



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACION,
RELACIONES Y COOPERACION INTERNACIONAL



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
CENTRO DE ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS
ALIMENTOS



usach



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN, TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS Y SUSTENTABILIDAD



TEMA.

**“DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HISTAMINA EN
DIFERENTES PARTES DEL ATÚN (SKIP JACK) CONGELADO
CRUDO Y SU COMPARACIÓN CON VALORES
DETERMINADO POR PROCEDIMIENTOS TRADICIONALES
DE CONTROL DE CALIDAD”**

ELABORADO POR:

ING. LUIS ZAMBRANO CEVALLOS

TESIS DE GRADO PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS PARA
OBTENER EL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

MANTA

MANABI

ECUADOR

2007

UNIVERSIDAD LAICA
“ELOY ALFARO DE MANABI”
CEPIRCI
TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

MAGÍSTER EN ALIMENTOS

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HISTAMINA EN
DIFERENTES PARTES DEL ATÚN (SKIP JACK)
CONGELADO CRUDO Y SU COMPARACIÓN CON
VALORES DETERMINADO POR PROCEDIMIENTOS
TRADICIONALES DE CONTROL DE CALIDAD”**

Realizado por:

Luis Geovanny Zambrano Cevallos

Profesor Guía: Dr. Osvaldo Rubilar

Manta - Ecuador

2007

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta maestría me complace agradecer primero a Dios por ser el promotor de mis acciones que me han llevado a terminar este ascenso mi vida profesional, pero para mi también es importante todas las personas que con sus capacidades intelectuales y morales han logrado que este trabajo tenga un alto valor significativo en mi vida, ya que el mismo promete abrir las puertas hacia un nuevo inicio en mi vida profesional.

Motivo por el cual doy gracias no solo a ellos sino a mis padres y hermanos (as) que con su apoyo incondicional de alguna u otra manera fueron participes activos para finalizar esta maestría y obtener así un futuro mejor y prometedor.

*A la Empresa **SEAFMAN C. A.** especialmente a sus directivos por ser el aporte esencial en la elaboración y finalización de este proyecto. También a mi profesor guía de tesis por su dirección y apoyo acertado, a la ULEAM – CEPIRCI por tener un profesorado y compañeros con alto grado de esfuerzo hacia días mejores el cual me es grato reconocer.*

Ing. Luis Zambrano Cevallos

DEDICATORIA

"Cuándo nos proponemos realizar un sueño con trabajo, sapiencia, disciplina lo podremos lograr y después mirando hacia atrás sabremos lo mucho que hemos ganado, porque para aprender debemos recorrer un largo camino que trae consigo muchos sinsabores, ¿Qué he aprendido? Ha ser mejor ser humano a proponerme nuevas y más grandes metas y lograr mis nuevos objetivos.

Al culminar este objetivo en mi vida profesional, dedico este triunfo a Dios por ser el gestor de mis pensamientos, a mis padres por su inalcanzable esfuerzo de amor y sacrificio que me dieron las herramientas necesarias de apoyo para lograr este y muchos triunfos más, de igual manera a mis hermanos y hermanas, quienes me supieron darme el apoyo incondicional para seguir adelante, también a mis profesores que con todo su saber lograron que tomase las acciones correctas hacia un logro bien merecido.

Ing. Luis Zambrano

ÍNDICE

	Pag.
CAPÍTULO # 1	
OJETIVOS	1
ANTECEDENTES	2
RESUMEN	3
CAPÍTULO # 2	
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DE TÚNIDOS	11
2.2. EL DESARROLLO DEL ATÚN	13
2.3. CARACTERÍSTICAS DEL ATÚN	14
2.4. MIGRACIONES DE LOS ATUNES	16
2.5. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE CADA ESPECIE	18
2.6. PERECIBILIDAD Y PRESERVACIÓN DE LOS TÚNIDOS	23
2.7. CAUSAS QUE AFECTA LA CALIDAD DEL ATÚN	39
CAPÍTULO # 3	
3.- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.	
3.1. PRODUCCIÓN DE ENLATADO: ATÚN	45
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LOMO PRECOCINADO: LONJAS	70
3.3. DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE EXPORTACIONES DE PESCADO Y ATÚN DEL ECUADOR.	75
3.4. DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE EXPORTACIONES DE PESCADO Y ATÚN DEL ECUADOR.	76
CAPÍTULO # 4	
4.-CONGELAMIENTO	
4.1. ANTECEDENTES	77
4.2. INSTALACIONES, EQUIPOS Y SU FUNCIONAMIENTO	77
4.3. CONSIDERACIONES GENERALES	79
4.4. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE BODEGAS REFRIGERADAS	81
4.5. CONDICIONES HIGIÉNICAS DE LAS OPERACIONES	83
4.6. MANEJO Y MANTENCIÓN DE LA BODEGA REFRIGERADA	84
4.7. MANIPULACIÓN DEL PESCADO ANTES DE LA CONGELACIÓN	86
4.8. CONGELACIÓN DEL PESCADO	90
4.9. PROGRAMA DE INSPECCIÓN SANITARIA	96
4.10. CONTROL DE LABORATORIO	96
4.11. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL PESCADO CONGELADO	97
4.12. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LOS ALMACENES FRIGORÍFICOS	98
4.13. TIEMPO DE DURACIÓN DEL PESCADO CONGELADO EN ALMACENES FRIGORÍFICOS.	104

CAPITULO # 5

5.- CAMBIOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL PESCADO

5.1. BACTERIOLÓGICOS	106
5.2. BIOQUÍMICOS	127
5.3. BIOLÓGICOS	138

CAPÍTULO # 6

6.- CAMBIOS BIOLÓGICOS

6.1. AMINAS BIOGÉNICAS.- HISTAMINA	141
6.2. FORMACIÓN DE HISTAMINA EN EL PESCADO	144
6.3. MÉTODOS DE DETECCIÓN DE LA HISTAMINA EN LOS PRODUCTOS	156
6.4. CARACTERÍSTICAS DE LA INTOXICACIÓN.	158

CAPÍTULO # 7

7.- PELIGROS BIOLÓGICOS

7.1. HISTAMINA	166
7.2. DETERMINACION DE HISTAMINA	184
7.3. DESARROLLO EXPERIMENTAL	199
- Conclusiones	202
- Recomendaciones	203
- Bibliografía	204
- Anexos	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1. Desarrollo del atún (Aumentado 23 veces).	14
Figura 2.2. Características del atún.	16
Figura 2.3. Mapeo de las migraciones de los atunes.	17
Figura 2.4. Partes del atún.	19
Figura 2.5. Características <i>Thunnus Obesus</i> .	20
Figura 2.6a. Hígado, vísceras, de las diferentes especies.	22
Figura 2.6b. Longitud de las diferentes especies.	22
Figura 2.7. Morfología interna del atún.	22
Figura 2.8. Contenido de histamina del atún Vs. tiempo mantenido en agua de mar.	26
Figura 2.9. Puntuación de Honeycomb en el atún Vs. tiempo mantenido en agua de mar.	29
Figura 2.10. Contenido de sal Vs. tiempo mantenido en agua in brine.	32
Figura 3.11. Albacora.	45
Figura 3.12. Yellowfin.	45
Figura 3.13. Bigeye.	45
Figura 3.14. Skipjack.	45
Figura 3.15. Descarga del barco hacia la planta.	46
Figura 3.16. Muestra para Laboratorio.	46
Figura 3.17. Sensorial.	46
Figura 3.18. Método manual hombres clasificando.	47
Figura 3.19. Método manual pescado clasificado.	47
Figura 3.20a. Método automatizado.	48
Figura 3.20b. Maquina clasificadora.	48

Figura 3.20c. Maquina clasificadora.	48
Figura 3.20d. Maquina clasificadora.	48
Figura 3.21a. Equipos de cámaras: Tuberías.	49
Figura 3.21b. Equipos de cámaras: Torres de Enfriamiento.	49
Figura 3.21c. Equipos de cámaras: Termógrafo.	49
Figura 3.21d. Equipos de cámaras: Compresores.	49
Figura 3.22a. Personal de eviscerado.	50
Figura 3.22b. Implemento de eviscerado.	50
Figura 3.23. Cocinadores.	58
Figura 3.24. Sistema de rociado.	59
Figura 3.25a. Limpieza de atún.	63
Figura 3.25b. Limpieza de atún.	63
Figura 3.26. Limpieza de lomos.	63
Figura 3.27. Limpieza de rallado.	63
Figura 3.28. Máquina llenadora y operaria.	65
Figura 3.29. Cerradora enlatando.	65
Figura 3.30a. Autoclaves.	66
Figura 3.30b. Autoclaves.	66
Figura 3.31. Carros usados en los autoclaves.	67
Figura 3.32a. Personal lonjas precocinadas.	71
Figura 3.33b. Equipo lonjas precocinadas.	71
Figura 3.32c. Lonjas precocinadas.	71
Figura 3.33. Plate Freezer.	72
Figura 3.34. Lonjas precocinadas listas para su embarque.	72
Figura 3.35. Embarque de lomos precocinados (lonjas).	73
Figura 3.36. Diagrama de flujo.	74

Figura 4.37. Cámara interna.	78
Figura 4.38a. Sistema de refrigeración: Compresor.	79
Figura 4.38b. Sistema de refrigeración: Tuberías.	79
Figura 4.39. Puertas de ingreso cámara.	85
Figura 4.40. Ingreso de baldes a cámara.	85
Figura 4.41. Distribución dentro de cámara.	86
Figura 4.42a. Identificación de baldes utilizados para el congelamiento.	94
Figura 4.42b. Identificación de baldes utilizados para el congelamiento.	94
Figura 4.43. Contenedor con pescado congelado crudo.	95
Figura 4.44. Parte externa de la cámara frigorífica.	99
Figura 4.45. Parte interna de la cámara frigorífica.	100
Figura 4.46. Termo registrador de la cámara.	104
Figura 4.47. Congelación del pescado.	105
Figura 5.48. Cambios en el recuento total y en las bacterias específicas del deterioro durante el almacenamiento.	121
Figura 5.49. Comparación del tiempo de vida remanente y el tiempo de detección en caldo de OTMA.	122
Figura 5.50. Cambios en los compuestos extractables que contienen nitrógeno en (a) el deterioro y (b) la autólisis de músculo de bacalao.	128
Figura 5.51. Reducción anaeróbica del OTMA por <i>S. Putrefaciens</i> .	130
Figura 5.52. Ruta del carbón durante la anaerobiosis propuesta para <i>S. Putrefaciens</i> .	131
Figura 5.53. Relación entre el contenido de TMA e Hx durante el almacenamiento de bacalao empacado en hielo.	133

Figura 5.54. Producción de H ₂ S, CH ₃ SH y (CH ₃) ₂ S, en filetes de bacalao deteriorados naturalmente y en bloques de músculo estéril.	135
Figura 6.55. El concepto de la histaminosis inducida por los alimentos.	143
Figura 6.56. Estructura química de la histamina.	145
Figura 6.57a. <i>Morganella Morganii</i> .	150
Figura 6.57b. <i>Morganella Morganii</i> .	150
Figura 6.58a. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	150
Figura 6.58b. <i>Klebsiella pneumoniae</i> .	150
Figura 6.59a. <i>Proteus Vulgarias</i>	150
Figura 6.59b. <i>Proteus Vulgarias</i>	150
Figura 6.60. <i>Hafnia Alvei</i> .	151
Figura 6.61. <i>Lactobacillus sp</i>	151
Figura 6.62. <i>Photo bacterium phosphoreum</i>	151
Figura 6.63. <i>Salmonella</i>	151
Figura 6.64. <i>Proteus</i>	151
Figura 6.65. <i>Pseudonomas</i>	153
Figura 7.66. Degradación de la histidina: La histamina es producida por bacterias y el ácido urocanico por enzimas endógenas	166
Figura 7.67. Determinación de histamina Método Flourométrico	199

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 2.1. Evaluación organoléptica de la calidad en el atún crudo.	43
Cuadro 2.2. Evaluación organoléptica de la calidad en el atún crudo.	44
Cuadro 5.3 Flora bacteriana de pescado capturado en aguas limpias no contaminadas.	110
Cuadro 5.4. Flora dominante y bacterias específicas del deterioro, durante el deterioro del pescado blanco fresco.	125
Cuadro 5.5. Compuestos típicos del deterioro, producidos durante el deterioro del pescado fresco almacenado aeróbicamente, o empacado en hielo o a temperatura ambiente.	136
Cuadro 5.6. Sustratos y compuestos, de olores y sabores desagradables, producidos por las bacterias durante el deterioro del pescado.	137
Cuadro 6.7. Límites reguladores de la histamina en el pescado.	155
Cuadro 6.8. Sintomatología según los agentes causales de histamina.	164
Cuadro 7.9. Muestreo de pescado crudo.	169
Cuadro 7.10. Tamaño de muestras y disposición de lote-Histamina.	171
Cuadro 7.11. PCC del Plan HACCP para aceptación del lote por histamina.	182
Cuadro 7.12. PCC del Plan HACCP para aceptación del lote por histamina.	183

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar el contenido de histamina en otras partes del atún (Skip Jack) congelado crudo y su comparación con resultados por métodos tradicionales de control de calidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Demostrar que nivel de histamina presenta en las otras ubicaciones de la anatomía del pescado.

- Comparar resultados para determinar la ubicación.

ANTECEDENTES

La calidad del atún es conservada solamente con un apropiado enfriamiento y congelamiento a bordo de la embarcación. La conservación de la calidad debe comenzar en el momento mismo de la captura, ya que la pérdida de calidad comienza con la muerte del pez y esta nunca puede ser mejorada, pero si puede ser mantenida con el cuidado apropiado. El atún es generalmente enfriado y almacenado temporalmente en agua de mar refrigerada (**RSW**), a 30 °F (-1°C). Para proteger la calidad del atún del deterioro causado por el ataque de bacterias, enzimas y la actividad oxidante, un enfriamiento rápido del pescado a 30 °F (-1°C). Seguido por el congelamiento del mismo es necesario.

La Fundación de los Estados Unidos para el atún (en inglés, USTF), desde 1992 a 1994 ha realizado una gran cantidad de proyectos de investigación referente a la calidad del atún en el Centro - Oeste del Pacífico. Las investigaciones han incluido: El momento mismo de la captura, el manejo de la pesca y refrigeración a bordo, experimentos sobre la calidad del pescado, descargas y procesamiento en las enlatadoras.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Grafico 2.1. Evolución de las exportaciones pesqueras.	75
Grafico 2.2. Exportaciones pesqueras del Ecuador.	75
Grafico 2.3. Principales exportadores de Pescado Congelado del Ecuador.	76
Grafico 2.4. Principales exportadores de atún en conservas.	76
Grafico 6.5. Casos por intoxicación por histamina según la Edad.	163
Grafico 7.6. Resumen de resultados de histamina.	200

RESUMEN

El atún usado para proceso es evaluado en las procesadoras mediante pruebas químicas (histamina, sal) y organolépticas (apariencia, olor y sabor) antes de ser procesado y enlatado. Solamente el atún de buena calidad es aceptado para proceso, el marginal o de mala calidad es rechazado.

El atún de buena calidad se caracteriza por la firmeza del músculo, el tejido del vientre, olor neutral, típico del atún fresco recientemente capturado. La calidad de la carne del atún se deteriora durante el manejo, congelamiento y almacenamiento, como resultado de la combinación de una serie de cambios complejos en el tejido del pescado, causados por sus propias enzimas, bacterias, reacciones químicas y de mal manejo.

La velocidad de degradación y la pérdida de la calidad del pescado dependen principalmente de las altas temperaturas del pescado. La rapidez de la pérdida de la calidad es también afectada por el tiempo de exposición del pescado a elevadas temperaturas, por las condiciones bioquímicas del pescado y por el número y especies de bacterias existentes en la superficie y en el interior.

Cuando el pez muere la degradación comienza a causa de la paralización del normal metabolismo, lo que produce el inicio de una serie de cambios.

Estos cambios son causados por una variedad de procesos que incluyen: Daños físicos del pescado que ocurren durante la captura, el manejo y el almacenamiento. Crecimiento de las bacterias que se encuentran en y sobre el pescado y los cambios causados por el crecimiento de las mismas durante el almacenamiento sin refrigeración.

La actividad natural de las enzimas en los músculos y aparato digestivo del pescado y oxidación por reacción química.

Las bacterias son la causa más importante del deterioro de los productos del mar. Millones de bacterias están presentes en la parte superficial de la piel del pescado, así como en las agallas y en los intestinos.

Cuando el pescado muere las bacterias y las enzimas invaden la carne a través de las agallas, directamente por los vasos sanguíneos y las paredes de la cavidad estomacal. En la carne, las bacterias crecen y se multiplican produciendo componentes los cuales son responsables del mal olor, mal sabor y degradación del pescado.

Las enzimas son compuestos naturales los cuales aumentan dramáticamente la velocidad de los procesos químicos. Después de morir el pescado, muchas de estas enzimas continúan con sus funciones y produciendo efectos indeseables, incluyendo la producción de malos olores, degradación del sistema digestivo y rompimiento del tejido muscular, los resultados son pescados con mal olor, panzas quemadas, pescados pastosos y con textura blanda.

El oxígeno y otros elementos atacaran a los aceites no saturados de los peces grasos, tales como el atún causando rancidez, malos olores y malos sabores.

El deterioro y los cambios en la calidad de los productos del mar son afectados por: la temperatura, el tiempo y el trato físico que se le dé al pescado. Las altas temperaturas aumentan la velocidad del deterioro, mientras que las bajas temperaturas las retrasan. El manejo del pescado y abuso físico pueden también influir el deterioro.

La temperatura es el factor más importante que influye en la calidad y velocidad del deterioro del pescado. Un rápido enfriamiento y congelamiento del pescado son cruciales para mantener su calidad.

Tanto las reacciones enzimáticas como el rápido crecimiento microbiano están enormemente influenciados por las temperaturas. Aunque el crecimiento bacteriano y la actividad enzimática disminuyen sustancialmente a 30 °F (-1°C) estos procesos no se detienen. El pescado debe ser congelado tan pronto como sea posible para poder así parar estas actividades.

La mejor manera de asegurar esta calidad es estableciendo un correcto balance entre nivel de captura y la capacidad de refrigeración del barco, lo que significa congelar el pescado tan pronto como sea posible.

Para mantener la calidad de los alimentos altamente perecederos como el del atún, se requiere comprender y reconocer: Las características de los cambios de calidad en el pescado, los efectos del manejo del pescado a bordo en la calidad del atún, la habilidad para aplicar estos conocimientos al producirse cambios repentinos en las condiciones del barco durante un viaje de pesca, la capacidad del sistema de refrigeración de la embarcación, durante todo el tiempo y la práctica de los principios básicos de refrigeración.

El atún y otros escómbridos presentan en sus tejidos niveles altos de histamina libre; después de la muerte, si la temperatura de la carne no baja rápidamente, las bacterias pueden desarrollarse y descarboxilar la histidina a histamina. Este parece ser el mecanismo de producción del tóxico e invariablemente en el atún sacrificado siempre hay cantidades pequeñas de histamina, por ello se propuso como índice del grado de alteración de los escómbridos la estimación de su concentración de histamina.

La determinación de la histamina se la realiza normalmente por procedimientos tradicionales emitidos por la A.O.A.C. (Referencia: A.O.A.C. 16th Ed., 1995, 35.1.32. La cual indica que se debe realizar análisis por el método de flourometria.

Y el procedimiento de muestreo para analisis de histamina en pescado crudo esta basado en *Fish Products Hazards and Control Guidance – Third Edition FDA*, que indica que se debe tomar la muestra en el dorso a la altura de la nuca, 2,5 cm. aproximadamente bajo la cabeza.

En el estudio de investigación se determinó que existe diferencia en la cantidad de histamina entre el lomo o dorso con las demás áreas y mas alta diferencia con las panzas es por consiguiente que si tenemos alto nivel de histamina en el dorso en la panza tendríamos la probabilidad de estar fuera de rango o inaceptable y aunque tenga alto % de sal mayor a 2,5% no inhibe la formación de histamina.

Todas las bacterias involucradas en la histamina son mesófilas y su crecimiento se inhibe a temperaturas próximas a los 0 °C; por lo tanto, un enfriamiento rápido constituye una medida eficaz para prevenir la producción del veneno. Sin embargo, todavía existen ciertas dudas en lo que se refiere al envenenamiento por escómbridos como un todo. Todos los años se capturan y procesan cantidades enormes de túnidos en condiciones que podría esperarse que produjesen en muchos casos pescados tóxicos y, sin embargo, muy pocas personas enferman.

La calidad del atún nunca va hacer mejorada después que el pescado haya muerto, pero puede ser mantenida con el cuidado apropiado.

SUMMARY

The tuna used for process is evaluated by using chemical tests such as histamine and salt and sensory tests such as appearance, odor, and flavor before being processed and being tinned. Only the good quality tuna is accepted for process, the marginal or bad quality ones are rejected. The tuna of good quality characterizes itself by the firmness of the muscle, the weave of the belly, neutral, typical scent of the fresh tuna recently captured. The quality of tuna meat is usually deteriorated during the handling, freezing and storage, because of the combination of a lot of complex changes in the weave of the fish, caused by its own enzymes, chemical bacteria, reactions, and bad handling. The kinetics of degradation and the less quality of the fish depend mainly on the high temperatures of the fish. The seed of deterioration is also affected not only by the exposure time of the fish and to high temperatures, but also by biochemical conditions of it, and the number and species of existing bacteria in the surface and the interior of it. When the fish dies the degradation begins because of the reduction of the normal metabolism, which produces the beginning of a series of changes. These changes are caused by a variety of processes including physical damages of the fish that happen during the capture, handling and storage, growth of the bacteria that are in and on the fish, the changes caused by the growth of the same ones during the storage without refrigeration, the natural activity of enzymes in muscles and digestive apparatus of the fish, and oxidation by chemical reaction.

Bacteria are the most important cause of the deterioration of products of the sea. Millions of bacteria are present in the surface of the skin as well as in the nutgalls and internally. When the fish dies the bacteria and the enzymes invade the meat through the nutgalls, directly by the blood vessels and the

walls of the stomach cavity. In the meat, the bacteria grow producing compounds that are responsible for off odors, off flavors, and degradation of the fish. Enzymes are natural compounds which dramatically increase the speed of chemical processes. After dying the fish, many of these enzymes continue with their functions producing undesirable effects including the production of bad odors, degradation of the digestive system and breaking of the muscular weave, the results are fishes with bad odors, burned bellies, doughy fish, and with soft texture. Oxygen and other elements attack non-saturated oils of greasy fishes such as tuna causing rancidity, bad odors, and bad flavors. The deterioration and the changes in quality of sea products are affected by temperature, time, and physical treatments. High temperatures increase the speed of the deterioration, whereas low temperatures delay it. Improper handling of the fish and physical abuse can also influence the deterioration. The temperature is the most important factor to influence in the quality and speed of the deterioration of the fish. A fast cooling and freezing of the fish are crucial to maintain its quality. Enzymatic reactions and microbial growth are enormously influenced by temperature. Even though bacterial growth and enzymatic activity substantially diminish to 30 °F these processes do not stop. The fish must be frozen as soon as is possible to thus be able to stop these activities. The best way to assure this quality is establishing a correct balance between capture level and the capacity of refrigeration in the fishing boat, which means to freeze the fish as soon as possible. In order to maintain the quality of foods like tuna, it is required to understand the following factors:

- The characteristics of the changes of quality in the fish.
- The effects of handling of the fish on board in the quality of the tuna.

- The ability to apply this knowledge when sudden changes in the conditions of the boat during a fishing trip are taking place.
- The capacity of the refrigeration system in the boat throughout the time and the practice of the basic principles of refrigeration.

Tuna and other scombroids present high levels of free histamine. After death, if the temperature of the meat does not lower quickly, bacteria can decarboxilate free histidine to histamine. This seems to be the mechanism of production of this toxin and invariably there is always going to be small amounts of histamine.

The measurement of histamine is normally done by traditional procedures issued by the A.O.A.C. (Reference: A.O.A.C. 16th Ed., 1995, 35.1.32.) which indicates that the analysis should be done by fluorometric methods. The procedure of sampling for analysis of histamine in raw fish is based on Fish Products Hazards and Control Guidance - Third Edition (FDA) that indicates that the sample should be taken in the back from the nape of the neck, 2.5 cm under the head.

In this investigation, I the differences in the amount of histamine between the back with the other areas were determined. The amount of histamine in the bellies were significantly higher ($p < 0.05$) than that of the back; therefore if we have acceptable levels of histamine in the back, chances are that we have unacceptable levels in the belly. Salt levels of 2.5% do not inhibit the histamine formation.

All the bacteria involved in histamine formation are mesophile, so they do not grow at temperatures next to 0 °C. Nevertheless, still certain doubts exist about the scomborid poisoning like a whole. Every year enormous amounts of tunas are captured and processed in conditions that are

favorable for the toxin production; nevertheless very few people become ill. The quality of the tuna can never be improved after the fish is dead, but can be maintained with the appropriate care.

|

CAPITULO # 2

2.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DE TUNIDOS

El árbol genealógico del Atún, ubica y describe 59 especies de atunes y afines pertenecientes al orden de los perciformes. Este orden esta compuesto de muchos subórdenes, uno de los cuales es de los Scombroidei. Algunos taxonomistas creen que las familias de Scombridae, Istiophoridae y Xiphidae. Componen este suborden de Scombroidei.

La familia de los Scombridae, que incluye las especies comúnmente conocidas como atunes, está compuesta de dos sub-familias: La de los Gasterochimismatinae, que incluye una sola especie, el Gasterochisma Melampus (ITA), el atún Chauchera. La otra sub-familia, Scombrinae, incluye el verdadero atún, junto con otras tres tribus de peces: bonitos, peces sierra y caballas.

Los peces de las familias Istiophoridae y Xiphidae, son parientes del atún, y tiene costumbres muy similares a las de este, compartiendo su naturaleza migratoria. Estos son los peces espada, conocidos por sus picos afilados, que son una extensión del maxilar superior. El único miembro de la familia, de los Xiphidae es el pez espada "verdadero", una cotizada presa que se encuentra en las aguas tropicales y templadas del mundo.

La familia de los Istiophoridae incluye los marlines o agujas y el pez vela. La velocidad, agilidad, tamaño y potencia de los miembros de esta familia los hace ser la más codiciada pieza de la pesca deportiva.

SUBORDEN FAMILIA SUBFAMILIA TRIBU GENERO N° ESPECIES

Scombroide	Scombridae	Scombrinae	Atún Thunnini	Auxis	2
				Euthynnus	3
				Katsuwonus	1
				Thunnus	7
			Bonitos Sardini	Allothunnus	1
				Cybiosarda	1
				Gymnosarda	1
				Orcynopsis	1
				Sarda	4
			Peces Sierra Scomberomorini	Acanthocybium	1
Grammatorcynus	2				
Scomberomorus	18				
Caballas Scombrini	Rastrelliger	3			
	Scomber	3			
	Gasterochismatinae	Atún	Chauchera	Gasterochisma	1
	Istiophorid	Agujas Tetraturinae	Tetrapiurus	6	
			Istiophorus	1	
	Marlines		Makaira	2	
	Xiphidae		Pez espada	Xiphias	1

2.2.-EL DESARROLLO DEL ATÚN.

Comienza en la capa superior de las aguas oceánicas como un huevo diminuto, de aproximadamente un milímetro de diámetro, que flota gracias a una gotita de aceite que lleva incorporada. Aunque las larvas que salen de estos huevos miden sólo unos 2 mm de largo, tienen un impresionante potencial de crecimiento. Por ejemplo en el tiempo que pasa desde que el atún común sale del huevo hasta que alcanza su tamaño completo, su peso se multiplica por mil millones.

En todas las especies de atunes, la hembra produce unos 100.000 huevos/Kg. de peso. Si consideramos que el atún produce tantos huevos para tan pocos adultos, llegamos a la conclusión que la mortandad debe ser de proporciones asombrosas durante los periodos tempranos de su vida.

Para mantener la población estabilidad, sólo es necesario que alcancen la madurez dos individuos de los millones de huevos que produce cada hembra. La mayoría de las larvas no alcanza el estado adulto. Durante la mayor parte de su vida, el atún es uno de los depredadores más eficaces, devorador de otros cazadores más pequeños, por lo que se sitúa, casi sin enemigos, en la cúspide de la pirámide alimenticia. De todas formas como larva e individuo juvenil es presa fácil de los peces, aves y otros organismos marinos.

Los jóvenes deben ser cuidadosos con sus mayores, pues a veces los atunes se vuelven caníbales alimentándose de los más pequeños de su propia especie.

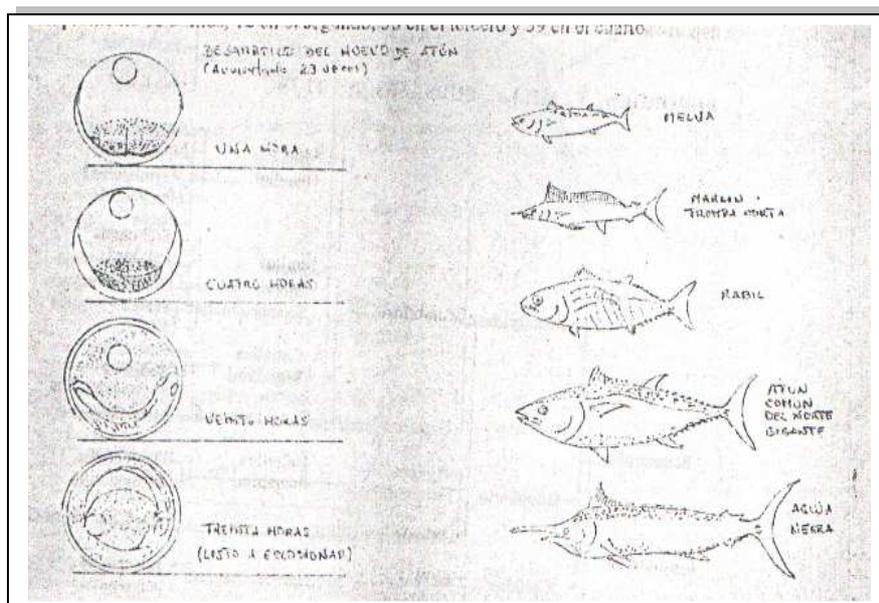


Fig. 2.1. Desarrollo del Atún (Aumentado 23 veces)

La relación entre número de huevos y número de supervivientes, tamaño final y edad máxima, varía mucho entre las distintas especies de túnidos (Atún). Los atunes más pequeños son las melvas, que raramente pasan de los 3 kilogramos en edad adulta. En el otro extremo, el gigantesco atún común alcanza pesos superiores a los 700 kilogramos. El rabil llega a los 160 Kilogramos, pesando en su primer año un promedio de 3 kilogramos, 12 en el segundo, 36 en el tercero, 59 en el cuarto.

2.3.- CARACTERÍSTICAS DEL ATÚN

Las características principales del atún, pueden resumirse diciendo que es un pez de naturaleza migratoria por excelencia, que se destaca por su potencial de crecimiento y fecundidad, por su velocidad y especialmente por el vigor que requieren sus viajes transoceánicos; es un pez de sangre caliente, biológicamente avanzado hasta llegar a lo que parecería ser la cumbre del

refinamiento hidrodinámico y que constituye un extraordinario recurso alimenticio que debemos controlar y administrar inteligentemente.

Estos animales no pueden parar de nadar ya que su respiración, basada en el paso del agua rica en oxígeno por las branquias, depende del movimiento del pez. Tiene que nadar para respirar, pero igualmente tiene que respirar para nadar.

Su estilo de respiración, nadando con la boca abierta e impulsando el agua a chorros sobre las branquias, está tan perfeccionado, que el ritmo respiratorio se ajusta a la velocidad, y por lo tanto al gasto de energía, por eso el atún come enormes cantidades de alimento, en algunas especies, hasta el 25% de su propio peso cada día. A diferencia de prácticamente todos los demás peces, incluso de sus parientes los peces espada, el atún es un animal de sangre caliente. De hecho, a causa de su gran consumo energético, uno de sus principales problemas fisiológicos es evitar el "recalentamiento".

En otras palabras, podría recalentarse tanto hasta el punto de "cocer" su propia carne.

Su marcha más lenta equivale al largo de su propio cuerpo por segundo, a esta velocidad un pez de un metro cruzaría el Atlántico en dos meses. Como la mayor parte de los peces, tienen dos tipos de músculos, blancos que actúan en cortos estallidos de velocidad pura, y rojos que funcionan en la natación continua.

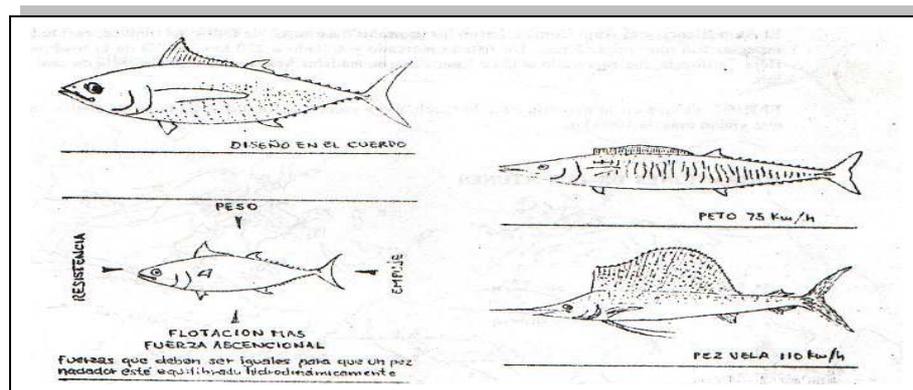


Fig.2.2: Características del atún

Son notables las "arrancadas" o "piques" que pueden alcanzar velocidades récord. En trechos cortos, el peto puede nadar a más de 75 km/h, el pez vela ha sido cronometrado a velocidades superiores a los 110 km/h.

Los túnidos están equipados con órganos auditivos eficaces.

También poseen detectores químicos muy sensibles, y como otros veloces depredadores – halcones y lobos - tienen visión binocular o estereoscópica, para apreciar en la distancia sus presas.

2.4.- MIGRACIONES DE LOS ATUNES

Las Migraciones del Atún, incluyen distancias muy grandes que pueden incluir todo un océano o varios océanos. Organismos internacionales y científicos de varias naciones han reunido datos de estas migraciones, por medio de estudio de marcaje.

Los peces son capturados, marcados, soltados y luego vuelto a capturar; a pesar de esto, la ruta concreta de su migración y la distancia total recorrida no puede medirse con exactitud. A falta de mejor información los científicos

definen la migración como la ruta más corta entre el punto de suelta y el recobro. Por estos estudios sabemos que:

La Albacora, emigra desde la costa de California hasta la de Japón, un viaje de unos 8500 km desplazándose a una media no inferior a los 25 km/día.

El Atún Rojo del Norte, ha recorrido al menos 7780 km, cruzando el Atlántico en 119 días, en una singladura 65 km/día.

El Atún Rojo del Sur, es tan migrador como su pariente del norte, ejemplares marcados pasaron de las costas de Australia, cruzando todo el Océano Indico, hasta el Atlántico.

El Atún Blanco y el Atún Común, hacen las travesías más largas de todos los túnidos, casi todas las especies son muy migradoras. Un listado marcado y soltado a 220 km, al SO de la península de Baja California, fue capturado al Oeste de Enewetak, en las Islas Marshall, a una distancia de casi 9500 km

El Rabil, aunque en su mayoría ha sido recobrado a menos de 1000 km del lugar de suelta, se sabe que viajan más de 5000 km

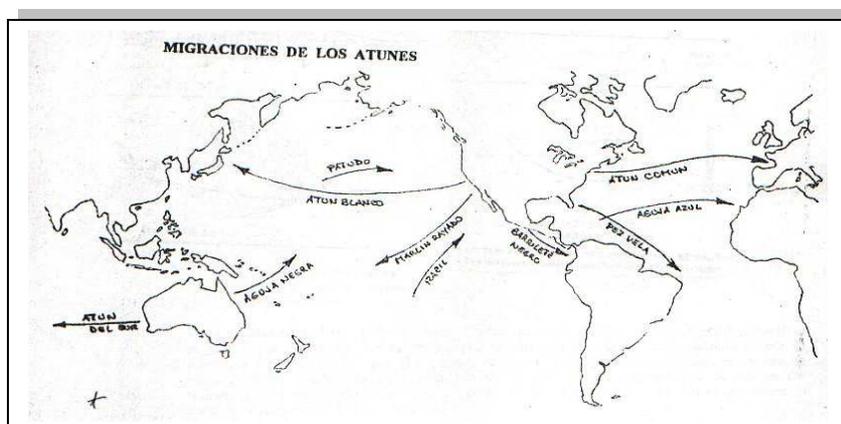


Fig. 2.3: Mapeo de las Migraciones de los atunes

2.5.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE CADA ESPECIE.

2.5.1.- THUNNUS ALBACARES (BONNATERRE) .-

Conocido también como "Atún Aleta Amarilla" o Yellowfin Tuna. El atún aleta amarilla ocupa el segundo lugar en la especie por su abundancia en el mar. Se lo conoce como albacora.

- **Características.-** El cuerpo está cubierto totalmente de eses muy pequeñas. Tiene una talla media de 130 cm. De longitud total. En el Pacífico Oriental se lo encuentra desde México hasta parte de Chile.

En el Ecuador lo encontramos desde San Lorenzo, en la provincia de Esmeraldas, hasta Puerto Bolívar en la Provincia de El Oro. Su hábitat es de especie pelágica costera y oceánica con alto rango migratorio. Se lo consume fresco y en subproductos enlatados.

Las aletas pectorales son más cortas que las del atún patudo, las cuales se extienden hasta el origen de la segunda aleta dorsal y no alcanzan el origen de la aleta anal.

En organismos grandes la segunda aleta dorsal es alargada. (Fig. a). El hígado no presenta estrías en el margen; además el lóbulo derecho es más grande que el izquierdo y el del centro (Fig. b). Presenta, más de 10 bandas blancas en los costados del cuerpo, las cuales se curvan hacia la parte ventral del atún (Fig. c).

