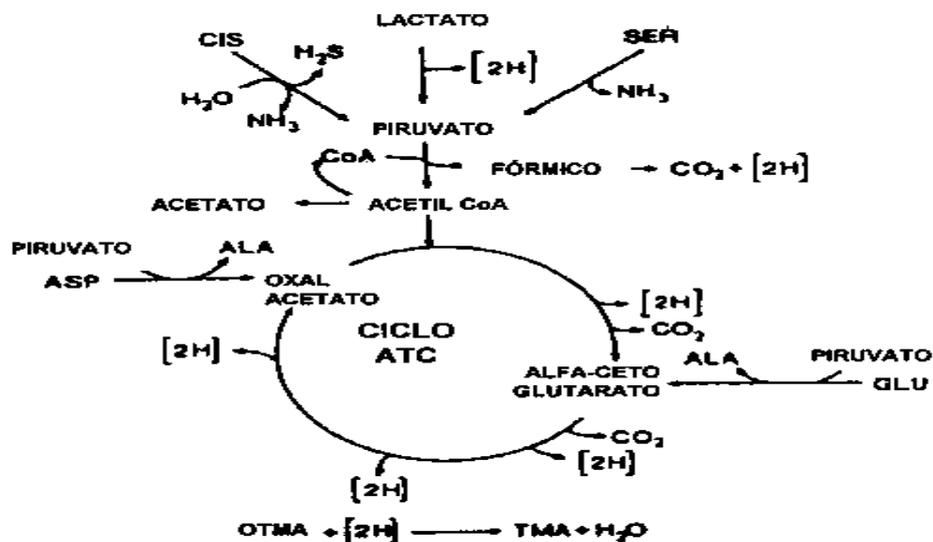
El crecimiento de bacterias consumidoras de oxígeno ocasiona la formación de nichos anaeróbicos o microaerofílicos en el pescado. Esto sin embargo no necesariamente favorece el crecimiento de bacterias anaeróbicas. Algunas de las bacterias presentes en el pescado son capaces de llevar a cabo respiración (con la ventaja del ATP) empleando otras moléculas como receptor final del electrón. Es típico de muchas bacterias específicas del deterioro del pescado emplear el OTMA como aceptor terminal de electrones durante la respiración anaeróbica. El componente reducido, la TMA; uno de los compuestos dominantes del pescado deteriorado, tiene el olor típico del pescado. El nivel de TMA encontrado en pescado fresco rechazado por un panel sensorial varía dependiendo de la especie de pescado, pero generalmente se encuentra alrededor de los 10-15 mg TMA-N/100 g en pescado almacenado aeróbicamente y en un nivel de 30 mg TMA-N/100 g en bacalao empacado. [26]

La reducción del OTMA está generalmente asociada con géneros de bacterias típicos del ambiente marino (*Alteromonas*, *Photobacterium*, *Vibrio* y *S. putrefaciens*), pero también es



llevada a cabo por *Aeromonas* y bacterias intestinales de las Enterobacteriáceas. La reducción del OTMA ha sido estudiada en bacterias fermentativas, anaerobias facultativas, como *E. coli* y *Proteusspp*, como también en la bacteria no fermentativa *S. putrefaciens*. [27]. Durante el crecimiento aeróbico, *S. putrefaciens* emplea el ciclo de Krebs para producir los electrones que posteriormente son canalizados a través de la cadena respiratoria. Durante la respiración anaeróbica *S. putrefaciens* también utiliza todo el ciclo de Krebs (Figura N° 7), mientras recientemente se ha demostrado que en la respiración anaeróbica de *S. putrefaciens*, sólo utiliza una parte del ciclo de Krebs (Figura N° 8) y los electrones son generados también por otra ruta metabólica, denominada la ruta de la serina. [28]. *S. putrefaciens* puede emplear una variedad de fuentes de carbono como sustrato en su respiración anaeróbica dependiente de OTMA, incluyendo formiato y lactato. Compuestos como acetato y succinato empleados en la respiración del oxígeno no pueden ser empleados cuando el OTMA es el aceptor terminal de electrones, por el contrario, el acetato es uno de los productos de la reducción anaeróbica del OTMA. [29]

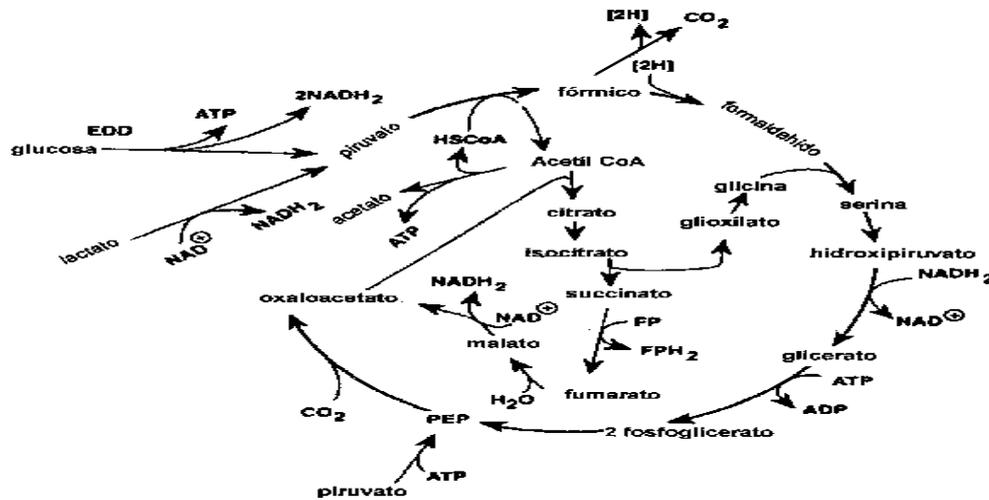
Figura N° 7. Reducción anaeróbica del OTMA por *S. putrefaciens* (anteriormente *Alteromonas*)



Fuente: Ringo *et al.* (1984).



Figura N° 8. Ruta del carbón durante la anaerobiosis propuesta para *S. putrefaciens*



Fuente: Scott y Neelson, (1994).

Por el contrario, los azúcares y el lactato son los principales sustratos generadores de electrones cuando el OTMA es reducido por *Proteusspp.* La reducción está acompañada por la producción de acetato como producto principal. [30]

El OTMA es un compuesto típico de los peces marinos, recientemente ha sido reportado que también algunos peces de agua dulce contienen altas cantidades de OTMA. Sin embargo, la TMA no es necesariamente un compuesto característico durante el deterioro de este tipo de pescado porque el deterioro es debido a *Pseudomonasspp.*

En muchas especies de pescado el desarrollo de la TMA, es paralelo a la producción de hipoxantina. La hipoxantina, puede ser formada por la descomposición autolítica de nucleótidos, pero también puede ser formada por bacterias; la tasa de formación por la acción bacteriana es mayor que por autólisis. Algunas de las bacterias del deterioro producen hipoxantina a partir de inosina o inosinammonofosfato, incluyendo *Pseudomonasspp.*, *S. putrefaciens* y *P. phosphoreum*. [25]

En el pescado deteriorado el suministro de OTMA decae, la TMA alcanza su máximo nivel y los niveles de NVT continúan incrementando debido a la formación de NH<sub>3</sub> y otras aminas volátiles. En las primeras semanas del almacenamiento en hielo también se forma un poco de amoníaco debido a la autólisis. En algunos pescados que no contienen OTMA, o en los cuales el deterioro es debido a una flora no reductora de OTMA, se observa un leve incremento en las BVT durante el almacenamiento, probablemente como resultado de la desaminación de aminoácidos.



Algunos de los compuestos típicos formados por las bacterias durante el deterioro del pescado se muestran en el Cuadro N° 8, conjuntamente con los sustratos empleados para su formación.

**Tabla N° 8. Sustratos y compuestos, de olores y sabores desagradables, producidos por las bacterias durante el deterioro del pescado**

Sustrato	Compuestos producidos por la acción bacteriana
OTMA	TMA
Cisteína	H <sub>2</sub> S
metionina	CH <sub>3</sub> SH, (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S
carbohidratos y lactato	acetato, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O
inosina, IMP	Hipoxantina
aminoácidos (glicina, serina, leucina)	ésteres, cetonas, aldehídos
aminoácidos, urea	NH <sub>3</sub>

Fuente: Haaland y Njaa, (1988). R. Njaa (1988).

El almacenamiento anaeróbico prolongado del pescado ocasiona una vigorosa producción de NH<sub>3</sub>, debido a la degradación posterior de aminoácidos y a la acumulación de ácidos grasos como los ácidos acético, butírico y propiónico. Se determinó que los más fuertes productores de NH<sub>3</sub> son anaerobios obligados pertenecientes a la familia *Bacteroidaceae* género *Fusobacterium*. Estos organismos sólo crecen en el extracto de pescado deteriorado y tienen muy poca o ninguna actividad proteolítica, por lo cual emplean proteínas ya hidrolizadas.

Durante el almacenamiento en hielo del pescado graso fresco, los cambios en la fracción lipídica son causados casi exclusivamente por la acción química, por ejemplo: la oxidación, por cuanto el ataque bacteriano en la fracción lipídica contribuye muy poco al perfil de deterioro. Durante el almacenamiento del pescado ligeramente preservado, la hidrólisis lipídica causada por bacterias puede ser parte del perfil de deterioro.

### 6.5. Oxidación e Hidrólisis de lípidos

En los lípidos del pescado ocurren dos reacciones diferentes, de importancia en el deterioro de la calidad:

- Oxidación
- Hidrólisis

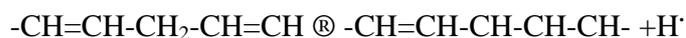


Ellas dan como resultado la producción de una serie de sustancias, de las cuales algunas tienen sabores y olores desagradables (rancio). Algunas pueden también contribuir a los cambios de textura mediante uniones covalentes a las proteínas musculares. Las reacciones pueden ser no enzimáticas o catalizadas por enzimas: *microbianas, intracelulares o digestivas* del mismo pescado. Por lo tanto, el significado relativo de estas reacciones depende principalmente de la especie de pescado y de la temperatura de almacenamiento.

Los pescados grasos son, por supuesto, particularmente susceptibles a la degradación lipídica, la cual puede ocasionar severos problemas en la calidad, incluso durante el almacenamiento a temperaturas bajo cero.