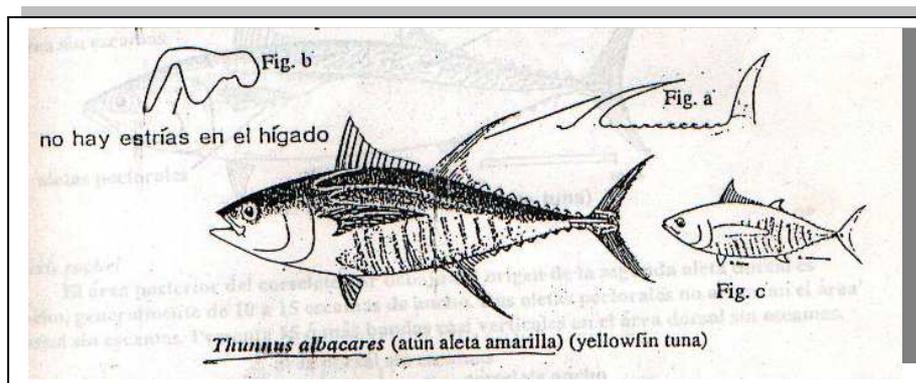


Fig.2.4: Partes del Atún

2.5.2.- BARRILETE.

Su nombre científico es *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus). Es conocido también como Skipjack tuna. Este es el nombre con el cual los científicos y la ciencia lo conocen pero vulgarmente se lo llama bonito.

- **Características.**- El cuerpo presenta escamas sólo en la parte anterior formando un corselete. Su talla media es de 70 centímetros de longitud total. Se lo encuentra localizado en el Pacífico Oriental, desde México hasta la parte septentrional de Chile.

En el Ecuador desde San Lorenzo (Esmeraldas) hasta Puerto Bolívar (El Oro). Es especie pelágica costera y oceánica con alto rango migratorio. Se consume fresco y en subproductos enlatados.

2.5.3.- THUNNUS OBESUS O BIGEYE.-

Conocido también como Atún Ojo Grande, es el segundo de la especie de atún aleta azul. Es un atún en abundancia, usualmente se vende enlatado, excepto en Hawai, donde se lo comercializa fresco.

- Características

La aleta pectoral es más larga que la del atún aleta amarilla, la cual se extiende más allá del origen de la segunda aleta dorsal, y alcanza el origen de la aleta anal.

El hígado presenta estrías en su margen inferior; así mismo el lóbulo central es igual o de mayor tamaño que los lóbulos derecho e izquierdo (Fig. d).

Puede presentar menos de 8 bandas blancas en los costados del cuerpo, las cuales son rectas, y no alcanzan la parte ventral del atún (Fig. e).

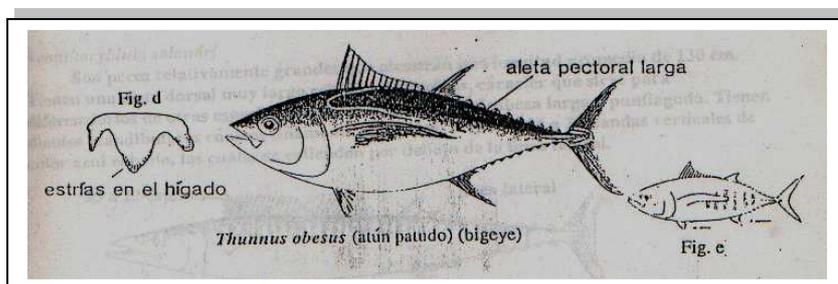


Fig. 2.5: Características Thunnus Obesus

2.5.4.- ALBACORA BLANCO (THUNNUS ALALUNGA)

Pertenece a la familia de los Escómbridos. Se lo conoce como Albacora o Albacora Blanco.

- Características.

Cuerpo alargado fusiforme. Pedúnculo caudal delgado; quilla a cada lado. Aletas pectorales largas que alcanzan las pinnulas de la segunda dorsal. Aleta caudal con borde posterior blanco en los ejemplares "inmaduros y en los adultos. Superficie ventral del hígado estriada.

Parte dorsal de un azul oscuro metálico. La parte ventral es blanca plateada. Aletas: primera dorsal amarilla; segunda dorsal y aleta anal amarillo claro. Pinnulas: amarillo claro con borde negro. Borde posterior de la aleta caudal blanco.

Los ejemplares jóvenes (de menos de 30 cm) tienen aletas pectorales más cortas que los ejemplares del mismo tamaño de rabil y patudo.

Sin embargo, la albacora puede ser identificada por la ausencia de rayas verticales blancas en la parte ventral. Tamaño máximo 120 cm. Normal 40 a 110 cm.

Los adultos (más de 90 cm) aparecen principalmente en aguas subtropicales o tropicales, mientras que los inmaduros se encuentran en aguas templadas.

Están distribuidos a través de todo el Atlántico, al oeste, desde los estados centros - atlánticos de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, y al

este desde el golfo de Vizcaya a Sudáfrica, continuando hacia el océano Indico.

Los ejemplares jóvenes se encuentran frecuentemente formando grandes cardúmenes en la superficie.

El atún es comercializado en su mayoría en enlatados. Ocupa el primer lugar de las especies consumidas por los americanos. El atún crece 1400 libras dependiendo de la especie.

El Skip Jack oscila entre 5 y 25 libras; el albacora pesa entre 10 y 60 libras; y el Yellowfin de 20 a 300 libras y Bigeye de 40 a 350 libras.

La carne de atún tiene una firme textura y color rojo brillante, en estado natural, una vez cocinado cambia de color.

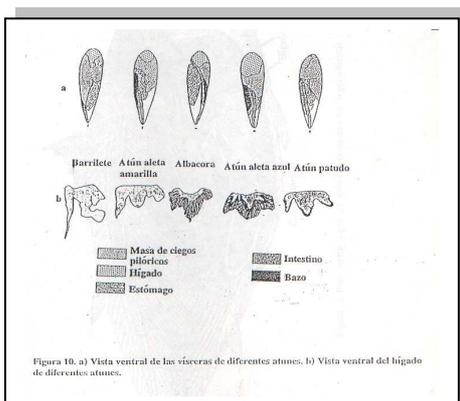


Fig. 2.6a: Hígado, Vísceras de las diferentes especies

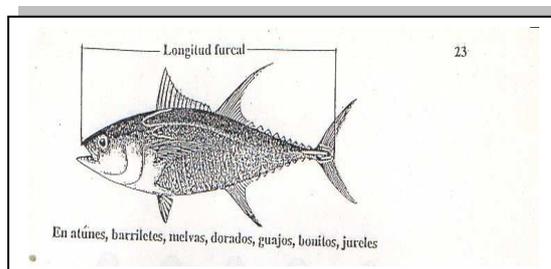


Fig. 2.6b: Longitud de las diferentes especies

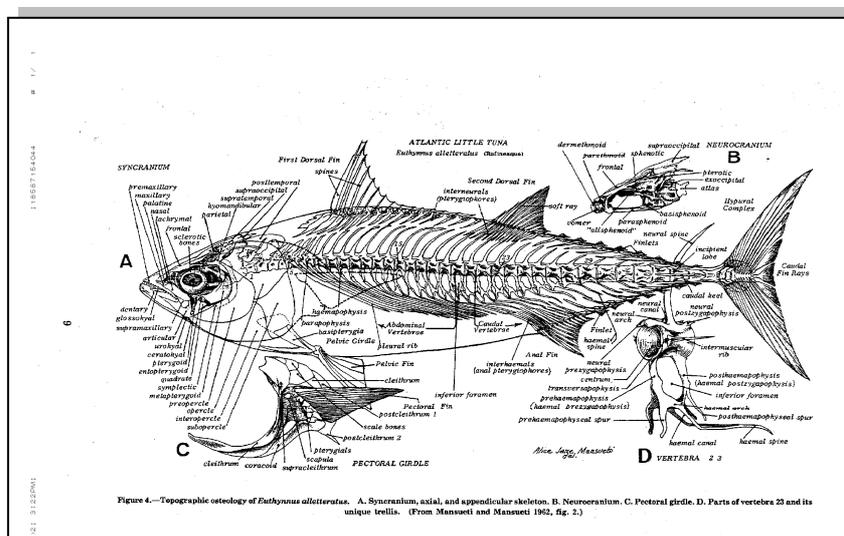


Fig. 2.7: Morfología interna del Atún

2.6.- PERECIBILIDAD Y PRESERVACIÓN DE LOS TUNIDOS.

2.6.1.- PERECIBILIDAD DEL ATÚN

1.-CAMBIOS EN LA CALIDAD DEL ATÚN: DESCRIPCIÓN GENERAL.-

Cuando un pez muere, los tejidos comienzan a deteriorarse a causa de los efectos combinados de bacterias y enzimas. Además ocurren transformaciones desde el punto de vista químico. La rapidez con que ocurre esta deterioración depende de la temperatura, de la condición física del pez, el tipo, número de bacterias en y sobre el pez, además el tipo y concentración de químicos alrededor del pescado.

El objetivo del manipuleo correcto del pescado y los procedimientos de preservación son para prevenir y/o minimizar los cambios en la calidad del pescado hasta el momento de la entrega del pescado para el procesamiento y la venta.

Muchos factores interactúan y la composición química del tejido muscular es compleja, por lo tanto, la naturaleza exacta en los cambios de calidad no es completamente entendida ni la conservación del pescado puede precisamente predecirse.

Sin embargo, es posible describir generalmente los cambios en los músculos del pescado, los cuales pueden ocurrir durante el manipuleo y evaluar el impacto a la calidad del pescado.

2.- EFECTOS BIOLÓGICOS

El tejido muscular del atún vivo es estéril (libre de bacterias); sin embargo, varios tipos de bacterias habitan en la superficie externa de la piel, de las agallas y en el tracto digestivo. Al morir, el pez pierde los mecanismos naturales de defensas que limitan el crecimiento de bacterias; y consecuentemente el número de bacterias aumenta rápidamente.

El conteo doble cada 30 minutos a 80 °F. estas bacterias invaden el tejido muscular del pescado e inicialmente atacan los compuestos con contenidos de nitrógeno, produciendo una variedad de productos de descomposición, algunos de los cuales son tóxicos y/o con olores fétidos. Reduciendo la temperatura a 29 °F. substancialmente baja el desarrollo de bacterias, aunque una temperatura de 25 °F., es requerida para detener completamente su desarrollo. Sin embargo las enzimas bacteriales continúan activas sobre los 18 °F.

3.- AUTOLÍISIS O "*SELF-DIGESTIÓN*"

Es la descomposición del tejido causada por las enzimas del mismo pescado. Cuando el pez muere, se pierde el control sobre las enzimas y la capa intestinal y la piel están debilitadas, facilitando el movimiento de bacterias hacia el músculo.

La cantidad de esas enzimas es limitada, y tienen menor efecto en la descomposición que las bacterias que se multiplican rápidamente. Sin embargo, a temperaturas elevadas (80 °F o más) las enzimas pueden causar una descomposición considerable del tejido, aunque no haya bacterias presentes.

4.- HISTAMINA.

Un amino-ácido llamado "histidina" existe en todas las especies de atún, su descomposición por el ataque de cierto tipo de bacteria produce el compuesto orgánico llamado histamina.

Los niveles altos de histamina en el atún, han sido asociados con la descomposición y las apariciones de un tipo de intoxicación alimenticia llamada envenenamiento del pescado **escombróideo**.

Las personas que han comido atún con niveles altos de histamina, sienten náuseas, calambres abdominales, vejiga acuosa, sensación de ardor en la boca, escalofríos y fiebre, erupciones con ampollas, diarrea, vómito y fuertes palpitaciones del corazón.

El atún vivo contiene menos de 0,1 miligramo (mg) de histamina por 100 gramos del pez (0,1 mg por ciento). La FDA considera que un nivel de histamina de 20 mg por ciento, es una indicación de descomposición substancial y 50 mg por ciento, un potencial peligro para la salud. La FDA ha indicado que una acción regulatoria se tomaría contra el atún enlatado con contenidos de 5 mg por ciento o más de histamina.

La FDA también considerará una acción regulatoria contra el atún con contenidos de 5 a 10 mg por ciento de histamina, cuando un segundo indicador de descomposición: (malos olores o honeycomb) estén presentes. Las enlatadoras de atún rutinariamente monitorean el nivel de histamina en pescado crudo y producto enlatado. El atún enlatado debe contener por término medio, menos de 2 mg por ciento de histamina.

Los niveles de formación de histamina están directamente relacionados con la temperatura. Los niveles mas altos se encuentran a temperaturas de alrededor de 95 °F y disminuye notablemente bajo los 50 °F. La formación de histamina se acelera con el tiempo. Más histamina se forma durante la última hora de exposición a altas temperaturas que a la primera hora, la histamina aparece primero en la primera porción (directamente detrás de las agallas) de los lomos y mantiene ahí los valores de histamina. Como vaya progresando la descomposición, la histamina se formara a través del tejido muscular.

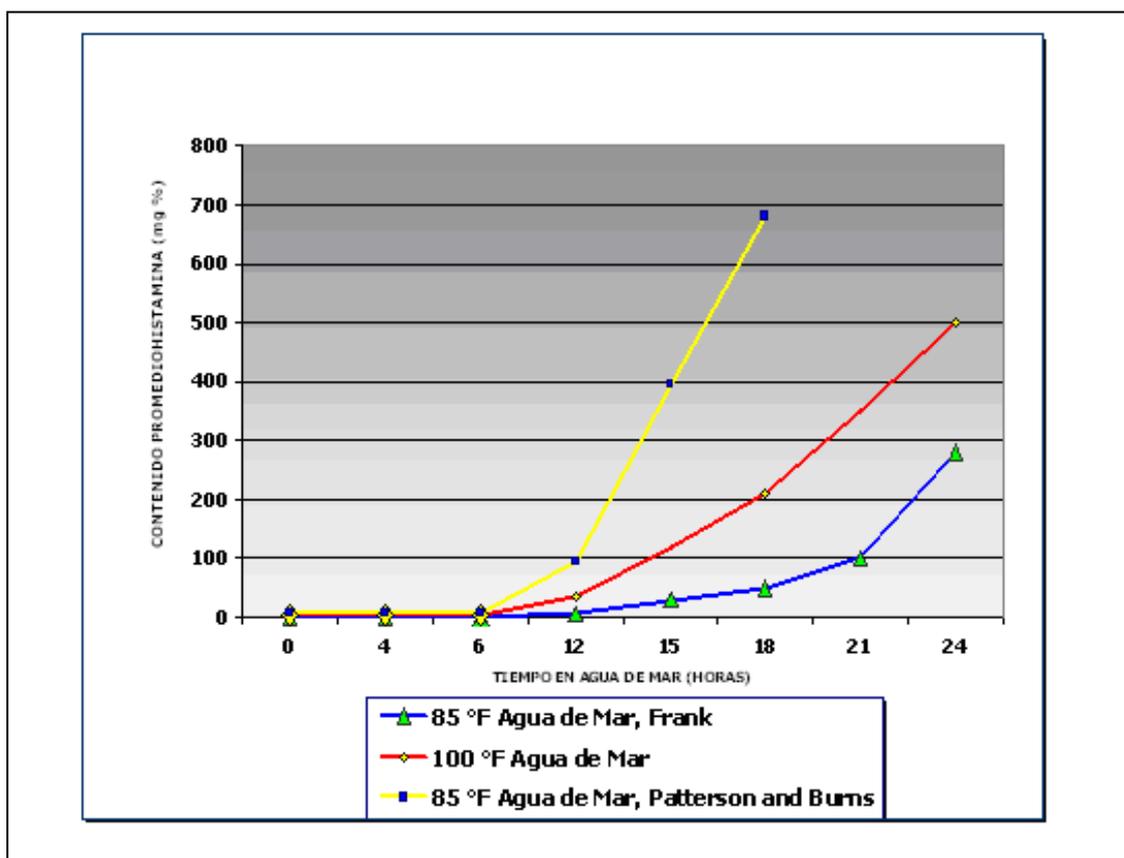


Fig. 2 .8 Contenido de Histamina del atún Vs. tiempo mantenido en agua de mar

La **Fig. 2.8** muestra la variación de formación de histamina en la porción anterior del Skipjack bajo condiciones experimentales. Las diferencias entre los gráficos y la variación extrema en contenido de histamina observado en pescado expuesto a las mismas condiciones, indican que éstos gráficos no pueden ser utilizados exactamente para predecir la concentración de histamina en pescado expuesto a condiciones específicas.

Las variaciones en los gráficos y reportes de histamina pueden ser explicativos por el hecho que algunos tipos de histamina formando bacterias han sido identificados, y cada una probablemente produce histamina en diferentes proporciones y responde diferentemente a cambios de temperatura.

Los estudios realizados muestran que el pescado mantenido en agua de mar por más de seis horas podría tener niveles inaceptables de histamina y que éste nivel puede aumentarse dramáticamente en corto tiempo. Al mismo tiempo, estos resultados no aseguran que el atún mantenido a altas temperaturas por menos de seis horas tendrá niveles aceptables de histamina. La temperatura del pescado debe ser reducida lo más pronto posible para minimizar la formación de histamina. Bajo condiciones normales de manipuléo, una temperatura de 29 °F es suficiente para prevenir considerablemente la formación de histamina.

Durante los tiempos de rápido crecimiento, las bacterias de histamina formadas producen grandes cantidades de enzimas que cambian la histidina a histamina. Ya que los experimentos han demostrado que temperaturas bajo

18 ° F. son requeridas para inactivar estas enzimas, la temperatura del atún expuesto a altas temperaturas por un tiempo prolongado, debe ser reducida bajo los 15 ° F., lo más rápido posible.

5.- HONEYCOMB - (PANELILLO)

El panelillo es una condición producida por la deformación del tejido conectivo que sostiene unido el tejido muscular del atún. Aunque las causas exactas de ésta deformación no han sido aun identificadas, las enzimas autolíticas y las bacterias han sido implicadas.

El panelillo se caracteriza por una picadura del músculo que solamente aparece en el pescado que ha sido cocinado o precocinado.

La extensión de las picaduras varían grandemente y la piel con extensas picaduras se asemeja a un panal de miel.

El panelillo es reconocido por la industria enlatadora y las agencias reguladoras, como una indicación visual de la descomposición, y es usualmente (pero no necesariamente) asociado con altos niveles de histamina y otras señales de baja calidad.

La formación de panelillo ocurre más rápidamente a 90 °F. El rango decae considerablemente bajo los 75 °F. El panelillo aparece generalmente primero en la parte anterior del tejido muscular cercano a las agallas, aunque puede aparecer también en la parte posterior (cola), parte del lomo al mismo tiempo. El puntaje promedio de panelillo para el atún mantenido en agua salada a 76 °F, 83 °F y 90 °F., por un período de tiempo, bajo condiciones experimentales.

Estos puntajes se basan en una escala de 100 puntos en la cual el "0" indica no panelillo, "100" panelillo extenso.

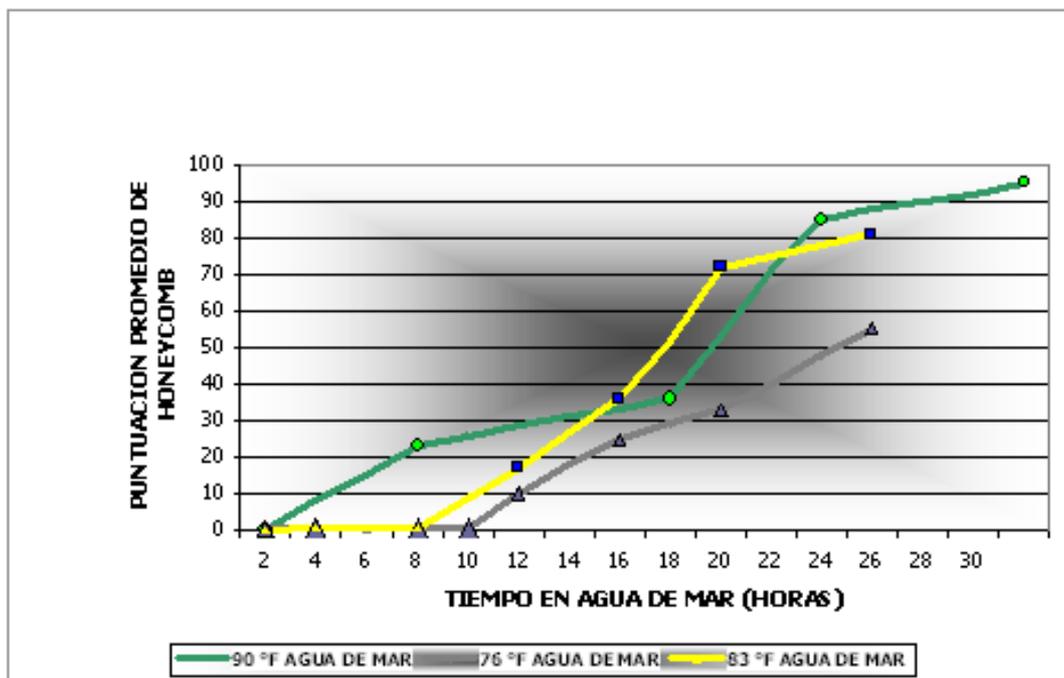


Fig. 2.9 Puntuación de Honeycomb en el atún Vs. El tiempo mantenido en agua de mar

La escala recibió el nombre de Patterson y Burns en 1984, la que permitió la comparación de resultados de diferentes investigadores los cuales utilizaron diferentes escalas. Las líneas rectas fueron conectadas a los puntos de información para indicar la tendencia general de formación de panelillo bajo tiempos variables y condiciones de temperaturas. La tendencia para los 90 °F. indica no panelillo durante un período inicial, seguido de un rápido aumento.

Estos estudios demuestran una tendencia general, pero no deberían ser utilizados para predecir las condiciones del atún después de un cierto tiempo a temperaturas elevadas, porque:

- a.- Cada experimento fue conducido diferentemente.
- b.- La información fue conseguida bajo condiciones no comerciales.
- c.- La cantidad estimada de panelillo pudiera no ser comparable entre los gráficos.
- d.- Otros factores, no presente en estos estudios, pueden afectar los niveles de formación de panelillo.

El estudio indica:

- a.- La cantidad de panelillo aumenta dramáticamente después de 8 horas de estar expuesto el atún a temperaturas elevadas.
- b.- Mientras más bajas sean las temperaturas, más largo será el tiempo para la aparición del panelillo.

Para prevenir el panelillo, el pescado debe ser enfriado y congelado tan pronto sea posible, ya que las reglas prohíben enlatar pescado con panelillo, el pescado debe ser chequeado frecuentemente después de 6 horas de haberse mantenido sin refrigeración.

6.- DECOLORACIÓN

Atún "verde" y atún "caramelizado" son dos condiciones ocasionalmente encontradas durante el procesamiento del atún que ha recibido manipuleo satisfactorio.

El atún "verde" adopta un color verdoso quemado después de ser precocinado o esterilizado.

El atún "caramelizado" desarrolla un color que va de naranja a marrón, olor a caramelo y de sabor dulce durante el proceso de precocinado.

El color verdoso está asociado con niveles altos de óxido de trimetilamina (TMAO) un compuesto usualmente encontrado en baja concentración en el atún. Agentes reductores como el amino-ácido cisterna y TMAO producen una pigmentación verde al atún después del cocinamiento.

Se sospecha que el atún "verde" ha consumido alimento con una alta concentración de TMAO.

La caramelización es posible debido a la reacción entre altos niveles de azúcar ribosa y aminas, aunque la razón de que algunos atunes contengan anormalmente altos niveles de ribosa no es conocida.

Ninguna de estas condiciones ocurre regularmente en los barcos atuneros. Es por consiguiente improbable que esta decoloración se la relacione con manipuléo normal del pescado en los barcos pesqueros.

2.6.2.- PRESERVACIÓN DEL ATÚN

1.- EFECTOS DE LA CONGELACIÓN

La congelación, por inmersión en salmuera y el almacenamiento en cámaras frigoríficas limitan los efectos de la acción bacterial y autolítica en la calidad del atún. Sin embargo, el enfriamiento y congelamiento del atún en agua de mar y salmuera, produce otros cambios en el tejido muscular.

Adicionalmente, los compuestos complejos que componen el músculo, naturalmente se separan en pequeños, menos complejos, y menos deseables durante un prolongado almacenamiento en frío.

2.- PENETRACIÓN DE SAL

La penetración de sal ocurre como resultado de la diferencia entre la salinidad del atún (0,25 % en el pez) y la del agua de mar, RSW, o salmuera en la cual es almacenado.

La captación de sal ocurre cuando el pescado es sumergido en una solución de más salinidad, indiferentemente del estado (congelado o descongelado) de la carne.

Un estudio realizado muestra que la relación entre el contenido de sal del atún y el tiempo que se mantiene en salmuera es curvilíneo con una captación rápida de sal durante la exposición inicial, seguido por una retardación gradual en la captación de sal.

Los informes fueron obtenidos de atún de cuatro a siete libras de peso en condiciones físicas buenas que fueron almacenados por menos de 4 días en RSW.

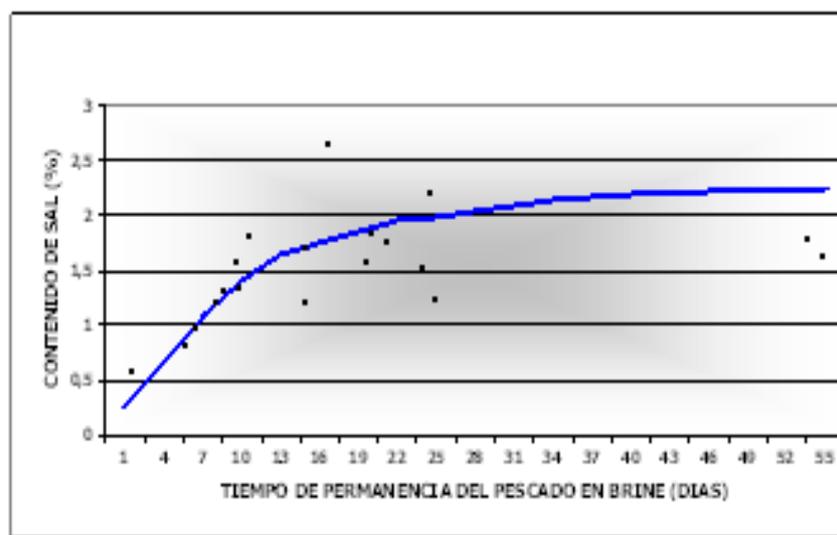


Fig. 2.10 Contenido de sal Vs. Tiempo de permanencia de agua in brine

Como la penetración de sal va progresando, el contenido de sal de la parte más externa del músculo aumenta considerablemente, mientras las capas sucesivas del tejido muestran pequeños aumentos en decaimiento. Ya que el pescado grande tiene menos área de superficie por libra que el pescado pequeño, sus contenidos de sal por libra es usualmente más bajo que el de los pescados pequeños expuestos a las mismas condiciones.

La proporción de captación de sal aumenta con:

- Un aumento de temperatura.
- Un aumento en la salinidad de la salmuera.
- Una baja en la cantidad de agua congelada en el pescado.
- Cualquier tipo de cortes o partiduras en la piel.

La temperatura tiene un gran efecto en los niveles de captación de sal que el diferencial de salinidad. Por lo tanto, limitar la elevación de la temperatura de la salmuera es importante cuando el pescado se lo almacene directamente en salmuera.

Los niveles de captación de sal son considerablemente reducidos cuando el tejido muscular está congelado porque el congelamiento reduce la cantidad de agua descongelada en la carne salada que no se dispersa rápidamente a través del hielo.

La piel del atún es una barrera contra la sal; cortes en la piel permiten que la sal penetre la piel mucho más rápido. Limitar la captación de sal es importante porque:

1. La penetración de sal acelera cambios considerables de calidad en color y textura.
2. El pescado con bajo contenido de sal es generalmente más valioso.
3. Los procesadores no comprarán pescado para consumo humano con contenidos de sal sobre un cierto nivel.

3.- DESNATURALIZACION DE LAS PROTEINAS

Una célula viviente contiene (entre otras cosas) proteína asociada con agua y sal, uniformemente dispersa en forma de un semilíquido gelatinoso. Durante el congelamiento, algunas de las proteínas cambian en la forma y función (se vuelven desnaturalizadas) como el agua y las sales se desasocian.

La cantidad de proteína desnaturalizada es afectada por el grado de congelamiento, mientras más lento sea el congelamiento, más grande será la cantidad de proteínas desnaturalizadas. Aunque las causas exactas de los cambios en la textura del pescado no son completamente conocidas, la evidencia indican que texturas duras y firmes, posiblemente estén asociadas con la desnaturalización de la proteína.

4.- PÉRDIDA POR GOTEO

El líquido que queda en las células después del congelamiento, contiene sal, proteína no desnaturalizada y compuestos de contenido de sabor. Cuando la carne es descongelada, éste líquido se escapa a través de gotas en la membrana celular del músculo ("pérdidas por goteo"). Esta pérdida afecta considerablemente la calidad del pescado, mientras más lento sea el proceso de congelamiento, más grandes y frecuente las fluctuaciones de temperatura

durante el almacenamiento del pescado congelado, más grande será la cantidad de pérdidas que por goteo habrá durante el descongelamiento, desbuche y precocinado.

5.- CAMBIO DE COLOR

Durante el almacenamiento en cámaras frigoríficas, los pigmentos en el tejido muscular gradualmente se combinan con oxígeno, adquiriendo un tinte café, y oscureciendo el color de la carne. Esta reacción ocurre más rápidamente a altas temperaturas y/o en presencia de sal.

Estos cambios de color son importantes porque el color es una característica principal de la calidad del atún enlatado. Los consumidores generalmente prefieren atún enlatado con un color claro y la FDA tiene establecido reglamentos que gobiernan el rango de color permitido en latas de atún etiquetadas: carne "blanca", "clara" o carne oscura".

6.- RANCIDEZ OXIDANTE

La descomposición de las grasas por la presencia del oxígeno (rancidez oxidante) produce compuestos con olores y sabores indeseables y frecuentemente cambian la superficie del atún crudo a amarillo o anaranjado.

El almacenamiento prolongado a temperaturas por sobre los 15 °F, y la exposición a abundante provisión de oxígeno (como ocurre en los túneles de congelamiento, y los cuartos fríos de aire forzado) aceleran este proceso.

Rancidez Oxidante no es normalmente un problema a bordo de los barcos atuneros. Las temperaturas bajo los 10 °F. en las bodegas de almacenamiento de pescado reducen la posibilidad de rancidez oxidante.

7.- EFECTOS DEL MANIPULEO

Durante la permanencia del pescado en la red, el llenado de las bodegas y la descarga, el pescado podría estar sujeto a manipuléo que afecta las condiciones físicas y contribuye a la decoloración y penetración de sal.

El movimiento del barco, de la red y de la panga, pueden causar magulladuras en el pescado.

El llenado excesivo de las bodegas causa que el pescado se parta se rompa, estropee, quede apretado y se deforme. Si se usan palancas para separar el pescado durante la descarga, muchos de los pescados serán rechazados y no pasaran a proceso debido a cortes, magulladuras o huecos hechos con las palancas, o barras.

Frecuentemente, daños ocasionados durante el manipuléo son acumulativos y depende del tratamiento durante la etapa anterior. Por ejemplo, el pescado mantenido en la red por un largo tiempo, tiende a ablandarse y consecuentemente más fácilmente se daña durante la carga y descarga de las bodegas.

El pescado suave se carga más apretado y esto hace que se sobrecarguen las bodegas y se dificulte la descarga.

8.- CONTAMINACIÓN

Cualquier sustancia extraña en una bodega del barco podría terminar en contaminación del producto enlatado. Consecuentemente, las bodegas deben ser limpiadas completamente antes de que el pescado sea almacenado. Sólo las sustancias que son aprobadas por la FDA para contacto directo con los alimentos deben ser adicionados.

Algunas sustancias que pueden causar problemas son: petróleo, amoniaco, serpentines de cobre, desprendimientos de pintura, (de serpentines o mamparas pintados impropriamente), vidrio quebrado y colillas de cigarrillos.

La presencia de cualquiera de estos objetos en una lata de atún es inaceptable.

- DIESEL - ACEITE COMBUSTIBLE

Los tanques para almacenamiento de Diesel-Aceite Combustible-Petróleo (antes de cargar el pescado) deben ser limpiados correctamente.

Las tuberías de succión circular de descargue y los tramos de serpentines próximos a las mamparas, son las áreas frecuentemente desapercibidas durante la limpieza.

Los tanques o bodegas con rupturas o grietas, no deben ser utilizados para almacenar diesel, aceite combustible petróleo porque en estas áreas pueden quedar restos de diesel y subsecuentemente causar contaminación.

Las puertas de descarga impropriamente cerradas y válvulas que gotean en las líneas de conducción del diesel, podrían causar problemas también.

- AMONIACO

El amoníaco produce un olor pungente y causa que la carne precocinada adquiera un color rosado o rojo.

El pescado que es expuesto o contaminado con amoníaco, (una sustancia tóxica), es inaceptable para el consumo humano. Tan pronto como sea detectado amoníaco en una bodega conteniendo pescado, las válvulas de expansión deben ser cerradas para limitar la cantidad de amoníaco perdido desde el sistema de refrigeración.

La bodega debe ser entonces bombeada y secada, el pescado contaminado removido y localizar el goteo. Las goteras usualmente ocurren en las costuras de la tubería, en algún codo, en los serpentines o debajo de una abrazadera sujetadora.

Una máscara antigas y una manguera de agua de mar con una boquilla del tipo nebulizadora (para lavar el amoníaco desde el aire) deben estar disponibles si se encuentran altas concentraciones de amoníaco.

El amoníaco debe ser removido desde los serpentines antes de hacer las reparaciones. Aunque una reparación permanente de soldadura es preferible, "*splash zone*" un compuesto epoxico como sellante y algunas abrazaderas de manguera pueden ser utilizadas hasta hacer la reparación permanente.

- MANCHA DE METAL

Los iones de cobre tienen una fuerte afinidad al músculo del atún, y cuando es absorbido por el atún, causan una mancha azul o negra que aparece en la superficie de la carne cuando las latas son esterilizadas. Esta decoloración no

ocurre al momento del precocinado pero se forma en el interior de la lata durante el proceso del esterilizado.

Las causas más comunes de manchas de metal son.

1. Accesorios hechos de cobre, latón o bronce en las bodegas de pescado o en el sistema de transferencia de salmuera, y
2. Salmuera hecha con sal conteniendo compuestos de cobre.

Para asegurar que la sal no sea la causa de este problema, el contenido de cobre (suministrado por el fabricante) no debe ser más de 2ppb (partes por millón ó 0,0002 %).

2.7.- CAUSAS QUE AFECTA LA CALIDAD DEL ATÚN

La calidad del atún crudo al momento de la entrega, determina:

- 1.- La calidad del producto final.
- 2.- La cantidad (cualquiera) de pescado que se rechace por las plantas procesadoras.

Las plantas procesadoras podrán garantizar un producto de óptima calidad, acompañados de bajos porcentajes de rechazo si el pescado es entregado a las plantas con: Bajos niveles de sal e histamina, mínimos o inexistentes daños físicos, y descargado a 14 °F. o menos.

Uno de los factores que afectan adversamente a la calidad del producto final es el elevado porcentaje de sal del atún entregado a las plantas. Los procesadores tratan de mezclar pescado con alto contenido de sal, con pescado de bajo contenido para producir una conserva con un nivel de sal aceptable.

Debido a que el atún no se mezcla en una masa homogénea antes del enlatado, (particularmente en el empaque de sólido), algunas latas con alto contenido de sal son producidas, a pesar de que se realiza la mezcla, por lo tanto esta practica se la considera arriesgada.

Otro de los factores que afecta a la calidad del producto final es la integridad física del pescado la cual depende directamente de la forma como fue manejado el pescado a bordo del barco pesquero, y de cómo ha sido entregado en la planta.

El pescado que se encuentra deformado o dañado, si es que es aceptado, requerirá de un proceso adicional de limpieza lo que producirá un bajo rendimiento; y consecuentemente una desventaja financiera al procesador.

La temperatura con la que el pescado es recibido en las plantas es un factor sumamente importante del que depende también la calidad del producto final. Los procesadores prefieren recibir el pescado al momento de la descarga con temperaturas al espinazo de 14 °F, o menores, porque esto reduce:

1. La cantidad de pescado dañado durante la descarga y
2. La elevación de temperatura de las cámaras frigoríficas en las que va ser almacenado el pescado.

Por lo general, pescado que muestre señales de descomposición (malos olores, mal sabor, "honeycomb" o niveles elevados de "histamina ") o contaminación, no pueden ser enlatados.

Pescado aplastado o mutilado produce un producto inferior y no puede ser procesado eficientemente. Producto enlatado que esté muy salado o tiene mal color (verduzco, caramelizado o manchas de metal) no es aceptado por el consumidor.

Para evitar elevados porcentajes de rechazo por diferentes causas es recomendable descargar los barcos bodega por bodega, y tratar de mantenerlos identificados y separados de esta forma (bodega por bodega), no mezclarlos de tal forma que si existe algún problema se podrá fácilmente detectar en cual bodega se origino el problema y de esta forma dar un manejo especial a esta bodega.

Para limitar el impacto del rechazo en el valor de una carga de pescado, es necesario detectar el pescado inaceptable antes del proceso final y segregar rechazos potenciales.

Para facilitar la detección de pescado inaceptable, el personal de las plantas procesadoras, responsables de las pruebas de calidad, deben estar bien informados sobre las condiciones de alteración de calidad a la que fue expuesta tal o cual bodega del barco. Estas condiciones incluyen:

- 1.- Bodegas utilizadas para almacenar combustible,
- 2.- Bodegas en las cuales hubo goteras de amoníaco,
- 3.- Bodegas con pescado que permaneció en la red por más de 6 horas y

4.- Bodegas en las cuales la temperatura se mantuvo por sobre los 35 °F. por más de 24 horas, después de agregar mas pescado.

Además de minimizar el monto de rechazos en una entrega de pescado, el suministro de ésta información a la planta procesadora, reduce considerablemente las perdidas al armador por concepto de rechazos, y protege indudablemente a la industria atunera, la cual podrá ofrecer a sus clientes productos de calidad.

Cuadro 2.1. Evaluación organoléptica de la calidad en el atún crudo

<u>EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA CALIDAD EN EL ATÚN CRUDO</u>				
	CLASIFICACIÓN DE CALIDAD			
	EXCELENTE	BUENO	MARGINAL	RECHAZO
APARIENCIA: AGALLAS	Brillante, roja-sangre claros, brillantes y prominentes	rojas pálidas a rojas marrón	amarillas marrón a marrón oscuras	amarillas-blancas, babosas
OJOS	Lustre-normal, color brillante y claro	hundidos, turbios blancos a rosados	hundidos, blancos opacos rojos-rotos	perdidos-ausentes
PIEL	Fresco, típico del pescado capturado recientemente.	Color opaco, sin brillo aparente, semídesteñida	color sin lustre muy desteñida, algunos Músculos de la estructura visibles.	Decoloración grande. La piel en avanzado estado de descomposición
OLOR: Agallas y cavidad estomacal	sin mutilaciones ni deformaciones	poco a ligero olor a pescado Un poco mutilado o deformado.	fuerte olor a pescado pero no agrio ni rancio	Rancio, agrio, olores pútridos o extraños.
DAÑO FÍSICO FIRMEZA DE LOS MÚSCULOS Y CAVIDAD ESTOMACAL	firme y elástica	firme pero no elástica	algunas grietas ú cortes, en el cuerpo, pescado ligeramente roto o aplastado suave, blanda	Partido, aplastado ó mutilado, 20% de la carne expuesta, panzas quemadas. Pastoso, muy suave muy blando

Cuadro 2.2. Evaluación organoléptica de la calidad en el atún crudo

PRODUCTO	PASABLE	AL BORDE		NO PASA
Yellowfin	Fresco Neutral Algas	Añejo, Oxidado, Agrio Caramelizado Leve Marisco Pardo/ amarillo/ verde	Rancio Rancio moderado Mohoso Agrio Dulce	Amonia Bien Añejo Bien rancio Podrido Extremadamente , Agrio, Diesel
Skipjack	Fresco Neutral Algas	Leve agrio Oxidado Salmuera, Carne Añeja	Amonia, Rancio, Agrio, Salmuera Fuerte, Dulce	Amonia, Podrido, Bien Rancio, agrio añejo, Picante, heces fecales, ácido Fermentado, Dulce, amargo, diesel
Albacora	Fresco Neutral Algas	Oxidado Añejo	Rancio Mohoso Agrio, Fermentado Todo verde (orín)	Agrio Fuerte, Rancio Fuerte, Podrido, Amonio, Fermentado, Amargo, apiñado

CAPÍTULO # 3

3.- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.

3.1.- PRODUCCIÓN DE ENLATADO: ATÚN

3.1.1.- MATERIA PRIMA UTILIZADA: ESPECIES.

Barrilete (Skip Jack), Nombre científico: *Kastuwonus pelamis*

Atún aleta Amarilla (Yellow fin) Nombre científico: *Thunnus albacares*.

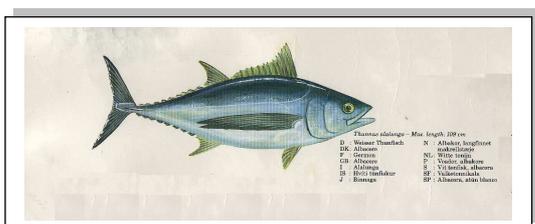


Fig. 3.11. ALBACORA

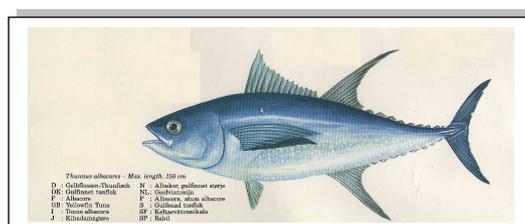


Fig. 3.12. YELLOWFIN

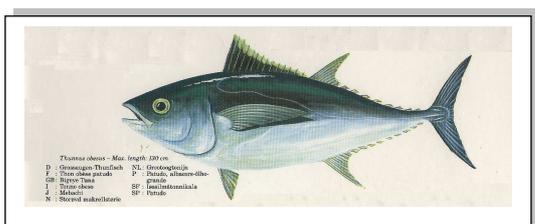


Fig. 3.13. BIGEYE

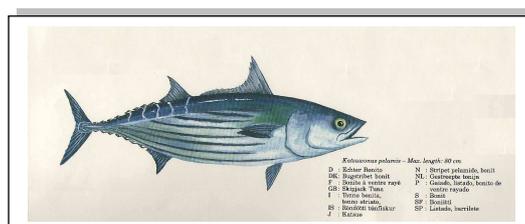


Fig. 3.14. SKIPJACK

3.1.2.-ZONA DE PESCA Y FORMA DE CAPTURA

Océano Pacífico. Por tratarse de pesca de altura, se realiza en barcos especialmente acondicionados con sistema de refrigeración mecánicos que permiten mantener el pescado en óptimas condiciones durante el tiempo de permanencia de cada marea.

3.1.3.- SISTEMA DE DESCARGA

Como el pescado viene congelado a bordo a una temperatura de $-11,1$ a $-8,88$ °C (12 a 16°F), previo a la descarga se realizan análisis preliminares de

temperatura, histamina y sal de cada bodega (límite: 15 ppm de histamina y de 2% de sal), tomando muestras de lomo y panza, también se realizan análisis sensorial de dos pescados los cuales son eviscerados y cocinados.

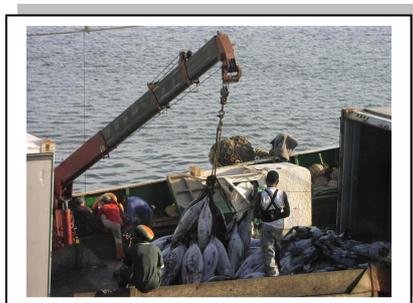


Fig. 3.15 Descarga del barco hacia la planta

Adicionalmente se realizan análisis de concentración de sal en salmuera (17 a 19%). Una vez realizados los análisis se procede a la descarga para la cual se utiliza tinajas de aproximadamente una tonelada de capacidad, estas tinajas son colocadas por la grúa a un costado del muelle en plataformas que transportan el producto a la planta procesadora.



Fig. 3. 16. Muestras para Laboratorio



Fig. 3. 17. Sensorial

Una vez en la planta personal especializado va colocando las piezas clasificadas por tamaño y especie, donde se pesa previo al ingreso a la cámara frigorífica, descontando la tara correspondiente.

3.1.4.- CLASIFICACIÓN:

La clasificación dentro de la empresa se realiza por medio de dos métodos, uno manual y otro automatizado. El método manual se lo efectúa por medio de un grupo de personal a las cuales se les llama "Cuadrillas", aproximadamente trabajan 15 a 20 personas. Las mismas que se demora en clasificar el pescado de 20 a 35 minutos por camión que trae ocho baldes de una tonelada aproximadamente, los baldes están identificados con un número desde 0 a 5.000.

El tiempo estimado para la clasificación varía de acuerdo al tamaño de las especies a clasificar y también del tiempo de llegada de los camiones del muelle hacia la planta.



Fig. 3.18: Método Manual. Hombres clasificando



Fig. 3.19: Método Manual pescado clasificado

El método automatizado se lo realiza después de haber sido clasificado manualmente y guardado en cámara de mantenimiento. Mediante la programación de producción a realizarse diariamente se sacan los baldes de cámara para ser reclasificados en el sistema de clasificación por banda transportadora y rechazadores hidráulicos que por medio de sensores efectúan su trabajo en forma automática.

El tiempo aproximado de reclasificación es de 95 minutos. Tiempo considerado en 10 baldes, desde que son sacados de cámara hasta llegar al área de reclasificación.



Fig. 3.20a: Método automatizado



Fig. 3.20b. Máquina clasificadora



Fig. 3.20c: Máquina clasificadora



Fig. 3.20d: Máquina clasificadora

3.1.5.- CONGELAMIENTO.-

El congelamiento dentro de la Planta, se lo realiza por medio de tres cámaras de mantenimiento con un sistema de bombeo de amoníaco licuado y con compresores que actúan en forma automática.

Estas cámaras poseen la capacidad de mantener aproximadamente unas 600 toneladas de materia prima (Pescado Crudo) el cual es colocado en baldes con su respectiva identificación. Se mantienen entre 5 y 0 °F, medidas a través de un termógrafo mecánico.



Fig. 3.21a: Equipos de cámaras:
Tuberías



Fig. 3.21b: Equipos de cámaras:
Torres de enfriamiento



Fig. 3.21c: Equipos de cámaras:
Termógrafo



Fig. 3.21d: Equipos de cámaras:
Compresores

A estas cámaras se les realiza mantenimiento preventivo a los sistemas de enfriamiento como son: Tuberías, Compresores, Torres de enfriamiento, evaporadores, adicionalmente se les hace limpieza a las superficies de las cámaras una vez por semana.

3.1.6.- LA DESCONGELACIÓN: OBSERVACIONES GENERALES.

El descongelamiento consiste en cambiar las propiedades físicas de la materia prima a utilizar. El descongelado se realiza de la siguiente manera:

Los baldes son sacados de cámara con el pescado a una temperatura de 0 a – 3 °C mediante el cual son trasladados al área de descongelamiento colocándolos uno encima de otro en estiba de dos.

Por medio de un sistema de bombeo de agua salada se llenan los baldes y por un tiempo determinado de acuerdo al tamaño se dejan descongelando hasta obtener una temperatura apropiada para proceder a eviscerar.

3.1.7.- EVISCERADO.-

3.1.7.1.- EQUIPOS, UTENSILIOS Y SUPERFICIE DE TRABAJO.

Todas las superficies de los recipientes, bandejas, depósitos ü otro equipo empleado en la elaboración de pescado serán lisas, impermeables, atóxicas, inoxidables, de forma y construcción que no presenten peligros para la higiene y se puedan limpiar fácil y completamente.



Fig.3.22a: Personal de eviscerado



Fig.3.22b: Implemento de eviscerado

En general no se recomienda el uso de madera con este objeto.

El pescado puede contaminarse durante la elaboración por tocar superficies, sucias. Todas las superficies que tocan los alimentos deberán ser lisas, no tener picaduras y grietas y no estar descascarilladas; estarán exentas de sustancias perjudiciales para el hombre; serán atóxicas, no las atacarán la sal, los jugos del pescado o los ingredientes empleados y resistirán la limpieza y la desinfección.

En las superficies empleadas para cortar podrá emplearse madera si no se encuentra otro material mejor. Las máquinas y el equipo se construirán de manera que puedan desmantelarse fácilmente para permitir una limpieza y desinfección completas.

Las cajas y envases para el pescado convendría fabricarlas de plástico o de metal inoxidable y, si son de madera, ésta se tratará de modo que no absorba humedad y se revestirá con una pintura duradera, atóxica u otra sustancia que deje una superficie lisa y se limpie fácilmente. No deberán emplearse cestos de mimbre, el equipo fijo se instalará de manera que permita el fácil acceso a todas sus partes y la limpieza y desinfección completa.

Los depósitos para lavar pescado se harán de forma que el agua se pueda cambiar instantáneamente, tenga buena circulación y se vaciarán y limpiarán fácilmente.

El equipo y utensilios empleados para materias incomedibles o contaminadas se identificarán como tales y no se emplearán para manipular pescado o productos destinados al consumo por el hombre.

Debe estimularse el empleo de máquinas hechas especialmente para eviscerar, lavar, filetear, desollar, cortar rodajas y otras operaciones semejantes.

Cuando se elaboran grandes cantidades de pescado, el empleo de máquinas construidas especialmente simplificará la producción de filetes y productos semejantes en gran cantidad con bajos contenidos microbianos.

Esto se debe sobre todo a que las máquinas bien construidas tienen superficies impermeables e inoxidables, son fáciles de limpiar, desmontar y desinfectar y pueden manipular el pescado con un retraso mínimo.

Es esencial que la instalación de máquinas nuevas se haya estudiado a fondo, y se justifique económicamente y que las máquinas se prueben rigurosamente antes de emplearlas a escala comercial, porque de lo contrario se pueden producir fracasos costosos.

La cadena de fileteado debe organizarse como una línea continua de elaboración en la que todas las operaciones se sucedan de manera que el pescado pueda desplazarse con rapidez uniforme a lo largo de la cadena, sin paradas ni retrasos.

En una sección de fileteado bien organizada se economiza en el costo de la elaboración y se obtiene un producto de mejor calidad.

Cuando el pescado o los filetes recorren la sección en un transportador, éste tendrá raquetas y pulverizadores de agua por lo menos en su parte final.

Si el pescado se transporta por canaletas, el agua usada no se pondrá de nuevo en circulación a menos que se haga potable otra vez.

Las descargas de vísceras estarán lo más cerca que sea posible de los puntos de fileteado, pero de manera que no haya salpicaduras. Cada mesa de fileteado tendrá una instalación de agua potable o de mar limpia con grifo para regular el flujo por su superficie.

La sección de fileteado deberá poderse desmontar fácilmente para limpiarla y se hará de materiales no corrosibles, como acero inoxidable o aluminio marino. El acceso a todas las partes de la sección deberá ser fácil.

Las mesas de filetear y otras superficies sobre las que se corte el pescado deberán ser de material impermeable y que reúna los requisitos físicos que deben tener las superficies de cortar.

Es causa de una considerable contaminación microbiana de los filetes y rodajas el contacto con las mesas de filetear y cortar. Las superficies de madera son porosas y se impregnan rápidamente de agua por lo que resulta casi imposible limpiarlas completamente. Por consiguiente, no se recomiendan para este trabajo.

Si por no existir otros materiales se tiene que emplear la madera, se recomienda emplear un solo tablón bien terminado y de superficie lisa, una vez que se gasta la superficie, el tablón se tiene que reparar o cambiar. No se deben emplear contra chapados u otras estructuras laminadas.

3.1.8.- CONDICIONES HIGIÉNICAS

El pescado y todas las superficies, equipo y recipientes que entren en contacto con el pescado deben tratarse de acuerdo con las normas sanitarias e higiénicas recomendadas en el "Código Internacional Recomendado de Prácticas para el Pescado Fresco (CAC/RCP 9-1976)".

Todas las superficies que toca el pescado deben lavarse con agua potable fría o de mar limpia, con toda la frecuencia que sea necesario para obtener una verdadera limpieza.

Es importante que la manera de limpiar suprima todos los residuos y que el método de desinfección reduzca la población microbiana de la superficie que se limpia.

En general, el empleo de agua potable o de mar limpia fría o caliente sola no basta para obtener el resultado deseado. Es deseable, si no esencial, que se empleen agentes de limpieza y desinfección junto con el fregado a mano o mecánico para, cuando así convenga, lograr el objetivo que se busca.

Después de aplicar los agentes de limpieza y desinfección, las superficies que entran en contacto con el pescado deberán lavarse bien con agua potable o agua de mar limpia antes del uso.

Los agentes de limpieza y los desinfectantes deberán ser específicos para el uso a que se destinan y emplearse de manera que no representen un peligro para la salud pública, y deberán cumplir los requisitos establecidos por el organismo oficial competente.

No debe permitirse el uso de esponjas y toallas para limpiar las superficies de las mesas o recipientes que entran en contacto con el pescado.

Las mesas de filetear y cortar el pescado deben fregarse y tratarse frecuentemente y a fondo con desinfectantes. Siempre que sea posible sobre las mesas en uso circulara constantemente una corriente de agua potable o de mar limpia con 4 ppm de cloro residual.

La importancia de la contaminación microbiana de los filetes y productos similares está en relación con la importancia de la contaminación microbiana de las superficies de trabajo.

Las superficies limpias se contaminan en cuanto se usan y, por consiguiente, cada pescado que es fileteado después del primero aumenta la contaminación de la superficie.

Las superficies de fileteado y corte deben, pues, limpiarse durante las pausas de las comidas y antes de reanudarse la producción después de otras interrupciones del trabajo. Las superficies de fileteado y corte deben limpiarse con frecuencia. Si no se friegan y desinfectan escrupulosamente al menos al final de cada día de trabajo, puede haber una grave acumulación de contaminación microbiana de un día para otro. Se ha demostrado que la contaminación de los filetes y de las mesas puede reducirse considerablemente haciendo circular continuamente agua potable o de mar limpia y aún más con el empleo de agua clorada.

Si en la sección de fileteado se emplean barriles u otros recipientes para recoger y evacuar los desechos. Quedaran pos debajo del nivel al que se

elabora el pescado y de manera que si hay salpicaduras no lleguen a la mesa de fileteado.

Si en lugar de canaletas o deslizadores conectados a una descarga común se emplean recipientes para los desechos, situados cerca de la sección de elaboración, deben ponerse de manera que no haya posibilidad de salpicaduras. Las mesas de fileteado o los recipientes para filetes no deberán colocarse en los bordes de los barriles para desechos.

Los recipientes que no se usen deben taparse. Mejorar mucho el rendimiento y la limpieza si se empleasen canaletas u otros procedimientos igualmente eficaces para la evacuación de los desechos de pescado. Todas las máquinas utilizadas para eviscerar. Lavar, filetear, desollar, cortar en rodajas u otras operaciones similares deben limpiarse, desinfectarse y aclararse a fondo durante las pausas para las comidas y antes de reanudarse la producción después de otras interrupciones del trabajo. El uso de maquinaria reduce el peligro de contaminación de origen humano. No obstante, si estas máquinas no se mantienen de modo adecuado y no se limpian al menos una vez al día, pueden convertirse en un grave foco de contaminación.

Toda la maquinaria y equipo se inspeccionara antes de comenzar a trabajar para asegurarse de que ha sido debidamente limpiada, desinfectada, aclarada y montada. Contaminarán el producto las superficies sucias y los residuos de agentes de limpieza y desinfección que no se han eliminado aclarándolos. Conviene más comenzar con superficies húmedas que secas.

El equipo mecánico o automatizado será comprobado periódicamente para evitar averías. Todo producto atrapado o acumulado en la maquinaria y equipo se quitara periódicamente durante toda la jornada.

El pescado o trozos del mismo atrapados en el equipo se deterioran rápidamente y pueden contaminar el resto del producto. Se rechazarán los filetes de pescado o productos análogos que se caigan al suelo. La evacuación de los desechos sólidos, semi-sólidos o líquidos de los lugares donde se descarga, almacena y elabora el pescado debe ser continua o casi continua, empleando agua y los utensilios necesarios para que los lugares estén limpios y no exista peligro de contaminar el producto

Todas las materias que se desechen en un establecimiento de elaboración de pescado se evacuarán tan pronto como sea posible y de manera que no puedan emplearse para su consumo por el hombre ni contaminen los suministros de alimentos y agua u ofrezcan abrigo o lugares de cría a roedores, insectos u otros parásitos.

Los recipientes, canaletas, transportadores, cubas o lugares de almacenamiento empleados para evacuar, recoger o almacenar desechos de pescado u otros deberán limpiarse frecuentemente con agua potable o de mar limpia que contenga una cantidad conveniente de cloro libre.

Todos los desechos de recipientes y vehículos deben evacuarse de manera que no causen contaminación ni produzcan daños.

La organización de la evacuación de los desechos no comestibles ni aprovechable para la venta debe ser aprobada por el organismo oficial competente.

3.1.9.- PRECOCCIÓN

El atún es colocado en carros (capacidad: 230 Kg. Cada carro) y entran a las cámaras de precocido o cocinadores (4 cocinadores, 26 de carros por cocinador), que se someten a un precocido con vapor a 214 °F de temperatura, y a una 1 lb de presión.



Fig.3.23: Cocinadores

La cocción se realiza durante una a tres y media horas, dependiendo del tamaño y peso.

3.1.10.- ROCIADO

Se somete el atún a un rociado (nebulización) con agua potable a temperatura ambiente, para hidratarlo y enfriarlo, después que sale de los cocinadores con aprox. 2 horas de acuerdo al tamaño.

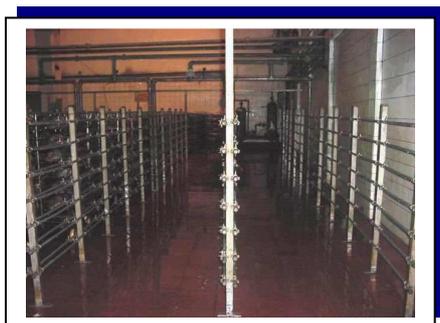


Fig.3.24: Sistema de Rociado

3.1.11.- ENFRIAMIENTO EN LOS CUARTOS FRIOS

Aquí se mantiene la hidratación (humedad del atún, en una cámara de frío de 65 °F a 75°F; antes de entrar al proceso de enlatado por 2 a 3 horas. El mismo esta diseñado con boquillas rociadoras y evaporadores que hacen que al atún le caiga agua pulverizada.

3.1.12.- LIMPIEZA DEL PESCADO:

3.1.12.1.- Métodos y tácticas para limpiar Atún.

Se utiliza un método de 2 estaciones, otro para pelar y otro para limpiar el pescado.

- PRIMERO TRATAREMOS EL PROCESO DE PELADO:

El proceso de pelar consiste en remover la piel y la panza del pescado.

Para remover la piel, primero ponemos el pescado con la panza hacia arriba y se pela la panza, y luego se hace un corte vertical de la cabeza hacia la cola a cada lado de la panza, con cuidado se remueve la panza y se coloca en la bandeja para panzas.

Con cuidado se remueve la piel del resto del pescado comenzando siempre en la cabeza y terminando en la cola, teniendo cuidado de retener toda la carne

blanca o albacora, luego se coloca el pescado, en la banda o al lado del área de trabajo, se debe mantener el cuchillo limpio de todo material y raspando cualquier residuo de material en el borde de la mesa, el que los utensilios y el lugar de trabajo estén siempre limpios en proceso de pelar rápido y efectivo.

Ahora detallamos la segunda fase del proceso: El objetivo general del método de limpieza es el de preservar la mayor cantidad posible de albacora o carne blanca, una forma de hacer esto es de separar claramente la carne de diferentes colores por bandeja y la bandeja debe estar situada a lado de su mesa, o área de trabajo.

Una bandeja es para pedacitos de albacora o carne blanca, la otra es para la sangre y espinas pequeñas del atún, estos son para comida de gato.

La única albacora o carne blanca que puede estar en esa bandeja son los pequeños pedacitos de atún que no se pueden separar de la sangre, el resto debe ser separado y colocado en la bandeja de rallado, una tercera bandeja debe estar a sus pies, estas bandejas es para las espinas grandes.

Hay siete pasos para el método de limpieza.

1.- Saque las espinas de la panza, sostener el pescado con el lado de la panza hacia arriba y el cuchillo en un ángulo aproximado de 45°, con cuidado se saca las espinas de la panza, levantando las espinas hacia arriba para dislocarlas, se limpia cualquier pedazo de carne blanca o albacora de las espinas y se colocan en las bandas.

Si hay sangre se remueve y se coloca en la banda, luego se levanta las espinas y se las coloca en la kaveta para huesos y espinas.

2.- Remover la línea de carne.

Algunos pescados tienen una línea de carne que hay que sacar, delicadamente colocar el pescado de costado con la cabeza hacia la banda, rápidamente se raspa hacia abajo con el dedo índice por la línea de carne en una sola dirección de la cabeza hacia la cola, se coloca la carne que ha sido removida en la bandeja de rallado, se voltea el pescado y repita el proceso.

3.- Divida el pescado.

Se inserta el dedo pulgar en el corte de la panza cerca de la cola y se empuja delicadamente hacia un lado, para los atunes grandes se inserta la punta del cuchillo en el corte de la panza y se aplica un poco de presión con cuidado para dividir el pescado, se saca el espinazo levantándolo de la cabeza hacia la cola, se remueve cualquier pedazo que este pegado al espinazo y se coloca en la banda superior, la sangre también puede pegarse y debe ser removida y colocada en la banda, ponga el espinazo en la kaveta a sus pies, luego remueva los guineitos ponga la carne blanca o albacora en la bandeja de rallado y coloque las espinas en la bandeja a sus pies.

Ahora con cuidado divida las dos partes mitades en 4 partes llamadas lomos.

4.- Remueva la sangre.

La sangre es la carne roja localizada en la cavidad de la espina dorsal y es procesada, se remueve la sangre de un atún pequeño, raspando desde la cabeza hasta la cola como cucharadas. Para remover la sangre de un atún grande, haga corte vertical a lo largo del área de la sangre o moviendo de la cabeza hacia la cola, después se raspa la sangre en una o dos cucharadas

largas; los lomos de albacora pueden tener moretones que deben ser removidos y colocados en la bandeja de rallado.

5.- Revisar que no haya más espinas.

Pueden haber pequeñas espinas escondidas en los lomos de las panzas, para asegurarnos que ha sacado todas las espinas haga algunos cortes horizontales no profundos desde el área de la cabeza hasta el punto medio del lomo esto lo hará ver si quedan algunas espinas o no, se remueve y se coloca las espinas en la kaveta.

6.- Frote el lomo.

Se frota ligeramente la cavidad de la sangre con la punta de los dedos dejando una ligera sombra rosada, no se frota hasta que desaparezca la sombra, eso desperdicia atún, luego con la mano, se frota ligeramente la parte de afuera de los lomos 2 o 3 veces de nuevo moviendo desde la cabeza hasta la cola, ahora se usa las dos manos para colocar el lomo en la banda superior a lo largo de la misma, con cuidado para que no se quiebre y sea recogido a la bandeja y llevado a los carros de bandejas.

7.- Verifique la sangre.

Se examina la mesa para cualquier pedacito de rallado o albacora que puede haber caído en la sangre y se coloca en la bandeja de rallado, luego se pone la sangre en la banda para *scrap*, se repite estos 7 pasos con los otros lomos.



Fig. 3.25a. Limpieza del atún



Fig. 3.25b. Limpieza del atún

Hay algunas reglas específicas que puede observarse para que el producto sea limpio y el lugar de trabajo seguro.



Fig.3.26: Limpieza de lomos

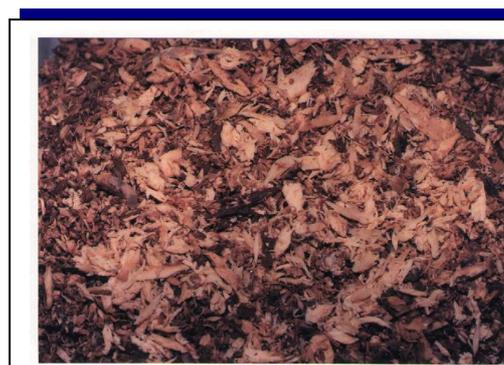


Fig.3.27: Limpieza y rallado

Se debe asegurar de sacarse toda clase de joyas antes de entrar en la empacadora, joyas que pueden estancarse en las máquinas y causar heridas, no se permite comer o mascar chicle en la empacadora, no se debe usar blusa o camisa sin mangas, se debe mantener las uñas limpias y cortas, las uñas largas atrapan basuras, microbios y esmaltes de uñas puede caer en el atún.

Se usa zapatos de tacón bajo y suela de goma; la goma puede ser más segura que el cuero y se puede salvar de una caída y suelas bajas no se quedan atrapadas en nada que puedan tropezar.

Nunca se corre de o hacia la estación de trabajo, siempre se debe caminar.

3.1.13.- ENLATADO.

Después de ser limpiados los lomos, rallado este se dispone para lonjas y enlatados (las tres primeras mesas para enlatado y las 3 siguientes para lonjas).

3.1.14.- INSPECCION DE ENVASE Y TAPA

La inspección del envase y tapa es al 100 %, se la realiza en el área de depaletizado, por medio de depaletizadores y bandas transportadoras que distribuyen hacia las líneas de producción correspondiente. En cada línea el envase es lavado con vapor.

3.1.15.- LLENADO Y DOSIFICACION DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

Luego de ser limpiado el atún se procede a enlatar tanto lomititos de atún como atún en rallado, sea en aceite de soya o en agua con sal (preparada en marmitas) según la demanda. Los lomos limpios junto con trozos se colocan en la máquina llenadora, es calibrada de acuerdo al peso requerido de llenado, tomando 30 muestras de ambas torres y se colocan en programa de computación que nos proporciona el porcentaje de exactitud de cada una, adicionalmente una vez calibrada la llenadora se realiza un control de peso durante el llenado.

Posteriormente a través de una banda transportadora a cada envase se le coloca aceite y agua como liquido de cobertura, dependiendo de los requerimientos o exigencias del cliente:

Lomititos: 73,0%;

Aceite : 21,0%;

Agua : 6,0%

% Sal : < 1, %.



Fig.3.28: Máquina llenadora y operaria

3.1.16.-SELLADO

Antes de iniciar las operaciones en cada máquina selladora se lleva a cabo la verificación de cierres de primera y segunda operación, y se realizan los ajustes necesarios.

Durante la operación de sellado se realizan inspección visual de cierres, verificación de cierres y control de vacío.



Fig. 3.29. Cerradora enlatando

3.1.17.- LAVADO Y COLOCADO EN CARROS DE AUTOCLAVE.

Una vez que las latas salen de la selladora la banda transportadora las lleva al lavador de latas, se somete a un prelavado para eliminar cualquier vestigio de grasa o residuos y posteriormente se colocan en los carros de autoclaves.

3.1.18.- ESTERILIZACIÓN.

Las latas después de ser lavadas son colocadas en unas canastas, que son luego esterilizadas en las autoclaves a una temperatura y a una presión determinada por el sistema de proceso que existe. La esterilización se realiza en autoclaves tipo horizontales, alimentados por la línea principal de vapor que genera las 2 calderas que posee la empresa.



Fig. 3.30a. Autoclaves



Fig. 3.30b. Autoclaves

Este proceso es indispensable para todo producto enlatado ya que le damos inocuidad al producto terminado. De acuerdo a los estudios de distribución y penetración de calor, la esterilización se la realiza en los autoclaves a temperaturas adecuadas de esterilización, teniendo un venteo de 15 minutos a una temperatura dada por los técnicos evaluadores de los sistemas de autoclaves.

Los tiempos de esterilizada son variados de acuerdo al producto: Trozos en agua: 50 min., lomitos en agua: 60 min., lomitos y trozos en aceite: 65 min., desmenuzado en aceite: 65 min., desmenuzado en aceite con vegetales: 66 min. Y a una presión de vapor de 13 PSI.



Fig. 3.31: Carros usados en los autoclaves

En los autoclaves el enfriamiento se lo realiza con agua clorada de 0,5 a 1,5 ppm. Monitoreando la concentración de cloro residual, tiempo de contacto, también se analiza la concentración de color en el agua al salir del autoclave.

Una vez fuera del autoclave a los carros, se les drena el agua antes de pasar al área de enfriamiento.

3.1.19.- ENFRIAMIENTO

Luego de ser esterilizadas las latas son sacadas y colocadas en un área específica, con circulación de aire, a temperatura ambiente y ayudados por ventiladores Industriales de alta velocidad se las enfría hasta tener máximo una temperatura entre los rangos de 100 a 110 °F.

3.1.20.- ETIQUETADO

Antes de proceder a ser etiquetadas se realiza un muestreo aleatorio de las diferentes canastas para ver la calificación que posee el producto,

dependiendo de los parámetros establecidos por cada contrato como son la verificación del peso neto, peso drenado, % de flake, apariencia, % de sal e histamina, resultados organolépticos y grados de acuerdo a las especificaciones de cada cliente.

Luego de su aprobación por el departamento de Aseguramiento de Calidad y de ser enfriadas las latas se llevan a las líneas alimentadoras para colocarles la fecha de vencimiento con un Ink-jet (codificación automática con tinta especial).

Luego pasan por un canalizador que rechazan las que están con fallas de calidad (peso o daños en la estructura de la lata) en forma automática que verifica el peso y deflexiones, de allí pasa por la máquina etiquetadora, que les coloca la etiqueta de acuerdo con el producto o marca, se transporta a través de líneas para ser encartonadas de acuerdo al contrato (pedido del cliente) ó llevadas a colocar una funda especial para realizarle termo encogido a una temperatura de 90 °C en un equipo de resistencias eléctricas.

3.1.21.- ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ENLATADOS.

El producto colocado en paletas es estibado, almacenado en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente.

Las cajas de enlatados son enviadas a las bodegas de producto terminado y luego de acuerdo como se disponga la exportación son colocados en contenedores de producto seco (en las esquinas en el interior se les coloca funditas de sílica gel para atrapar la humedad), después son enviados a

diferentes países (Europa, Inglaterra, Alemania, Australia, Rusia, Francia. En América: Chile, Perú, Venezuela, Argentina, Paraguay, Uruguay, Colombia, EE.UU., Canadá y varios países del Caribe. Además dentro del mercado interno (Quito, Guayaquil, Cuenca y Manta).

Todo embarque va regido por un certificado de calidad que ampara resultados de análisis de pH, nitrógeno básico volátil, mercurio, histamina, *Vibrio Cholerae*, Coliformes totales, Coliformes fecales, Aerobios, Anaerobios, expedido por el Instituto Nacional de Pesca, una dependencia del Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca, quienes han efectuado los análisis correspondientes.

Además de todos los documentos que deben estar en regla para proceder a alguna exportación.

Por lo general los embarques se realizan continuamente en el puerto local, es decir en el puerto de nuestra ciudad de Manta, a excepción de algunos que se los realiza en el puerto de Guayaquil.

3.1.22.-TIEMPO DE VIDA EN ANAQUEL.

De 3 a 5 años, dependiendo del tipo de producto, en agua o en aceite. Se lo debe mantener en un lugar fresco y seco a una temperatura ambiente de aproximadamente 25 °C.

3.2.- DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LOMO PRECOCINADO:

LONJAS.

Las lonjas son producidas con atún fresco o congelados, de acuerdo con los requerimientos de la norma o de los estándares de empaqueo de atún o identificación (Norma FDA: 21 CFR 161.190). El atún es designado por especie y color por ejemplo blanco o claro (Albacora blanca y Skip Jack) y formas de empaque Lomos o Pedazos.

Las lonjas precocinadas descongeladas son para formar parte en el proceso generalmente para productos enlatados. Los huesos, escamas, piel y otras partes del pez son removidas del atún utilizando buenas prácticas de manufactura.

Los lomos y rallado son limpiados y empacados dentro de fundas plásticas especiales de la cual es removido todo el aire interno de las fundas a utilizar (vacío).

Estas lonjas son vendidas a enlatadoras como materia prima para realizar el enlatado, de acuerdo al requerimiento se las puede enlatar de diferentes formas. Ej. (Con ensaladas, en aceite, en agua, etc.).

3.2.1.-DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LONJAS.

El proceso para la producción de lonjas precocinadas, después de haberse realizado el cocinado y limpieza es empacado en fundas de plástico que esta compuesto por 5 capas de un material termo encogible.

Se llenan lomos con un 10 o 30 % de rallado en fundas especiales (5 capas de material plástico termoencogible) aprox. 5 a 6 kilogramos, luego se pasan por la máquina para vacío (esterilización) y sellado, para darle forma compactas y uniformes, pasa por un moldeador, posteriormente por un túnel de encogimiento que consiste en rociarle agua a 95°F, mientras esta pasa por una banda de cadena.

Luego de este paso son colocadas en unos equipos de congelamiento rápido como son los Plate Freezer. (Placas de congelamiento) a base de amoníaco líquido que actúa por medio de un sistema de recirculación y se mantienen por un lapso de tiempo de 4 a 5 horas hasta que se obtenga una temperatura de 0 °F (-18 °C).



Fig. 3.32a: Personal lonjas precocinadas



Fig. 3.32b: Equipo lonjas precocinadas



Fig. 3.32c: Lonjas precocinadas

Después se lleva a las placas congeladoras con ayuda de unos carros y se las coloca dentro de las placas se cierra, se las mantiene allí por 5 horas o hasta tener 0 °F en el centro de la lonja, luego se las saca y se las embalaje en pallet (envuelve con plástico *stretch* y cinta sujetadoras).

El siguiente paso es pesarlas y dejarlas apiladas en la cámara de mantenimiento a 0 °F, por un tiempo determinado de acuerdo con lo que se disponga para exportación sino tienen ningún problema de calidad.



Fig.3.33: Plate freezer



Fig.3.34: Lonjas precocinadas listas para su embarque

Una vez obtenida esta temperatura son apiladas en orden, identificadas con un número por cada pallets, con codificación que consiste en colocar el año, barco y día de producción.

3.2.2.- ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LONJAS.

Después de la operación anterior son ingresadas hacia una cámara frigorífica mantenida a 0 °F hasta esperar el momento de ser exportada. Las lonjas se almacenan en cámaras de Mantenimiento a una temperatura de 0° F hasta su exportación en contenedores de productos congelados los cuales deben estar a 0° F antes de ser llenados o enviados a Santa Fe (EE.UU.) o Puerto Rico. La vida útil de estas lonjas es de 18 meses como máximo.

El proceso de elaboración de lonjas es el mismo que se realiza cuando se va a enlatar, solamente altera en los pasos expuestos en los párrafos anteriores.

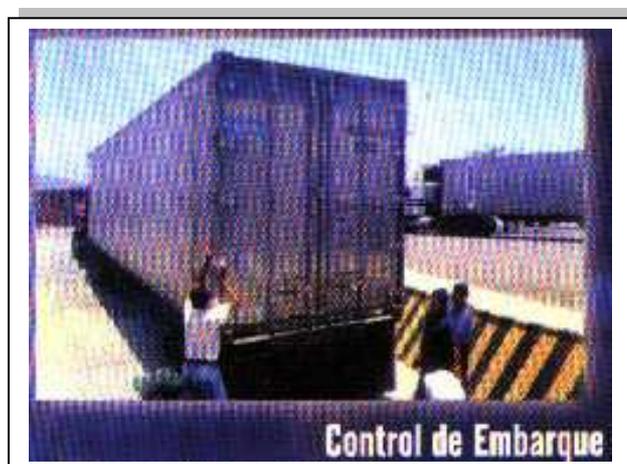


Fig. 3.35. Embarque de Lomos precocinados (lonjas).