### 6.5.1. Oxidación

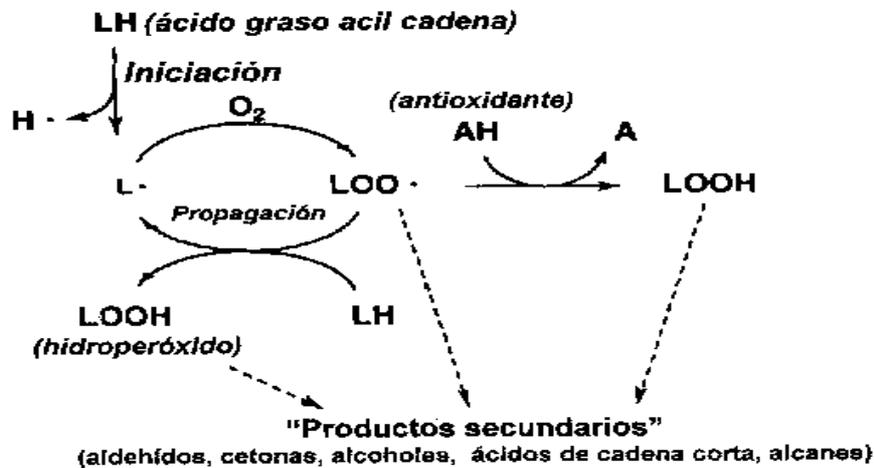
La gran cantidad de ácidos grasos poli insaturados presente en los lípidos del pescado les hace altamente susceptibles a la oxidación mediante un mecanismo auto catalítico (Figura N° 9). El proceso es iniciado, según se describe más adelante, mediante la escisión de un átomo de hidrógeno del átomo de carbono central de la *estructura pentahédrica* presente en la mayoría de las acilcadenas de los ácidos grasos con más de un doble enlace:



Contrario a la molécula nativa, el radical lipídico (L $\cdot$ ) reacciona muy rápidamente con el oxígeno atmosférico formando un radical peróxido (LOO $\cdot$ ), el cual puede nuevamente escindir un hidrógeno de otra acilcadena produciendo un hidroperóxido (LOOH) y un nuevo radical L $\cdot$ . Esta propagación continúa hasta que uno de los radicales es removido mediante reacción con otro radical o con un *antioxidante* (AH) del cual resulta un radical (A $\cdot$ ) mucho menos reactivo. Los hidroperóxidos, producidos en cantidades relativamente grandes durante la propagación, son insípidos y, por lo tanto, quizá no es una sorpresa que el ampliamente usado "valor de peróxido" generalmente guarda escasa correlación con las propiedades sensoriales.



Figura N° 9. Autooxidación de un lípido polinsaturado



Fuente: Haaland y Njaa, (1988). R. Njaa (1988).

Los hidroperóxidos continúan dividiéndose, catalizados por iones de metales pesados, hasta la formación de cadenas carbonadas más cortas, productos secundarios de la Autooxidación. Estos productos secundarios, principalmente aldehídos, cetonas, alcoholes, pequeños ácidos carboxílicos y alcanes, originan un extenso espectro de olores y en algunos casos decoloración amarillenta. Algunos de los aldehídos pueden ser determinados como "sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico").

Los iones metálicos son de gran importancia en el primer paso de la Autooxidación de los lípidos - el proceso de iniciación - como catalizadores de la formación de especies reactivas al oxígeno, como por ejemplo: el radical hidroxilo (OH). Este radical reacciona inmediatamente con los lípidos o cualquier otra molécula en el lugar donde ha sido generado. La alta reactividad quizá explique el hecho de que los ácidos grasos libres sean más susceptibles a la oxidación que los correspondientes ácidos grasos no libres, debido a que la cantidad de hierro en la fase acuosa es probablemente mayor que la cantidad enlazada a la superficie de las membranas celulares y a las gotas de lípidos.

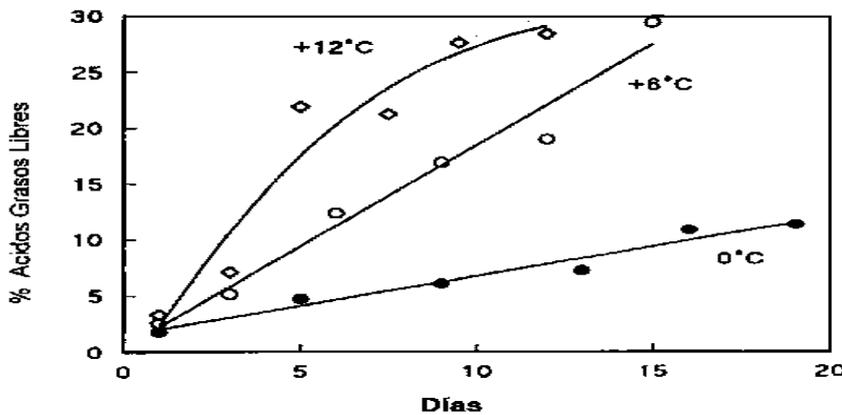
Los hidroperóxidos de los ácidos grasos pueden también ser formados enzimáticamente, catalizados por la enzima lipoxigenasa, la cual está presente en los diferentes tejidos del pescado en cantidades variables. La enzima es inestable y probablemente tiene importancia en la oxidación de los lípidos sólo en el pescado fresco. La cocción o las operaciones de congelado/descongelado destruyen efectivamente la actividad de la enzima.



### 6.5.2. Hidrólisis

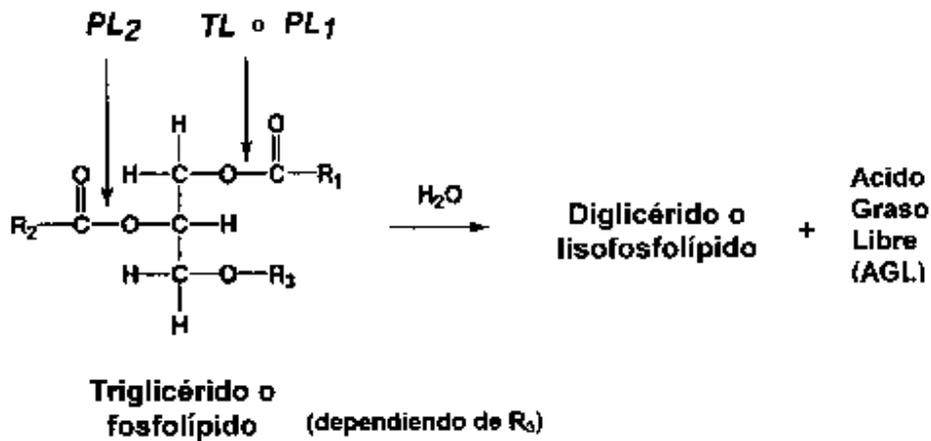
Durante el almacenamiento, aparece una cantidad considerable de ácidos grasos libres (AGL) (Figura N° 10). El fenómeno es más profundo en el pescado no eviscerado que en el eviscerado, probablemente por las enzimas digestivas. Los triglicéridos presentes en los depósitos de grasas son escindidos por la trigliceril lipasa (TL in la Figura N° 11) originada del tracto digestivo o excretada por ciertos microorganismos. Las lipasas celulares pueden también desempeñar un papel menor.

**Figura N° 10. Desarrollo de ácidos grasos libres en arenque almacenado a diferentes temperaturas**



Fuente: Laboratorio Tecnológico, Ministerio de Pesca de Dinamarca, Reporte Anual, (1971)

**Figura N° 11. Reacciones hidrolíticas primarias de triglicéridos y fosfolípidos. Enzimas: PL<sub>1</sub> y PL<sub>2</sub>, fosfolipasas; TL, trigliceril lipasa**



Fuente:

Haaland y Njaa, (1988). R. Njaa (1988).



En el pescado magro, por ejemplo: el bacalao del Atlántico, la producción de ácidos grasos libres ocurre incluso a bajas temperaturas. Se cree que las enzimas responsables son fosfolipasas celulares - particularmente la fosfolipasa A<sub>2</sub>. (PL<sub>2</sub> en la Figura N° 11) - a pesar de que aún no ha sido establecida plenamente una correlación entre la actividad de estas enzimas y la tasa de aparición de los ácidos grasos libres. Los ácidos grasos que están unidos a fosfolípidos en el átomo de carbono 2 del glicerol, son principalmente del tipo poliinsaturados; en tal sentido, la hidrólisis generalmente también conduce a incrementar la oxidación. Además, los ácidos grasos por sí mismos pueden causar un sabor jabonoso. [30]

## **7. Métodos que Determinan la calidad del Pescado**

Existen diferentes métodos que nos ayudan a evaluar frescura y calidad del pescado, entre los métodos más comúnmente utilizados se encuentran: sensoriales, químicos, físicos y microbiológicos.

### **7.1. Método Sensorial u Organolépticos**

En este método se emplea los órganos de los sentidos para evaluar características del pescado como su aspecto, textura, olor, color y sabor; valorando los cambios organolépticos desarrollados progresivamente en el pescado hasta su deterioro y autólisis apoyándose también en las legislaciones alimentarias.

#### **7.1.1. Forma de Realizar la inspección Sensorial u Organolépticos**

Primero se comparan las regiones correspondientes a las mitades derecha e izquierda del cuerpo, dando vueltas al pescado, mientras su consistencia haciendo una presión conveniente con los dedos. Las branquias se huelen levantando el opérculo y agitando uno o dos veces en el aire las piezas. Si existe la sospecha que las branquias se encuentran alteradas por enfermedades, conviene lavarlas si tienen mucha mucosidad. Posteriormente se inspecciona la cavidad abdominal, haciendo las incisiones permitidas, de manera que no resulten dañados los músculos principales inspeccionando también el corazón y grandes vasos. La inspección de la musculatura del tronco se realiza en distintos puntos de ambos costados, a nivel de la cavidad branquial, en el centro del cuerpo y en la zona de la cola.

### **7.2. Método Químico**

Estas se basan en la determinación de:

Bases Volátiles Totales (BVT); en función del contenido en nitrógeno básico totales (NBVT).



- Oxido de Trimetilamina (OTMA) y productos de degradación; juega un papel fisiológico osmorregulador.
- Productos de la degradación de Nucleótidos; proceden de la desfosforilización de los nucleótidos del tejido muscular, después de la muerte del pescado y forman parte de los primeros cambios autolíticos. (Hipoxantina, valor K, Valor k 1).
- Aminas Biógenas; Son moléculas biológicamente activas en el sistema nervioso central y vascular y proceden de la descarboxilación de los aminoácidos por enzimas microbianas.

### 7.3. Método Físico

Se basan en la determinación de:

- Propiedades Dieléctricas: se basa en el cambio que se da en el tejido muscular al paso de la corriente, esto se ve por una degradación gradual de la resistencia al paso de la corriente eléctrica, atribuible al deterioro de las membranas celulares después de la muerte del pez.
- Medida de la capacidad de la retención de agua; La medida del líquido liberado se usa para estimar la capacidad de retención de agua y esta se utiliza como medida de la frescura del pescado.
- Medida de la Textura; Fuerza de punción o la medida de los cambios reológicos originados por la fuerza aplicada.

### 7.4. Método Microbiológicos

Son métodos rápidos basados en técnicas de impedimetria, micro-calorimetría, turbidimetría radiometría, epifluorescencia directa sobre filtro, bioluminiscencia o medida del ATP, la prueba de limulus y el ensayo de aminopeptidasica ligada a la pared celular y diversos métodos inmunológicos y genéticos. [31]

## 8. Harina de Pescado

### 8.1. Definición

La harina de pescado es un producto industrial que se obtiene mediante la reducción de humedad y grasa del pescado entero, sin agregar sustancias extrañas salvo aquellas que tiendan a mantener la calidad original del producto. Se puede denominar con el nombre de una especie, siempre que contenga un mínimo del 90% de pescado de dicha especie.



## 8.2. Importaciones

La harina de pescado para consumo animal proviene de Panamá y Costa Rica y tiene un bajo perfil de importancia, esto se debe a que la gran mayoría de las importaciones para consumo animal vienen ya formuladas como alimento balanceado para consumo directo.

Las importaciones de Harina de pescado para consumo animal fueron de 238 mil kg. Y 101 mil dólares en el año 1993, manteniéndose la situación mayormente estable hasta el año 1996 en que se importaron 243 mil kg y 122 mil dólares.

**Tabla N°9. Importaciones de Harina de pescado**

Importaciones CIF de harina de pescados para consumo animal		
Años	000 Kg.	000 US \$
1993	238	101
1994	424	189
1995	284	133
1996	243	122
1997	81	43
1998	1	2
1999	0	0
2000	41	6
2001	0	0
2002	21	11
2003	406	206
2004	180	114

Fuente: MIFIC. Dirección General de Comercio Exterior. No se reportó en 1999.

De 1997 a 2002 los reportes de importaciones se cuantifican en forma mínima ya que la gran mayoría de las importaciones para consumo animal venían formuladas como alimento balanceado para consumo directo. En los años 2003 y 2004 se recobran los niveles de los años 1993-96. [32]



### **8.3. Composición general de la harina de pescado**

#### **8.3.1. Proteína**

La harina de pescado se compra esencialmente por su elevado contenido en proteínas, por lo que su precio viene determinado por los resultados de los análisis en este componente. La proteína se determina indirectamente a partir del contenido en nitrógeno, multiplicando este por el factor 6,25 ( $N \times 6,25$ ). Por este procedimiento no suelen cometerse errores importantes, siempre que no exista en la harina una proporción exagerada de nitrógeno no proteico. Sin embargo, esto puede ocurrir cuando se emplean determinadas especies de pescado, tales como la raya y especies a fines, que contienen cantidades importantes de nitrógeno en forma de urea (que no es una proteína).

#### **8.3.2. Grasas**

Se considera como grasa el material extraído de la harina de pescado mediante un solvente orgánico (como el hexano o el éter etílico). La grasa constituye un ingrediente importante en los alimentos para ganado desde el punto de vista energético ya que, además, en muchos casos, el contenido energético de un pienso es más caro que la propia proteína.

¿Por qué entonces se especifica en los contratos un nivel máximo de grasa cuando es precisamente un componente tan importante?

Las razones son generalmente históricas y prácticas. Una de ellas es la siguiente: en los comienzos de la fabricación de harina de pescado, cuando no se hacía todo uso de antioxidantes, era relativamente frecuente que las harinas de pescado se sobrecalentasen, o incluso que se incendiasen espontáneamente debido a la oxidación de los aceites. Este sobrecalentamiento afectaba en ocasiones la calidad de la proteína. Así de una forma general, las harinas de pescado con un contenido menor en grasa solían ser más estables a este respecto. Esta fue pues la razón del establecimiento del límite máximo de grasa en los contratos de compraventa.

Otras de las razones al respecto la produjo el hecho de que los niveles excesivos de grasa de pescado en la dieta del ganado daban a veces lugar al desarrollo de aromas a pescado en la carne de cerdos y pollo. En la práctica, en cambio, los niveles de harina de pescado que generalmente se administran a los cerdos y aves son tales, que en condiciones normales, el desarrollo de estos aromas de la carne de estas especies no supone problema.

#### **8.3.3. Humedad**

El contenido en humedad de la harina de pescado se determina por desecación en un horno a una temperatura y durante un tiempo preestablecido. La mayor parte de las harinas de pescado contiene alrededor del 10% de agua. Existe, sin embargo, otra importante razón al respecto es que si el contenido en humedad es excesivamente alto el producto se deteriorará



por la acción de bacterias y mohos. Los contenidos en humedad superiores al 14% permiten, generalmente, el crecimiento de los mohos.

#### **8.3.4. Sal**

La determinación del contenido en sal de la harina, se basa en la consideración de que todos los cloruros presentes en la misma, capaces de disolver en agua, se encuentran en forma de cloruro sódico. Los cloruros se determinan combinándolos con la plata, que da lugar a cloruros de plata, que precipita. La cantidad de plata empleada da una medida de la cantidad de cloruros presentes. Un exceso de sal en las dietas de los animales da lugar a desarreglos intestinales; así por ejemplo, en las aves, da lugar a diarreas, es por eso que radica su importancia en determinar su contenido en harina de pescado. No obstante, la presencia de sal en la harina de pescado no resulta totalmente negativa ya que al formular una dieta para cerdos o aves, el granjero o fabricante de pienso debe asegurar una cantidad mínima de sal en la misma para que esta dé lugar a una nueva conversión. La presencia de sal en esta harina contribuye, por tanto, a esta concentración mínima de sal que requiere la dieta. El contenido de sal puede variar de 0.9-2.5%

#### **8.3.5. Arena**

El contenido de los peces contiene normalmente una pequeña cantidad de arena lo que hace también preciso determinar la proporción de arena presente en la harina de pescado: esta determinación se realiza incinerando la materia orgánica en un horno a 550°C y disolviendo las cenizas en ácido clorhídrico. Se considera que es arena la proporción de cenizas que no se disuelven en este ácido.

El comprador tampoco desea comprar arena ya que ésta no posee un valor nutritivo alguno y por lo tanto puede considerarse como un componente adulterante. Algunas harinas de pescado de mala calidad se obtienen a partir de pescado desecado al sol, en las playas, en lugar de pescado deshidratado industrialmente. Por la naturaleza especial de este proceso, las harinas, necesariamente contienen niveles relativamente altos de arena. De hecho, las harinas obtenidas por este procedimiento suelen distinguirse por estos análisis. En las harinas de pescado de buena calidad no suele permitirse un contenido superior al 12%.

#### **8.3.6. Antioxidantes**

Durante los últimos diez años o más, ha sido una práctica corriente añadir antioxidantes a aquellas harinas de pescado de elevado contenido en grasa, para su estabilización. La estabilización detiene cualquier oxidación posterior permitiendo que las harinas puedan transportarse inmediatamente después de su fabricación con un riesgo mínimo de auto combustión durante su transporte. Sin embargo, existen algunos fabricantes que prefieren no añadir antioxidantes. La razón para ello consiste en que, si la harina de pescado contiene una concentración relativamente alta de grasa (de 8 a 12%) el tipo de grasa de las especies



de pescado que ellos elaboran resulta menos susceptible de oxidación que los de otras especies, por lo que durante su oxidación se genera menos calor. Las harinas de pescado menos susceptible a la oxidación pueden transportarse con menor riesgo de calentamiento o de alteración de su calidad proteica. Las harinas de pescado que contienen antioxidantes suelen dar valores de grasa más alto que las no tratadas. Mientras que las que poseen un antioxidante pueden alcanzar valores máximos de grasa del 12, las no tratadas raramente superan los 10%. La razón de esta diferencia reside en que durante su oxidación, la grasa da lugar a la formación de polímeros (a veces denominados linóleo) que no se extraen con solventes orgánicos como el hexano o el éter etílico, o que da lugar a valores de contenido en grasa aparentemente más bajos.

Algunos clientes prefieren harina no estabilizada o, de bajo contenido en grasa, debido a que los niveles de esta, que ellos utilizan son más bajos pues el empleo de concentraciones mayores podría inducir al desarrollo de aromas extraños en la carne de cerdo o de pollo. Para evitar el desarrollo de aromas a pescado en la carne de broilers y cerdos, se suele recomendar no sobrepasar los límites máximos del 1 y el 0.6% respectivamente de grasa no estabilizada en la dieta de las raciones de acabado. Si se trata de estabilizada, los niveles recomendados son de 0,8% y 0,4%.

Después de que los pollos o cerdos han consumido el pienso, la grasa se separa del antioxidante, por lo que se produce en los tejidos grasos en acumulo de grasa altamente reactivo, que no está estabilizada, lo que supone que durante el almacenamiento de las canales, estas grasas pueden oxidarse rápidamente, dando lugar a aromas extraños.

Los resultados de algunas investigaciones sugieren que la etoxiquina (el antioxidante utilizando en las industrias de las harinas de pescado) cambia, después de su mezcla con la harina, su estructura química, de forma que no es posible detectarla como tal, aunque su acción antioxidante continúa eficazmente. Por tanto no resulta adecuado tratar de extraer el antioxidante de la harina, y efectuar un análisis de él en el extracto. La mayor parte de los fabricantes de harina de pescado, con el objeto de comprobar que la adición de antioxidante en la harina ha sido correcta, miden la cantidad de oxígeno adsorbido por la misma o el calor generado, que lógicamente son menores cuando las harinas han sido tratadas.

#### **8.4. Calidad de la harina de pescado**

Este es un concepto muy difícil de definir en términos químicos y naturalmente incluye los niveles exigidos de proteínas, grasa, humedad, sal y arena, pero va incluso más allá. Por ello, los análisis de los pienso han intentado ir más allá de las especificaciones de contenido mínimo de proteínas, grasa, humedad, sal y arena tratando de definir todavía más la calidad de la harina de pescado utilizando parámetros tales como índice de peróxido, ácidos grasos libres, composición en aminoácidos, digestibilidad por la pepsina, y contenido en lisina disponible.



#### **8.4.1. Peróxidos**

Los peróxidos se forman durante la oxidación de la grasa. Se conoce experimentalmente desde hace tiempo que la alimentación de ratas con dietas con elevado contenido de peróxidos reduce su crecimiento y en algunos casos provocaba incluso su mortalidad. Es bien sabido que la grasa de la harina de pescado se oxida en muchos casos muy fácilmente por lo que, a menos que se establezca con antioxidantes, los peróxidos se forman también con facilidad. Los análisis de pienso han considerado que, si valores excesivamente altos de peróxidos daban lugar a efectos adversos en las ratas, era también posible que la administración a las aves de pienso con elevado contenido en estos compuestos podría, de igual forma afectar su crecimiento. Por ello, durante algunos años, muchos analistas han medido la concentración de peróxidos en la harina de pescado estableciendo lo que consideraron “niveles aceptables” y “niveles inaceptables”.

Los niveles aceptables solían variar de un analista a otro. Experiencias más recientes han demostrado que al formular una dieta para aves, resulta imposible alcanzar en la misma los niveles de peróxidos que producían en las ratas efectos adversos. Además las experiencias alimentando con grasa de pescado oxidado artificialmente en el laboratorio en condiciones extremas, pavos jóvenes (que se consideran las aves más sensibles) no consiguieron provocar ningún efecto adverso sobre su conversión no provocando mortalidad. Por ello, actualmente los valores de índice de peróxido no suelen considerarse importantes en la determinación de la calidad de la harina de pescado.

#### **8.4.2. Ácidos grasos libres**

Algunos análisis de alimentos miden también sistemáticamente la concentración de ácidos grasos libres de las harinas de pescado y han establecido también “niveles aceptables” y “niveles inaceptables” para estos compuestos. Estos niveles se basan igualmente en la experiencia del analista y en la técnica empleada, por lo que los valores establecidos varían según el analista en cuestión. Teóricamente este análisis se basa en el hecho de que durante el almacenamiento del pescado antes de la elaboración de la harina, la grasa es hidrolizada por los enzimas del intestino en sus unidades constituyentes que se conocen como ácidos grasos o ácidos grasos libres. La harina fabricada con esta materia prima poseía concentraciones diferentes de ácidos grasos libres y el producto elaborado de esta forma de suministros a lotes de pollos. La calidad de la proteína en cuestión se determinó midiendo su velocidad de crecimiento. Los resultados obtenidos se reproducen y demuestran claramente que, que si bien la concentración de ácidos grasos libres variaba, este hecho no afectaba la calidad de la harina en cuestión.