Todo embarque va regido por un certificado de calidad que ampara resultados de análisis de pH, nitrógeno básico volátil, mercurio, histamina, *Vibrio Cholerae*, Coliformes totales, Coliformes fecales, Aerobios, Anaerobios, expedido por el Instituto Nacional de Pesca, una dependencia del Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca, quienes han efectuado los análisis correspondientes. Además de todos los documentos que deben estar en regla para proceder a alguna exportación.

Por lo general los embarques se realizan continuamente en el puerto local, es decir en el Puerto de nuestra ciudad de Manta, a excepción de algunos que se los realiza en el puerto de Guayaquil.

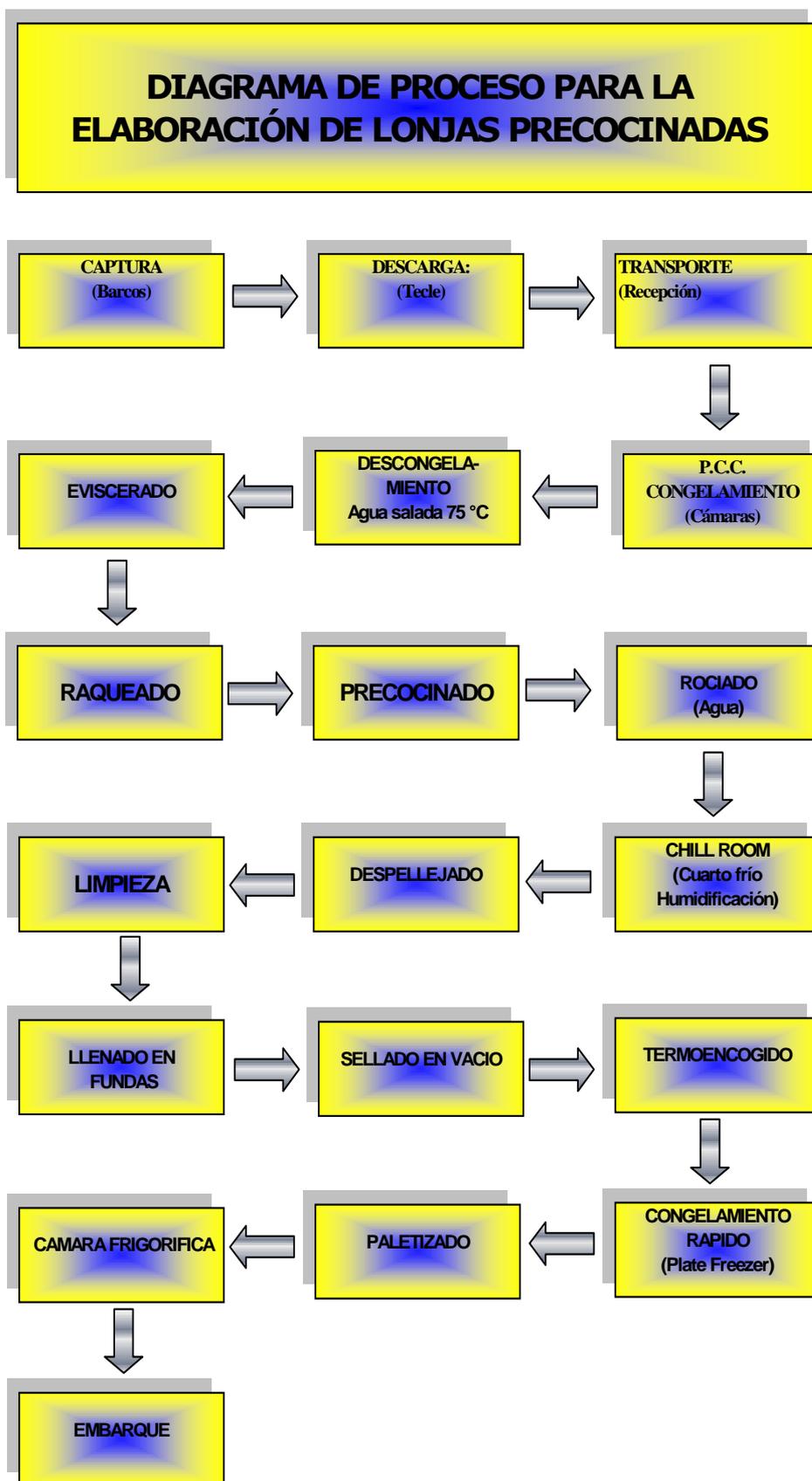


Fig. 3.36. Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de lonjas precocidas.

3.3.- DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE EXPORTACIONES DE PESCADO Y

ATUN DEL ECUADOR. (Referencia Revista Ecuador Pesquero Mayo- Jun-2007)

Gráfico # 2.1.

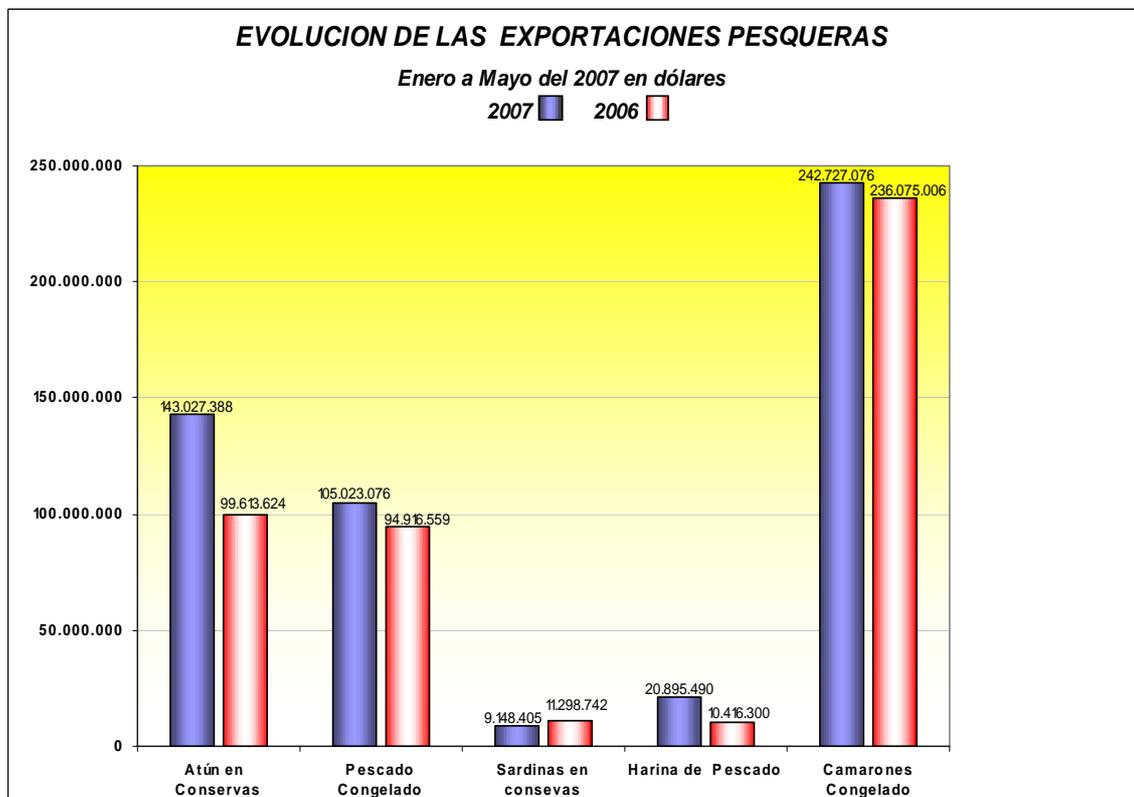
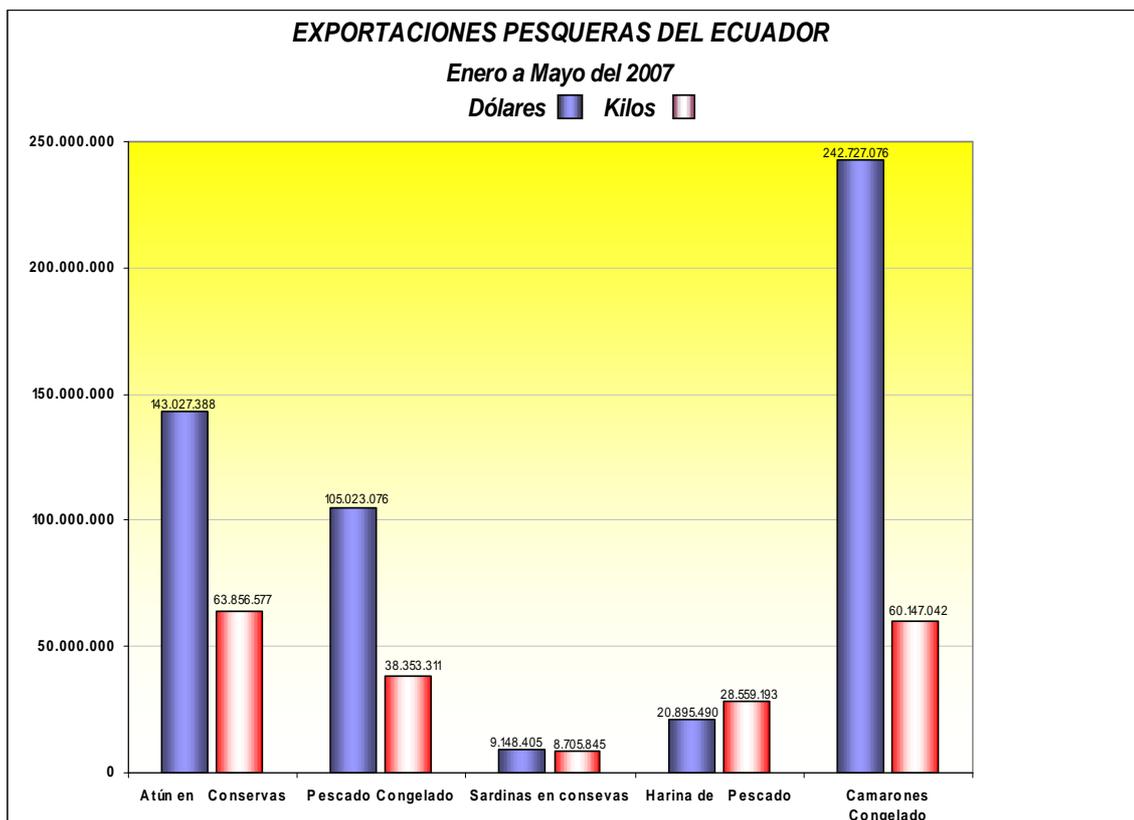


Gráfico # 2.2



3.4.- DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE EXPORTACIONES DE PESCADO Y ATÚN DEL ECUADOR (Referencia Revista Ecuador Pesquero Mayo- Jun-2007).

Gráfico # 2.3

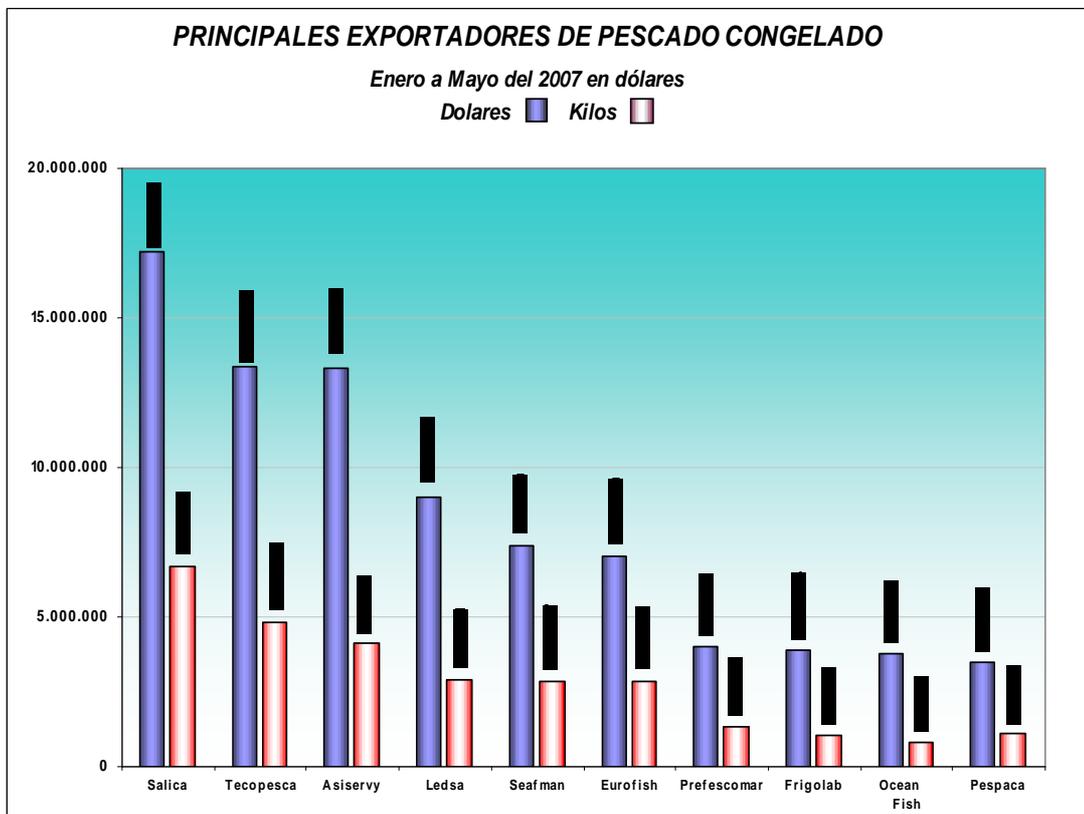
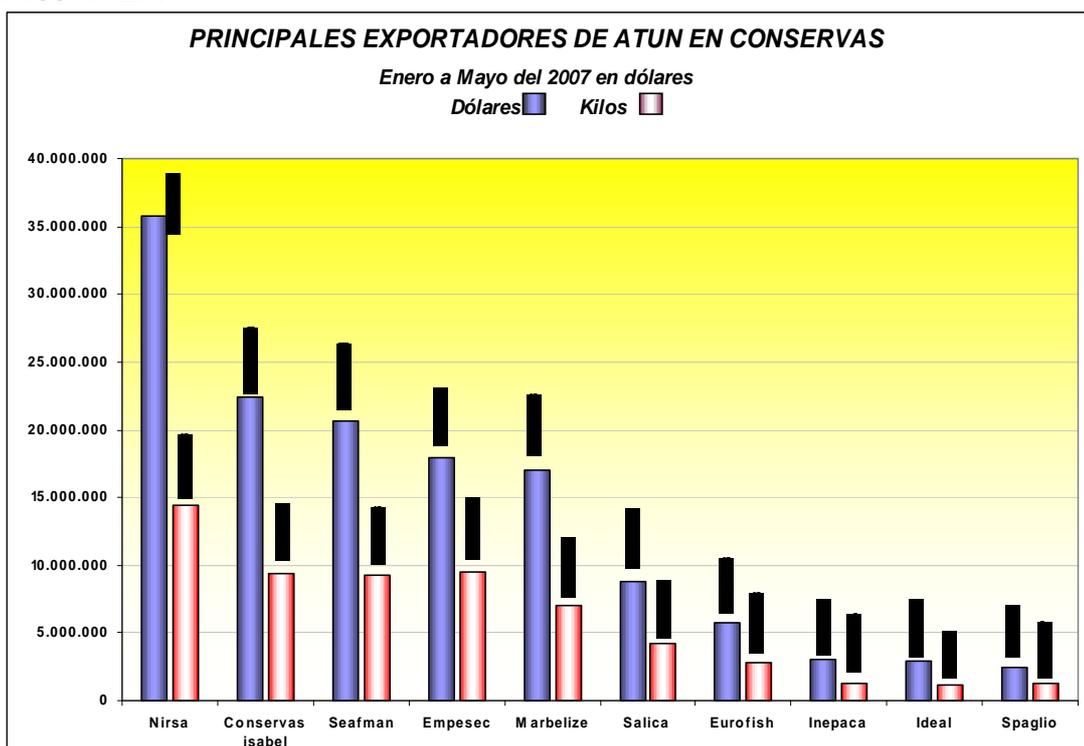


Gráfico # 2.4



CAPÍTULO # 4

4.- CONGELAMIENTO.

4.1.- ANTECEDENTES.

Han transcurrido más de 130 años desde que el australiano James Harrinson diseño y construyó el primer equipo de refrigeración efectivo y la primera planta productora de hielo del mundo.

Más de 100 años atrás los embarques regulares de Australia a Inglaterra comenzaron con el transporte de carne de vacuno congelada que pronto fue seguido por la operación de las primeras bodegas refrigeradas mecánicamente para manzanas y peras.

Desde entonces, las más modernas plantas de refrigeración existentes han cambiado muy poco en su diseño básico, por lo que de acuerdo a esta consideración.

Su descripción se restringirá a las funciones mecánicas y nomenclatura del equipo.

4.2.- INSTALACIONES, EQUIPOS Y SU FUNCIONAMIENTO

Una planta de refrigeración, consta de tres componentes básicos:

- Un compresor en el que el gas refrigerado, ya sea amoníaco o más frecuentemente una mezcla de hidrocarburos halogenados, es comprimido y calentado inevitablemente.
- El condensador, enfriado por aire o por agua, en que el gas comprimido y caliente es enfriado, condensado y convertido en líquido.
- Los serpentines de evaporación en donde el líquido se evapora y de ese modo absorbe el calor del medio que lo rodea.

Normalmente se necesitan ventiladores para hacer circular el aire sobre los serpentines y a través de las estibas de productos en la bodega.

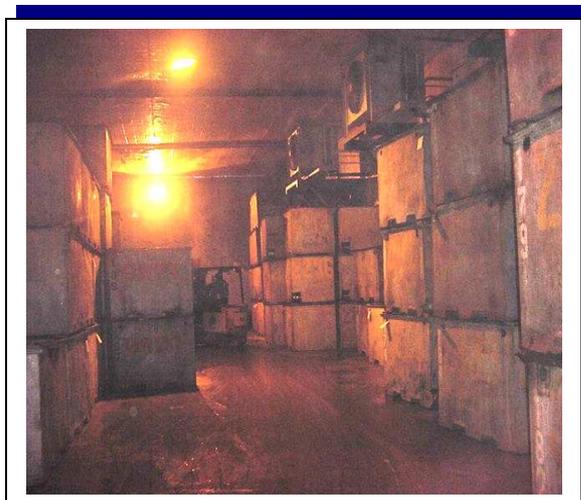


Fig. 4.37.- Cámara interna

El compresor y el condensador siempre están fuera de la bodega, generalmente montados uno detrás de otro.

La conexión entre las tres unidades se completa con cañerías de cobre.

Para aumentar la eficiencia del evaporador se le colocan aletas metálicas para mejorar sus propiedades de intercambio de calor y el aire es forzado a pasar por medio de un ventilador eléctrico.

Diagrama de un sistema de refrigeración de amoníaco con inundación

- 1.-Unidad compresora.
- 2.-Condensador de agua.
- 3.-Colector de líquido (con tubo nivel transparente).
- 4.-Válvula solenoide, que actúa en conjunto con el compresor.
- 5.-Válvula de expansión (válvula de flotador de baja presión).
- 6.-Colector de baja presión.
- 7.-Nivel.

- 8.-Bomba de circulación de líquido.
- 9.-Evaporador, alimentado por la bomba.
- 10.-Evaporador tipo espina de pescado (para enfriar una salmuera).
- 11.-Purga de aceite (sólo en caso de máquina de amoniaco).
- 12.-Estanque de salmuera.
- 13.-Circuito de la salmuera (con bomba).
- 14.-Circuito de agua.



Fig. 4.38a.: Sistema de Refrigeración: Compresor



Fig. 4.38b.: Sistema de Refrigeración: Tubería

4.3.- CONSIDERACIONES GENERALES.

Aunque la tecnología del diseño y la infraestructura de la instalación de la refrigeración estén bien establecidas, es una triste realidad que muchas bodegas en los países en desarrollo funcionan sin ganancias a causa de numerosos problemas comunes.

Los más notables de estos problemas son:

- Supervisión sin entrenamiento o sin motivación.
- Deterioro de la calidad del producto durante el almacenamiento.

4.3.1.- Subutilización del espacio refrigerado.

Todos estos problemas pueden atribuirse directamente a una planificación y administración inadecuadas.

La operación exitosa de las instalaciones de almacenamiento con frío depende de algunos conocimientos sobre costos, requerimientos específicos del producto, tecnología de refrigeración y mercadeo de los productos.

Los costos de construcción y operación de las bodegas refrigeradas son altos y por lo tanto la inversión no debe decidirse hasta que se haya realizado un estudio completo de factibilidad.

La operación de la bodega está limitada por las mismas consideraciones de costo que las bodegas ventiladas, excepto que los costos en este caso serán mucho más altos.

Demasiado frecuentemente, las bodegas se mantienen en operación con un costo muy alto, cuando están casi vacías o cuando no se espera un incremento en el precio de venta del producto.

Debe efectuarse una clara estimación de los productos que se proyecta almacenar, de cuáles son compatibles en la bodega en función de temperaturas y humedades específicas y cuáles no lo son, de la vida de almacenamiento que se espera de los diversos productos y de la aplicabilidad a la situación que se espera del mercado.

Los administradores deben tener la confianza y autoridad para cerrar las bodegas, aunque ello signifique almacenar algunos productos a la temperatura ambiente, antes que incurrir en operaciones que producen pérdidas.

4.4.- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE BODEGAS

REFRIGERADAS.

Las bodegas refrigeradas son parte importante del proceso de mercadeo. Demandan cuidadosa planificación en su diseño, construcción, administración y operación diaria, si se desea proteger el cuantioso capital invertido en ellas y si han de cumplir su función dentro de la infraestructura de mercadeo.

4.4.1.- DISEÑO Y CONSTRUCCION.

Antes de construir una bodega refrigerada es importante determinar sus requerimientos y las condiciones ambientales del lugar.

En su diseño debe tomarse en consideración los productos que van a ser almacenados, sus tipos, cantidades, períodos de producción y las condiciones de almacenamiento exigidas por el producto y por el mercado.

Factores inherentes tales como medio ambiente local, la disponibilidad de mano de obra y sus habilidades y experiencias deben también ser consideradas. El tamaño de la bodega se determinará de acuerdo a factores económicos y técnicos.

Las bodegas pequeñas son más caras que las grandes por unidad de volumen en cuanto a construcción y operación, pero el control de existencias y el manejo en las bodegas refrigeradas de grandes dimensiones es más complejo y difícil. El volumen de la bodega refrigerada dependerá del tipo de estiba necesario para la buena circulación del aire y la disipación del calor; la altura dependerá de los métodos de manejo y la forma en que se vaya a construir la

estiba, 2.5 a 3 metros para la manipulación manual y 6 y aún 9 metros si se usa el manejo mecanizado con pallets.

Una vez que todos estos factores han sido considerados, puede hacerse el cálculo de las necesidades de refrigeración y con ello, la capacidad requerida y el aislamiento de la bodega.

Estos cálculos se basan en la evaluación de:

- a.- Ganancia / pérdida de calor a través de las paredes;
- b.- Ganancia / pérdida de calor por eliminación y reemplazo del aire.
- c.- Calor de respiración de los productos;
- d.- Velocidad de refrigeración/eliminación del calor que trae el producto del campo.
- e.- Ganancia de calor proveniente de los ventiladores eléctricos, luces, mano de obra, etc.

Con respecto a la construcción se pueden usar diversos tipos de edificación para bodegas refrigeradas.

En aquellas en que el producto va a ser manejado en forma manual, la altura de la construcción puede permitir el uso de materiales locales baratos, incluyendo arcilla con grava que es un material aislante relativamente bueno y que sirve con doble propósito.

Para bodegas grandes sin embargo, deben diseñarse sistemas específicos con estructuras metálicas capaces de soportar el sistema de aislamiento, o las murallas y cielos prefabricados.

Las limitaciones son principalmente económicas. Las propiedades del aislante deben ser suficientes para evitar la filtración excesiva del calor y la transmisión de humedad a través de las paredes y el techo y además debe constituir una barrera efectiva para el vapor de agua

Los elementos de la capacidad de refrigeración y aislamiento de la bodega pueden tener considerable influencia en sus costos de construcción y operación.

4.5.- CONDICIONES HIGIÉNICAS DE LAS OPERACIONES

Los requisitos de higiene durante las operaciones de congelación de pescado habrán de ser análogos a los recomendados para los establecimientos de elaboración de pescado fresco.

El pescado y todas las superficies, equipo y recipientes que entren en contacto con el pescado deben tratarse de acuerdo con las normas sanitarias e higiénicas recomendadas en el "Código Internacional Recomendado de Prácticas para el Pescado Fresco (CAC / RCP 9-1976).

El pescado, dado su carácter altamente perecedero, exige que se respeten estrictamente determinados requisitos higiénicos, que deben pasar a formar parte de la rutina operativa diaria del establecimiento.

Todas las actividades deben realizarse en condiciones adecuadas para la manipulación de alimentos destinados al consumo humano.

Los edificios, el equipo, los utensilios y demás instalaciones del establecimiento deben estar limpios y en buen estado y mantenerse en orden y en buenas condiciones higiénicas.

4.6.- MANEJO Y MANTENCION DE LA BODEGA REFRIGERADA.

Para el buen manejo de las bodegas refrigeradas se necesitan conocimientos y experiencia en:

- 1.-Condiciones de almacenamiento de los productos.
- 2.-Indicaciones para cargar las bodegas y mantener la limpieza e higiene.
- 3.-Manejo, control y mantenimiento del equipo de refrigeración.
- 4.-Entrenamiento del personal en la operación de la bodega.

La carga de la bodega debe ser tan rápida como sea posible si no hay un proceso de pro-enfriamiento, vigilando cuidadosamente de no sobrecargar la planta de refrigeración, ya que de otro modo, tomará mucho más tiempo el enfriamiento del producto, lo que reduce su vida de almacenamiento.

El estibamiento debe permitir la rápida salida de algunos productos, especialmente en el almacenamiento de productos mixtos y al mismo tiempo no debe impedir la circulación del aire.

La apertura de las puertas es un importante punto para la filtración del calor y debe ser controlado por medio de una administración disciplinada.



Fig.4.39: Puertas de Ingreso Cámara



Fig.4.40: Ingreso de Baldes a Cámara

Si las puertas necesitan permanecer abiertas durante períodos largos, la entrada debe proveerse de una cortina de tiras de plástico anchas y transparentes para evitar la excesiva filtración de calor.

Las bodegas necesitan desinfectarse regularmente para evitar la contaminación y deterioro del producto sano y esto debe ser supervisado adecuadamente.

Cuando la bodega está llena, debe controlarse diariamente la temperatura y se debe examinar regularmente el termostato para asegurarse que no ha sido manejado en forma indebida. En las bodegas comerciales refrigeradas, de grandes dimensiones, deben usarse termómetros registradores.

La humedad relativa de la bodega también debe ser vigilada regularmente para evitar una pérdida indebida del agua del producto. Los serpentines de evaporación deben ser examinados diariamente por la formación de hielo y deshelarse cuando sea necesario.

La mantención y reparación del equipo de refrigeración debe ser hecho por técnicos especializados y bien entrenados.

Uno de los aspectos más importantes de la administración de una bodega es la mantención cuidadosa y exacta de los registros.

Los registros del tipo y volumen de producto, temperatura y humedad diarias, pérdidas de productos durante el almacenamiento, cuándo fueron observadas por primera vez y corregidas, todos son documentos históricos esenciales que ayudan a la administración global de la bodega y la verificación contable de los costos de operación y ganancias; además, frecuentemente son los primeros indicadores de fallas y dificultades.

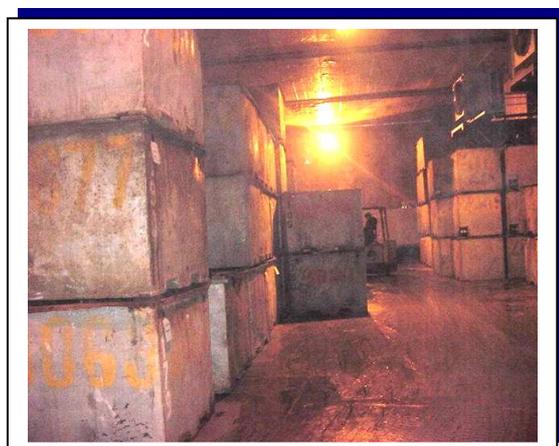


Fig. 4.41: Distribución dentro de Cámara

4.7.- MANIPULACIÓN DEL PESCADO ANTES DE LA CONGELACIÓN.

El proceso natural de rigor mortis puede repercutir negativamente en la calidad de los productos congelados obtenidos a partir de algunas especies de peces, como el bacalao, si no se observan ciertas precauciones al manipular el pescado antes de la congelación.

Si el pescado se enfría a unos 0 ° C (32 ° F) poco después de la captura, se conserva refrigerado y no sufre malos tratos, el efecto del rigor mortis en el producto acabado congelado no será demasiado grave.

A temperaturas más elevadas, el proceso de rigidez es mucho más intenso y puede repercutir gravemente en la calidad.

A medida que el rigor mortis se va apoderando del pescado, el cuerpo se pone rígido y la carne adquiere una consistencia elástica. Si el rigor mortis es intenso, se producen cambios en la carne que harán que sea mucho más correosa después de la congelación y resuma excesiva humedad al descongelarla.

El tiempo que el pescado permanece en estado de rigor mortis depende de diversos factores y puede variar de algunas horas a varios días.

En general, sin embargo, cuanto más baja es la temperatura a la que se conserva el pescado tanto más lento es el inicio del rigor mortis y tanto mayor su duración, pero, al mismo tiempo, tanto menor es su intensidad y, por tanto, también sus efectos en la calidad del producto acabado.

La congelación mitiga los efectos físicos del proceso de rigidez, pero dichos efectos pueden hacerse sentir en forma de rigor de descongelación si el producto se almacena congelado por breve tiempo y se procede a su descongelación con demasiada rapidez.

A medida que el rigor mortis desaparece, la tensión de los tejidos musculares se relaja, el cuerpo adquiere flexibilidad y la carne se ablanda.

Cuando el rigor mortis se apodera de pescado entero o eviscerado, el esqueleto y los tejidos conectivos resisten las contracciones de los tejidos musculares.

A temperaturas próximas a 0 ° C (32 ° F) la tensión de contracción es de ordinario pequeña y la carne permanece en su sitio sin sufrir daños. Pero a temperaturas más elevadas, el rigor mortis es más intenso y las fuertes contracciones musculares pueden causar desgarraduras y rupturas (vacíos) en la carne. Los filetes cortados de pescado en este estado aparecerán desgarrados y rotos.

Es también evidente que si el pescado sufre malos tratos mientras está en esta rigidez, los tejidos conectivos se ven sometidos a nuevas tensiones, que pueden dar lugar a desgarraduras de la carne.

Es casi seguro que todo intento de enderezar un pescado en el que se haya manifestado el rigor mortis en posición arqueada o que se haya deformado por falta de uniformidad en la aparición del rigor, producirá daños en la carne.

Los filetes cortados de un pez en estado de pre-rigor pasarán por el proceso de rigor, pero como los tejidos ya no están sostenidos por el esqueleto, se contraerán y puede suceder que los filetes resulten deformados.

El grado de contracción dependerá en buena parte, de la temperatura a que se conserven los filetes. La congelación inmediata es la única manera segura de evitar la contracción pero si se hace necesario retrasar la congelación, es preciso conservar los filetes a temperatura baja.

Los efectos del rigor mortis en los filetes congelados, por lo que se refiere a la correosidad y pérdida de humedad por exudación, son los mismos que en el pescado congelado entero o eviscerado. Cuanto más elevada es la temperatura del pescado en el momento de manifestarse el rigor mortis mayor es la pérdida por exudación y más correoso resulta el producto final.

Si para cortar los filetes se espera a que el pescado entre en rigor mortis a temperatura refrigerada, se evitan la mayoría de los problemas de contracción.

Pero este sistema presenta algunas desventajas. Con frecuencia resulta difícil cortar filetes por medios mecánicos cuando el pez está en rigor, e incluso el corte de filetes a mano puede dar rendimientos ligeramente inferiores respecto a los que se obtienen con el pescado blando y flexible.

Los filetes congelados cortados de pescado eviscerado en estado de post-rigor son de ordinario de calidad buena y uniforme, a condición de que el pescado eviscerado haya sido tratado con cuidado y conservado en frío.

En la actualidad, el mejor método para evitar los efectos desfavorables del rigor es conservar el pescado o los filetes bien refrigerados durante todas las fases que preceden a la congelación. Si el pescado atraviesa el período de rigor mortis mientras está refrigerado, los efectos del rigor en la calidad no serán graves.

El tiempo que se tarda en congelar el pescado, reduciendo su temperatura a la del almacén frigorífico, puede tener importantes repercusiones en la calidad

del producto congelado. Se ha observado que si el pescado se congela muy lentamente, los cristales de hielo que se forman en la carne son relativamente grandes.

Cuando se descongela el pescado así congelado, se produce una gran pérdida por exudación y el pescado puede presentar un aspecto, una contextura y un sabor poco agradables.

Si, en cambio, se toma pescado de buena calidad y bien manipulado y se congela rápidamente, los cristales de hielo serán pequeños y, si no se almacena demasiado tiempo, el producto será casi imposible de distinguir del pescado fresco.

“Antaño se creía que la formación de grandes cristales de hielo era la causa principal de la pérdida de calidad que se producía en la congelación lenta, pero últimamente se ha descubierto que los factores que intervienen son mucho más complejos”.

4.8.- CONGELACIÓN DEL PESCADO

Es difícil dar una norma específica sobre la rapidez con que es preciso congelar el pescado para evitar este efecto de la congelación lenta.

En algunos casos, tiempos de congelación que oscilan entre varias horas y un día no resultan tener efectos significativos. De hecho, puede suceder que, por favorables que sean las circunstancias, no sea posible congelar algunos peces de gran tamaño en menos de 24 horas.

Sin embargo, se sabe también que, en algunos casos, tiempos de congelación de más de dos horas repercuten negativamente en el aspecto del producto y hacen que sea menos adecuado para la preparación de filetes o para ahumarlo.

Algunos estudios indican que cuando la congelación se hace sin retraso y con rapidez y la temperatura a que se enfría y se conserva el producto es suficientemente baja, mejora la calidad del producto final.

Por estas razones y para evitar que se acumule pescado sin congelar, la congelación debe hacerse lo más rápidamente posible. Como en un producto congelado rápidamente hay un gradiente notable de temperatura, resultará de ordinario que, si la temperatura de la parte más caliente (de ordinario cerca del centro del pescado o del bloque de pescado) se reduce a -21°C (-5°F) en el congelador, la temperatura media del producto al retirarlo del congelador se acercará a la temperatura recomendada de almacenamiento de -29°C (-20°F).

Son muchos los factores que influyen en la velocidad de congelación. Como el gradiente de temperatura, la conductividad de calor del producto y otros parámetros se modifican a medida que avanza la congelación, también la velocidad de congelación cambiará. Por tanto, las especificaciones que definen los tiempos de congelación en centímetros de espesor por hora pueden ser inexactas y muy engañosas.

En los barcos congeladores que utilizan cámaras de congelación de placas verticales se utilizan de ordinario tiempos de congelación de 3 a 4 horas para bloques de pescado de 100 mm (4 pulgadas), mientras algunos congeladores

de placas horizontales permiten congelar envases de filetes de 22 mm de espesor (7/8 pulgadas) en cerca de una hora o envases de 34 (1 3/8 pulgadas) en el mismo tiempo aproximadamente.

Son varias las formas en que puede empeorar la calidad del pescado congelado que no ha sido protegido y almacenado adecuadamente.

Si el almacén frigorífico no está bien construido o manipulado se producirá una deshidratación del producto durante el almacenamiento debido a evaporación de la humedad.

Esta pérdida de humedad hace que la superficie del producto se seque y pierda frescura y, a veces, cambie de color. Como el agua evaporada termina por condensarse y congelarse en las superficies de enfriamiento del almacén frigorífico, la transmisión de humedad del producto será continua, a menos que se tomen las debidas precauciones.

La evaporación puede reducirse notablemente, e incluso impedirse, glaseando adecuadamente el producto o envasándolo con un material que impida el paso del vapor de agua. Además, la velocidad de transmisión de la humedad a las superficies de enfriamiento puede reducirse notablemente impidiendo en la medida de lo posible las fluctuaciones de temperatura entre el producto y las superficies de enfriamiento del almacén.

En los peces grasos mal congelados o almacenados pueden producirse olores y sabores a rancio, debidos a la combinación del oxígeno del aire con la grasa del pescado.

A veces el olor del pescado rancio es semejante al de la pintura para óleo. La ranciedad debida a oxidación por el oxígeno del aire puede reducirse notablemente glaseando bien el producto, colocándolo en envases impermeables al oxígeno o almacenándolo a baja temperatura.

La temperatura a que se almacena el pescado congelado repercute notablemente en la calidad del producto. En algunas zonas la temperatura recomendada es de -23°C (-10°F), mientras en otras es de -26°C (-15°F) y en una pesquería concreta la temperatura usual es de -29°C (-20°F), especialmente si se trata de almacenar el producto por mucho tiempo. Incluso a esta última temperatura se producen lentamente alteraciones en la carne, debidas a desnaturalización proteica, y con temperaturas de almacenamiento más elevadas dichas alteraciones se producen con mayor rapidez.

En algunos casos, los productos congelados pueden descongelarse parcialmente durante el transporte o el trasbordo (Descargas). Si se considera que los productos son aún aceptables para el consumo humano deben congelarse de nuevo rápidamente en una instalación adecuada de congelación. El atún, por ejemplo, puede mostrar señales de descongelación superficial una vez descargado del barco pesquero, pero puede congelarse de nuevo y conservarse en tierra sin que se modifique en forma importante su aptitud para la preparación de conservas.