#### **8.4.3. Digestibilidad de la pepsina**

La digestibilidad de la proteína puede, por tanto, constituir una medida de su calidad y ello ha suscitado la idea de someter las proteínas a una digestión artificial por la pepsina que es



una enzima que se encuentra en el estómago de los animales y del hombre. Se comprobó que la capacidad de la pepsina para digerir la proteína constituía un medio muy seguro para la diferenciación de la calidad de la proteína de los tejidos animales.

Las pruebas de digestibilidad por la pepsina han resultado útiles únicamente como sistema primario para distinguir la calidad proteica de las harinas elaboradas con diferentes materias primas de diferente digestibilidad inicial, pero en cambio, no para diferenciar la calidad proteica de harinas de pescado elaboradas a partir de la misma materia prima, por procedimientos industriales diferentes.

### **8.5. Composición de aminoácidos**

Las proteínas se hallan compuestas por unidades individuales, denominadas aminoácidos: hay 22 aminoácidos diferentes y sus valores nutritivos son distintos. Por ello, la calidad de la proteína viene determinada por su composición en estos compuestos.

En la tabla a continuación se muestra la composición de aminoácidos de las proteínas de la harina de sardina y caballa más corriente. En ellos se incluye, su composición en los 18 aminoácidos más importantes. De entre ellos, los más importantes, por lo que a los cerdos y aves se refiere son, la lisina y la metionina. A efectos prácticos, el resto de los aminoácidos carece de interés. La razón para ello es que cuando se pone en una dieta para cerdos o aves a partir de las materias primas corrientes, la lisina y/ o metionina son generalmente los aminoácidos limitantes, es decir, el resto de los aminoácidos se encuentran en mayor proporción que la exigida para el animal en cuestión, mientras que la lisina y la metionina se encuentran en menor proporción que la requerida y deben suplementarse con aminoácidos obtenidos por síntesis o incluyendo en la dieta materias primas especialmente ricas en estos compuestos. La harina de pescado, es la fuente natural más rica en lisina y metionina de entre las que en la práctica disponen los fabricantes de piensos, lo que hace que la calidad de la proteína de la harina de pescado sea un aspecto particularmente interesante para los ganaderos. Este elevado contenido de lisina y metionina de la harina de pescado explica también porque es este producto más caro que otras fuentes de proteínas tales como. Por ejemplo la harina de soja.

### **8.6. Otros factores nutritivos de la harina de pescado**

La harina de pescado, es una fuente rica en vitaminas y minerales que juega también un importante papel en la nutrición animal. El criador de ganado y el fabricante de pienso suelen no añadir a la ración correctamente sintética de vitaminas, por lo que las vitaminas de la harina de pescado no suelen tenerse en consideración, excepto en el caso de la colina, que por hallarse en una proporción particularmente elevada en este producto, no suele suplementarse.



Los minerales más importantes al respecto son el calcio y el fósforo, que frecuentemente tienen que suplementar a los piensos para asegurar el desarrollo normal de huesos, cáscara de huevo, etc., la concentración de calcio y fósforo en la harina de pescado no suele tomarse en consideración hasta que no se ha completado la formulación con el resto de los componentes. La presencia de estos dos componentes minerales incrementa por tanto el valor de la harina de pescado. Se ha comprobado en fechas relativamente recientes que algunas raciones de animales, especialmente las compuestas exclusivamente a base de productos vegetales, puede resultar deficiente en selenio. La harina de pescado constituye una rica fuente de selenio y su presencia es una ración que suele asegurar la protección contra deficiencia de este elemento. [33]

## **9. Beneficios de la harina de pescado en animales**

### **9.1. Aves:**

- Rápido crecimiento y mejor conversión del alimento, ocasionando un menor costo de producción.
- Incremento de la inmunidad y menor pérdida de crecimiento a causa de la presencia de enfermedades, incluyendo vacunas.
- Mejores resultados en caso de ausencia de medicación dietética rutinaria.
- Mejor desarrollo del sistema nervioso y la estructura ósea.
- Menores pérdidas debido al deterioro del esqueleto a causa de la sepsia, inflamación, celulitis, etc.
- Cambia la composición de grasas en carne con incorporación de bajos niveles de ácidos grasos omega 3 de cadena larga como el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido eicosapentanoico (EPA), siendo más efectivo que cualquier otro sustituto. Logra que la carne tenga mejor composición de ácido graso en cuanto a la relación omega 3: omega 6 y la presencia de DHA y EPA, sin comprometer la calidad de la carne.

### **9.2. Crianza de aves ponedoras:**

- Mayor productividad.
- Mejor resistencia a las enfermedades.
- Mejora la fertilidad, tanto de hembras como de machos.
- Mejora el valor nutricional de los huevos para el consumo humano a través de la acumulación de ácidos grasos omega 3, DHA y EPA.



### 9.3. Cerdos:

- Rápido crecimiento, especialmente en cerdos recién destetados.
- Mejora la conversión del alimento.
- Mejor reacción alérgica en cerdos recién destetados, comparados con otras proteínas que no se encuentran en la leche.
- Incrementa la resistencia a las enfermedades, especialmente en cerdos alimentados con dietas sin medicación.
- Incrementa la fertilidad, nacen más cerdos.
- Incrementa la composición de la grasa en la carne; DHA y EPA depositado en la carne.

### 9.4. Rumiantes:

- En los rumiantes, la harina de pescado proporciona proteína dietética y grasa que está sujeta a menor cambio en el rumen, a diferencia de otras materias primas. La proteína de alta calidad que evita la degradación del rumen, puede proporcionar aminoácidos limitantes para la digestión más allá del rumen, mejorando el equilibrio de los aminoácidos absorbidos en el intestino.
- La proteína degradada en el rumen mejora la digestión de la fibra. Como resultado se incrementa la productividad.
- Los ácidos grasos omega de cadena larga en la harina de pescado liberan parcialmente la hidrogenación en el rumen. Ellos contribuyen a la absorción de ácidos grasos. Se obtiene una mejora de la fertilidad, el desarrollo del embrión y del recién nacido así como la resistencia a las enfermedades.

### 9.5. Vacas lecheras:

- Mayor producción de leche, con un incremento promedio de 1 a 2 litros por día.
- Incrementa el contenido de la proteína en la leche, generalmente en 0.1 a 0.2% unidades.
- Altos niveles (1 kg. o más) pueden disminuir la grasa de la leche, lo cual es importante para las personas que cuidan su salud.
- Fertilidad. Se incrementa especialmente la tasa de concepción, generalmente de 10 a 15 % unidades.

### 9.6. Ganado vacuno:

- Rápido crecimiento.
- Incrementa los niveles de ácidos grasos omega 3 (DHA +EPA) depositados en la carne. Aunque la carne de ganado alimentado con pasto tiene bajos niveles, otras



carnes no la tienen. La alimentación con harina de pescado logra incrementar estos niveles.

- Mejor utilización de dietas de alto forraje.

#### **9.7. Ovino:**

- Mejora la fertilidad.
- Rápido crecimiento del ovino.
- Bajos niveles de ácidos grasos omega 3 (DHA+EPA).
- Mejor utilización de las dietas de alto forraje.
- Puede adelgazar a las ovejas con sobrepeso. [34]



## 10. Puntos Críticos de Control

Un Punto de Control Crítico (PCC) es un punto, operación o etapa que requiere un control eficaz para eliminar o minimizar hasta niveles aceptables un “peligro para la seguridad alimentaria”.

Para poder determinar los PCC se precisa un modo de proceder lógico y sistematizado, como el uso de un árbol de decisiones, el cual es una secuencia de preguntas hechas para determinar si un punto de control es PCC o no lo es.

En cada una de las etapas, el árbol de decisiones, se debe aplicar a cada uno de los peligros identificados y a sus medidas preventivas.

Si se determina la existencia de un peligro en una fase y no existe ninguna otra medida preventiva que permita controlarlo, debe realizarse una modificación del producto o proceso que permita incluir la correspondiente medida preventiva.

Este árbol de decisiones se aplicará con flexibilidad y sentido común, sin perder la visión del conjunto del proceso de fabricación.

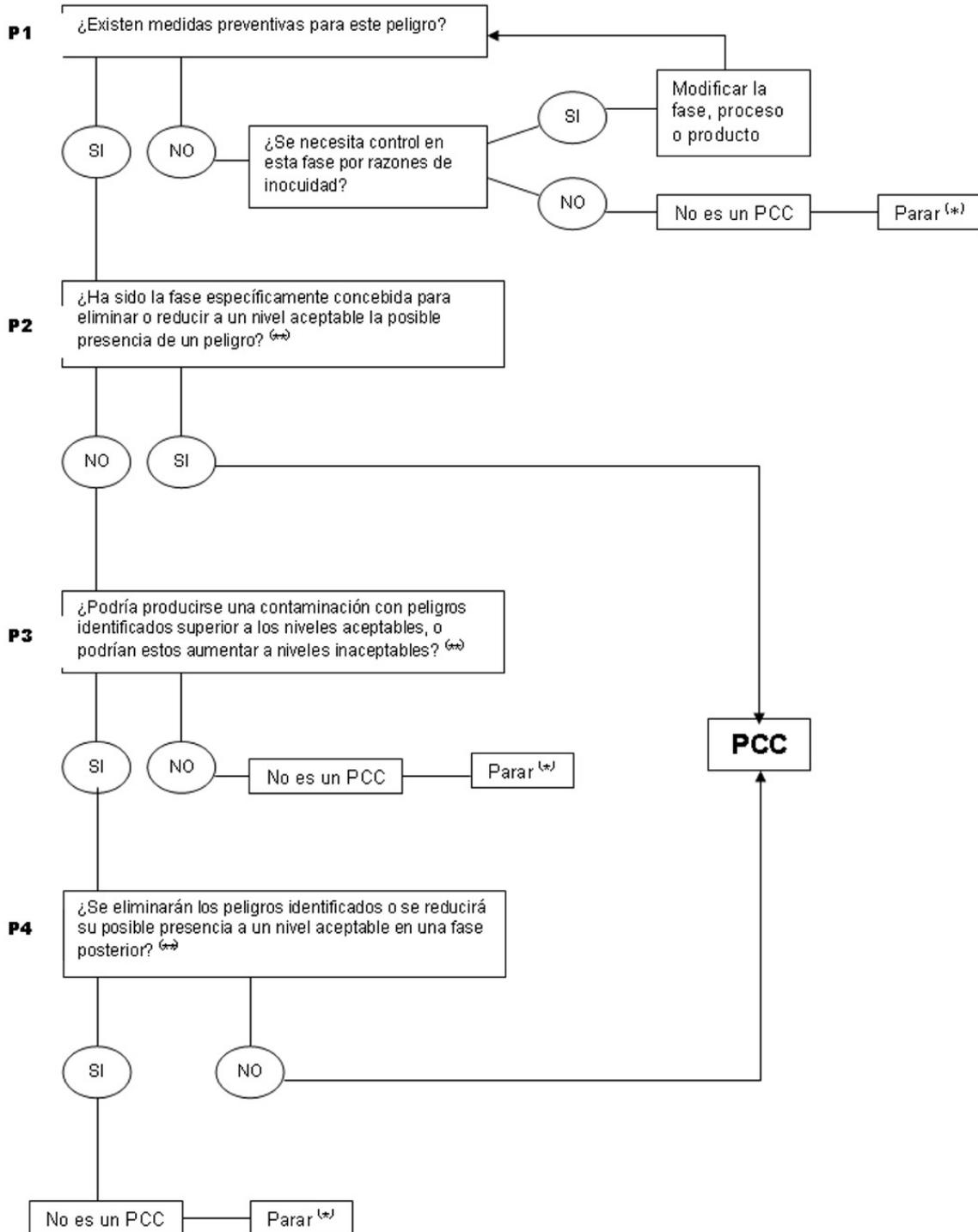
Es importante también que el equipo de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) entienda la diferencia entre PCC y PC (Punto de Control) con el objeto de que sólo se clasifiquen como PCC los puntos relacionados con la seguridad.

A veces sucede que se establecen demasiados PCC con el objeto de garantizar con la máxima seguridad la inocuidad de los productos. Esto mina el sistema haciendo que pierda credibilidad y haciendo difícil su implantación. Por otro lado, escasos PCC pueden conducir a que un peligro esencial para la seguridad del alimento quede sin controlar.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), a través del Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969, Rev.4-2003), propone el siguiente árbol de decisiones para identificar los PCC: [35].



Figura N° 9. Árbol de decisiones para identificar los PCC



(\*) Pasar al siguiente peligro identificado del proceso descrito.

(\*\*) Los niveles aceptables necesitan ser definidos teniendo en cuenta los objetivos globales cuando se identifican los PCC del Plan de APPCC.



## **11. Aspectos Teóricos del diseño de herramientas que describen el producto y el proceso.**

### **11.1. Flujograma de proceso**

Es una representación gráfica de la secuencia de actividades de un proceso. Además de la secuencia de actividades, el Flujograma muestra lo que se realiza en cada etapa, los materiales o servicios que entran y salen del proceso, las decisiones que deben ser tomadas y las personas involucradas (en la cadena cliente/proveedor).

El objetivo fundamental del Flujograma es indicar el flujo de todo el trabajo de un departamento y de toda la empresa u organización, si se quiere elaborar uno para cada actividad y otro para cada persona, de manera que muestre las interrelaciones, procedimientos entre los diferentes departamentos, secciones y personas, considerados en las mayorías de las empresas o departamentos de sistemas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquiera de los métodos y sistemas, es importante que se elabore de forma secuencial y cronológica, ya que así se evita la inconsistencia al momento de transmitir el mensaje.

#### **11.1.1 Tipos de Flujograma**

##### **11.1.1.1. Según su forma:**

- ✓ Formato Vertical
- ✓ Formato Horizontal
- ✓ Formato Panorámico
- ✓ Formato Arquitectónico

##### **11.1.1.2. Diagrama de flujo vertical**

También denominado gráfico de análisis del proceso. Es un gráfico en donde existen columnas verticales y líneas horizontales. En la columnas verticales están los símbolos o convencionales (de operación, transporte, control, espera y archivo), los funcionarios involucrados en la rutina, el espacio recorrido para la ejecución y el tiempo invertido. El diagrama de flujo vertical destaca la secuencia de la rutina y es extremadamente útil para armar una rutina o procedimiento para ayudar en la capacitación del personal y para racionalizar el trabajo.

El formato vertical: En el que el flujo de las operaciones va de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda



### 11.1.2. Simbología de los Flujo-gramas

- ✓ **El círculo:** significa una operación (una etapa o una subdivisión del proceso). Una operación se realiza cuando se crea, se altera, se aumenta o se sustrae algo. Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento.
- ✓ **La flecha:** corresponde a un transporte o tarea de llevar algo de un lugar a otro. Ocurre cuando un objeto, mensaje o documento es trasladado de un lugar a otro.
- ✓ **El cuadrado:** significa una inspección o control, ya sea que se verifica la calidad y/o cantidad de algo. Es el acto de verificar o fiscalizar sin que se realicen operaciones. Ejemplo: verificación de una firma.
- ✓ **La letra D:** representa una demora o retraso, ya sea por congestionamiento, distancia o por espera de alguna provisión por parte de otra persona. Significa una espera o un desplazamiento por agenda o la llegada de alguna cosa de quien se dependa para proseguir el proceso.
- ✓ **El triángulo con el vértice hacia abajo o hacia arriba:** representa una interrupción casi definitiva o muy prolongada. Puede ser un almacenamiento (cuando se trata de materiales) o que algo se archiva (cuando se trata de documentos). [36]

### 11.2. Ficha Técnica

La ficha técnica de un ingrediente, es la información sobre ese ingrediente que nos debe proporcionar el fabricante o envasador del mismo.

Dentro de la ficha técnica podemos obtener los siguientes datos (o algunos de ellos):

- ✓ Nombre Comercial
- ✓ Descripción del producto
- ✓ Propiedades Funcionales
- ✓ Aspecto
- ✓ Dosis de Empleo
- ✓ Consejos de utilización
- ✓ Composición Cualitativa
- ✓ Análisis Físico-Químico
- ✓ Análisis Microbiológico



- ✓ Tipo Envase
- ✓ Sitio de Conservación
- ✓ Registro Sanitario. [37]

### 11.3. Carta Tecnológica

Instrumento para detallar las operaciones utilizadas o desarrolladas durante un proceso para la obtención de un producto. Se realiza a través de tablas, en las cuales se encuentra la siguiente información:

- ✓ **Operación:** cada etapa será puntualizada esta va desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento o distribución de cualquier producto.
- ✓ **Propósito:** se describe el porqué de cada operación y de qué manera se elabora el producto.
- ✓ **Parámetros:** en este, se enumera las normas que debe cumplir cada operación. Entre estas tenemos: presión, temperatura, tiempo, etc.
- ✓ **Equipo:** en este, podemos encontrar que equipo utiliza la capacidad de este y el código para llevar a cabo el proceso.



#### IV. METODOLOGIA

El presente trabajo de investigación es de tipo Descriptivo. La materia prima (Sardina y subproductos) se obtuvo por medio de los pescadores artesanales de Poneloya-las Peñitas y Corinto, la cual fue transportada en recipientes plásticos llamados comúnmente bins o termos herméticos, aplicando para sí, la técnica de enhielado como método de conservación. Ya una vez ubicados en el área de proceso se procedió a realizar una inspección organoléptica con el fin de determinar el índice de frescura de la misma, tomando como referencia la NTON 03-009-98.(Ver Anexo N° 1)

La elaboración del producto se llevó a cabo en las instalaciones de la planta piloto “Mauricio Días Muller” ubicada en el Campus Medico de la UNAN – León.

Para llevar a cabo el proceso se partió de un diagrama de operaciones de la Harina de pescado recolectado de fuentes secundarias, en el cual se tomaron como referencia diferentes diagramas de proceso empleados industrialmente en otros países productores potenciales de la misma, como Perú, Chile y Panamá y fue adaptada según las condiciones del área productiva eliminándose operaciones como el eviscerado, debido a la inclusión de todo el organismo del pescado en la harina, también el prensado, posteriormente se establecieron las operaciones unitarias que se llevarían a cabo, donde se identificaron los Puntos Críticos de Control (PCC), mediante la herramienta del árbol de decisiones en cada una de las etapas del proceso de elaboración de harina de pescado.

Una vez obtenido el producto se procedió a la elaboración de la Ficha Técnica donde primeramente se caracterizaron las propiedades organolépticas del producto, el tiempo de vida útil se obtuvo por medio de fuentes secundarias, el tipo de empaque y las condiciones de almacenamiento se determinó según los requerimientos de conservación que necesita la harina de pescado. Por último se realizó la carta tecnológica en la cual contempla las operaciones y sus parámetros a tomar en cuenta en su elaboración así como los equipos a utilizar con su respectiva capacidad.



## V. RESULTADOS Y ANALISIS

**Tabla N° 1**

**Resultados de la inspección organoléptica de la Materia Prima (Sardina)**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Cargo de frescura</b>
Piel	Pigmentación viva y tornasolada, sin decoloración.	Extra
Mucosidad cutánea	Acuosa y transparente	Extra
Consistencia de la carne	Muy firme y rígida	Extra
Opérculo	Plateado	Extra
Ojos	Convexo, brillante y parpados transparentes	Extra
Branquias	De color rojo, uniforme y sin mucosidad	Extra
Olor de las branquias	Fresco a algas marinas	Extra
Vísceras	olor a algas marinas, de aspecto brillante, y de color característico	Extra



En la tabla N°1 se refleja el resultado de la inspección organoléptica realizada a la materia prima una vez recepcionada en la planta piloto Mauricio Díaz Muller; para lo cual se utilizó la NTON 03-009-98. (Ver anexo N°1)

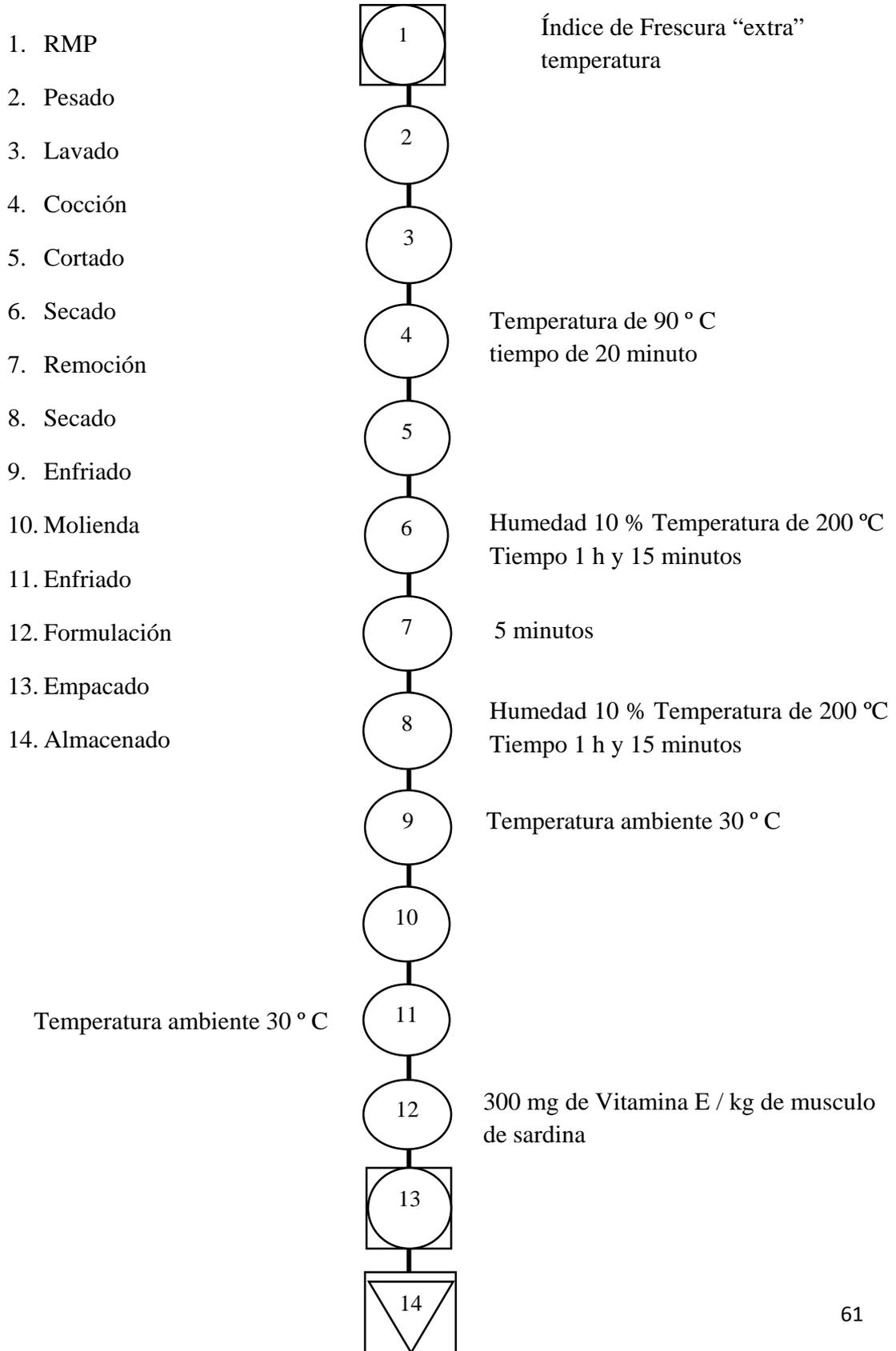
Entre los aspectos que se tomaron en cuenta para realizar este análisis organoléptico se encuentran: la piel, que presento pigmentación viva y tornasolada; mucosidad cutánea, acuosa y transparente; consistencia de la carne muy firme ya que al presionarse esta inmediatamente regresa a su estado natural; los opérculos plateados y rígidos; los ojos convexos brillantes y parpados transparentes; las branquias de color rojo, uniforme y sin mucosidades, así mismo con olor fresco a algas marinas y las vísceras utilizadas como subproductos resultaron con olor fresco a algas marinas de aspecto brillante.