Los productos deben colocarse en el almacén frigorífico de manera que se deje espacio para la circulación de aire frío a lo largo de las paredes y del suelo.

Aunque a veces se considera suficiente una distancia de 5 a 10, cm (2-4 pulgadas) de las paredes y del suelo, en algunos casos puede ser necesario dejar más espacio.

Siempre que sea posible deben colocarse los productos sobre tarimas, para que el aire pueda circular por debajo y alrededor de los productos almacenados. De esa forma, el calor, que eventualmente penetre en la cámara podrá ser absorbido y transportado por el aire frío en circulación, en lugar de ser absorbido por el producto.

Siempre que sea posible, los productos que más tiempo lleven en almacén deben ser los primeros en distribuirse.

Es preciso identificar claramente los productos almacenados y llevar un buen registro, para impedir que las existencias más antiguas pierdan calidad debido a un almacenamiento demasiado prolongado mientras las existencias más recientes pasan a los canales de distribución.

Los productos primeros en entrar deben ser los primeros en salir.

Todos los vehículos utilizados para el transporte de pescado congelado deben poder mantener la temperatura necesaria para conservar la calidad del producto.



Fig.4.42a: Identificación de Baldes utilizados para el Congelamiento



Fig.4.42b: Identificación de Baldes utilizados para el Congelamiento

Lo ideal sería que la temperatura del pescado congelado durante el transporte fuera la misma que la del almacén frigorífico.

Se recomienda que los vehículos que transporten pescado congelado sean capaces de mantener una temperatura de -18°C ó 0°F , o menor mediante sistemas de refrigeración mecánica o empleo de hielo seco o gases licuados.



Fig.4.43: Contenedor con pescado congelado crudo

La temperatura de almacenamiento es el factor que más influye en la calidad del producto.

Las temperaturas bajas retrasan la pérdida de calidad; en otras palabras, el índice de pérdida de calidad está en función de la temperatura y del tiempo de almacenamiento. Las fluctuaciones de temperatura durante el almacenamiento deben reducirse al mínimo.

Otro factor que influye en la elección de la temperatura de almacenamiento es la capacidad de absorción de humedad del aire. Cuanto mayor es la temperatura más humedad puede contener el aire sin llegar a la saturación.

Con temperaturas más altas, por tanto, se produce una transferencia más rápida de vapor de agua del producto a las superficies de enfriamiento y, en consecuencia, una mayor deshidratación del producto.

4.9.- PROGRAMA DE INSPECCIÓN SANITARIA

Es conveniente que cada establecimiento de elaboración y congelación de pescado, por su propio interés, designe a una persona cuyas obligaciones sean preferentemente ajenas a la producción que se encargue de la limpieza del establecimiento.

Esa persona, o las que estén a sus órdenes, serán miembros permanentes de la plantilla de la organización o empleados de la misma y habrán de conocer perfectamente el empleo de los utensilios especiales de limpieza, como desmontar las máquinas para limpiarlas, la importancia de la contaminación y los peligros que entraña.

Será preciso preparar un programa permanente de limpieza y desinfección para que todas las partes del establecimiento se limpien adecuadamente y las zonas, el equipo y material más importantes se limpien y desinfecten todos los días, o con mayor frecuencia si es necesario.

4.10.- CONTROL DE LABORATORIO: ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

Además de los controles del organismo oficial competente, conviene en su propio interés, que todos los establecimientos que elaboran y congelan

pescado tengan la posibilidad de determinar en el laboratorio la calidad higiénica de los productos elaborados.

La amplitud y tipo de tales controles dependerán del producto alimenticio de que se trate y de las necesidades de la gestión. Los controles servirán para rechazar todos los alimentos que no sean aptos para el consumo.

Los procedimientos de análisis aplicados han de ajustarse a métodos uniformes reconocidos para que sea posible interpretar fácilmente los resultados.

4.11.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL PESCADO CONGELADO.

En el "Código Internacional Recomendado de Prácticas para el Pescado Fresco (CAC/RCP 9-1976)" se ha mostrado que es posible retardar el deterioro por un breve período enfriando el pescado a la temperatura de fusión del hielo 0° C (32° F).

El objeto de la congelación es reducir la temperatura del pescado muy por debajo del punto de fusión del hielo y eliminar el deterioro microbiano.

Si la congelación se hace como se debe y el pescado se almacena en un almacén frigorífico adecuado a temperatura constante es posible impedir el deterioro por largos períodos, obteniendo un producto descongelado casi igual al pescado fresco.

Sin embargo, con frecuencia se producen alteraciones desfavorables porque la materia prima no se ha manipulado adecuadamente o se ha congelado con demasiada lentitud, o el producto congelado no se ha protegido como convenía contra la deshidratación, la oxidación y los daños físicos, o se ha almacenado a temperaturas demasiado altas o durante demasiado tiempo.

4.12.- OBSERVACIONES GENERALES SOBRE LOS ALMACENES FRIGORÍFICOS.

La buena construcción e instalación de los almacenes frigoríficos es cuestión de gran importancia, que hace necesarios los servicios de ingenieros bien preparados y con experiencia. Es difícil tratar aquí por extenso de los complejos problemas implicados en esta cuestión, pero sí será conveniente dar algunas directrices generales.

Es importante que el aislamiento se haga con material adecuado, del espesor debido e impermeable a la penetración de vapor de agua por la parte donde la temperatura es mayor.

Un aislamiento inadecuado permitiría entrar demasiado calor en el almacén frigorífico, imponiendo un esfuerzo innecesario al sistema de refrigeración y dando lugar probablemente a grandes fluctuaciones de las temperaturas del almacén en los períodos de máxima afluencia.

Es incluso posible que un almacén frigorífico mal construido no pueda alcanzar nunca la baja temperatura que originalmente se pretendía.



Fig.4.44: Parte externa de la cámara frigorífica

El aislamiento de un almacén frigorífico se deteriora rápidamente si no es impermeable al vapor de agua contenido en el aire exterior. Si la humedad penetra en el aislamiento, se congelará al llegar a la parte más fría, reduciendo así la eficacia aislante y, en último término, causando una disgregación del material.

El tipo y capacidad del equipo de refrigeración que ha de usarse depende de muchos factores, entre ellos, las dimensiones del almacén, la temperatura a que ha de funcionar y el sistema de refrigeración: serpentines, circulación forzada de aire u otro medio.

La decisión sobre el método de refrigeración que ha de usarse es una decisión crítica que ha de tomarse solamente tras un atento examen de muchos factores, tales como el capital, los costos de funcionamiento y el rendimiento. Consultando a un ingeniero competente pueden evitarse graves errores.

El sistema de refrigeración debe estar construido de tal forma que se reduzcan al mínimo las diferencias de temperatura entre diversas partes del almacén sin crear, una baja humedad relativa que sea causa de una rápida deshidratación de los productos almacenados.

Si en el almacén circula una corriente rápida de aire, debe utilizarse algún procedimiento para mantener un grado elevado de humedad. En general, la superficie de enfriamiento debe ser adecuada, la diferencia de temperatura entre la superficie de enfriamiento y el resto del almacén debe ser pequeña y la temperatura de almacenamiento debe ser baja.



Fig.4.45: Parte interna de la cámara frigorífica

4.12.1.- ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN

Durante la congelación, la temperatura del producto debe reducirse hasta tal punto que, una vez logrado el equilibrio térmico, la temperatura del producto sea la del almacén frigorífico o más baja.

Los productos no deben almacenarse en el frigorífico hasta que su temperatura se haya reducido hasta ser igual o inferior a la del almacén frigorífico.

Los almacenes frigoríficos están hechos para contener productos a una temperatura de almacenamiento adecuada y no deben utilizarse ni para congelar pescado ni para reducir la temperatura de un producto congelado al grado de temperatura necesario para el almacenamiento en frigorífico.

Si se reciben productos parcialmente descongelados para almacenarlos en el frigorífico, es preciso congelarlos de nuevo con equipo adecuado de congelación antes de almacenarlos.

Los productos congelados no deben colocarse en contacto directo con el suelo, las paredes o el techo de la caja del vehículo, a menos que sea de pared doble; deben colocarse de manera que el aire frío pueda circular alrededor de la carga y absorber el calor que penetre en el vehículo. Se sugiere una distancia mínima de 5 cm (2 pulgadas) entre el cargamento y el suelo, el techo y las paredes del vehículo.

Durante las operaciones de carga y descarga de los vehículos de transporte se pondrá buen cuidado en no exponer los productos pesqueros congelados a temperaturas elevadas.

La temperatura del pescado congelado aumenta muy rápidamente. Los efectos de las fluctuaciones de temperatura, aunque sean de breve duración, son acumulativos y perjudiciales.

La carga debe colocarse en el almacén frigorífico sobre tarimas, utilizando siempre que sea posible, métodos mecánicos de carga. Es muy importante no dejar los productos en zonas no refrigeradas. Los vehículos deben enfriarse previamente a +10° C (50 ° F) o a una temperatura más baja antes de efectuarse la carga y deben estar provistos de dispositivos para registrar la temperatura durante el transporte.

La carga y descarga en los vehículos y en los almacenes frigoríficos debe hacerse con la mayor rapidez posible y con medios para reducir al mínimo el aumento de la temperatura del producto.

Algunos almacenes frigoríficos de reciente construcción disponen de zonas de carga a baja temperatura con galerías flexibles de carga que pueden engancharse directamente a las puertas de los vehículos de transporte.

El funcionamiento de las unidades refrigeradoras de los vehículos de transporte debe controlarse frecuentemente durante el viaje.

Puede tolerarse un aumento de temperatura del producto durante el transporte de un almacén frigorífico a otro hasta -15° C (5° F) debido a circunstancias imprevistas.

De lo contrario, cualquier aumento en la temperatura del producto superior a -18° C (0° F) deberá llevarse a esta temperatura o menor sin retrasos innecesarios.

Todo vehículo destinado al transporte de productos congelados debe estar dotado de un termómetro bien instalado que permita controlar regularmente la temperatura del interior de la caja sin necesidad de abrir las puertas. Debe llevarse un registro de las temperaturas así tomadas, para referencia en el futuro.

A intervalos regulares debe realizarse una prueba de aislamiento. En algunos países se recomienda realizar dichas pruebas cada dos años.

Si es preciso controlar de vez en cuando las condiciones de los vehículos refrigerados y la atención con que se cargan. Operan y mantienen, midiendo la temperatura del producto al principio y al fin de un viaje.

Estas comprobaciones han de hacerse ocasionalmente midiendo la temperatura del producto en el fondo, en los lados y en la parte superior del cargamento una vez cargado el vehículo y cuando se descarga.

Si se ha producido un calentamiento excesivo, es preciso determinar la causa y eliminarla. Para este fin se utilizan termómetros especiales.

La temperatura del almacén frigorífico debe controlarse cuidadosamente para evitar fluctuaciones. Son indeseables las fluctuaciones excesivas de la temperatura del producto, tanto en intensidad como en frecuencia.

Debe evitarse toda fluctuación de la temperatura del almacén frigorífico de más de 2° C (4° F).

La transmisión de humedad del producto a las superficies de refrigeración se acelera a medida que aumenta la diferencia de temperatura.

Por tanto, las fluctuaciones de la temperatura del almacén frigorífico incrementa la deshidratación de los productos almacenados.

La velocidad del aire en los almacenes frigoríficos debe ser moderada y no mayor de la necesaria para obtener una temperatura suficientemente uniforme dentro del almacén.

Las temperaturas del almacén frigorífico deben controlarse frecuentemente, preferiblemente mediante termógrafos, y registrarse.

El control frecuente de la temperatura del almacén permite intervenir rápidamente para corregir cualquier variación. Cuando se producen variaciones, el equipo de refrigeración debe tener capacidad de reserva suficiente para volver rápidamente a la temperatura necesaria.

Una medición exacta de la temperatura mediante termógrafos indicará rápidamente si se mantienen condiciones adecuadas.

Ha de tenerse cuidado en colocar el órgano detector del termógrafo de manera que la lectura obtenida indique realmente la temperatura del almacén. De ordinario es necesario instalar varios órganos detectores y varios termógrafos para obtener una lectura representativa.



Fig.4.46: Termo registrador de Cámara

4.13.- TIEMPO DE DURACIÓN DEL PESCADO CONGELADO EN ALMACENES FRIGORÍFICOS.

Con frecuencia, el pescado congelado destinado inicialmente a almacenarse por breve tiempo permanece en el almacén frigorífico por periodos mucho más largos y, por tanto, se recomienda insistentemente utilizar una temperatura de almacenamiento del orden de -29°C (-20°F) o inferior.

La desnaturalización proteica, como su nombre lo indica, es una alteración lenta e irreversible de la naturaleza de las proteínas de la carne, que modifica el aspecto, la contextura y el sabor del pescado congelado y aumenta el grado de exudación en el momento de la descongelación.

Sus efectos se notan sobre todo en el pescado blanco poco graso. La carne pierde frescura y adquiere un tono opaco y una vez cocinada presenta una contextura correosa y seca, a veces tiene el olor desagradable característico del pescado mal almacenado y con frecuencia no es adecuada para el ahumado, porque no adquiere el aspecto lustroso deseable en esos productos. Los productos pesqueros congelados deben almacenarse a temperatura adecuada, teniendo en cuenta la especie, el tipo de producto y el tiempo previsto de almacenamiento.



Fig.4.47: Congelación de Pescado

Es inevitable que durante el almacenamiento en frigorífico se produzca cierta deterioración de los productos pesqueros congelados, pero si la temperatura y las demás condiciones son adecuadas, los cambios serán ligeros, incluso tras un tiempo relativamente largo de almacenamiento.

CAPÍTULO # 5

5.- CAMBIOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL PESCADO:

5.1.- BACTERIOLÓGICOS

5.1.1.- 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. La carne y los órganos internos del pescado sano recién capturado son normalmente estériles. El número total de microorganismos varía enormemente, (Liston, 1980) establece como rango normal $10^2 - 10^7$ UFC (unidades formadoras de colonias)/cm² en la superficie de la piel. Las Agallas, 10^3-10^9 UFC/g e intestinos contienen entre 10^3 y 10^9 UFC/g (Shewan, 1962).

Variaciones tan amplias reflejan los efectos de los factores ambientales; así los recuentos más pequeños dentro de estos rangos se encuentran en la piel y agallas del pescado procedente de agua limpias y frías mientras que los más grandes son los del pescado de aguas tropicales o subtropicales y de áreas contaminadas (Shewan, 1977). La carga microbiana intestinal está relacionada directamente con el estado alimenticio, siendo alta en los peces bien alimentados y baja en los que no han ingerido alimentos (Liston, 1956).

Sin duda alguna la temperatura es el factor ambiental que más influencia ejerce en la composición de la microflora del pescado. Las poblaciones bacterianas típicas del pescado y del marisco de aguas templadas son predominantemente psicrotrofas, reflejo de una temperatura del lecho marino de 10 ° C ó inferior, si bien las aguas costeras superficiales pueden alcanzar

estacionalmente temperaturas mucho más altas. Las bacterias del pescado de aguas tropicales son mesófilas. Puesto que la refrigeración es la técnica más corrientemente utilizada en la conservación del pescado, esta diferencia de temperatura afecta mucho a los cambios bacterianos que acaecen durante el almacenamiento del pescado y del marisco.

Se ha señalado con frecuencia que la microflora del pescado y marisco marinos es predominantemente halofílica; en realidad, parece ser que en la mayoría de los casos las bacterias dominantes son eurihalinas (es decir, capaces de crecer en un amplio margen de concentraciones salinas), si bien presentan un mejor crecimiento a concentraciones de sal (como NaCl) de 2-3%.

El empleo corriente de hielo para enfriar el pescado y el marisco, exponen a la población bacteriana, durante su almacenamiento, a unas concentraciones salinas decrecientes, siendo los tipos eurihalinos los que sobreviven y se desarrollan (20,3).

No existen diferencias manifiestas en los recuentos en agar con y sin agua de mar, lo que concuerda con hallazgos anteriores (Bannerjee, 1967). Estos datos indican igualmente las variaciones observadas en el ritmo de desarrollo de la flora alterante de pescado de especies distintas, capturadas a la vez y mantenidas en condiciones idénticas de almacenamiento en hielo.

La mayoría de los investigadores han señalado que las bacterias de la piel y branquias de pescados y mariscos son predominantemente aerobias; ello no

es verdad en todos los casos, porque en condiciones en las que existen vibrios en gran cantidad la población es inevitablemente de naturaleza facultativa (Simidu et al., 1969). La cantidad de anaerobios obligados de las superficies externas generalmente es muy pequeña, pero en el intestino, donde son normales las condiciones anaeróbicas, pueden encontrarse clostridios en cantidad significativa (Matches et al., 1974). No obstante, las pruebas disponibles sugieren que incluso aquí, predominan las bacterias anaerobias facultativas.

La microflora naturalmente presente en peces y crustáceos constituye un problema de salud pública mucho menor, al menos en las especies de altamar, que el de las bacterias de los animales terrestres, ya que los primeros rara vez contienen microorganismos peligrosos para el hombre. Las especies capturadas en aguas costeras, que pueden estar contaminadas por desechos humanos o animales y por contaminantes industriales o agrícolas, son por supuesto un problema diferente, y los moluscos sedentarios constituyen un caso especial que puede suponer un gran peligro.

Existen dos especies bacterianas de gran importancia sanitaria que pueden formar parte de la microflora normal del pescado; se trata de *Clostridium botulinum* del tipo E y de los tipos no proteolíticos B y F y de *Vibrio parahaemolyticus* *.

* Estudios más completos de ésta y otras bacterias patógenas son los de ICMSF (1978) y Chichester y Graham (1973).

La flora bacteriana en pescados recién capturados depende más del medio ambiente de captura, que de la especie (Shewan, 1977). 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/cm², 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 (Morita, 1975). 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 5.3**). 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 microflora.

Shewan (1977) concluyó que las bacterias Gram-positivas *Bacillus* y *Micrococcus* dominaban la microflora 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 (Acuff *et al.*, 1984; Gram *et al.*, 1990; Lima dos Santos 1978; Surendran *et al.*, 1989).

Cuadro 5.3 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>	<i>Coryneformes</i>	
<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

En algunos estudios realizados en la India se ha encontrado una microflora compuesta por *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Moraxella* y *Vibrio* en pescado recién capturado (Surendran *et al.*, 1989). Algunos autores, como Liston (1980), concluyen que la microflora de los peces tropicales a menudo contiene una carga ligeramente mayor de bacterias Gram-positivas y bacterias entéricas, pero por lo demás es similar a la flora de los peces de aguas templadas.

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, a pesar de que *Shewanella putrefaciens* se caracteriza como dependiente de sodio, también pueden aislarse cepas de *S. putrefaciens*, a partir de ambientes de agua dulce (DiChristina y DeLong, 1993; Gram *et al.*; 1990; Spanggaard *et al.*, 1993). 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 (Lima dos Santos, 1978; Gram, 1990).

La taxonomía de *S. putrefaciens* ha sido algo confusa. El organismo fue originalmente asociado con el grupo *Achromobacter*, pero posteriormente colocado en el grupo IV de *Shewan Pseudomonas*. Tomando como base el porcentaje de guanina + citosina (GC%) se le transfirió al género *Alteromonas*, pero sobre la base de la homología del 5SRNA se le clasificó en un nuevo género, *Shewanella* (MacDonnell y Colwell, 1985). Recientemente se ha sugerido que el género *Aeromonas* spp., un miembro de la familia de las

Vibrionáceas, sea transferido a su propia familia, la *Aeromonadáceas* (Colwell *et al.*, 1986).

En peces pelágicos y en algunos sedentarios del fondo marino se han señalado vibrios (Simidu y col., 1969; Sera e Ishida, 1972; Baross y Liston, 1970) y no está claro si pueden sobrevivir en número suficientemente significativo durante las operaciones corrientes de manipulación y procesado. La presencia frecuente de brotes de toxiinfección alimentaría por *Vibrio parahaemolyticus* a consecuencia del consumo de pescado crudo en el Japón, sugiere que sobreviven y que bajo condiciones adecuadas su población aumenta rápidamente y hasta alcanzar un nivel "infectivo".

También se ha comprobado experimentalmente que *V. parahaemolyticus* sobrepasa en crecimiento a la microflora natural de peces y crustáceos cuando las temperaturas son mayores de 20 ° C (Kato, 1965; Liston, 1974).

En aguas contaminadas, puede encontrarse un elevado número de Enterobacteriáceas. En aguas limpias y templadas, estos organismos desaparecen rápidamente, pero se ha demostrado que *Escherichia coli* 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 (Fujioka *et al.*, 1988).

Estudios japoneses, han mostrado la presencia de un número muy elevado de microorganismos en el tracto gastrointestinal del pescado, inclusive superior al de las aguas circundantes; esto indica la presencia de un nicho ecológico

favorable para los microorganismos. Igualmente, (Larsen et al. 1978) reportan hasta 10^7 UFC/g de organismos parecidos al *Vibrio* en el tracto intestinal del bacalao, (Westerdahl et al. 1991) también aislaron un elevado número de microorganismos parecidos al *Vibrio* de los intestinos de lenguados.

Photobacterium phosphoreum puede ser aislado de la superficie externa y también puede ser aislado en un elevado número del tracto intestinal de algunas especies de pescado (Dalgaard, 1993). Por el contrario, algunos autores consideran que la microflora del tracto gastrointestinal es meramente un reflejo del medio ambiente y de la ingesta.

5.1.2.- 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. (Murray y Shewan 1979), encontraron que sólo un número muy limitado de bacterias invade el músculo durante el almacenamiento en hielo. (Ruskol y Bendsen 1992) mostraron mediante exámenes microscópicos que 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/cm². 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.

Dado que sólo un número limitado de microorganismos realmente invaden 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.

El pescado se deteriora a velocidades muy diferentes y se ha propuesto como explicación las diferencias en las propiedades de la superficie del pescado. Las pieles de los peces tienen texturas muy diferentes. Así, el merlán (*Merlangius merlangus*) y el bacalao (*Gadus morhua*) que tienen una cubierta muy frágil se deterioran rápidamente en comparación con algunos peces planos como la solla, que posee una dermis y una epidermis robusta. Además, este último grupo cuenta con una gruesa cubierta de mucus, que contiene algunos compuestos antibacterianos, como anticuerpos, complementos y enzimas bacteriolíticas (Murray y Fletcher, 1976; Hjelmland *et al.*, 1983).

Clostridium botulinum es, por supuesto, un microorganismo esporulado, toxigénico y termorresistente cuya presencia en pequeño número en el pescado fresco es inocua. Resulta peligroso cuando las condiciones de almacenamiento o procesado permiten o incluso favorecen la germinación de sus esporas, su crecimiento y la producción de toxina. Las estirpes del tipo E producen esporas de escasa termorresistencia en comparación con otras

estirpes y son unos mesófilos poco corrientes puesto que pueden crecer y originar toxina a temperaturas tan bajas como los 3 °C (Schmidt, et al., 1961).

Vibrio parahaemolyticus es una bacteria mesófila, gram-negativa, medianamente halófila, que puede causar gastroenteritis con un síndrome característico, que presenta ciertas semejanzas con la salmonelosis (Sakazaki, 1969; Fujino et al., 1974). La enfermedad, que generalmente no es mortal, sólo se presenta cuando se ingieren grandes cantidades (aproximadamente un millón) de microorganismos vivos y por lo tanto normalmente es consecuencia de la ingestión de pescados o mariscos mantenidos previamente en condiciones que permitan la multiplicación de las bacterias, puesto que el nivel normal a que aparece esta bacteria ($< 10^3/g$) es menor que el de la concentración de la dosis infectiva. En Japón y en otras zonas de Asia del sudeste, el consumo de pescado crudo es la causa corriente de la enfermedad (Okabe, 1974).

En E.E.U.U. y en Europa la enfermedad ha sido producida por la ingestión de crustáceos precocinados que se recontaminaron después del tratamiento culinario con *V. parahaemolyticus* (Barker et al., 1974). Este microorganismo es muy termo y criolábil (Liston, 1976).

Otras bacterias potencialmente patógenas asociadas al pescado y al marisco son *Clostridium perfringens*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Edwardsiella tarda*, *Salmonella spp.*, *Shigella spp.* y *Vibrio cholerae*.

Estos microorganismos son contaminantes extraños que no deben considerarse como miembros de las poblaciones bacterianas normales del pescado y del marisco. *Clostridium perfringens* ha sido señalado en Turquía (Burow, 1974), en EE.UU. (Matches et al., 1974), en Corea (Sohn et al., 1973) y en Japón (Taniguti, 1971). Estudios japoneses señalaron una incidencia de 0 a 83 % en la superficie de los peces y de 0 a 15 % en el intestino. Las investigaciones de EE.UU. sugieren una relación entre contaminación con aguas residuales (con tratamiento primario) e incidencia de *C. perfringens*; el microorganismo no ha podido aislarse del pescado de alta mar.

Erysipelothrix llega a bordo con las cajas y otras superficies de madera infectadas pasando al pescado por contacto. Puede originar la infección de heridas de los manipuladores del pescado. Del mismo modo *Edwardsiella* es un contaminante de origen terrestre. *Salmonella*, *Shigella* y el agente del cólera llegan al pescado cuando éste y especialmente el marisco, se mantiene en aguas contaminadas. Los moluscos, debido a que concentran las bacterias del agua que los rodea, constituyen el mayor peligro, especialmente por la frecuencia con que se consumen crudos.

Debe citarse el peligro potencial de los virus, en especial de los excretados con las heces humanas. El marisco, en especial almejas y ostras procedentes de aguas contaminadas, ha constituido la fuente de varios brotes de hepatitis infecciosa en los últimos años (Bryan, 1973) y puede servir de vehículo de otros virus en especial enterovirus (ICMSF, 1978; Cliver, 1971).

Como se ha señalado más atrás *Clostridium botulinum*, en especial el tipo E, se presenta en número pequeño en el intestino y a veces en la piel del pescado procedente de las regiones templadas del Norte.

Las esporas de esta bacteria persisten durante la manipulación normal del pescado y pueden germinar y desarrollarse si disponen de condiciones apropiadas; no obstante, y puesto que tales condiciones incluyen la eliminación de bacterias competidoras, condiciones anaeróbicas y temperaturas mayores de 4 °C, es poco corriente el encontrar *C. botulinum* en los productos de la pesca, salvo que se manipulen indebidamente los productos ahumados o enlatados.

Erysipelothrix parece ser que se encuentra en el suelo del puerto y es transportado a los barcos de pesca con el utillaje de madera, desde donde se transfiere al pescado. En ocasiones estas bacterias se desarrolla en la profundidad de las heridas punzantes originadas por las espinas del pescado, dando lugar en los manipuladores de este alimento, al doloroso "dedo de pescado". No hay pruebas de que este microorganismo cree problemas salvo en estos primeros estadios de manipulación.

En el pescado y en los correspondientes filetes después del procesado primario se encuentran con frecuencia estafilococos, pero no existen pruebas de que se multipliquen a no ser que no se controle debidamente la temperatura. El pescado es un producto tan fácilmente alterable que su almacenamiento durante unas horas a temperaturas que permitan el crecimiento de *Staphylococcus* dará lugar a un producto alterado y repugnante.

Es claro que en la mayoría de los casos los estafilococos proceden de los operarios que manipulan el pescado por lo que las prácticas corrientes de higiene reducirán mucho el nivel de contaminación; esto es especialmente importante cuando el pescado se transforma en un producto preparado.

Salmonella y *Shigella* son muy raras en los productos pesqueros frescos. Las temperaturas a las que generalmente se mantiene el pescado son demasiado bajas para permitir el crecimiento de estos patógenos entéricos que de hecho mueren con el transcurso del tiempo; de otra parte no son fuentes corrientes de contaminación de las plantas elaboradoras del pescado puesto que el pescado corrientemente no lleva estos microorganismos.

Desde el punto de vista de la salud pública es de extraordinaria importancia la contaminación del pescado con bacterias potencialmente patógenas procedentes del hombre o de los animales de sangre caliente. Esta contaminación es la causa más corriente del decomiso de los productos marinos por los servicios de inspección sanitaria. Los microorganismos contaminantes más corrientes son coliformes y *Escherichia coli*, enterococos y estafilococos y prácticamente en todos los casos la causa de la contaminación es su manipulación por el hombre.

Todavía es corriente en algunas partes del mundo el empleo del agua del puerto para lavar el hielo del pescado, o para que actúe como medio de arrastre en las bombas de tipo sifón. Ello representa obviamente una situación peligrosa, puesto que los puertos se encuentran corrientemente contaminados con material fecal y pueden contribuir a la incorporación al pescado de bacterias importantes para la salud pública.

5.1.3.- 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 $10 - 10^8$ 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 (Gram, 1990; Gram **et al.**, 1990).

Si el pescado en hielo es almacenado en condiciones de anaerobiosis o en una atmósfera de CO_2 , el número normal de las bacterias psicrotrófas, 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 (Dalgaard *et al.*, 1993).

La composición de la microflora 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 *Pseudomonas spp.* y *S. putrefaciens*. Esto, se cree, es debido a su relativo corto tiempo de generación a temperaturas de enfriamiento (Morita, 1975; Devaraju y Setty, 1985), 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 (**Figura 5.48**).

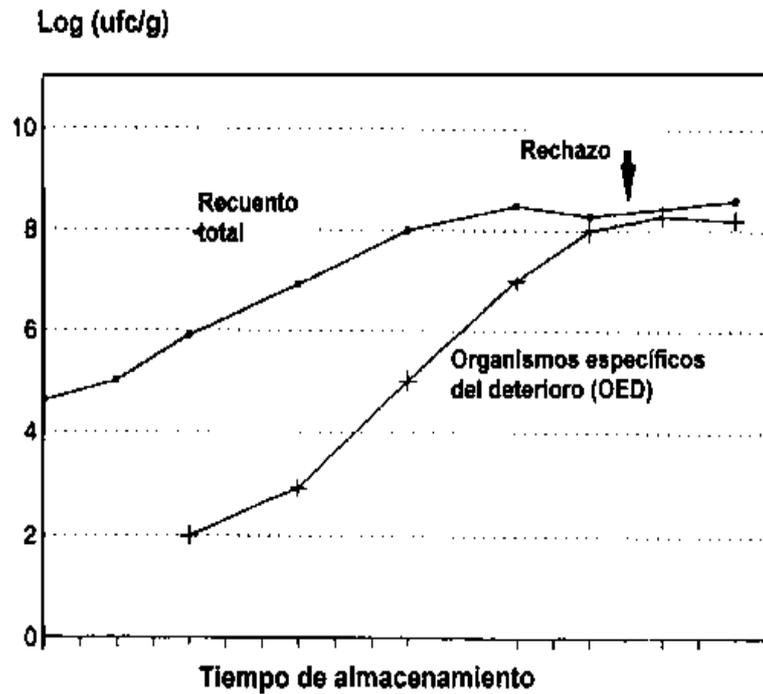


Fig. 5.48 Cambios en el recuento total y en las bacterias específicas del deterioro durante el almacenamiento (modificado según Dalgaard (1993)).

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. En la **Fig. 5.49**, se muestra que el tiempo de vida útil remanente del bacalao en hielo puede ser pronosticado mediante el tiempo de detección conductométrico (en caldo de OTMA), el cual se correlaciona inversamente con el número de puentes de hidrógeno de sulfuro producidos por la acción bacteriana.

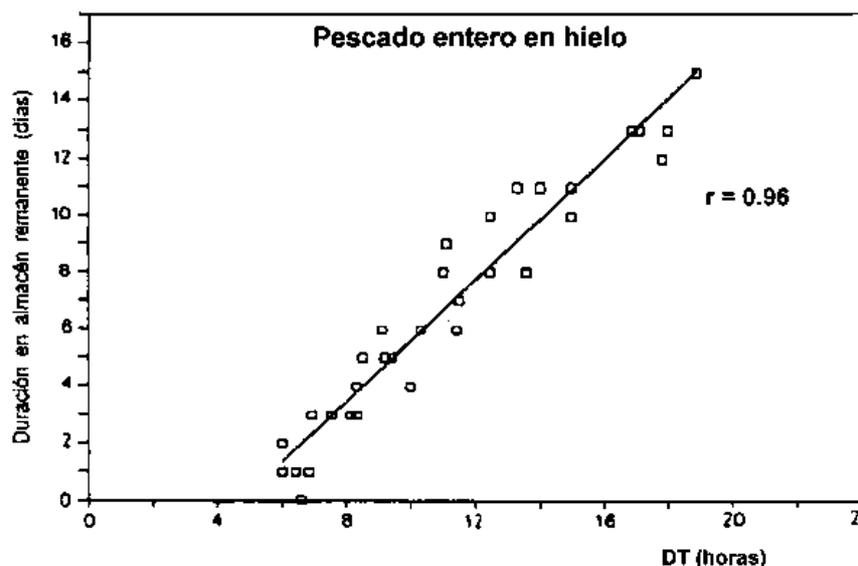


Fig. 5.49 Comparación del tiempo de vida remanente y el tiempo de detección en caldo de OTMA (Jorgensen et.al., 1988)

No es una tarea fácil determinar, entre las bacterias aisladas del pescado deteriorado, las verdaderas responsables del deterioro, pues se requieren extensos estudios sensoriales, microbiológicos y químicos. En primer lugar deben ser estudiados y cuantificados los cambios sensoriales, microbiológicos y químicos que ocurren durante el almacenamiento, incluyendo la determinación del nivel de un determinado componente químico que se correlacione con deterioro (indicador químico de deterioro).

En segundo lugar, se aíslan las bacterias presentes al momento del rechazo sensorial. Poblaciones de bacterias puras y mezcladas se inoculan en sustratos estériles de pescado a fin de evaluar su **potencial de deterioro**, es decir, su habilidad para producir cambios sensoriales (olores desagradables) y químicos típicos del producto deteriorado. Finalmente, las cepas seleccionadas son examinadas para evaluar su **actividad de deterioro**, es decir, si su tasa de

crecimiento y su producción cualitativa y cuantitativa de olores desagradables son similares a las mediciones en el producto deteriorado (Dalgaard, 1993).

El último paso es particularmente importante, debido a que algunas bacterias pueden producir los compuestos químicos asociados con el deterioro pero son incapaces de hacerlo en cantidades significativas y, por lo tanto, no constituyen bacterias específicas del deterioro. Durante el almacenamiento aeróbico se requieren niveles de $10^8 - 10^9$ UFC/g de bacterias específicas del deterioro para ocasionar el deterioro. El deterioro del pescado empacado se observa a niveles muy por debajo de 10^7 UFC de *P. phosphoreum* por gramo. Este nivel relativamente bajo es debido probablemente al gran tamaño ($5 \mu\text{m}$) de la bacteria, lo cual origina un mayor rendimiento de por ejemplo la TMA por célula (Dalgaard, 1993).

El potencial y la actividad de deterioro pueden ser medidos en algunos sustratos estériles de pescado como: extracto crudo de pescado (Lerke *et al.*, 1963), extracto de pescado esterilizado por calor (Castell y Greenough, 1957; Gram *et al.*, 1987; Dalgaard, 1993) o en bloques de músculo de pescado estériles (Herbert *et al.*, 1971). Este último es el más complicado pero también es el que proporciona resultados comparables al producto. Si se escoge cualquiera de los extractos del pescado, es importante que la tasa de crecimiento de la bacteria del deterioro en el sistema modelo sea igual a la tasa de crecimiento en el producto.

También puede emplearse una prueba cualitativa para medir la habilidad de la bacteria en producir H_2S o reducir OTMA, cuando la flora del deterioro es tamizada en la búsqueda de las bacterias potenciales del deterioro. Un medio

donde la reducción del OTMA a TMA puede observarse como el cambio de color de un indicador redox, y la formación de H₂S es evidente debido al precipitado negro de FeS desarrollado para este propósito (Gram et al., 1987).

Shewanella putrefaciens ha sido identificada como la bacteria específica del deterioro del pescado de aguas templadas almacenado aeróbicamente en hielo. Si este producto se empaca al vacío, *P. phosphoreum* participa en el deterioro y pasa a ser la bacteria específica del deterioro del pescado empacado en presencia de CO₂. La flora del deterioro, del pescado tropical de mar almacenado en hielo, está compuesta casi exclusivamente de *Pseudomonas spp.* y *S. putrefaciens*. Algunas *Pseudomonas spp.* son específicas del deterioro del pescado tropical de agua dulce almacenado en hielo (Lima dos Santos, 1978; Gram et al., 1990) y conjuntamente con *S. putrefaciens*, son también las causantes del deterioro del pescado marino tropical almacenado en hielo (Gillespie y MacRae, 1975; Gram, 1990).

A temperatura ambiente, las aeromonas móviles son específicas del deterioro del pescado de agua dulce, almacenado aeróbicamente (Gorzyka y Pek Poh Len, 1985; Gram et al., 1990). Barile et al. (1985), demostraron que una gran proporción de la flora en caballa almacenada a temperatura ambiente, estaba constituida por *S. putrefaciens*, indicando que esta bacteria quizá participa también en el deterioro.

El **Cuadro 5.4** proporciona un panorama de las bacterias del deterioro específicas de los productos pesqueros frescos almacenados en hielo y temperatura ambiente.

Cuadro 5.4 Flora dominante y bacterias específicas del deterioro, durante el deterioro de pescado blanco fresco (bacalao) (Huss, 1994).

Temperatura de almacenamiento	Atmósfera de envasado	Microflora dominante	Organismos específicos del deterioro (OED)	Referencias
0°C	Aeróbica	Bacilos Gram negativos psicotróficos, no fermentativos (<i>Pseudomonas</i> spp., <i>S. putrefaciens</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Acinetobacter</i>)	<i>S. putrefaciens</i> <i>Pseudomonas</i> ³	2, 3, 4, 9
	Vacío	Bacilos Gram negativos, psicotróficos o con carácter psicrófilo (<i>S. putrefaciens</i> , <i>Photobacterium</i>)	<i>S. putrefaciens</i> <i>P. phosphoreum</i>	1,9
	EAM ¹	Bacilos Gram negativos fermentativos con carácter psicrófilo (<i>Photobacterium</i>) Bacilos Gram negativos no fermentativos psicotróficos (1-10% de la flora: <i>Pseudomonas</i> , <i>S. putrefaciens</i>) Bacilos Gram positivos (BAL ²)	<i>P. phosphoreum</i>	1,7
5°C	Aeróbica	Bacilos Gram negativos psicotróficos (Vibrionáceas, <i>S. putrefaciens</i>)	<i>Aeromonas</i> spp. <i>S. putrefaciens</i>	10
	Vacío	Bacilos Gram negativos psicotróficos (Vibrionáceas, <i>S. putrefaciens</i>)	<i>Aeromonas</i> spp. <i>S. putrefaciens</i>	10
	EAM	Bacilos Gram negativos psicotróficos (Vibrionáceas)	<i>Aeromonas</i> spp.	6
20 - 30 °C	Aeróbica	Bacilos Gram negativos mesófilos fermentativos (Vibrionáceas, Enterobacteriáceas)	<i>Aeromonas</i> spp. móvil (<i>A. Hydrophila</i>)	2, 4, 5, 8

Envasado en atmósfera modificada (que contiene CO₂)

2) BAL = Bacterias acidolácticas

3) En el pescado capturado en aguas tropicales o en agua dulce suele predominar el deterioro causado por *Pseudomonas* spp.

Referencias: 1) Barile *et al.* (1985); 2) Dalgaard *et al.* (1993); 3) Donald y Gibson (1992); 4) Gorczyca y Pek Poh Len (1985); 5) Gram *et al.*, (1987); 6) Gram *et al.*, (1990); 7) Gram y Dalgaard (comunicación personal); 8) Jorgensen y Huss (1989); 9) Lima dos Santos (1978); 10) van Spreekens (1977)

5.1.4 Interrelaciones.

Los microorganismos que alteran el pescado crudo (psicrotrofos) generalmente crecen bien desde aproximadamente los 0 a los 30 ° C; los mesófilos, en los que se incluye la mayoría de los patógenos, se desarrollan entre los 5 y los 40 ° C.

Por lo tanto, los productos pesqueros refrigerados a temperaturas por debajo de los 5 ° C generalmente no permiten el crecimiento de agentes patógenos. De otra parte, en el rango de temperaturas en el que ambos grupos crecen bien (5 a 30 ° C), los psicrotrofos tienen un periodo de latencia menor (una más rápida iniciación del crecimiento) y por lo tanto alteran el pescado antes de que los patógenos alcancen niveles peligrosos (Revisión de Elliott y Michener, 1965; Michener y Elliott, 1964).

Hay algunas excepciones a estas reglas: *Clostridium botulinum* de los tipos E y F crece a 3,3 ° C; *Salmonella* se desarrolla competitivamente en el pescado mantenido a temperaturas de 8 ° C ó mayores (Matches y Liston, 1968a). *Vibrio parahaemolyticus* también puede crecer en el pescado crudo (Katoh, 1965). Los estafilococos son competidores muy pobres.

5.1.5 Control.

Para mantener los microorganismos a niveles convenientemente bajos en el pescado crudo, quienes lo manipulan observarán unas buenas condiciones sanitarias en los barcos y en las factorías del puerto, mantendrán el producto a temperaturas constantemente bajas (< 3 ° C) y lo tratarán rápidamente.

Además el pescado (salvo el "cebado") debe mantenerse con su aspecto normal cuanto sea posible antes de filetearlo y no debe ser dañado por ganchos u horquillas. Los orificios practicados por estos instrumentos introducen bacterias en el tejido limpio y comestible.

5.2.- BIOQUÍMICOS.

5.2.1.- 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 (Shewan, 1962) según se observa en la **Figura 5.50**. 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 amoniaco.

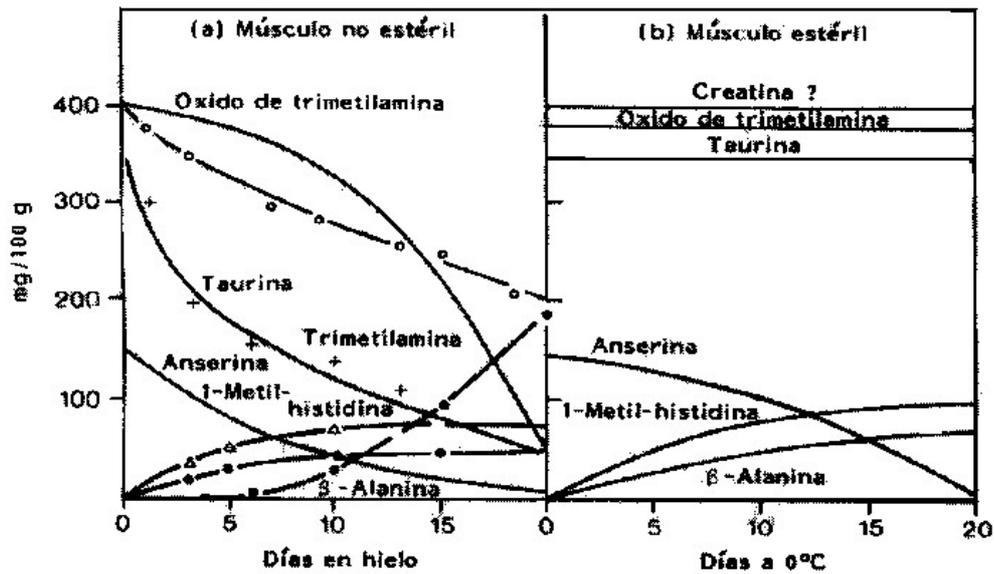


Fig. 5.50 Cambios en los compuestos extractables que contienen nitrógeno en (a) el deterioro y (b) la autólisis de músculo de bacalao (Shewan,1962)

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 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 CO_2 y H_2O .

- Reducción del Oxido 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 (Dalgaard *et al.*, 1993).

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* (Sakaguchi *et al.*, 1980) y *Proteus spp.* (Stenberg *et al.*, 1982) como también en la bacteria no fermentativa *S. putrefaciens* (Easter *et al.*, 1983; Ringo *et al.*, 1984).

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. Ringo *et al.* (1984) proponen que durante la respiración anaeróbica *S. putrefaciens* también utiliza todo el ciclo de Krebs (Figura 5.51),

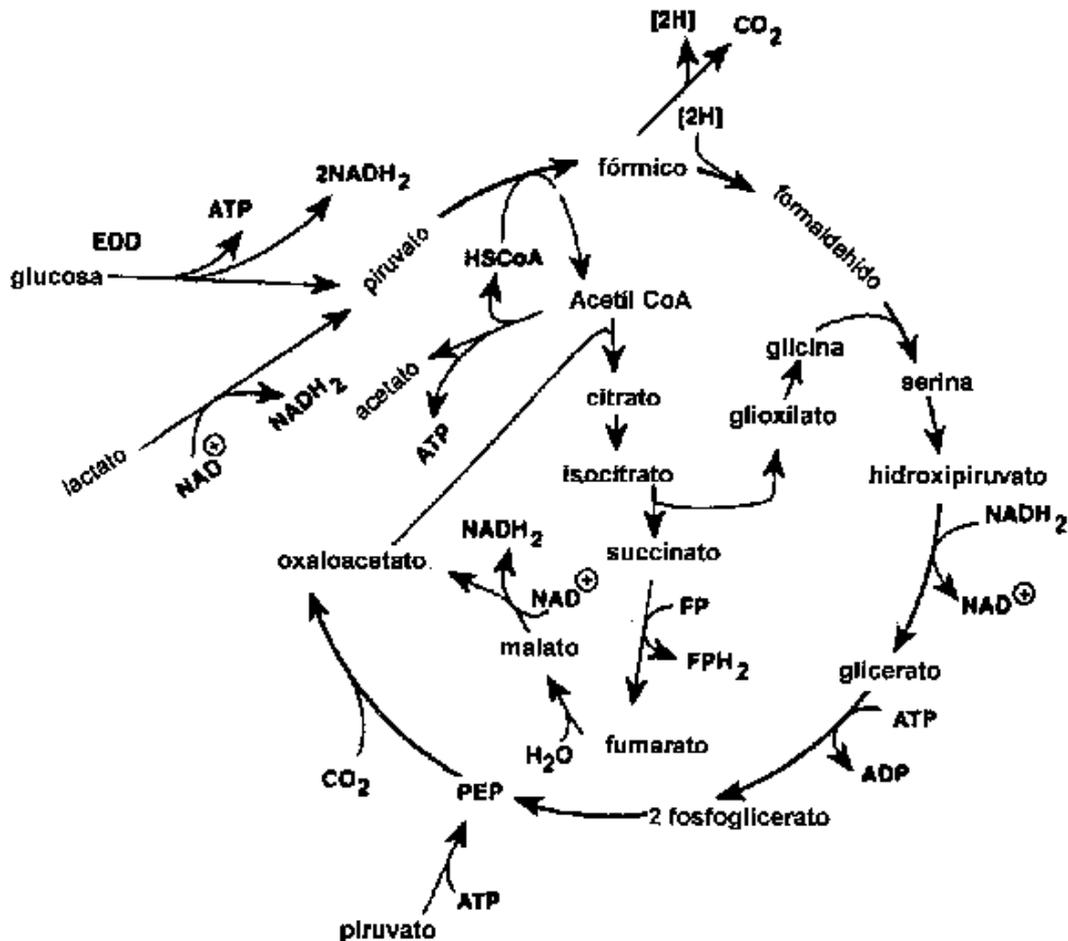


Fig. 5.52 Ruta del carbono durante la anaerobiosis propuesta para *S. putrefaciens* (Scott y Neelson, 1994).

Por el contrario, los azúcares y el lactato son los principales sustratos generadores de electrones cuando el OTMA es reducido por *Proteus spp.* La reducción está acompañada por la producción de acetato como producto principal (Kjosbakken y Larsen, 1974).

El OTMA es un compuesto típico de los peces marinos y recientemente ha sido reportado que también algunos peces de agua dulce contienen altas cantidades de OTMA (Anthoni *et al.*, 1990). Sin embargo, la TMA no es necesariamente un compuesto característico durante el deterioro de este tipo

de pescado porque el deterioro es debido a *Pseudomonas spp.* (Gram *et al.*, 1990).

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.

Tanto (Jorgensen *et al.* 1988) como (Dalgaard 1993) demostraron una correlación linear entre el contenido de TMA e hipoxantina durante el almacenamiento en hielo de bacalao empacado (**Figura 5.53**).

Algunas de las bacterias del deterioro producen hipoxantina a partir de inosina o inosina monofosfato, incluyendo *Pseudomonas spp.* (Surette *et al.*, 1988), *S. putrefaciens* (van Spreekens, 1977; Jorgensen y Huss, 1989; Gram, 1989) y *P. phosphoreum* (van Spreekens, 1977).

En el bacalao y en otros gádidos, hasta que ocurre el deterioro, la TMA constituye la mayor parte de las denominadas bases volátiles totales; BVT (también conocidas como nitrógeno volátil total, NVT). Sin embargo, 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_3 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.

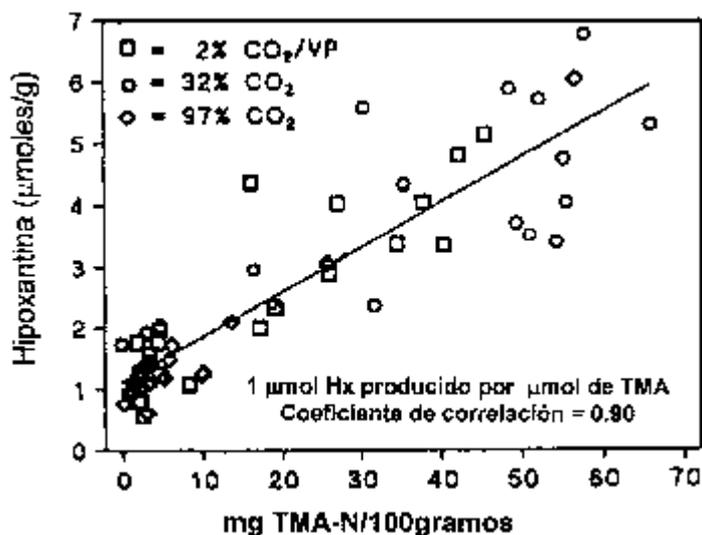


Fig. 5.53 Relación entre el contenido de TMA e Hx durante el almacenamiento de bacalao empacado en hielo (Dalgaard et al., 1993)

Los compuestos sulfurados volátiles son componentes típicos del pescado deteriorado y la mayoría de las bacterias identificadas como bacterias específicas del deterioro producen uno o algunos sulfuros volátiles. *S. putrefaciens* y algunas *Vibrionaceae* producen H₂S a partir del aminoácido sulfurado 1-cisteína (Stenstroem y Molin, 1990; Gram et al., 1987).

Por el contrario, ni *Pseudomonas* o *P. phosphoreum* producen cantidades significativas de H₂S. De esta forma el sulfuro de hidrógeno, compuesto típico del deterioro del bacalao almacenado aeróbicamente en hielo, no se produce durante el deterioro del pescado empacado en CO₂ (Dalgaard et al., 1993).

El metilmercaptano (CH_3SH) y el dimetilsulfuro ($(\text{CH}_3)_2\text{S}$) son formados a partir del otro aminoácido sulfurado, la metionina. La taurina, que también contiene sulfuro, se presenta como aminoácido libre en muy altas concentraciones en el músculo del pescado.

Este aminoácido desaparece del músculo del pescado durante el almacenamiento (**Figura 5.51**), pero debido más al goteo que al ataque bacteriano (Herbert y Shewan, 1975). En la **Figura 5.54** se muestra la formación de compuestos en el bacalao deteriorado naturalmente, comparado con el músculo estéril.

Los compuestos sulfurados volátiles tienen un olor muy desagradable y pueden ser detectados hasta en niveles de partes por billón (ppb), incluso estas mínimas cantidades tienen un efecto considerable en la calidad.

Ringo *et al.* (1984) han demostrado que la cisteína es utilizada como sustrato en el ciclo de Krebs cuando los electrones son transferidos al OTMA, de este modo la formación de H_2S y TMA son hasta cierto punto reacciones vinculadas (**Figura 5.51**).

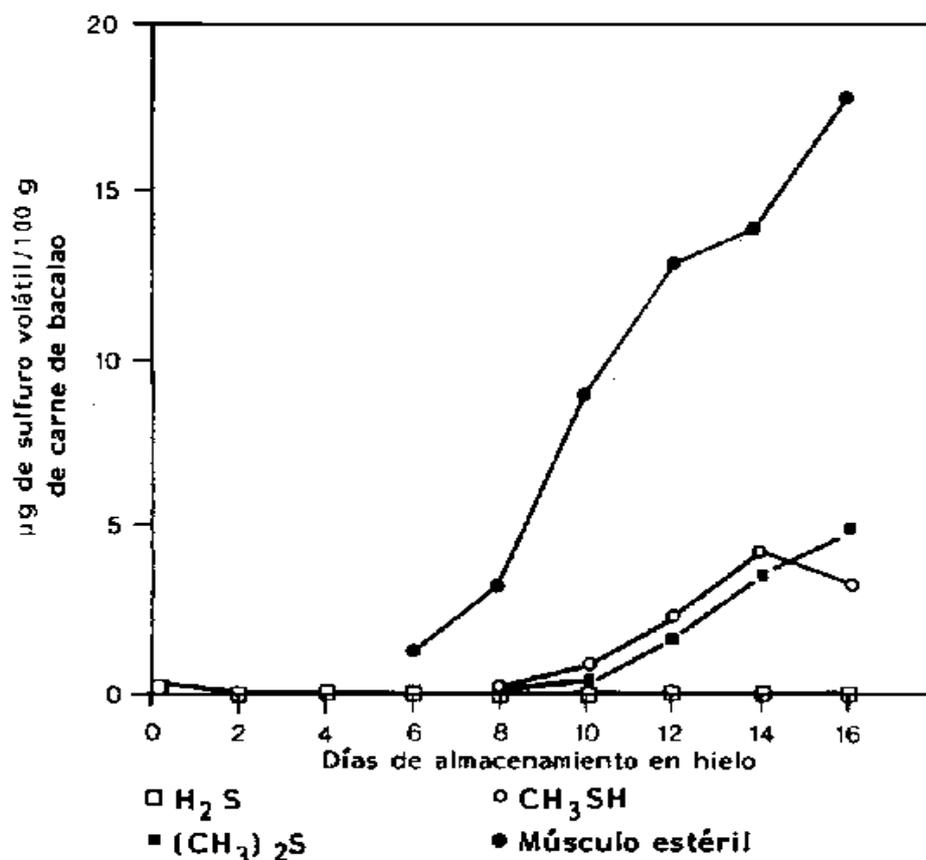


Fig. 5.54 Producción de H₂S, CH₃SH y (CH₃)₂S, en filetes de bacalao deteriorados naturalmente y en bloques de músculo estéril (Herbert y Shewan, 1976)

Contrario al deterioro en hielo por *S. putrefaciens* y al deterioro a temperatura ambiente por *Vibrionaceae* dominados por la producción de H₂S y TMA, el deterioro causado por *Pseudomonas* spp, está caracterizado por la ausencia de estos compuestos (Gram *et al.*, 1989, Gram *et al.*, 1990).

El deterioro del pescado almacenado en hielo por *Pseudomonas* genera olores y sabores desagradables arrutados, a podrido y a sulfuro. Las *Pseudomonas* spp., producen un número de compuestos volátiles, como aldehídos, cetonas, ésteres y sulfuros (Edwards *et al.*, 1987; Miller *et al.*, 1973^a, 1973^b). Sin embargo, se desconoce el compuesto específico responsable de los típicos

olores desagradables (**Cuadro 5.5**). Los olores afrutados desagradables producidos por *Pseudomonas fragi* se originan a partir de los monoaminoácidos y los aminoácidos monocarboxílicos.

Cuadro 5.5 Compuestos típicos del deterioro, producidos durante el deterioro del pescado fresco almacenado aeróbicamente, o empacado en hielo o a temperatura ambiente.

Organismo específico del deterioro	Compuesto típico del deterioro
<i>Shewanella putrefaciens</i>	TMA, H ₂ S, CH ₃ SH, (CH ₃) ₂ S y Hx
<i>Photobacterium phosphoreum</i>	TMA, Hx
<i>Pseudomonas spp.</i>	Cetonas, aldehídos, ésteres, sulfuros no-H ₂ S
<i>Vibrionaceae</i>	TMA, H ₂ S
<i>Anaeróbicos deteriorativos</i>	NH ₃ , ácidos: acético, butírico y propiónico

Según se mencionó anteriormente, el nivel de las BVT continúa incrementando incluso después que la TMA ha alcanzado su máximo. Lo anterior es debido a la proteólisis que se inicia cuando algunos de los aminoácidos libres han sido utilizados. Lerke *et al.* (1967) separaron extracto de pescado en fracciones proteicas y no proteicas, e inocularon bacterias del deterioro en cada fracción y en el extracto total.

La fracción no proteica del extracto de pescado se deterioró como todo el extracto, mientras que en la fracción proteica del extracto sólo se detectaron leves olores desagradables. Aunque, algunos autores han empleado el número de bacterias proteolíticas como un indicador del deterioro, se debe concluir que el volumen de la fracción proteica es de menor importancia en el deterioro del pescado fresco.

Algunos de los compuestos típicos formados por las bacterias durante el deterioro del pescado se muestran en el **Cuadro 5.6**, conjuntamente con los sustratos empleados para su formación.

Cuadro 5.6.- 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 ₂ S
metionina	CH ₃ SH, (CH ₃) ₂ S
carbohidratos y lactato	acetato, CO ₂ , H ₂ O
inosina, IMP	hipoxantina
aminoácidos (glicina, serina, leucina)	ésteres, cetonas, aldehídos
aminoácidos, urea	NH ₃

La formación de TMA está acompañada por la formación de amoníaco durante el almacenamiento anóxico del arenque y la caballa (Haaland y Njaa, 1988).

El almacenamiento anaeróbico prolongado del pescado ocasiona una vigorosa producción de NH₃, 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 NH₃ son anaerobios obligados pertenecientes a la familia *Bacteroidaceae* género *Fusobacterium* (Kjosbakken y Larsen, 1974; Storroe et al., 1975, 1977). 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.

5.3. BIOLÓGICOS

5.3.1 Envenenamiento por escómbridos.

El envenenamiento por escómbridos se debe al consumo de atún (fresco, congelado o enlatado) que contiene dosis altas de histamina (Kimata, 1961). Sus síntomas son vómitos, diarrea y reacciones alérgicas (incluidos inflamación en torno a ojos y boca, hormigueo y picor); los antihistamínicos sirven para curar los síntomas.

La concentración normal de histamina en el atún fresco es menor de 20 mg/100 g de tejido muscular; el pescado implicado en la intoxicación por escómbridos generalmente presenta concentraciones de histamina mayores de 100 mg/100g de carne. En un caso observado en los EE.UU. (U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1975, Departamento de Salud, Educación y Bienestar) el atún incriminado presentó 626 mg de histamina/100 g de carne.

Se admite generalmente que la histamina como tal es la causa de este envenenamiento, pero hay quien cuestiona que ello sea realmente así.

Algunos investigadores japoneses han señalado la presencia de otra amina denominada saurina que creen que en el agente tóxico (Kawabata et al., 1955). Otros han sugerido la producción en la carne del atún de alguna(s) sustancia(s) que inactiva los mecanismos detoxificantes del hombre (ICMSF, 1978).

El atún y otros escómbridos presentan en sus tejidos niveles altos de histamina libre; después de la muerte, si la temperatura de la carne no baja rápidamente, las bacterias pueden desarrollarse y descarboxilar la histidina a histamina.

Este parece ser el mecanismo de producción del tóxico e invariablemente en el atún sacrificado siempre hay cantidades pequeñas de histamina, por ello se propuso como índice del grado de alteración de los escómbridos la estimación de su concentración de histamina (Tomiyasu y Zenitani, 1957).

Como causa probable de las altas concentraciones de histamina encontradas en el atún implicado en la intoxicación por escómbridos se han señalado *Proteus morgani*, *Hafnia alvei* y más recientemente *Klebsiella pneumoniae* (Ferencik, 1970; Omura et al., 1978; Sakabe, 1973; Taylor et al., 1979).

Todas estas bacterias son mesófilas y su crecimiento se inhibe a temperaturas próximas a los 0 ° C; por lo tanto, un enfriamiento rápido constituye una

medida eficaz para prevenir la producción del veneno. Sin embargo, todavía existen ciertas dudas en lo que se refiere al envenenamiento por escómbridos como un todo. Todos los años se capturan y procesan cantidades enormes de túnidos en condiciones que podría esperarse que produjesen en muchos casos pescados tóxicos y, sin embargo, muy pocas personas enferman.

Hay estudios que establecen que algunos peces podrían acumular toxinas marinas provenientes de sus alimentos (plancton, larvas, huevos de peces, etc.) y generar intoxicaciones de manera similar a la escombrotóxina, aunque aún faltan mayores estudios al respecto.

CAPÍTULO # 6

6.- CAMBIOS BIOLÓGICOS

6.1.- AMINAS BIOGÉNICAS .- HISTAMINA

La intoxicación por histamina es una intoxicación química, debida a la ingestión de alimentos que contienen altos niveles de histamina.

Esta intoxicación se produce por la ingesta de alimentos que contienen altos niveles de histamina y probablemente otras aminas, y compuestos vasoactivos. Cualquier alimento que contenga los aminoácidos apropiados y esté expuesto a la contaminación y a temperaturas que permitan el crecimiento de ciertas bacterias, puede producir la enfermedad cuando se ingiera. La causa más común es la falta de refrigeración precoz del pescado. Los principales productos implicados suelen ser los pescados y los quesos, aunque también aparecen en los vinos y en los embutidos. Históricamente se denomina intoxicación por escómbridos debido a la frecuente asociación con peces de la Familia *Scombridae*, entre los que se incluyen el atún y la macarela o caballa.

La intoxicación por histamina es un problema de alcance mundial en los países donde los consumidores ingieren pescado que contiene altos niveles de histamina. Es una enfermedad benigna y se debe a una descomposición bacteriana después de capturado el pez, que produce concentraciones elevadas de histamina (amina biogénica), su período de incubación es muy

corto (de pocos minutos a pocas horas) y la duración de la enfermedad es corta (pocas horas).

Los síntomas más comunes son los cutáneos, como el rubor facial o bucal, urticaria, o edema localizado, pero también puede verse afectado el tracto gastrointestinal (náuseas, vómitos, diarrea), o producirse complicaciones neurológicas (dolor de cabeza, hormigueo, sensación de quemazón en la boca).

La histamina es un compuesto de presencia normal en el organismo, considerado, además, como un potente vasodilatador, liberado en ciertos tejidos, como resultado de una hipersensibilidad alérgica o de una inflamación. También se plantea que es el neurotransmisor responsable de que las personas se mantengan conscientes en el estado de vigilia.

Cuando esta concentración rebasa los 500 ppm aparecen síntomas de intoxicación en personas sensibles, mientras que si la concentración llega a superar 1000 ppm, la intoxicación es prácticamente segura en cualquier consumidor. No obstante, una ingestión alta de histamina no siempre causa la enfermedad, incluso cuando se excede el "nivel de intervención por riesgo" (50 mg / 100 g para el atún).

Se forma a partir de la descarboxilación del aminoácido L-histidina. El nivel de histamina en la sangre normalmente es de 25 a 130 mg/L. Cuando el nivel de histamina circulante es muy alto, se generan desequilibrios que alteran el estado normal de la persona.

La histamina ingerida se detoxifica en el tracto intestinal por al menos 2 enzimas, la diamina oxidasa (DAO) y la histamina N-metil transferasa (HMT).

Este mecanismo de protección puede inhibirse si la ingestión de histamina y/o otras aminas biogénicas es muy alta, o si las enzimas son bloqueadas por otros compuestos, como se muestra en la **Figura 6.55**.

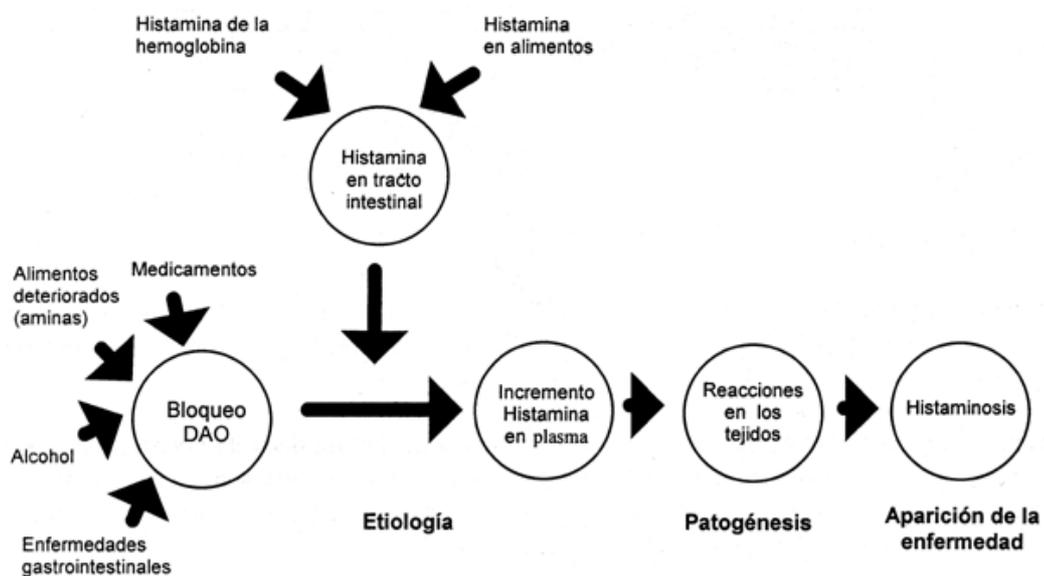


Fig. 6.55. El concepto de la histaminosis inducida por los alimentos (según Sattler y Lorenz 1990).

Entre los posibles potenciadores de la toxicidad están la trimetilamina, el óxido de trimetilamina y otras aminas biogénicas como putrescina, cadaverina, anserina, espermina, espermidina y otros.

Esto está relacionado con la capacidad de estas poliaminas y de la histamina de enlazarse a la mucosa estomacal, es decir, al estar presentes, las aminas y

la histamina, se establece una competencia entre ellas para enlazarse a la mucosa, lo cual se traduce en una menor degradación de la histamina, facilitando su paso hacia el torrente sanguíneo.

Todas las sustancias arriba mencionadas están simultáneamente presentes con la histamina en los alimentos, por lo tanto, la ingestión concomitante es inevitable.

La existencia de inhibidores de la diamino oxidasa y de la histamina N-metil transferasa, enzimas que oxidan a la histamina, incrementan la toxicidad de esta. Como ciertos medicamentos que pueden estar ingiriendo las personas, en este caso se encuentra la isoniacida y los inhibidores de la monoamino-oxidasa (IMAO), los que disminuyen los niveles de la histamina N-metil transferasa (HTM), lo cual contribuye a que la histamina ejerza su acción y sea mayor la posibilidad de desarrollarse la enfermedad.

6.2.- Formación de histamina en el pescado.

La histamina se forma en el pescado post mortem por descarboxilación bacteriana del aminoácido histidina, siendo el resultado de una manipulación y preservación inadecuada del mismo. Generalmente pescados almacenados en lugares con poca higiene y a temperaturas por encima de las de refrigeración, por un tiempo prolongado; y susceptibles a formar grandes cantidades de Histamina, siempre que presenten histidina libre en sus músculos.

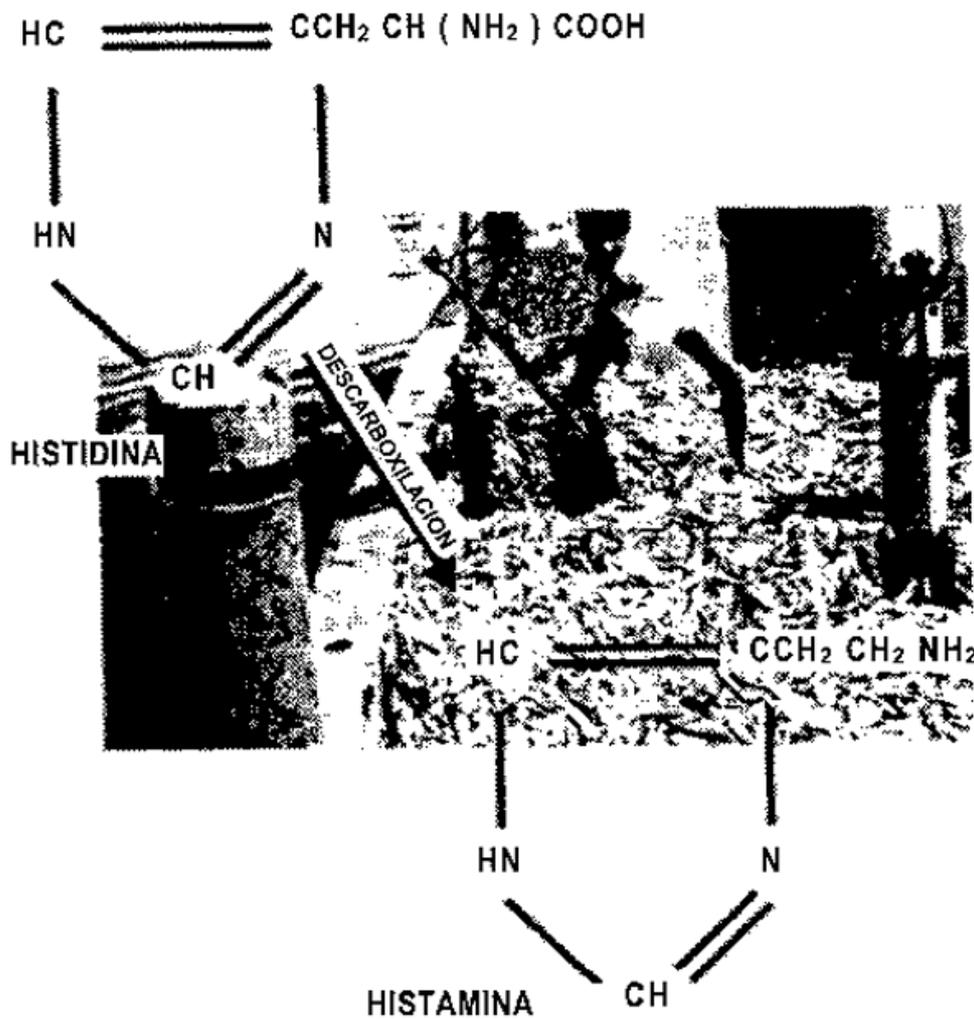


Fig. 6.56.- Estructura química de la histamina (fotografía: Pan y James 1985).

La histamina como otras aminas biogénicas es indicador de la calidad del pescado. La acción proteolítica de las catepsinas causa la degradación de la proteína de pescado a aminoácidos y bajo la acción de descarboxilación bacteriana se forman compuestos aminos no volátiles como histamina, putrescina, tiramina y esparmina. Los aminoácidos importantes iniciadores para la degradación están el ácido glutámico, arginina, lisina, tirosina e histidina.

Hay ocurrencia de formación de histamina aun a temperaturas moderadas entre 4 °C y 10 °C. Sin embargo, su acción es más rápida a temperaturas

mayores a 21 °C. Las bacterias asociadas a la formación de histamina están comúnmente sobre las branquias y en los intestinos del pez vivo sin originar daño, sus mecanismos de defensa no inhiben el crecimiento bacteriano, aumentando el número de bacterias que aprovechan la histidina libre presente en el medio.

Se ha observado también la aparición de histamina en filetes empacados al vacío y almacenados a temperaturas de refrigeración, así como en productos salados almacenados a 5 °C; el principal argumento para esta formación es que, una vez presente la enzima histidina descarboxilasa, ésta puede continuar la producción de histamina en el pescado, aun cuando la bacteria deje de ser activa (muerta o con metabolismo mínimo).

La enzima puede continuar activa a temperaturas de refrigeración y es, probablemente, más activa en estado congelado que dentro de la célula bacteriana misma, mínima acción de proteasas, pudiendo reactivarse muy rápidamente durante la descongelación. Tanto las enzimas como las bacterias pueden ser inactivadas por cocción; pero una vez producida la histamina en el pescado, el riesgo de que se provoque la enfermedad es muy alto, al ser ésta muy resistente al calor, y aunque el pescado se haya cocido, enlatado o sometido a otro tratamiento térmico antes de su consumo, la histamina no se destruye.

Después de la cocción del pescado, la recontaminación con bacterias formadoras de histamina es poco probable, por la menor proporción de ellas en el ambiente, razón por la cual, el desarrollo de histamina es más frecuente

en pescados crudos. Cuando el pescado es congelado por más de 6 meses pueden inactivarse las bacterias formadoras de la enzima.

Para el pescado existe una normativa específica que fija el nivel máximo entre 100 y 200 ppm. Esta concentración puede doblarse en productos de pesca madurados y salados; por ejemplo, las semiconservas de anchoa y productos similares. Este aumento se debe a que el proceso de elaboración en estos alimentos se basa en la acción de microorganismos y enzimas sobre el producto fresco.

Los pescados involucrados son aquellos con un alto contenido de histidina como los pertenecientes a la familia *Scombridae* y otros distintos como los de la familia *Clupeidae* y *Scaridae*. Algunas características generales de estas especies, es que son pescados de agua salada y pescados azules o grasos.

Los *Escombroidea* son pescados grandes, huesudos, e incluyen la albacora o atún, el bonito, la caballa. Otros pescados no escombroides se han relacionado con esta intoxicación como el mahimahi, el pez azul, el sauri japonés, el pez dorado, el marlin, la sardina, el arenque, el pez espada y los boquerones (anchoa) y el skipjack.

Como se muestra en la **Figura 6.56**, la histamina se forma en el pescado *post mortem* por descarboxilación bacteriana del aminoácido histidina. Frecuentemente, los pescados afectados son aquéllos con un alto contenido natural de histidina, como los pertenecientes a la familia *Scombridae*, aunque

también pescados distintos a los escómbridos como los de la familia *Clupeidae* y el mahi-mahi (dorado), pueden provocar la intoxicación por histamina.

La formación de histamina es resultado del manipuleo y una inadecuada preservación del pescado, generalmente pescados almacenados en lugares con poca higiene y a temperaturas por encima de las de refrigeración en tiempos prolongados, susceptibles a formar grandes cantidades, siempre que presenten histidina libre en sus músculos. Hay ocurrencia de formación de histamina aun a temperaturas moderadas entre 4 y 10° C. Sin embargo, su acción es más rápida a temperaturas mayores a 21° C.

Las bacterias asociadas a la formación de histamina están comúnmente sobre las branquias y en los intestinos del pez vivo sin originar daño, sus mecanismos de defensa no inhiben el crecimiento bacteriano, aumentando el número de bacterias que aprovechan la histidina libre presente en el medio.

La enzima puede continuar activa a temperaturas de refrigeración y es probablemente más en estado congelado que dentro de la célula bacteriana misma (mínima acción de proteasas), pudiendo reactivarse muy rápidamente durante el descongelamiento. Tanto las enzimas como las bacterias pueden ser inactivadas por cocción; sin embargo una vez que la histamina ya está formada no es posible eliminarla. La histamina es muy resistente al calor. Después de la cocción del pescado, la recontaminación con bacterias formadoras de histamina es poco probable (por la menor proporción de ellas en el ambiente); por esta razón, el desarrollo de histamina es más frecuente en pescados crudos.

Durante la formación de la histamina, cuando existe la enzima descarboxilasa, ésta puede producir la toxina en el pescado, aún cuando las bacterias estén inactivas. La enzima es más estable que las bacterias en estado congelado y puede ser reactivada con el descongelamiento.