Como se puede observar, según el análisis visual que se realizó a la materia prima, resulto ser del tipo EXTRA que es el puntaje de mayor valor, esto se debió principalmente al uso de la técnica del enhielado desde el centro de acopio hasta la planta de proceso reduciendo así los proceso de deterioro autolíticos y microbiológicos que se retardan a bajas temperaturas; razón por la cual no se produjo daño alguno en la materia prima que se utilizó para la elaboración de harina de pescado asegurando de tal manera la no formación de compuestos tóxicos como la trimetilamina y dimetilamina o ácidos grasos oxidados, así mismo previniendo la acción de microorganismos que proliferan con rapidez generando daños subsecuentes en la calidad e inocuidad del producto final.



**FLUJOGRAMA DE PROCESO**

**Figura N° 1. Diagrama de proceso de harina de pescado**





La figura N° 1 muestra el Diagrama de proceso que permite visualizar cada una de las etapas que se llevaron a cabo en la elaboración de harina de pescado en las que se establecieron las siguientes operaciones: Recepción de la Materia Prima, Pesado, Lavado, Cocción, Cortado, Secado, Remoción, Secado, Enfriado, Molienda, Enfriado, Formulación, Empacado y Almacenado.

Al mismo tiempo se identificaron los parámetros de control que son necesarios para obtener la calidad deseada, tales como la temperatura y el índice de frescura en la Recepción de la Materia Prima, tiempo y temperatura en la operación de Cocción y Secado en donde en la primera operación favorece el ablandamiento del tejido óseo y provoca la eliminación de cierta cantidad de grasa del pescado, mientras que en la segunda se reduce la cantidad de agua libre previniendo a su vez el crecimiento bacteriológico.

Así mismo la temperatura en la operación de enfriamiento con el fin de evitar un recalentamiento en los molinos y para evitar la presencia de humedad en el empaque pudiendo representar un riesgo para la conservación del producto y finalmente el almacenamiento que es la etapa en la que se almacena el producto para conservarlo por mayor tiempo en óptimas condiciones y así evitar la oxidación de las grasas. Se presenta un cuadro en las operaciones en las que existen puntos críticos de control y de los cuales se profundiza en el siguiente tabla N°2.



Tabla N° 2

Puntos Críticos de Control

Harina de Sardina

Operación	Parámetro de control	Puntos críticos de control	¿Por qué?
Recepción de materia Prima	Índice de frescura	PCC	La Materia prima, debe estar en un punto de frescura optima para asegurar la inocuidad en el producto final
	Temperatura		La Materia prima una vez recepcionada debe controlarse la temperatura para evitar deterioro
Pesado	Cantidad específica de acuerdo a la relación establecida		Se debe de respetar la formulación establecida y pesar correctamente.
Lavado	Eliminar materiales extraños		La materia prima antes de ser procesada debe de estar exenta de basuras, metales y otros tipos de materiales, que influyan negativamente en los siguientes procesos
Cocción	Temperatura y tiempo		La temperatura y tiempo debe controlarse para ahorrar tiempo, energía y acelerar el proceso con el fin de obtener mayores utilidades.
Cortado	Tamaño de la superficie de contacto		Se corta en pequeñas partes para facilitar la transferencia del calor
Secado	Humedad Tiempo		Se debe de controlar la humedad, tiempo y temperatura durante el secado para garantizar una correcta humedad del



	Temperatura		producto final y evitar daños por crecimiento de microorganismos.
Remover	Pegajosidad de la partícula de la sardina		Se debe de remover para despejar los orificio de donde circula el aire calórico si no se remueve se adquieren partículas y no permiten la correcta trasferencia de calor que impide un secado uniforme
Enfriado	Temperatura		Se controla la temperatura para evitar pérdidas de rendimiento en las moliendas, por formación de una pasta húmeda
Molienda	Tamaño de Partícula		Se debe de obtener una harina con una granulometría adecuada para el fácil consumo de los animales.
Enfriado	Temperatura		Se debe controlar temperatura adecuada al empacar, para evitar que se formen humedad y haya crecimiento de mohos y otros microorganismos.
Empacado	Tipo de Empaque	PCC	Utilizar un embalaje inapropiado puede provocar contacto con la luz y el oxigeno y se puede dar una oxidación y formación de peróxidos que son tóxicos
Almacenamiento	Temperatura y tiempo	PCC	Se debe de tener control en la temperatura de almacenamiento y el tiempo para tener control en la vida útil y prevenir las formaciones de reacciones que provocan oxidaciones y compuestos tóxicos que además deterioran el producto



En la tabla N° 2 se identificaron los Puntos Críticos de Control (PCC) que se identificaron en el proceso y en cada una de las operaciones en la cual si no existe un minucioso manejo e inspección de los mismos se corre el riesgo de ocasionar perjuicios en la salud de los consumidores (animales); tales como en la operación de **Recepción de Materia Prima** en la cual el índice de frescura es determinante para la calidad de la Harina de Pescado ya que si desde el acopio no se maneja con bajas temperaturas se corre el riesgo de degradación de compuestos nitrogenados que originan la formación de Trimetilamina y Dimetilamina que posteriormente dan inicio a la presencia de olores y sabores indeseables, además de ayudar a que los microorganismos actúen con mayor rapidez en el proceso de descomposición proteica considerándose esto un riesgo para los consumidores (animal).

**Empacado**, es considerado un PCC ya que si el producto no es envasado en el empaque correcto, se estima que pueda darse lugar a la reacción de oxidación de las grasas por estar expuesta a factores como la luz y el oxígeno generando formación de peróxidos que inhiben el crecimiento en los animales para quien está destinado el consumo, así mismo un Empaque Incorrecto permite la absorción de humedad lo que puede ocasionar crecimiento de mohos, como también en el **Almacenamiento** a Temperaturas inadecuadas contribuye a generar las características antes mencionadas.

Esto implica que estas operaciones unitarias es donde se deben poner especial atención y especialmente se deben controlar con precisión y exactitud los parámetros de operación para asegurar una vida útil del producto con calidad, seguridad e inocuidad en la Harina de Pescado.



Tabla N°3

Ficha técnica de harina de pescado

NOMBRE DE LA EMPRESA	PESCARINA	CONTROL DE CALIDAD	
		CODIGO	PRODUCTO TERMINADO
NOMBRE DEL PRODUCTO	Harina de Pescado		
DESCRIPCION FÍSICA	Producto harinoso elaborado a base de sardina y subproductos, es de aspecto granular de diámetro aproximado de 20 mesh, de color café.		
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES	Color: café Olor: característico a pescado seco Textura: sólido harinoso Sabor: ligeramente salado.		
INGREDIENTES PRINCIPALES	Sardina Subproducto de la pesca (escama, cola, vísceras, espina y cabeza de pescado) Antioxidantes vitamina E		
CONSUMIDORES POTENCIALES	Ganadería y animales de Granja como (porcinos y avícolas.)		
FORMA DE CONSUMO	En mezclas de 10% con otros componentes como harina de soya, semolina, u otros según los requerimientos nutricionales que requiera el animal.		
EMPAQUE	Sacos de papel con filminas de aluminio en su interior con capacidad de 50 Kg.		
VIDA ÚTIL	6 Meses.		
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	Mantener en lugares oscuros, temperatura ambiente y seco sin Humedad		



La TABLA N°3 muestra de una forma detallada el nombre del producto, su descripción física, las características sensoriales, los ingredientes principales, la forma de consumo, el empaque, vida útil, y condiciones de almacenamiento.

En las principales características organolépticas de la harina de sardina y subproductos de pescados artesanal encontramos el color café, que se origina por el tratamiento térmico a altas temperaturas que provoca el pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard) al reaccionar las proteínas y lípidos en la superficie con el pequeño porcentaje de carbohidratos que posee la materia prima motivo por el cual su coloración no es tan intensa, el olor característico a pescado seco, es proporcionado por los compuestos responsables de los olores que son propios de la materia prima como el TMAO (Trimetilamine N-oxide), las grasas insaturadas y los fragmentos de olor fresco (aldehídos: compuestos orgánicos caracterizados por poseer el grupo funcional -CHO), la textura sólida harinosa es característico de harinas provenientes de origen animal debido a los filamentos alargados y a las uniones entre ellos que no se desintegran por completo una vez que son molidos y el sabor semi-salado se debe a la liberación de agua en el momento del secado en el cual permanecen los sólidos salinos que contienen los pescados de origen marino por su función osmorreguladora.

Esta harina es destinada al consumo de animales como parte de la formulación de alimentos balanceados para pollos, cerdos y ganado. El tipo de empaque que se utiliza debe de ser de papel con filmina de aluminio y mantenerse o almacenarse a temperatura ambiente para evitar la oxidación de las grasas, el desarrollo de compuestos tóxico y la humedad del producto y así mantener la vida útil del producto que es de 6 meses.