Cuando el pescado es congelado por más de 6 meses puede inactivarse las bacterias formadoras de la enzima. Además, tanto la enzima y la bacteria puede inactivarse por cocimiento. Sin embargo, una vez producido la toxina, no puede ser eliminado por esterilización o congelación.

Las bacterias productoras de histamina son ciertas Enterobacteriaceae (*Proteus* y *Klebsiella*), algunos *Vibrio* sp., unos pocos *Clostridium*, *Lactobacillus* sp. *Salmonella* sp., *Proteus morgani*, *Hafnia alvei* y más recientemente *Klebsiella pneumoniae* (Ferencik, 1970; Omura y col., 1978; Sakabe, 1973; Taylor y col., 1979).

Las productoras más potentes de histamina son *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae* y *Hafnia alvei* (Stratten y Taylor 1991). Las bacterias intestinales más abundantes en el pescado, identificadas como formadoras de histamina son: *Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris* y *Hafnia alvei*. Estas han sido aisladas de pescados implicados en la mayoría de las intoxicaciones. Ciertas bacterias no intestinales del pescado también son capaces de producir histamina en condiciones de anaerobiosis (*Clostridium perfringens*); a temperaturas de refrigeración (psicrófilo *Photobacterium* spp);

y a temperaturas de refrigeración y de salinidad elevada, las psicrófilicas y las halófilicas, el grupo denominado "bacterias grupo N".

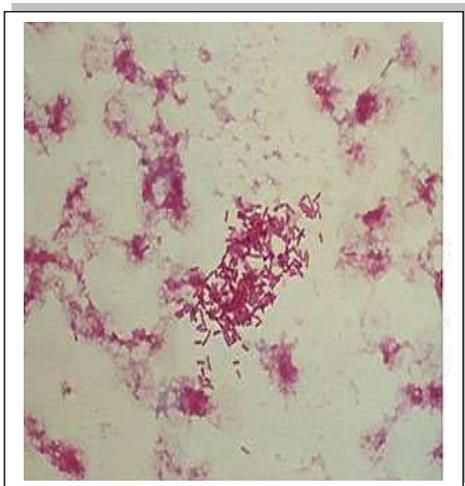


Fig. 6.57a. *Morganella morganii*

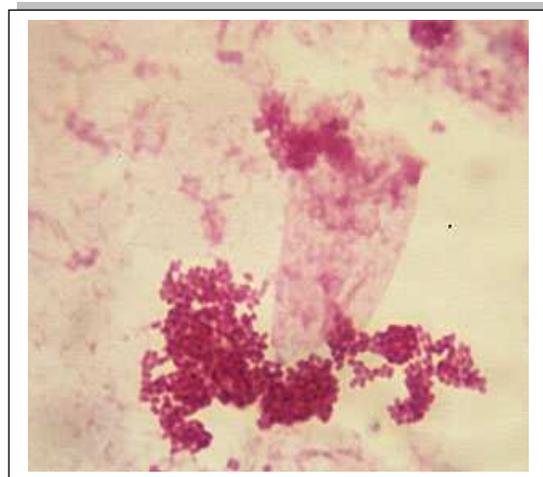


Fig. 6.57b. *Morganella morganii*



Fig. 6.58a. *Klebsiella pneumoniae*

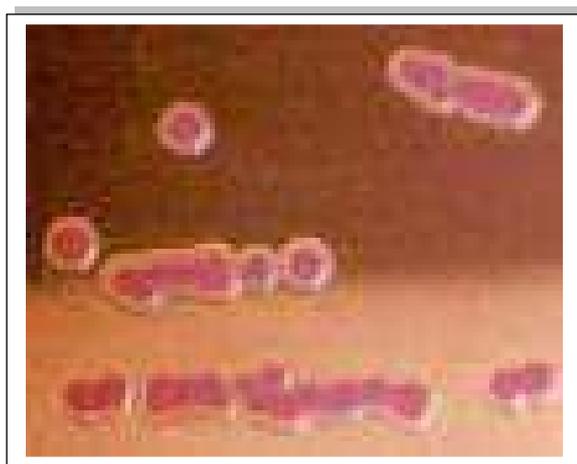


Fig. 6.58b. *Klebsiella pneumoniae*



Fig. 6.59a. *Proteus vulgaris*



Fig. 6.59b. *Proteus vulgaris*



Fig. 6.60 *Hafnia alvei*

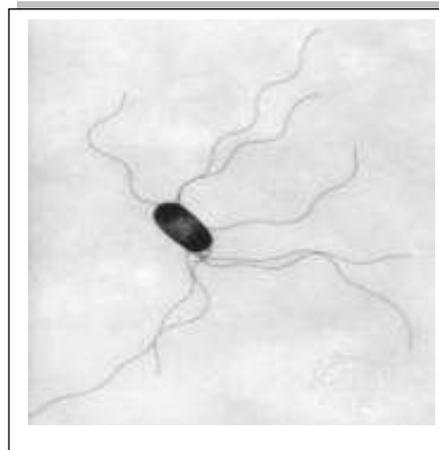


Fig. 6.61. *Lactobacillus* sp

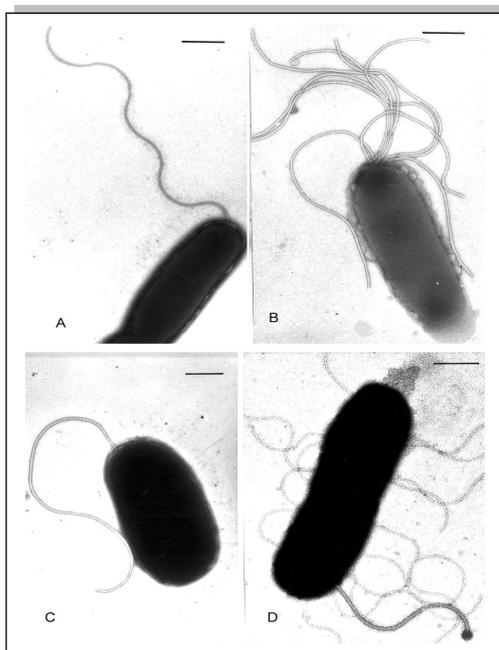


Fig. 6.62. *Photobacterium phosphoreum*

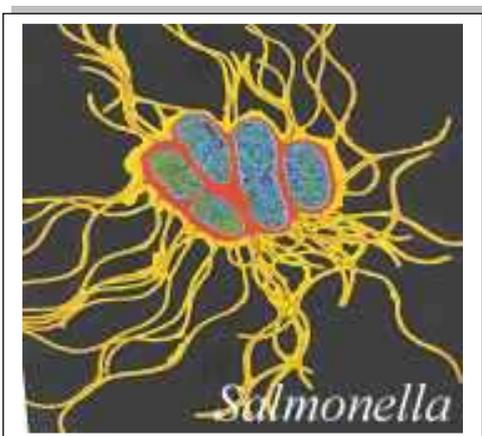


Fig. 6.63. *Salmonella*

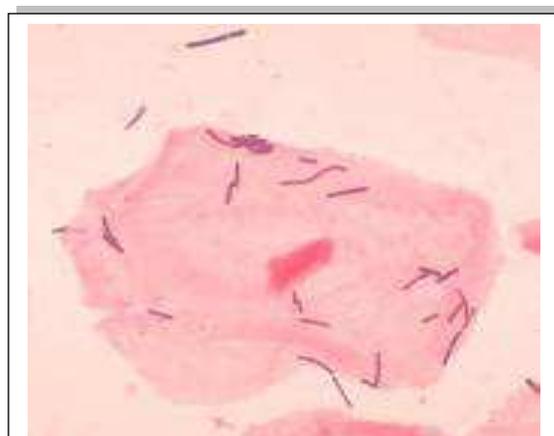


Fig. 6.64. *Proteus*

La histamina es un producto secundario de su metabolismo, por acción de su enzima histidina descarboxilasa. Estas bacterias pueden encontrarse en la mayoría de los pescados, probablemente como resultado de una contaminación post captura. Se desarrollan bien a 10 ° C, pero a 5 ° C el desarrollo se retarda considerablemente, y en un estudio de Klausen y Huss (1987), *M. morganii* no produjo histamina cuando las temperaturas eran en todo momento < 5 ° C. No obstante, *M. morganii* producía grandes cantidades de histamina a bajas temperaturas (0–5 ° C) después de estar 24 horas almacenada a altas temperaturas (10–25 ° C), si bien a 5 ° C o por debajo no hubo proliferación bacteriana.

Muchos estudios coinciden en que las bacterias que producen histamina son mesófilas. No obstante, Ababouch *et al.* (1991) encontraron una producción considerable de histamina en sardinas a temperaturas < 5 °C, y van Spreekens (1987) ha presentado un informe sobre producción de histamina por *Photobacterium* sp., que son también capaces de proliferar a temperaturas < 5°C.

Las bacterias involucradas en la formación de histamina están comprendidas en un amplio rango de temperaturas. *Photobacterium phosphoreum* se desarrolla significativamente a menos de 10 °C. *Pseudomonas* I, II y III proliferan en pescados frescos inadecuadamente almacenados cerca de 5 °C. Mientras que próximo a 30 °C son dominantes especies de *Vibrio* y *Photobacterium*. También hay presencia de halófilos en productos salados.

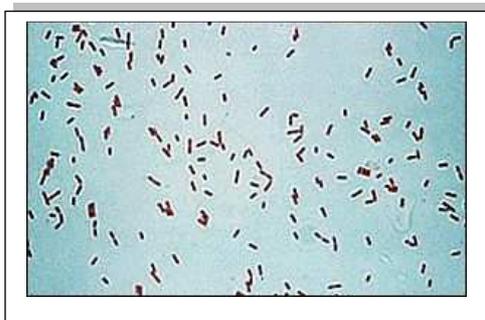


Fig. 6.65. Pseudomonas

La principal bacteria productora de histamina, *M. morgani*, se desarrolla mejor a pH neutro. No obstante, puede desarrollarse en un rango de pH entre 4,7 y 8,1.

Este microorganismo no es muy resistente al NaCl, pero si el resto de las condiciones son óptimas la proliferación puede producirse hasta con un 5 por ciento de NaCl. Por lo tanto, la producción de histamina por este organismo es sólo un problema en productos pesqueros muy ligeramente salados.

Se ha demostrado que *Klebsiella pneumoniae* es capaz de producir histamina a menos de 7 °C después de prolongados períodos de almacenamiento; y las aún no identificadas bacterias grupo N, que parecen formar parte de la microflora normal de la superficie del pescado, son capaces de producir histamina a temperaturas de hasta 2.5 °C. Debe recalcarse que una vez producida la histamina en el pescado, el riesgo de que se provoque la enfermedad es muy alto. La histamina es muy resistente al calor, y aunque el pescado se haya cocido, enlatado o haya sido sometido a cualquier otro tratamiento térmico antes de su consumo, la histamina no se destruye.

La prueba de que la histamina cause o no la enfermedad es, muchas veces, circunstancial. Se han encontrado de forma coherente niveles altos de histamina en muestras relacionadas con brotes, y los síntomas observados en

los brotes son semejantes a los de la histamina como agente causante. No obstante, una ingestión alta de histamina no siempre causa la enfermedad, incluso cuando se excede el "nivel de intervención por riesgo" (50 mg/100 g para el atún).

El cuerpo humano tolera una cierta cantidad de histamina sin ninguna reacción. La histamina ingerida será desosificada en el tracto intestinal por al menos 2 enzimas, la diamina oxidasa (DAO) y la histamina N-metiltransferasa (HMT) (Taylor 1986).

Este mecanismo de protección puede eliminarse si la ingestión de histamina y/o otras aminas biogénicas es muy alta, o si las enzimas son bloqueadas por otros compuestos como se muestra en la **Figura 6.55**.

Otras aminas biogénicas como la cadaverina y la putrescina, que se sabe están presentes en el pescado deteriorado, pueden actuar como potenciadores de la toxicidad de la histamina. Sin embargo, el efecto potenciador aún no está totalmente demostrado. La existencia de inhibidores de la diamino oxidasa y de la histamina metil transferasa incrementarían también la toxicidad.

Presumiblemente, la inhibición del catabolismo intestinal de la histamina causará un mayor transporte de la histamina a través de las membranas celulares y en la circulación sanguínea.

6.2.1. Medidas de lucha contra las enfermedades causadas por aminas biogénicas.

La medida preventiva más eficaz es una baja temperatura de preservación y almacenamiento de los productos de la pesca en todo momento.

Todos los estudios parecen estar de acuerdo en que el almacenamiento a 0 °C, o muy cerca de 0°C, limita la formación de histamina en el pescado a niveles insignificantes.

Varios países han adoptado reglamentos que regulan los niveles máximos permitidos de histamina en el pescado. En el **Cuadro 6.7** se muestran algunos ejemplos.

Cuadro 6.7. Límites reguladores de la histamina en el pescado			
	Nivel de intervención por defecto mg/100 g	Límite máximo permitido mg/100 g	Nivel de intervención por riesgo mg/100 g
E.E.U.U.(FDA)	10-20	-	50
UE (antes CEE)	10	20	-

Los reglamentos de la Unión Europea están publicados en la Directiva 91/493/CEE (CEE 1991). Estados Unidos de Norte América ha establecido un doble límite: de 50 mg/100 g. como nivel de intervención por razón de riesgos y de 10 ó 20 mg/100 g. como indicador de manipulación deficiente del pescado (Stratton y Taylor 1991).

En el Perú, los compradores de harina de pescado establecen niveles promedios máximos de histamina según el tipo de harina: super prime (250 ppm), prime (600 ppm) y estándar (por encima de 600 ppm).

6.3. Métodos de detección de la histamina en los productos.

Un examen sensorial común por parte del consumidor no puede asegurar la ausencia o presencia de la toxina, la única forma es por un test químico. La evaluación físico-organoléptica del producto de forma subjetiva y práctica abarca diversos parámetros de evaluación que manifiestan la probable presencia de histamina en concentración que signifique peligro para el consumidor; el olor fuerte o desagradable, del pescado maltratado sugeriría que existe el metabolito en cantidades significativas. Sin embargo, independiente de la apariencia general y el olor; es el sabor "picante" el que confirma la presencia de la toxina (histamina y/o otras aminas biogénicas).

Hasta la actualidad, para los análisis, se requería realizar una aplicación de técnicas de cromatografía líquida HPLC, con equipos caros y técnicos calificados, lo que trae como consecuencia un elevado costo, que no todo el mundo asumía. No obstante, hoy en día existen técnicas de tipo inmunológico y enzimático que permiten realizar el mismo análisis con confiabilidad, bajos costos y sin necesidad de elevada calificación.

Algunos de los métodos para el análisis de aminas biogénicas incluyen cromatografía líquida de alta presión (Mietz y Karmas, 1977), cromatografía de gas (Staruszkiewicz y Bond, 1981), espectrofluorimetría (Vidal-Carou et al., 1990) y un método enzimático rápido recientemente desarrollado para histamina, usando un lector de microplaca (Etienne y Bregeon, 1992).

Hay que destacar que la histamina, si se detecta en conservas, es un claro indicador de mala calidad de la materia prima empleada o condiciones de elaboración inadecuadas. En consecuencia, es uno de los marcadores más eficaces para garantizar la seguridad de los consumidores de estos productos.

Mietz y Karmas (1977) propusieron un índice de calidad química basado en las aminas biogénicas, indicadoras de la pérdida de la calidad en el atún enlatado, donde:

$$\text{Índice de la Calidad} = \frac{\text{ppm histamina} + \text{ppm putrescina} + \text{ppm cadaverina}}{1 + \text{ppm espermidina} + \text{ppm espermina}}$$

Ellos encontraron que cuanto más incrementa el índice de la calidad, más decrece la puntuación sensorial del producto enlatado. Posteriormente, Farn y Sims (1987) estudiaron la producción de histamina, cadaverina y putrescina en atún listado y atún aleta amarilla a 20° C y encontraron que la cadaverina y la histamina incrementan exponencialmente después de una fase inicial de demora de 48 horas. Los niveles de cadaverina e histamina incrementaron hasta niveles máximos de **5 - 6 µg/g** de atún, pero los autores reportaron que la ausencia de estas aminas en el producto crudo o cocido no necesariamente significa que el producto no está deteriorado.

Es interesante notar que la mayoría de las aminas biogénicas son estables al proceso térmico, por lo tanto, su presencia en productos enlatados terminados es una buena indicación de que la materia prima estaba deteriorada antes de la cocción.

6.4: Características de la intoxicación

6.4.1. Síntomas.

Los síntomas por intoxicación por histamina son de naturaleza básicamente neurológico-cutánea y gastrointestinal ejerciendo una acción en el aparato cardiovascular, músculo liso y glándulas endocrinas, todo lo anterior ocasiona el cuadro de "Choque Histamínico". Se manifiesta de forma aguda, el comienzo de los síntomas es rápido, entre 5 min. y una hora tras la ingestión de productos con altos niveles de histamina; desaparece a las pocas horas y cursa con los síntomas siguientes:

- **cutáneos** (erupciones, urticaria, inflamación localizada),
- **digestivos** (náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal),
- **circulatorios** (hipertensión, edemas, palpitaciones),
- **neurológicas** (dolor de cabeza, hormigueo, calambre, sensación de quemazón en la boca). Espectaculares e incluso fatales con resultado de muerte.

El cuadro es limitado, y cede sin tratamiento, normalmente en menos de 24 horas, aunque en casos graves se usan antihistamínicos para el tratamiento. Todos los humanos son susceptibles, sin embargo, los síntomas pueden ser más severos para el adulto mayor y para los que tomen medicamentos como la isoniacida.

6.4.2.-Tratamiento.

Es importante hacer el diagnóstico con certeza de esta enfermedad para no limitar la ingestión de productos marinos. El diagnóstico es clínico y suele tomarse erróneamente por una reacción alérgica. Su tratamiento es paliativo y consiste únicamente en evitar la deshidratación mientras el cuerpo evacua el agente enfermo, también lo constituyen: antihistamínicos (H1 y H2), líquidos, esteroides, y adrenalina, según el grado del broncoespasmo. Los bloqueadores de histamina pueden ser eficaces para reducir los síntomas de la intoxicación por histamina de origen marino. Pueden requerir hospitalización, particularmente en el caso de ancianos o inmunodeprimidos. Suele haber recuperación espontánea en menos de 24 horas.

6.4.3.- Medidas preventivas.

La medida preventiva más eficaz es la baja temperatura desde el momento de la captura y mantener la cadena fría muy cerca de 0° C. La temperatura del músculo del pescado debe estar lo más próximo a 0° C a lo más a seis horas posterior a la captura. Los factores que van a incidir en el tiempo para bajar la temperatura del pescado son: técnica de captura, tamaño del pescado, método de enfriamiento, cantidad y tipo de hielo.

Durante la evaluación físico-organoléptica de la materia prima, en forma subjetiva y práctica, son diversos los parámetros de evaluación que manifiestan la probable presencia de histamina en concentración que signifique peligro; el olor fuerte o desagradable o pescado maltratado sugerirían que existe el metabolito significativamente. Sin embargo,

independiente de la apariencia general y el olor, es el sabor "picante" que confirma la presencia de la toxina (histamina y/o otras aminas biogénicas).

Considerando que el efecto de la temperatura en la formación de histamina es determinante, el rápido enfriamiento del pescado después de muerto, es la principal estrategia para prevenir la formación de histamina.

El almacenamiento a bajas temperaturas después de la captura, es la clave para el control en la acumulación de la histamina bacteriana en el pescado, aunque es necesario investigar todavía más a fondo la formación de histamina en el almacenaje a bajas temperaturas.

La intoxicación histamínica es evitable y la medida preventiva más eficaz es una baja temperatura de preservación y almacenamiento de los productos de la pesca en todo momento. Todos los estudios parecen estar de acuerdo en que el almacenamiento a 0 °C, o muy cerca de 0 °C, limita la formación de histamina en el pescado a niveles insignificantes.

La temperatura interna del pescado deberá llevarse a 10 °C o menos, durante las primeras 6 horas después de capturado el pez.

Luego de este enfriamiento inicial, es recomendable llevar la temperatura interna del producto por debajo de los 4 °C dentro de las 18 horas siguientes; estas acciones previenen, el crecimiento bacteriano y la acción de la histidina descarboxilasa. Una vez que la enzima esté formada, el control de peligro es probable.

Los factores que van a incidir en el tiempo para bajar la temperatura del pescado son: la técnica de captura, el tamaño del pescado, el método de enfriamiento, la cantidad y el tipo de hielo. Estas acciones previenen el crecimiento bacteriano y la acción de la histidina descarboxilasa, la que una vez formada hace probable el riesgo de la producción de la amina biogénica.

Se debe tener en cuenta también las variaciones estacionales de los aminoácidos libres en el músculo del pescado. Existe información que nos indica que la concentración de histamina libre en el músculo varía según las estaciones, llegándose a la conclusión de que existen épocas donde hay mayor susceptibilidad para formar mayores concentraciones de histamina.

Estudios relacionados a la preservación del pescado, encontraron que, tanto el uso del ácido propiónico como del ácido acético, en cantidades adecuadas, retardan el crecimiento bacteriano; por tanto, el uso de estos preservantes puede conducir a menor formación de histamina.

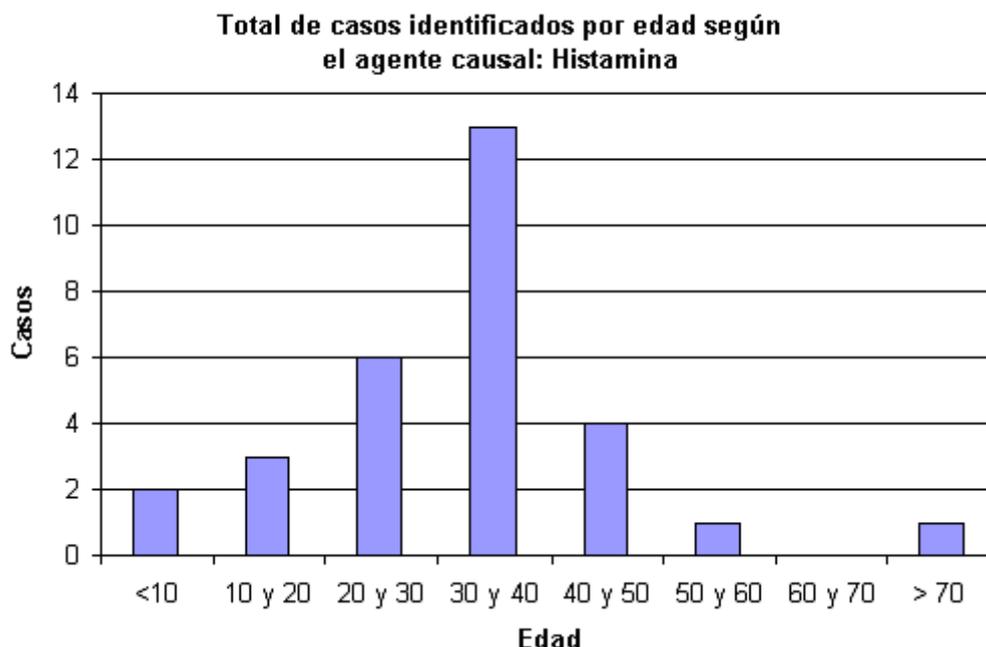
Estudios epidemiológicos, respecto a la concentración de histamina en pescados concluyen que: menor a 50 ppm es un pescado seguro para su consumo, de 50 a 200 ppm es un pescado maltratado y posiblemente tóxico y de 200 a 1000 ppm es un pescado no apto y probablemente tóxico.

Los países que comprenden la Comunidad Económica Europea establecen un nivel máximo promedio de histamina de 100 ppm, aceptable para el consumo; mientras que de acuerdo a la Guía de la FDA establece que los niveles de

histamina deben ser a lo sumo más de 50 ppm para pescado fresco y de 200 ppm para pescado enlatado.

La clave para prevenirla es:

1. Evitar la formación de ésta en alimentos: mantener los pescados a temperaturas por debajo de 5 °C, tras su captura, previene la formación de histamina
2. Evitar el consumo de clases de pescado potencialmente peligrosas que no hayan sufrido los tratamientos adecuados.
3. El control de formación de histamina en el queso está ligado a la reducción del número de bacterias productoras de histamina en la leche cruda.
4. Manipular de forma higiénica los alimentos, especialmente las conservas, si van a ser consumidas después de varias horas de mantener el producto fuera de su envase y a temperatura ambiente.
5. Envasar adecuadamente los bocadillos o los productos elaborados con estas conservas, principalmente con papel de plata o plástico de envolver alimentos e intentar mantener en frío, en la medida de lo posible.
6. En el caso de las pizzas u otras preparaciones que contengan pescado dentro de sus ingredientes, no debe romper nunca la cadena del frío.

Grafico # 6.5. Casos por intoxicación por histamina según la edad

En el caso de histamina, ésta intoxicó en un 63% a los grupos entre 20 y 40 años Grafico # 5.

Con respecto a las intoxicaciones histamínicas, algunos autores sostienen que se desconoce la incidencia exacta de ésta en el ámbito mundial debido a las limitaciones inherentes que existen en el actual sistema de información epidemiológica. Las causas de esta situación se basan en una carencia de información por parte del personal médico, la confusión de los síntomas con las de otras enfermedades y la ausencia de informes, siendo las dificultades para no informar aún más graves en países subdesarrollados.

Para los agentes causales de histamina, la sintomatología presentó características muy particulares, según se indica en el **Cuadro 6.8**. Las intoxicaciones por histamina produjeron trastornos gastrointestinales en un 52% de los casos, trastornos del sistema nervioso hasta en un 48% de los casos, mareo 45% y fiebre 15%. Síntomas que se corresponden, en su mayoría, con los reportados para estas intoxicaciones.

Cuadro 6.8. Sintomatología según los agentes causales de histamina**FRECUENCIA SINTOMATOLOGICA SEGÚN AGENTE CAUSAL**

Agente causal	No. de casos	Cólico	Diarrea	Náusea	Vómito	Mareo	Somnolencia	Palidez	Sed
T.P.M	34	-	18	13	21	18	4	21	8
Histamina	33	14	18	17	19	15	3	3	7

FRECUENCIA SINTOMATOLOGICA SEGÚN AGENTE CAUSAL

Agente causal	Cefalea	Calambre	Parálisis	Prurito	Hormigueo	Escalofrío	Fiebre	Sialorrea	Disnea
T.P.M	2	29	33	17	29	26	-	-	-
Histamina	16	8	-	14	8	3	5	13	1

En la aparición de fiebre en la frecuencia sintomatológica de los casos de histamina, no puede darse una explicación segura, ante lo insuficiente de esta información; la revisión de ésta se realizó sobre la base de las fichas epidemiológicas para ETA referidas en la Guía VETA y no por los estudios de historia clínica. Sin embargo, para el caso de histamina, se ha reportado fiebre súbita entre los síntomas más destacados.

Las ETA en el estado Nueva Esparta originadas por el consumo de pescado y moluscos en condiciones no adecuadas durante el período de 1990-1999 presentaron las siguientes características:

- El 69% de los casos fue debido a histamina y toxina paralizante de molusco; el 33% restante se debió a *S. aureus* y *E. coli*.

- La distribución de los casos por edad varió según el agente etiológico: *E. coli* afectó todas las edades; *S. aureus* a personas < 10 años; histamina y TPM afectaron mayormente a personas adultas.

Frecuencia sintomatológica característica según el agente etiológico, *S. aureus* y *E. coli* produjeron, principalmente, trastornos gastrointestinales; histamina y TPM gastrointestinales, mareos y trastornos del sistema nervioso; y TPM produjo parálisis en 97% de los casos identificados.

CAPÍTULO # 7

7.- PELIGROS BIOLÓGICOS

7.1.- HISTAMINA

La descarboxilación de la histidina, por enzimas bacterianas resulta en **histamina**, una amina con propiedades tóxicas, que es uno de los mayores riesgos de manipulación incorrecta de los escombridos. Además la histidina puede ser desaminada por mecanismos endógenos que llevan al ácido urocánico (Rawn,1989; Mackie, 1977). La **fig. 7.66** presenta los dos caminos de degradación de la histidina.

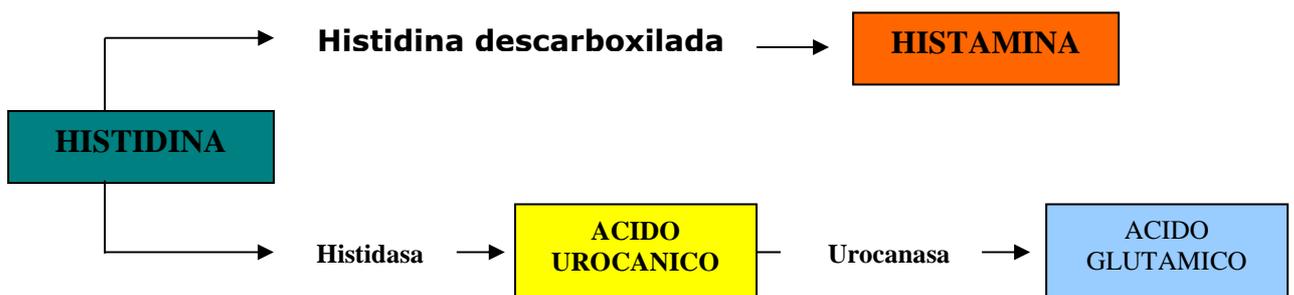


Fig. 7.66. Degradación de la histidina: la histamina es producida por bacterias y el ácido urocánico por enzimas endógenas.

El atún es una especie escombroidea formadora de toxina, expuesta a elevados niveles de histamina, que pueden resultar en una fuente potencial seria de peligro, si es manejado a temperaturas elevadas durante períodos de tiempo prolongados, especialmente inmediatamente después de la captura. Un enfriamiento rápido después de la captura constituye el elemento más importante para prevenir la formación de histamina. Las enlatadoras que

reciben el pescado no tienen ningún control sobre las condiciones de manejo previas a la entrega.

Los registros en las embarcaciones de captura/transporte pueden ser de poca credibilidad o simplemente inexistentes. Los pescados recibidos deben, por lo tanto, ser sometidos a una inspección acerca de su contenido en histamina. En vista de la correspondencia limitada entre la evaluación sensorial y los niveles altos de histamina, la selección de los lotes que ingresan debe basarse en el análisis químico de muestras representativas de cada lote mediante procedimientos de muestreo estadísticos sólidos. Una vez que los lotes hayan sido inspeccionados y aprobados para su proceso, es razonablemente poco probable que estén expuestos a condiciones de tiempo/temperatura que conduzcan a una formación adicional de histamina en el contexto normal de operación de las enlatadoras.

7.1.1.-RECEPCIÓN DEL PESCADO

Las especies de atún son sujetas a la formación de la escombrotóxina, y, por consiguiente, al desarrollo potencial de niveles peligrosos de histamina si no están adecuadamente enfriadas desde la captura.

1.- Límite Crítico: Los niveles de histamina deben ser menores que los Niveles de Acción por Defecto de la FDA (DAL) de 5 mg% (50 ppm). Los olores asociados con la descomposición pueden estar presentes menos del 2.5% de cada lote examinado.

2.- Procedimiento de Monitoreo: Se tomarán 18 muestras representativas de cada lote de pescado entrante para realizar análisis de histamina como condición para aprobar su procesamiento. Los lotes serán definidos como a continuación:

Para entregas directas, un lote comprende los pescados de una misma cuba de la embarcación, (barco con red, con palangre o jigboat) y de una misma especie como se describe 21 CFR 161.190. No más de 100 toneladas.

Para entregas en camión/contenedor refrigerado, un lote tendrá un tamaño máximo de menos de 100 toneladas de una sola especie.

Para lomos precocidos congelados y lomos limpiados (aleta amarilla, barrilete o albacora), un lote corresponde a la cantidad de un solo contenedor refrigerado y/o un máximo de 20 toneladas de una sola especie como se describe 21 CFR 161.190. El procedimiento de muestreo para análisis de histamina en pescado crudo basado en ***Fish Products Hazards and Control Guidance – Third Edition*** es un PCC (punto de control crítico) del Plan HACCP (sigla inglesa para la expresión: Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos) PARA HISTAMINA.

Las tinas serán seleccionadas aleatoriamente de modo de ser representativas de cada tamaño en este lote, y representativas de las primeras, intermedias y últimas piezas del lote.

Las muestras se toman mientras el pescado está todavía congelado; NO DEJAR QUE EL PESCADO SE DESCONGELE antes de muestrear. La toma de

muestra consiste en tomar el pescado y taladrarlo por el dorso a la altura de la nuca, 2,5 cm aproximadamente bajo la cabeza, el taladrado se lo realiza con una broca de 1", 1 1/2", 1 ¼", y la muestra debe ser recogida en una funda.

Si el pescado pesa menos de 10 lb., se utiliza la broca de 1" y el cilindro de 2 x 3", si pesa entre 10 a 40 lb se usa broca de 1 ½" y el cilindro de 3 x 4 "; si los pescados pesan más de 40 lb. Utilizar la broca de 1 ¼" y el cilindro de 3 x 4" , se debe completar 200 gramos de muestra homogenizada.

Cuadro 7.9 Muestreo de Pescado Crudo	
TAMAÑO DEL PESCADO	Nº MUESTRAS (MINIMO)
BAJO 20 LBS. (9 KG)	2 PESCADO POR TINAS
20-60 LBS (9-27 KG)	1 PESCADO POR TINA
ENCIMA 60 LBS. (27 KG)	1 - 2 PESCADOS SELECCIONADOS ALEATORIAMENTE POR TINAS

Mantener cada muestra separada en una bolsa de plástico y marcar cada bolsa de modo de identificar el Número de Lote, el origen, cuba, compartimento o número(s) de contenedor, especie y tamaño del pescado. Agrupar las muestras entre 3, en el orden de su recolección; las mismas serán combinadas posteriormente por el laboratorio analítico.

Las muestras recolectadas deben ser guardadas en una hielera y posteriormente en la camara de frio hasta ser entregadas a laboratorio. NO DEBE PERMITIRSE QUE SE DESCONGELEN.

Anotar la información apropiada en el Registro de Muestra del Laboratorio (**ver Anexo 1.**)

El Laboratorio Analítico debe:

- Combinar las muestras en grupos de tres por lote.
- Conservar una porción de cada muestra original, en caso de resultados excesivos.
- Analizar el nivel de histamina de cada muestra cruda combinada.

3.- Análisis de Histamina:

Para cada lote, al menos un pescado de cada tina será muestreado hasta un total de 18 muestras. Las tinas de pescado a ser muestreadas serán seleccionadas aleatoriamente de modo de ser representativas del lote. Las 18 muestras deben separarse en 6 combinaciones de 3 muestras cada una, y cada combinación debe ser analizada para histamina. Una porción de cada muestra que forma parte de la combinación será conservada hasta conocer los resultados iniciales de histamina. Si una de las combinaciones tiene un contenido de histamina mayor a 1,0 mg% (10 ppm), las 3 muestras que componían la combinación deben ser analizadas individualmente para determinar su nivel de histamina.

Si se revela que una de las muestras individuales se encuentra que tiene un nivel de histamina igual o mayor al 5 mg% (50ppm), el lote original del cual fueron tomadas las muestras podrá ser dividido en sub-lotes de máximo 25 toneladas cada uno. En este caso, un muestreo aleatorio de 60 pescados crudos será preparado a partir de cada sub-lote; las 60 muestras pueden ser agrupadas en 20 combinaciones de 3 muestras cada una y cada combinación será analizada para determinar su nivel de histamina. Una porción de cada

muestra inicial que forma parte de la combinación será conservada hasta conocer los resultados de histamina. Si una de las combinaciones tiene un nivel de histamina mayores que 1,0 mg% (10 ppm), las 3 muestras que entran en la composición de la muestra combinada será analizada para determinar su nivel de histamina.

Cuadro 7.10. Tamaño de Muestras y Disposición de Lote – Histamina			
	Tamaño de muestra	Norma	Criterio de Disposición
A.1 Histamina – Materia Prima	18 pescados por lote	Máximo 10 ppm en cualquier combinación de 3 pescados.	Si excede, ir a A.3.
A.2 Histamina – Materia Prima– Acción Correctiva			NO es una práctica aceptable (además es ilegal) mezclar pescados con alto contenido de histamina con pescados que contengan bajos niveles de histamina
A.3 Histamina – Materia Prima– Acción Correctiva – de A.1.	Si cualquier combinación de 3 excede 10 ppm, analizar las muestras individuales de esta combinación.	Máximo 30 ppm individual	Si cualquier muestra individual excede 30 ppm Llenar un NOS Dividir en sub-lotes que no excedan 25 toneladas cortas con autorización previa de Jefe de AC, Gerente de RRPP, y el dueño del pescado Ir a A.4.
A.4. Histamina – Materia Prima– Acción Correctiva – de A.4	60 pescados por sub-lote; Analizado mediante 20 combinaciones de 3 pescados	Máximo 10 ppm en cualquier combinación de 3 pescados.	Si excedido, ir a A.5
A.5. Histamina – Materia Prima– Acción Correctiva – de A.4.	Si cualquier combinación de 3 lomos excede 10 ppm, analizar las muestras individuales de esta combinación..	Máximo 30 ppm individual	30 – 50 ppm referirse a Jefe de AC, y considerar los resultados obtenidos de > 50 ppm, rechazar el sublote.

4.- Plan Integrado de Análisis

La materia prima es muestreada en la descarga, seleccionando 118 pescados **Lote de Prueba**, representativos de todo el lote y evaluado sensorialmente.

La evaluación sensorial de la calidad del pescado crudo para cumplir con el estándar de calidad.

La evaluación sensorial se realiza inmediatamente después de que el balde con pescado llega a la planta. Se evalúa el 10% de los baldes de un lote y se asegura que los baldes son representativos del lote entero. Si viene en contenedores se asegura que el pescado de todas las áreas del contenedor es evaluado.

Para cada balde, se evalúan todos los atributos de calidad listados en el formato.