Tabla N° 4

Carta tecnológica de harina de sardina

DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO DE OPERACIÓN	ESPECIFICACIÓN	MAQUINARIA	
			NOMBRE	CAPACIDAD
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA	Se inspecciona la materia prima según la NTON 03 009 – 98	Grado de frescura	Manual	-
PESADO	Se pesa para conocer el peso que entrara a proceso.	-	Balanza digital o báscula	300 kg
LAVADO	La sardina se somete a lavado para extraerle algún material extraño.	Libre de arena e impurezas	Manual en tinas	-
COCCIÓN	Se reduce carga microbiana, ablandar tejido y reducir contenido de grasa	90 °C por 20 minutos	Marmita	10 Kg
CORTADO	Se procede acortar la sardina para aumentar la superficie de contacto y disminuir el tiempo de secado.	En pequeños trozos	Cuchillos	-
SECADO	Para eliminar agua y así poder obtener la harina	200 ° C por 150 minutos	Horno Eléctrico	50 Kg
REMOVER	Este se realiza para evitar que la sardina se adhieran a las bandejas del horno y para que se de uniformidad en el	Cada ½ hora durante el tiempo de el secado	Manual	-



	secado			
ENFRIADO	Se enfrían las sardinas con el propósito que en la molienda no se produzca una masa a causa de la temperatura con las que sale.	30 ° C – 15 minutos	Bandejas	-
MOLIENDA	Se reduce tamaño hasta llevarlo a la característica de una harina que son de 18 mesh.	18 mesh	Molino eléctrico de discos	-
ENFRIADO	Para evitar pérdida del antioxidante a la hora de la formulación y también formación de mohos una vez empacado	Se enfría a una temperatura de 32°C.		-
FORMULACIÓN	Se le adiciona el antioxidante	300 mg / kg de músculo de sardina	Manual	-
EMPACADO	La harina se empaca para mantener la cantidad del producto y alargar la vida útil	Sacos de papel con filminas de aluminio con un peso de 100 lb	manual	
ALMACENADO	Ultima operación es el lugar de espera para ser trasportada hacia su destino	Temperatura ambiente cuarto oscuro	-	-

En la tabla N°4 se explica claramente el proceso en cada una de las operaciones que se deben seguir así como sus especificaciones y equipos, las cuales son muy importantes para lograr un producto homogéneo en todos los lotes de producción y de buena calidad; cada operación se encuentran ligadas una de la otra por tal razón la importancia de la carta tecnológica.



## **VI. CONCLUSIÓN**

Con la Elaboración de Harina de Pescados se logró aprovechar tecnológicamente las sardinas que tienen poco valor comercial así como a los subproductos de la pesca como son vísceras, espinas, cabezas, etc. Contribuyendo efectivamente a la limpieza de las playas y por ende a la disminución del impacto ambiental que representa la pesca artesanal.

Al agregar valor a las sardinas y subproductos de la pesca representa una alternativa de ingresos para los pescadores artesanales de Poneloya-las Peñitas y Corinto

Por otra parte, la harina de pescado obtenida representa una fuente de proteína de origen animal elaborada en Nicaragua ya que de momento no se conoce una fábrica dedicada a la elaboración de dicho producto y hasta el momento los dedicados a elaborar alimentos balanceados dependen de la importación de harina de pescado.



## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar análisis proximal a la harina de pescado para conocer su composición química.
- Elaborar un estudio biológico para conocer el efecto de la harina de pescados en la evolución de los animales alimentados con dietas que contienen dicho productos.
- Realizar el estudio de vida útil a la harina de pescado.
- Determinar el perfil de aminoácidos que contiene la harina de pescados mediante un aminograma.



### VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ADPESCA (2007). [En línea]. La Pesca en Nicaragua. Disponible en <[www.fao.org/fi/FIRetrieveAction](http://www.fao.org/fi/FIRetrieveAction)> Consultado el 1 de Diciembre del 2010.
2. INPESCA. (2011). [En línea]. Proyecto de atención a los afectados por el huracán Félix. Disponible en <[www.sinapred.gob.ni/index.php?option=com\\_docman&task](http://www.sinapred.gob.ni/index.php?option=com_docman&task)> Consultado el 5 de febrero del 2011.
3. Furuya, W et all. (2001) *apparent digestibility coefficient of energy and nutrient of some ingredients of Nile tilapia, Oreochromis niloticus(L)* (Linhagentailandesa) *ActaScientiarum* 23: 465-469.
4. Ministerio de Fomento Industria y Comercio. (2004). [En línea]. Guía indicativa, Nicaragua y el sector pesquero. Administración Nacional de Pesca y Acuicultura. Disponible en <<http://www.mific.gob.ni>> Consultado el 1 de Diciembre del 2010.
5. Martínez, K. Somarriba, M. Sobalvarro, A. (2008). Diagnostico de la pesca artesanal y comercialización de los productos del mar procedentes de Poneloya y las peñitas en el periodo comprendido de enero- octubre. Tesis Monográfica. Escuela de Ingeniería de Alimentos. León- Nicaragua.
6. FAO. (2005). [En línea]. Pesca Nicaragua. Disponible en < <http://www.fao.org> > *FAO > Pesca* -> Consultado el 1 de Diciembre del 2010.
7. Martín M. (1984). *Pescado*. Editorial Pueblo y educación. Madrid- España. Pág. # 200-204.
8. EROSKI. (1999). [En línea]. VERDEL, PROPIEDADES NUTRITIVAS DE UN PESCADO AZUL”. Disponible en: <[http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/15/escuela\\_8/escuela\\_8.pdf](http://ideasana.fundacioneroski.es/web/es/15/escuela_8/escuela_8.pdf)> Consultado el 8 de Diciembre del 2010.
9. Ludorff W, Meyer V. (1973). *El pescado y los productos de la pesca*. 2ª Edición. Editorial ACRIBIA. Zaragoza-España. Pág. 50,75, 80, 82, 86, 166.
10. *CONSUMER EROSKI*. (2003). [En línea]. *Sardina pilchardus*. Disponible en <<http://pescadosymariscos.consumer.es/sardina>> Consultado el 6 de Diciembre del 2010.
11. C. Fernando. (1979). *Ictiología del Mar Menor (Murcia) Los Fisóstomos*. Editorial Universidad de Murcia. Murcia-España. Pág. 22-33.
12. Poulter, R.G., C.A. Curran, B. Rowlands and J.G. Disney (1982). *Comparison of the biochemistry and bacteriology of tropical and temperate water fish during preservation and processing*. Paper presented al the Symposium on Harvest and Post-Harvest Technology of Fish, Cochin, India, Trop. Dev. and Res. Inst., London.
13. Azam, K., I.M. Mackie and J. Smith (1990). *Effect of stunning methods on the time of onset, duration and resolution of rigor in rainbow trout (Salmo gairdneri) as measured by visual observation and analysis for lactic acid, nucleotide-degradation*



- products and glycogen. In: Chilling and freezing of new fish products. Sci, Tech. Froid. 1990-3. Proceedings of the meeting of Commission C2I.I.F.-I.I.R. Aberdeen. 351-358*
14. Uchiyama, H. and S. Ehira (1974). *Relation between freshness and acid-soluble nucleotides in aseptic cod and yellowtail muscles during ice storage. Bull. Tokai Reg. Fish. Lab.78, 23-31.*
  15. Love, R.M. (1975). *Variability of Atlantic cod (Gadusmorhua) from the Northeast Atlantic: a review of seasonal and environmental influences on various attributes of fish. J. Fish. Res. Board Canada32, 2333-2342.*
  16. Saito, T., K., Arai and M. Matsuyoshi (1959). *A new method for estimating the freshness offish. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 24, 749-50.*
  17. Shewan, J.M. (1962). *The bacteriology of fresh and spoiling fish and some related chemical changes. In: J. Hawthorn & J. Muil Leitch (eds.), Recent advances in food science,1, 1167-193.*
  18. Shewan, J.M. (1977). *The bacteriology of fresh and spoiling fish and the biochemical changes induced by bacterial action. In: Proceedings of the Conference on Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish., Tropical Products Institute, London. 51-66.*
  19. Morita, R.Y. (1975). *Psychrophilic bacteria. Bacteriol. Rev. 39, 144-167.*
  20. Acuff, G., A.L. Izat and G. Firme (1984). *Microbial flora on pond-reared tilapia (Tilapia aurea) held on ice. J. FoodProt.47, 778-780.*
  21. Lima dos Santos, C.A.M. (1981). *The storage life of tropical fish in ice -A review. Trop. Sci.23, 97-127.*
  22. Fujioka, R.S., K. Tenno and S. Kansako (1988). *Naturally occurring fecal coliforms and fecal streptococci in Hawaii's freshwater streams. ToxicAssess. 3, 613-630.*
  23. Murray, C.K. and J.M. Shewan (1979). *The microbial spoilage offish with special reference to the role of psychrotrophs. In: Russell, A.D. and R. Fuller (eds.) Cold tolerant microbes in spoilage and the environment, Academic Press, 117-136.*
  24. Ruskol, D. and P. Bendsen (1992). *Invasion of S. putrefaciens during spoilage offish. M.Sc. Thesis, Technological Laboratory and the Technical University, Denmark.*
  25. Gram, L. (1990). *Spoilage of three Senegalese fish species stored in ice and at ambient temperature. Paperpresented at SEAFOOD 2000 in Halifax, Canada, 12-16 May 1990.*
  26. Dalgaard, P. (1993). *Evaluation and prediction of microbial fish spoilage. Ph. D. Thesis. The Technological Laboratory of the Danish Ministry of Fisheries and the Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark.*
  27. Sakaguchi, M., K. Kan and A. Kawai (1980). *Induced synthesis of membrane-bound c-type cytochromes and trimethylamine oxide reductase in Escherichia coli. In: J.J. Connell, (ed.) Advanced in fish science and technology. Fishing News Books, Farnham, England, 472-476.*



28. Scott, J.H. and K.H. Neelson (1994). *A biochemical study of the intermediary carbon metabolism of Shewanellaputrefaciens*. *J. Bacteriol.* 176, 3408-3411.
29. Ringoe, E., E. Stenberg and A.R. Stroem (1984). *Amino-acid and lactate catabolism in trimethylamine oxide respiration of Alteromonasputrefaciens*. *Appl. Environ. Microbiol.* 47, 1084-1089.
30. K-josbakken and Larsen (1974). *Bacterial decomposition offish stored in bulk Isolation of anaerobic ammonia-producing bacteria*. Institute of Technical Bio-Chemistry, NTH, University of Trondheim. (In Norwegian).
31. P. Morales y colaboradores, 1996. *Frescura y calidad del pescado: inspección y evaluación*. Alimentos, equipos y tecnología. Universidad complutense de Madrid-España.
32. Ministerio de Fomento Industria y Comercio. (2007). [En línea]. Guía indicativa Nicaragua el sector pesquero. Disponible en <<http://www.mific.gob.ni>> Consultado 28 de Diciembre del 2010
33. Winsor, M y Stuart, B. (1984). *Introducción a los subproductos de la pesquería*. 1ª Edición. Editorial ACRIBIA. Zaragoza-España. Pág. 22,24
34. The International Game Fish Association. (2000). [En línea]. Harina de Pescado. Disponible en <<http://www.clubdelamar.org/harina.htm>> Consultado 13 de Octubre del 2010.
35. Ugarte, A. (1990). [En línea]. Como determinar los puntos de control crítico (PCC). Disponible en:<<http://www.madridsalud.es/temas/puntoscontrolcritico.php>> Consultado el 9 de Octubre del 2010.
36. Becerra, L. (2002). [En Línea]. Flujograma. Disponible en <<http://www.monografias.com/trabajos14/flujograma/flujograma.shtml>> Consultado el 27 de Octubre del 2010.
37. Galiana, P. (2007). [En Línea]. Que es la ficha técnica. Disponible en <<http://www.gelatsgaliana.com/queesfichatecnica.htm>> Consultado el 27 de Octubre del 2010.



**IX. ANEXO**

**ANEXO N° 1**

<b>Normas Jurídicas de Nicaragua</b>	
<b>Materia: Salud</b>	
<b>Rango: Normas Técnicas</b>	

**(ESTABLECE LOS EXÁMENES ORGANOLÉPTICOS EN LA CATEGORÍA DE FRESCURA DE LOS PRODUCTOS PESQUEROS)**

**NTN 03 009-98**

Publicada en La Gaceta No. 9 del 14 de Enero de 1999

La Norma Técnica Nicaragüense 03 009-98 ha sido preparada por el Comité Técnico de Normas COMITÉ TÉCNICO NACIONAL DE HACCP y en su estudio participaron las siguientes personas:

**COMITÉ TÉCNICO NACIONAL DE HACCP**

Manuel Reyes Ponce	Dirección de Promoción y Desarrollo Pesquero (MEDE-PESCA)
Oscar García	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Edgardo Pérez	Ministerio de Salud (MINSAL)
Ana Cristina Miranda	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Bernabela Orozco	Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Noemí Solano L.	Ministerio de Economía y Desarrollo (MEDE)
Oscar Gómez J.	Ministerio de Economía y Desarrollo (MEDE)

**1. OBJETO**

La presente norma tiene por objeto establecer los exámenes organolépticos en la categoría de frescura de los productos pesqueros.

**2. DEFINICIONES**

- a. **Comercialización.** La primera puesta a la venta y/o la primera venta, en el territorio de la Comunidad con destino al consumo humano.
- b. **Lote.** Cierta cantidad de productos, de una misma especie, que haya sido objeto del mismo tratamiento y que puedan proceder de la misma zona de pesca y del mismo buque.
- c. **Zona de Pesca.** Denominación usual, para los profesionales de la pesca, del lugar en que se efectúan las capturas;
- d. **Modo de Presentación.** La forma en que se comercializa el pescado, como, por ejemplo, entero, eviscerado, descabezado, etc.;



- e. **Parásito Visible.** Un parásito o grupo de parásitos que por sus dimensiones, color o textura se distingue claramente de los tejidos del pescado y que puede ser visto sin medios ópticos de aumento en condiciones de iluminación adecuadas para la visión humana.

### 3. CATEGORÍAS DE FRESCURA

3.1 Las categorías de fresca serán determinadas para cada lote en función del grado de fresca de los productos y de determinados requisitos adicionales.

3.2 El grado de fresca será definido mediante los parámetros de clasificación específicos por tipos de productos que figuran en el Anexo I.

3.3 Sobre la base de los parámetros contemplados en el anexo I se clasificarán en lotes correspondientes a una de las siguientes categorías de fresca:

Extra, A o B para pescados, elasmobranquios, y crustáceos.

3.4 Cada lote deberá ser homogéneo en cuanto a su estado de fresca. No obstante, un lote de volumen escaso podrá no ser homogéneo; en este caso, se clasificará en la categoría de fresca inferior de las representadas.

3.5 La categoría de fresca deberá indicarse en caracteres legibles e indelebles, de una altura mínima de 5 centímetros, en etiquetas fijadas en los lotes.

3.6 Los pescados, elasmobranquios, y crustáceos de la categoría de fresca extra deberán estar desprovistos de señales de presión o desolladuras, manchas o fuerte decoloración.

3.7 Los pescados, elasmobranquios, y crustáceos de la categoría de fresca A deberán estar desprovistos de manchas y de fuerte decoloración. Se tolerará una proporción mínima que presente ligeras señales de presión y desolladuras superficiales.

3.8 En los pescados, elasmobranquios, y crustáceos de la categoría de fresca B se tolerará una pequeña proporción que presente señales de presión y desolladuras superficiales más importantes. El pescado deberá estar desprovisto de manchas y de fuerte decoloración.

3.9 Para la clasificación de los productos en las distintas categorías de fresca, sin perjuicio de la normativa aplicable en materia sanitaria, se tomará también en consideración la presencia de parásitos visibles y su posible influencia negativa en la calidad del producto, habida cuenta de su naturaleza y de su presentación.



## LISTA DE PARÁMETROS DE CLASIFICACIÓN DE FRESCURA

Los parámetros del presente Anexo serán aplicables a los siguiente productos 0 grupos de productos, en función de criterios de evaluación específicos.

- A. Pescado blanco
- B. Pescado azul
- C. Elasmobranquios
- D. Crustáceos

CRITERIOS				
CARGOS DE FRESCURA				
	Extra	A	B	No Admitidos
Piel	Pigmento vivo y tornasolado (excepto gallinera) u opalescente; sin decoloración	Pigmentación viva pero sin brillo	Pigmentación en fase de decoloración y apagada	Pigmentación apagada
Mucosidad Cutánea	Acuosa, transparente	Ligeramente turbia	Lechosa	Gris amarillenta, opaca
Ojo	Convexo (abombado); pupila negra y brillante	Convexo, ligeramente hundido; pupila negra apagada; córnea ligeramente opalescente	Plano; córnea opalescente; pupila opaca	Cóncavo en el centro, pupila gris; córnea lechosa
Branquias	Color vivo; sin mucosidad	Menos coloreadas, mucosidad transparente	Color marrón/gris decolorándose; mucosidad opaca y espesa	Amarillentas; mucosidad lechosa
Peritoneo (en el pescado eviscerado)	Liso; brillante; difícil de separar de la carne	Un poco apagado; puede separarse de la carne	Grumoso; fácil de separar de la carne	No adherente
Olor de las branquias y de la cavidad abdominal – pescado blanco excepto platija o acedia  Platija o acedia	Algas marinas  A aceite fresco; a pimienta; olor a tierra	Ausencia de olor a algas, olor neutro  Aceite; a algas marinas o ligeiramente dulzón	Fermentado; ligeramente agrio  A aceite fermentado; mohoso, un poco rancio	Agrio  Agrio
Carne	Firme y elástica; superficie lisa	Menos elástica	Ligeramente blanda (flácida), menos elástica; superficie cerosa (aterciopelada) y opaca	Blanda (flácida); las escamas se desprenden fácilmente de la piel, superficie algo arrugada



**B. PESCADO AZUL**

<b>CRITERIOS</b>				
<b>CARGOS DE FRESCURA</b>				
	<b>Extra</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>No Admitidos</b>
Piel (2)	Pigmentación tornasolada, colores vivos y brillantes con irisaciones; clara diferencia entre superficie dorsal y ventral	Pérdida de resplandor y de brillo; colores más apagados; menor diferencia entre superficie dorsal y ventral	Apagada, sin brillo, colores diluidos; piel doblada cuando se curva el pez	Pigmentación muy apagada; la piel se desprende de la carne (3) Mucosidad
Mucosidad Cutánea	Acuosa, transparente	Ligeramente turbia	Lechosa	Mucosidad gris amarillenta, opaca (3)
Consistencia de la Carne (2)	Muy firme, rígida	Bastante rígida, firme	Un poco blanda	Blanda gris amarillenta, opaca (3)
Opérculos	Plateados	Plateados, ligeramente teñidos de rojo marrón	Parduscos y con extravasaciones sanguíneas amplias	Amarillentos (3)
Ojo	Convexo abombado; pupila azul negruzca brillante parpado transparente	Convexo y ligeramente hundido, pupila oscura; córnea ligera opalescente	Plano; pupila borrosa; extravasaciones sanguíneas alrededor del ojo	Cóncavo en el centro; pupila gris; córnea lechosa (3)
Branquias	Color rojo vivo a púrpura uniforme; sin mucosidad	Color menos vivo, más pálido, en los bordes; mucosidad transparente	Engrosándose y declarándose; mucosidad opaca	Amarillentas; mucosidad lechosa (1)
Olor de las Branquias	Fresco, a algas marinas; picante; a yodo	Ausencia de olor a algas; olor neutro	Olor graso un poco sulfurosos (4), a tocino rancio o fruta descompuesta	Agrio descompuesto (1)



### C. ELASMOBRANQUIOS

CRITERIOS				
CARGOS DE FRESCURA				
	Extra	A	B	No Admitidos
Ojo	Convexo; muy brillante e irisado; pupilas pequeñas	Convexo, ligeramente hundido; pérdida de brillo e irisación, pupilas ovaladas	Plano, sin brillo	Cóncavo amarillento
Aspecto	Con rigor mortis o parcialmente rígido; presencia de poco de mucosidad clara sobre la piel	Pasada la fase de rigor mortis; ausencia de mucosidad sobre la piel y especialmente en la boca y en las aperturas branquiales	Algo de mucosidad en la boca y en las aperturas branquiales; mandíbula ligeramente aplanada	Mucosidad abundante en la boca y en las aperturas branquiales
Olor	Olor a algas	Sin olor o con un ligero olor "pasado", pero no amoniacal	Leve olor amoniacal; acidez	Olor amoniacal penetrante

### E. CRUSTÁCEOS

CRITERIOS				
CARGOS DE FRESCURA				
	Extra	A	B	No Admitidos
Piel	Pigmentación viva, irisada y brillante, mucosidad acuosa	Pigmentación viva, mucosidad acuosa	Pigmentación que va tornándose decolorada y sin brillo, mucosidad opaca	Decoloración, piel arrugada, mucosidad espesa
Consistencia de la Carne	Firme y elástica	Firme	Blanda	Flácida
Aspecto	Borde de las aletas traslúcido y curvo	Aletas rígidas	Blando	Flácida
Ventre	Blanco brillante con un borde malva alrededor de las aletas	Blanco y brillante con manchas rojas únicamente alrededor de las aletas	Blanco y sin brillo con numerosas manchas rojas o amarillas	Amarillo a verdoso, manchas rojas en la propia carne

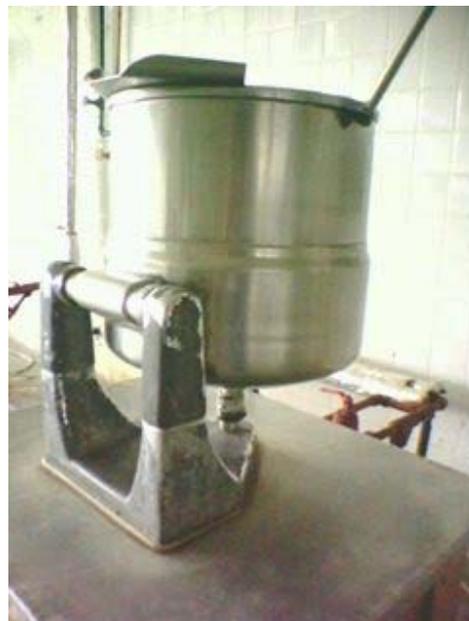


ANEXO N° 2

**Imagen N°1. Recepción de las Sardinas**



**Imagen N° 2. Cocción de las Sardinas con los subproductos.**





**Imagen N° 3. Horno**



**Imagen N° 4. Secado de las Sardinas y subproductos.**





**Imagen N° 5. Remoción.**



**Imagen N° 6. Remoción de la harina.**