1. Color de las agallas
2. Color y condición de los ojos
3. Color y condición de la piel
4. Olor
5. Daño físico
6. Grado de firmeza (pescado fresco únicamente)
7. Sospecha de contaminación

Se calcula el puntaje promedio de calidad de cada lote. Este puntaje se registra en la base de datos de pescado recibido para cada lote:

"Excelente"= 0, "Bueno"= 1, "Marginal"= 2, "Malo"= 3

Se suma todo el puntaje y divide el total por el número de baldes evaluados en ese lote. El Mejor puntaje promedio posible = 0. El Peor puntaje promedio posible = 16. Se registra la temperatura en la espina dorsal de 8 pescados seleccionados al azar.

Temperatura estándar: 18°F (-7,8 °C) o menos. Cualquier pescado con temperatura en la espina dorsal superior a 18°F (-7,8 °C) son enviados directamente a cámara para después ser clasificados. Se informa de inmediato al Gerente de Aseguramiento de la Calidad de la Planta y Gerente de Recursos Pesqueros si las temperaturas de descarga exceden 18°F (-7,8 °C), los baldes son traídos desde el muelle solo hasta la mitad e inmediatamente guardados a cámara y Aseg. De Calidad verifica la temperatura cada 3 baldes del pescado que está en la parte superficial y se voltea para revisar el que está al fondo, lo realiza cada 24 horas hasta tener temperaturas menores a 18 °F (-7,8 °C), y se aprueba para que sea clasificado.

Medida de Temperatura: Una punta de acero inoxidable y termómetro de reloj o digital. El diámetro de la punta sólo ligeramente mayor al diámetro del termómetro. Un ajuste apretado asegura una lectura precisa.

Se calibran los termómetros diariamente. Se utiliza mezcla de agua con hielo. Mantener un registro.

Disposición de Lotes: En un lote que reciba una calificación de rechazo o marginal en cualquier categoría se debe completar el NOS y poner en "retenido". Se encuentra desarrollado un plan para establecer disposición (ver a continuación).

Cuando lotes de pescado crudo son puestos en *Hold* debido a mala calidad o contaminación, deberán ser segregados de otros lotes y marcados claramente. El Jefe de Aseguramiento de Calidad y el Gerente de Producción deberán ser notificados inmediatamente de todo lote que se sospeche pueda tener problemas.

Copia del formato de Evaluación de Pescado Crudo debe ser entregada al Gerente de Producción. La disposición y manejo de lotes rechazados o marginales debe ser hecha por el Jefe de Aseguramiento de Calidad, basado en los resultados de todas las pruebas, y después de haberlo discutido con Recursos Pesqueros y el armador.

Se utiliza el formato de Evaluación de Pescado Crudo (**ver anexo 2**), para cada lote. El protocolo de lote de prueba incluye los requerimientos del protocolo de examinación de lote de la USTF/NMFS. **Se trata de un PCC del plan HACCP para histamina y descomposición.**

A.- Muestreo:

A medida que el pescado de cada lote es recibido en cámara frigorífica , una muestra representativa de cada pescado deberá ser recogida y guardada en balde designado para lote de prueba. El tamaño final de la muestra deberá ser

de 118 pescados por lote como mínimo. El peso neto de cada balde de muestra deberá ser registrado.

Los lotes de prueba son guardados en la cámara, de tal manera que puedan ser identificados. Los lotes de prueba son procesados de manera rápida y práctica usando el proceso operativo normal.

Los lotes de prueba son procesados a medida que se los vaya necesitando a lo largo del día con diferentes lotes de prueba (lotes diferentes de pescado) siendo procesados uno por uno y a la vez para lograr la eficacia de la operación.

Los lotes de prueba tienen individual identificación de lote, y deberán permanecer indistintamente separados e identificados a lo largo del proceso, i.e: eviscerado, Organolépticamente inspeccionados, almacenados, precocido y enfriado.

B.- Eviscerado

1. Cuando se está eviscerando el pescado, los olores deberán ser suficiente para asegurar que cada pescado está siendo evaluado correctamente y el 100% de los pescado son chequeados para detectar olores de descomposición y contaminación, para descubrir y segregar pescados de calidad sospechosa durante eviscerado.
2. Cada pescado se verificará para olores de descomposición y contaminación. Se tiene olores entrenados para este efecto.

3. Existen oledores de panzas debidamente entrenados en el área de eviscerado.
4. Los pescados se verificarán para los olores de descomposición frotando una mano enguantada dentro de la cavidad de la barriga y/o agallas para luego oler los fluidos que permanecen en el guante. El guante se enjuagará antes de oler los próximos pescados. Periódicamente durante este procedimiento, también se verificarán pescados para contaminación de la superficie frotando el guante encima de la superficie del pescado y entonces oliendo para los tales olores como aceite o combustible.
5. Los guantes de nitrilo (aprobados para el uso de contacto de alimentos por USDA) se recomienda para el uso ya que son los mejores para oler.

C. Limpieza

1. Cada pescado se verificará para olores de descomposición y contaminación al romper los lomos separadamente del espinazo.
2. Los pescados deben estar entre las temperaturas de 70 °C y 80 °C.

D. Criterios de rechazo:

1. Olores de descomposición:

- Cualquier olor no consistente con pescado fresco. Éstos se describen a menudo como agrio, podrido, amoniacal, dulce, de fruta, a queso, y en otros términos.

2. Los olores de Amoníaco:

- Cualquier olor de contaminación del amoníaco.

3. Los olores de aceite de combustible:

- Cualquier olor de contaminación de aceite de combustible

4. Las rajaduras, quebradez, o mutilación:

- Mayor que 10% o del área de la superficie de la porción utilizable del pescado está mutilado de tal manera que los órganos interiores o tejido del músculo son expuestos y visualmente descoloridos.

5. La quemadura de la panza:

- Pescados donde un número significantes de huesos de la costilla son expuestos en la cavidad de la panza y hay una degradación significativa de la línea de la panza.

E.- General:

1. Los olores de eviscerado se rotarán cada 30 minutos por lo menos.
2. Los olores serán entrenados por el área de Aseguramiento de la Calidad por lo menos dos veces al año.
3. Los supervisores de la sala de empaque, Gerente de producción y jefe de AC serán notificados si los rechazos por inocuidad (diesel, descomposición, amoniaco e histamina) exceden el 2,5% y se emitirá un reporte de detención.
4. En caso de que los rechazos excedan el 5% por descomposición, sospecha de combustible, etc. Se deberá notificar al proveedor.
5. Lotes de pescado con rechazos en crudo mayor al 2,5% por sospecha de combustible, serán procesados siguiendo los lineamientos internos de proceso. Si excede el 2.5% de rechazo en crudo por olores de amoniaco serán rechazados.

6. Si los rechazos en crudo preparación exceden el 2,5% por descomposiciones analizarán por histamina a cada uno de los pescados que muestren descomposición (persistente y fácilmente detectable). Si una de las muestras es mayor a 50 ppm se dividirá en subtotaes y se tomarán 60 muestras para análisis de histamina. Se rechazará todo sublote que presente al menos un resultado mayor a 50 ppm y se suspenderá el uso del proveedor hasta obtener evidencia de mejora. Si en cualquier etapa de análisis no se encuentran resultados individuales superiores a 50 ppm, el lote se aprobará con alerta.

F.- Evaluación en proceso pescado cocinado:

El 100% de los peces son chequeados para detección de olores de descomposición y contaminación.

1. Una selección al azar de 24 unidades (latas o lomos, apropiadamente) de cada lote de prueba de cada lote se tomará para una evaluación sensorial. Registrar los resultados.
2. El siguiente criterio deberá ser utilizado para desechar el producto terminado en cada lote de prueba y durante la operación normal:
 - a. **Descoloración**

Cualquiera de los productos no característicos a las especies, ya sea un rosado brillante, o colores rojos asociados al amonio.
 - b. **Honeycomb**

Cualquier evidencia de verdadero *honeycombing*. Cualquier picadura que se encuentre penetrando la fibra de tejido muscular.
 - c. **Olores de descomposición**

Cualquier olor que no sea consistente de pescado fresco. Estos son frecuentemente descritos como amargos, podridos, amoniacal, dulce, frutoso, a queso, o en otros términos.

d. Olores y sabores de aceite combustible.

Cualquier olor o sabor de aceite combustible contaminado.

G.- Histamina:

Cualquier unidad que se encuentre conteniendo 1.0 mg% (10ppm) histamina. El producto deberá ser evaluado de Histamina por la evaluación organoléptica garantizada.

H. Manejo especial

1. Los lotes para manejo especial deberán ser designados por el Jefe de Aseguramiento de Calidad de la Planta.
2. Todos los lotes para manejo especial deberán pasar los requisitos estipulados en el procedimiento de Histamina.
3. Únicamente de 5-10 toneladas del lote identificado para manejo especial deberán ser realizados durante cualquier turno.
4. Producción y el Control de Calidad deberán ser notificados previo al proceso de descongelación de los pescados de los lotes de manejo especial para que el personal adicional pueda ser organizado.
5. El nivel de rechazo para calidad de pescado es de 10%.
6. Dos porciones consecutivas de rechazo causarán el rechazo de todo el lote.

I. Proceso rápido de pescado

1. Producción/Recursos Pesqueros/Programación/Control de Calidad podrán decidir si se procesa el pescado sin necesidad de completar el proceso del lote de prueba.
2. De haber desacuerdo, el Gerente General tomará la decisión final
3. El proceso del pescado deberá ser realizado con rapidez, sin embargo todo rastro rápido de pescado deberá ser puesto en HOLD hasta completar los requisitos de Histamina y Sal, Evaluación de Pescado Crudo y Lote de Prueba Materia Prima Cruda ha sido completado.
4. Factores que deberán ser tomados en cuenta al momento de tomar la decisión de rastro rápido de pescado.
 - Rastro registrado del proveedor.
 - Impacto por no usar el pescado con la operación eficiente de la planta.
 - El nivel del riesgo asumido por la planta al momento del procesamiento del pescado.
 - Cualquier otra información relevante.
5. Los requisitos en el evento de Histamina y Sal, Evaluación de Pescado Crudo y Lote de Prueba Materia Prima Cruda no se lo ha realizado, un plan de disposición deberá ser desarrollado para la aprobación por parte de Jefe de Aseguramiento de Calidad de la planta.

Resultados:

- 1) Los anteriores resultados son requeridos para la inspección por parte de los inspectores del Instituto Nacional de Pesca I.N.P. durante su

inspección a la planta, por lo tanto deberán ser mantenidos en archivos diferentes.

- 2) Todos los resultados que a continuación se enlistan deberán ser revisados con fecha y firma por parte de una persona calificada por el plan HACCP antes de la prueba como mínimo y una semana después de la prueba.
 - Los resultados de histamina, Sal y los resultados de la evaluación sensorial del Lote de Prueba Materia Prima Cruda.
 - El reporte de laboratorio para el análisis de histamina del pescado cocinado.
 - Resultados de pescados rechazados para lotes: Detalles de los resultados de la evaluación sensorial del Lote de Prueba Materia Prima Cruda.
 - Resultados de Sublotes: Resumen de resultados del análisis de histamina por sublote y el 100% de evaluación sensorial requeridos.
 - Reporte de Investigación (Espera Temporal) cuando se ha requerido, y resumir los resultados de la investigación de la inspección.

Cuadro 7.11. PCC del Plan HACCP para Aceptación del Lote por Histamina

Punto Crítico de Control	Peligro	Límite(s) Crítico(s)	Monitoreo				Acción Correctiva	Registros	Verificación
			Qué	Cómo	Frecuencia	Quién			
Recepción del pescado	Biológico	Los niveles de histamina deben ser menores que FDA DAL de 5 mg% (50 ppm)	Niveles de histamina de los lotes de pescado recibidos.	Tomar muestras representativas y realizar análisis de histamina.	Cada lote de pescado recibido.	Control de Calidad	Rechazar los pescados cuyos niveles de histamina excedan 4.9 mg% (49 ppm) Sub lotes: evaluar 60 pescados para histamina.	Resultados de Análisis de Histamina; Resultados de los lotes de pescado rechazados	Verificar la exactitud de los resultados de análisis de histamina; Revisar los Registros dentro de una semana
		Olor a descomposición mayor o igual a 2.5%	Olores a descomposición	100% evaluación sensorial del lote	Cada lote de pescado recibido	Control de Calidad	Cuando olores de descomposición mayores o igual a 2.5%. Rechazar el lote entero y discontinuar el uso del proveedor hasta que exista evidencia de mejora	Resultados de las evaluaciones de pescado	Verificar la exactitud de los resultados analíticos de histamina Revisar los registros dentro de una semana.

Cuadro 7.12. PCC del Plan HACCP para Aceptación del Lote

	Tamaño de muestra	Norma	Criterio de Aceptación/Rechazo
A.-Honeycomb y olores a descomposición CCP	A.- 100% de los pescados evaluados en B. Evaluación de pescado crudo, C. Evaluación en Proceso	Lomos encontrados con olores a descomposición y honeycomb = 2,5% de los pescados evaluados como máximo	Si > 2,5%: Se analizarán por histamina a cada uno de los pescados que muestren descomposición (persistente y fácilmente detectable). Si una de las muestras es mayor a 50 ppm se dividirá en subtotaes y se tomarán 60 muestras para análisis de histamina. Se rechazará todo sublote que presente al menos un resultado mayor a 50 ppm y se suspenderá el uso del proveedor hasta obtener evidencia de mejora. Si en cualquier etapa de análisis no se encuentran resultados individuales superiores a 50 ppm, el lote se aprobará con alerta.
B. Aceptación del lote – Otros Criterios. RECURSOS PESQUEROS DEBE SER AVISADO DE UNA BAJA CALIDAD PARA DESARROLLAR UNA DISPOSICIÓN ANTES DE APLICAR EL RECHAZO.			
	Tamaño de muestra	Norma	Criterio de Aceptación/Rechazo
B.1.1 Sospecha de contaminación con combustible		Sospecha de contaminación con combustible: Máximo 2.5% por peso.	Llenar reporte de detención, y seguir el procedimiento de manejo especial de sospecha de contaminación de combustible..
B.1.2 Sospecha de contaminación con combustible		Sospecha de contaminación con combustible: Maximo 5% por peso.	Puede ser tema de rechazo dependiendo del grado de contaminación.
B.1.3 Evaluación del producto terminado	24 latas o lomos son evaluadas sensorialmente	Si menos de 23 unidades sobre las 24 aprueban la evaluación sensorial, el Lote es rechazado.	El lote puede ser considerado para una re-evaluación en sub-lotes que no excedan 6 toneladas métricas. El Jefe de AC de la Planta y Recursos Pesqueros se pondrán de acuerdo sobre la modalidad de la subdivisión. Cada sub-lote será tratado de acuerdo a los mismos criterios que para un Lote, pero ningún sub-lote reprobado podrá ser sometido a nuevas evaluaciones.

7.2.- DETERMINACION DE HISTAMINA

Para la determinación de histamina en la materia prima y el atún enlatado se realiza el siguiente procedimiento. El Supervisor de Laboratorio es responsable de asegurar que se cumpla este procedimiento. El Gerente de Aseguramiento de la Calidad es responsable de monitorear la aplicación de este procedimiento.

PROCEDIMIENTO (Referencia: A.O.A.C. 16th Ed., 1995, 35.1.32)

Nota: Enjuagar toda la cristalería e instrumentos de plástico con una solución de HCl (1+3) y agua destilada antes de utilizarlos. No lavar con un detergente que tenga fósforos (ni con ningún detergente que tenga fluorescencia) porque podría interferir con el análisis.

A.- Equipo/Suministros

1. Fluorómetro con filtros para excitación a 350 nm y midiendo emisiones a 444 nm (e.g. Quantech, o Turner 450)
2. Lámpara de respaldo para fluorómetro.
3. Cubetas para fluorómetro
4. Gradilla para cubetas
5. Columnas Chromaflex – Vidrio Kontes #422372 con ID 7 mm, longitud aproximadamente 20 cm, con reservorio (o, columnas con un diseño similar)
6. Procesador de alimento (con recipiente de volumen pequeño)
7. Espátulas

8. Balanza de pesar, puerta en la parte superior, con rango 0 a 2.000g y precisión $\pm 0,1$.
9. Balanza analítica, con una precisión de $\pm 0,0001g$.
10. Papel de filtro - Whatman #4 rápido 15,0 cm (o, Whatman 2V 12,5 cm, papel de filtro equivalente)
- 11.(12) Embudos 65x65mm
12. Soporte de embudo
13. Vasos de vidrio, 100 mL, 250 mL, y 2 litros
14. Soportes de bureta con aseguradores
15. Matraces volumétricos con tapas, 50 mL, 100mL y 1 litro
- 16.(2) Pipeteadores 1-5mL y una caja de puntas
17. Pipetas Volumétricas, 1 mL, 2 mL, 3 mL, 5 mL, 10 mL, y 100 mL
18. Dispensador de cabeza con botella (fijado a 10mL)
- 19.(1 caja) Tubos de Ensayo de 50mL (25mm x 150 mm/6" x 3/4")
- 20.(1 caja) Tubos de Ensayo de 20 mL
- 21.(2) Gradillas para Tubos de Ensayo de 50 mL
- 22.(2) Gradillas para Tubos de Ensayo de 20 mL
- 23.(1 paquete) Tubos de ensayo de plástico desechables, con tapón a rosca montado
24. Agitador de remolino (Vortex Mixer), o Agitador Múltiple para Tubos de Ensayo (Kahn)
25. Kim Wipes
- 26.(2) Peras Llenadoras de Pipetas, Tipo Seguro
- 27.(6) Cilindros Graduados 25 mL
28. Reloj con manecilla para los segundos
- 29.(1 caja) Pipetas Pasteur 5,75 pulgadas, con bulbos

- 30.Refrigeradora
- 31.(1 lb caja) lana de vidrio, o Gasa
- 32.Cepillos de botella
- 33.Destilador de agua
- 34.(1 juego) Pesos Patrones
- 35.(1 caja) Papel de pesar
- 36.(1 caja) Platillos de pesar
- 37.(6) Pissetas
- 38.Varilla de agitación de vidrio, 12 pulgadas
- 39.Agitador magnético, con imanes teflonados
- 40.(2) Buretas de 50 mL
- 41.(6) Botellas de color ámbar con tapón (para contener soluciones)
- 42.Armarios para almacenar químicos/ácidos
- 43.Máscara facial de seguridad o lentes
- 44.Estación de lavado de ojos
- 45.Ropa de laboratorio, guantes, y otros implementos de seguridad.

B.- Reactivos

1. Dihidrocloruro de Histamina
2. Dicarboxaldehído ftálico (OPT)
3. Resina intercambiadora de aniones AG I-X8 malla 50-100 (Laboratorios BioRad) en forma de cloruro, (o Dowex 1-X8, malla 50 – 100)
4. Pastillas de hidróxido de sodio (NaOH) grado reactivo
5. Solución estandarizada de hidróxido de sodio, 1,0 N
6. Ácido clorhídrico concentrado (12N), grado reactivo (si comercialmente disponible no se utilizan soluciones estandarizadas)

7. Solución estandarizada de ácido clorhídrico 1,0 N
8. Metanol, grado reactivo
9. Ácido fosfórico (H_3PO_4), concentrado (85%)
10. Ftalato ácido de potasio-sólido (Biftalato de potasio) (si se producen propias soluciones estandarizadas)
11. Solución con indicador de ftenolftaleína (si se producen propias soluciones indicadores: 0,5% en alcohol 50% y agua destilada 50%).

C.- Preparación de Soluciones y Patrones

1.-Soluciones Patrón de Histamina (ALMACENAR TODAS LAS SOLUCIONES DE HISTAMINA EN LA REFRIGERADORA)

a.-Solución Stock (1mg/mL): Pesar exactamente 169,1 mg de dihidrocloruro de histamina. Agregar cuantitativamente a un matraz volumétrico de 100 mL, completar el volumen con ácido clorhídrico estandarizado 0,1N (HCl), mezclar. Preparar una nueva cada semana.

b.-Solución intermedia (10 µg/mL) : Pipetear 1,0 mL de la solución stock en matraz volumétrico de 100 mL, diluir a 100 mL con HCl 0,1N estandarizado. Preparar una nueva cada semana.

c.- Soluciones de trabajo (0.5 µg/5mL, 1,0 µg/5mL, 1,5µg/5mL): Preparar una nueva diariamente:

- 0,5 µg/5mL: Pipetear 1,0 mL de la solución intermedia en matraces volumétricos de 100 mL, completar el volumen con HCl estandarizado 0,1N, mezclar.
- 1µg/5mL: Pipetear 2,0 mL de la solución intermedia en matraces volumétricos de 100 mL, completar el volumen con HCl estandarizado 0,1N, mezclar.

- 1,5 µg/5mL: Pipetear 3,0 mL de la solución intermedia en matraces volumétricos de 100 mL, completar el volumen con HCl estandarizado 0,1N, mezclar.

2.- 1,00N HCl: Si no se utiliza una solución comercial estandarizada: Diluir 83 mL de HCl concentración en 1 litro con agua destilada (ver instrucciones para preparar soluciones estandarizadas, etapa N).

3.- 0,100 N HCl: Utilizando una pipeta volumétrica introducir 100 mL de HCl 1,00N estandarizado en un matraz volumétrico de 1 litro y completar el volumen con agua destilada.

4.- 1,00N NaOH: Si no se utiliza una solución comercial estandarizada: Disolver 40 gramos de pastillas de NaOH en 1 litro de agua destilada (ver instrucciones para la preparación de soluciones estandarizadas, etapa N).

5.- NaOH 2N Disolver 80 gramos de pastillas de NaOH en un 1 litro de agua destilada en un vaso de 2 litros.

6.- 3,57 N H₃PO₄ - Diluir 121,8 mL de H₃PO₄ a 85% en 1 litro de agua destilada dentro de un vaso de vidrio de 2 litros, luego estandarizar. Estandarizar titulado 5.00 mL con NaOH 1,00N usando un indicador de ftlenoftaleína, calcular la normalidad real de la solución, ajustar la solución para corregir la normalidad; repetir la titulación, continuar de ajustar la normalidad como sea necesario.

Para calcular la normalidad utilizar la fórmula: $N_{H_3PO_4} = (N_{NaOH})(mL_{NaOH}) / (mL_{H_3PO_4})$

Para ajustar la normalidad utilizar la fórmula: $V_1 = (V_2 \times N_1) / N_2$

7.- Solución de OPT 0,1% - Pesar precisamente 0,100 g OPT. Agregar cuantitativamente en un matraz volumétrico de 100 mL, completar el volumen

con metanol, mezclar. Almacenar en una botella ámbar en un refrigerador. Preparar una nueva semanalmente.

D.- Preparación de la Resina Intercambiadora de Iones

1. Convertir la resina a una forma OH lavando en un vaso de laboratorio con 15 mL de NaOH 2N por cada gramo de resina utilizada.
2. Agitar la mezcla. Dejar descansar < 30 minutos, no dejar que la resina decante.
3. Vaciar el líquido en exceso. Agregar 15 mL adicionales de NaOH 2N por gramo de resina, agitar, dejar que descanse.
4. Vaciar el líquido en exceso. Agregar el agua destilada en exceso, de modo de lavar vigorosamente la resina. Mezclar.
5. Filtrar la resina en un papel filtro ondulado, y lavar otra vez con agua destilada. Descartar el filtrado.
6. Almacenar la resina en agua destilada, bajo refrigeración. Preparar una nueva semanalmente, o más frecuentemente si es necesario.

E.- Preparación de Columnas

1. Enjuagar las columnas varias veces con agua destilada. Dejarlas llenas de agua destilada.
2. Cortar una pequeña pieza de gasa o lana de vidrio, de aproximadamente 1 pulgada de largo. Remojar en agua destilada.
3. Colocar el tampón de lana de vidrio en la base de cada columna utilizando una varilla de vidrio, asegurándose que el fondo de la columna esté cubierto. Hacer correr agua a través de las columnas para asegurarse que permitan el flujo.

4. Verter la resina en las columnas hasta un nivel de 8 cm.
5. Enjuagar la columna con aproximadamente 10 mL de agua destilada.
6. Mantener el agua por encima de la resina en todo momento.
7. Llenar una columna con aproximadamente 25 mL de agua destilada y no eluir hasta justo antes de ejecutar las pruebas.
8. Pasar 5 a 10 mL de agua destilada por la columna entre cada muestra.
9. Preparar nuevas columnas cada día. Recolocar la resina en las columnas después de cada 5 muestras o más frecuentemente si requerido. Recolocar la resina después de una muestra con altas histaminas.

F.- Preparación de la Curva Estándar (curva patrón)

1. Precalentar el Fluorómetro, utilizar filtros para excitación a 350nm y que miden emisiones a 444 nm.
2. Utilizando una autopipeta, transferir 5.0 mL de las Soluciones de Trabajo (0,5 $\mu\text{g}/5\text{mL}$, 1,0 $\mu\text{g}/5\text{mL}$, 1,5 $\mu\text{g}/5\text{mL}$) en los tubos de ensayo de 50 mL. Preparar el Blanco sustituyendo 5,0 mL de 0,1 N HCL por las Soluciones de Trabajo. Realizar la curva estándar en duplicado.
3. Agregar 10,0 mL de HCl 0,1N estandarizado, mezclar mediante un agitador de remolino (vortex mixer).
4. Utilizando una autopipeta, pipetear en 3,0 mL de NaOH 1,0 N estandarizada, mezclar con un agitador de remolino. Seguir con la próxima etapa dentro de los (5) minutos.
5. Pipetear 1,0 mL de solución OPT 0,1% y mezclar inmediatamente. Mezclar las muestras en un agitador de remolino 2 o 3 veces durante los cuatro (4) próximos minutos.

6. Después de exactamente cuatro (4) minutos, utilizando una autopipeta, agregar 3,0 mLs de H_3PO_4 a 3,57 N y mezclar inmediatamente con el mezclador vortex.
7. Dentro de 1,5 horas, registrar la intensidad de la fluorescencia (I) de los patrones. Reinicializar el fluorómetro primero con un blanco antes de leer los patrones y las muestras.
8. Trazar la intensidad de la fluorescencia (I) (Corregida para el blanco) en función de μg histamina/5 mL parte alícuota. El gráfico debería indicar una línea recta, ver sección J, para cálculos.

G.- Preparación de la muestra de materia prima cruda

1. Pesar precisamente 10,0 gramos de muestra en un recipiente, agregar unos 45 mL de Metanol. Moler por aproximadamente dos (2) minutos.
2. Transferir cuantitativamente el homogeneizado en un frasco volumétrico de 100 mL, enjuagando el recipiente con metanol. Completar a 100 mL con metanol. Mezclar. (Nota, la etapa de calentamiento en un baño de agua a 60°C se omite aquí.)
3. Dejar que los sólidos decanten, y utilizar el "filtrado" líquido sobrenadante (sin utilizar papel filtro).
4. El "filtrado" está listo ahora para pasar a través de la columna intercambiadora de iones.
5. Si no se utiliza el mismo día, transferir el filtrado de muestra en los tubos de ensayo de plástico desechable con su tapón y almacenar en una refrigeradora. Los tubos de ensayo deberían llevar un número de código. El filtrado se mantendrá bajo refrigeración por dos semanas. Antes de utilizar, asegurarse que el filtrado se caliente a la temperatura de la sala.

H.- Determinación

1. Precalentar el fluorómetro, utilizar filtros para excitación a 350nm y midiendo emisiones a 444nm.
2. Pasar 5 a 10 mL de agua destilada a través de la columna entre cada muestra hasta que el nivel de agua llegue a aproximadamente $\frac{1}{4}$ arriba de la resina. (Ecurrir el agua en un vaso de 250 mL y descartar.)
3. Pipetear 5.0 mL de solución de HCl 1,00 N estandarizada en frascos volumétricos de 50 mL, utilizando una autopipeta de precisión o una pipeta volumétrica. Colocar los frascos volumétricos de 50 mL debajo de las columnas (los frascos deberían llevar un número de código).
4. Utilizando una pipeta de precisión de 1 mL (autopipeta) transferir 1,0 mL del filtrado de alcohol por el tope de una columna. Para el blanco sustituir 1 mL de agua destilada por el filtrado de alcohol. Iniciar el flujo.
5. Cuando el nivel de líquido está a $\frac{1}{4}$ pulgadas encima de la resina, agregar 5 mL de agua destilada y continuar la elución.
6. Seguir con porciones adicionales de agua destilada hasta que aproximadamente 35 mL hayan eluido.
7. Remover el frasco volumétrico de debajo de la columna; y diluir hasta el volumen con agua destilada, mezclar.
8. Si el eluído de muestra no va ser analizado enseguida, refrigerar de inmediato. El eluído de muestra se mantendrá por varios días. Calentar a la temperatura de la sala antes de utilizar.
9. Los frascos volumétricos y botellas/tubos de ensayo de muestra eluida deberían ser codificados con un número, como sea necesario.

10. Entre las muestras, correr de 5 a 10 mL de agua destilada a través de la columna.
11. Si las columnas no se utilizan, agregar unos 25 mL de agua destilada en el tope de las columnas y colocar un vaso de precipitados debajo de las columnas.
12. Por medio de una autopipeta o pipetas volumétricas, introducir 5,0 mL de los eluidos de muestra en
13. tubos de ensayo de 50 mL (los tubos de ensayo deberían llevar un número de código). Siempre ensayar un blanco y un patrón con cada juego de muestras.
14. Agregar 10,0 mL de HCl 0,1N estandarizada, mezclar utilizando un agitador de remolino (vortex mixer).
15. Utilizando una autopipeta, pipetear en 3,0 mL de la solución estandarizada de NaOH 1,0 N, mezclar en un agitador vortex. Pasar a la siguiente etapa dentro de los cinco (5) minutos.
16. Pipetear 1,0 mL de solución OPT 0,1% y mezclar inmediatamente. Mezclar las muestras en el agitador vortex 2 o 3 veces durante los próximos cuatro (4) minutos.
17. Después de exactamente cuatro (4) minutos, utilizando una autopipeta, agregar 3,0 mL de H_3PO_4 a 3,57 N y mezclar inmediatamente en el agitador vortex. Registrar la intensidad de fluorescencia (I) de las muestras. Si la lectura de fluorescencia está por encima de la escala, seguir los procedimientos de dilución presentados a bajo. La fluorescencia debe ser medida dentro de 1,5 horas.

I.- Dilución

1. Si la muestra contiene más de 15 mg histamina/100 gramos de pescado o si la lectura de fluorescencia sobrepasa la escala, diluir 1 mL de mezcla muestra-OPT con 4 mL de una mezcla de placebo OPT, mezclar en un tubo de ensayo de 50 mL y leer la fluorescencia. El Factor de Dilución es $F = 5$. Otras diluciones pueden ser utilizadas.
2. Alternadamente, utilizar el control del rango de sensibilidad del fluorómetro para estimar la dilución.
3. Para obtener resultados más exactos, diluir 1 mL de eluído con 4 mL de HCl 0,1 N y seguir con la etapa H.10. Agregar 10 mL de HCl 0,1 N. El Factor de Dilución es $F = 5$

J. Cálculos

1. Si la pendiente de la curva patrón es lineal, utilizar los siguientes cálculos. Calcular la pendiente de la curva patrón:

$$m = [(I_a/1,5) + (I_b) + (2)(I_c)]/3$$

2. Calcular la cantidad de histamina en la muestra:

$$\text{mg Histamina/100g pescado} = (10)(F)(1/m)(I_s)$$

donde: I_s = fluorescencia de la muestra

I_a = fluorescencia of 1,5 $\mu\text{g}/5$ mL patrón

I_b = fluorescencia of 1,0 $\mu\text{g}/5$ mL patrón

I_c = fluorescencia of 0,5 $\mu\text{g}/5$ mL patrón

m = pendiente de la curva patrón

F = factor de corrección ($F = 1$, si el eluído de muestra no estaba diluido)

3. Si la curva patrón no es lineal, leer el valor para μg histamina/5 mL directamente en el gráfico. (Cada subdivisión en el gráfico debería corresponder a 0,1 μg histaminas/5 mL.)

4. Realizar el siguiente cálculo:

$$\text{mg Histamina/100g pescado} = (10)(F)(W)$$

donde: $W = \mu\text{g}$ histamina/5 mL, tal como leído en el gráfico de la curva estándar.

A.- Notas

1. Anotar la exactitud del ensayo a 0,1 mg por 100gramos. Por ejemplo, debajo de 1 mg por 100gramos, reportar < 1 mg por 100gramos.
2. 1 mg histamina/100gramos = 1 mg% = 10 ppm.
3. 16 litros de metanol son suficientes para aproximadamente 150 muestras. Los demás reactivos mencionados en la lista suministran aproximadamente 1000 ensayos.

B.- Puntos Críticos y Soluciones a Problemas

1. La curva estándar debe ser determinada diariamente.
2. Un juego de muestras conocidas debería ser ensayado una vez por día.
3. Ensayar un placebo (blanco) con todos los juegos de muestras por una columna (Primer juego, Columna 1, Segundo juego, Columna 2, etc.).
4. Una lectura inestable indica un problema con la fuente de luz. Una fuente de luz de respaldo debería guardarse siempre.
5. **Una muestra alta en histamina afectaría los resultados de otras muestras ensayadas en la misma columna. Cuando se encuentra**

una muestra con alto contenido de histamina, reemplazar la resina en la columna.

6. Los patrones frescos deben ser preparados como especificado en la Sección C.
7. Una nueva solución OPT debe prepararse cada semana.
8. La resina en las columnas debe ser cambiada cada semana o más si se requiere. Notar que BBII recomienda cambiar cada 5 muestras.
9. La resina en la columna debe ser cambiada pronto si se observa uno de los casos:
 10. La lectura del blanco es más de 3.5 en el reloj.
 11. Las columnas empiezan a gotear muy lentamente, aplicar contralavado con agua destilada.
 12. La resina se cubre de capas café amarillas en forma de anillos.
 13. La resina se deja secar o el nivel de agua disminuye por debajo del nivel superior de la resina.
 14. Otras fuentes de problemas: reactivos vencidos, reactivos contaminados, cristal sucio o jabonoso, resina gastada, resina errónea, calibración del fluorómetro, fluorómetro o fuente de luz defectuosos, filtros del fluorómetro deteriorados.
- 15. No lavar la cristalería con detergentes que contengan fosfatos. Los detergentes con fosfatos y ciertos tipos de detergentes tienen una fluorescencia que puede influir sobre el análisis.**
16. "Diluir" la muestra en una solución de concentración conocida puede ser útil para determinar el porcentaje de recuperación. Examinar una muestra en duplicado. En uno de los duplicados agregar 1,0 mL de la solución de histamina stock a los 10 gramos de muestra de pescado,

continuar como en la preparación de muestra en la parte G, batir la muestra en un vaso de 250 mL, etc. Seguir con el análisis.

17. Restar el valor de histamina calculado para la muestra diluida del duplicado no-diluido. Calcular el porcentaje de recuperación. El 1 mg histamina "diluida" para 10 gramos de pescado es equivalente a 10 mg% (100 ppm) de histaminas. La recuperación esperada es de más de 80%.

C.- Chequeo de la exactitud del análisis

1. Una vez por trimestre se realiza auditoría con latas interlaboratorios. Analizar en duplicado.

D.- Preparación de Soluciones Patrón: 1,00N NaOH y 1,00 HCl

Solución patrón para 1.00N NaOH:

1.-Reactivos:

- Solución de hidróxido de sodio (1+1): En un vaso de precipitados de 2 litros, agregar 500 gramos de NaOH con 500 mL de agua destilada, mezclar vigorosamente para disolver. Esta solución puede almacenarse en una botella tapada.
- Ftalato ácido de potasio: secar unos 10 gramos en un horno, a aproximadamente 50° a 60°C por dos horas más o menos. Enfriar en un desecador.
- Indicador de fenoleftaleína.

- 2.- Para NaOH 1,0N, diluir 54 mLs de una solución de NaOH (1+1) en 1 litro de agua destilada, mezclar en un vaso de 2 litros.

3.-Pesar 1,0212 gramos de $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ en un matraz de 250 mL. Agregar 50 mL de agua destilada y tres gotas de indicador de fenolftaleína. Llenar una bureta con una solución de NaOH 1N aproximadamente. Titular (debería ser algo como 5 mL).

Calcular la normalidad real de la solución de NaOH y ajustar la solución para corregir la normalidad; repetir la titulación con la solución ajustada, continuar de ajustar la normalidad como sea necesario.

$$\text{Normalidad NaOH} = (\text{g KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4)(1000)/(\text{mL NaOH})(204,229)$$

Hacer los ajustes a la solución HCl de aproximadamente 1N utilizando la fórmula:

$$V_1 = (V_2 \times N_2)/N_1$$

Solución patrón para 1,00N HCl:

1.- Para HCl 1,0 N, diluir 86 mL de HCl concentrado en un litro de agua destilada, mezclar en un vaso de 2 litros.

2. Usando una pipeta volumétrica poner 5 mL del HCl de aproximadamente 1N en un matraz de 250 mL. Agregar 50 mL de agua destilada y 3 gotas de indicador de fenolftaleína. Llenar una bureta con NaOH 1.00N estandarizado. Titular (debería ser aproximadamente 5 mL).

Calcular la normalidad real de la solución de HCl y ajustar la solución para corregir la normalidad; repetir la titulación con la solución ajustada, continuar de ajustar la normalidad como sea necesario.

$$\text{Normalidad HCl} = (\text{N NaOH})(\text{mL NaOH})/(\text{mL HCl})$$

Aportar ajustes a la solución aproximativa de 1N HCl utilizando la fórmula:

$$V_1 = (V_2 \times N_2)/N_1$$



Fig. 7.67. Determinación de Histamina Método Fluorométrico

7.3.-DESARROLLO EXPERIMENTAL.

Se tomaron de cada pieza de pescado de Skip Jack 7,5-12 libras del Barco Pesquero Doña Tula lote X2035, 3 muestras por cada una, las mismas que fueron realizadas por el método del taladro, **Referencia:** Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance 3^{er} edición junio 2001 en total 213 muestras.

Se tomó la muestras del lomo o muestreo normal, cola y panza, realizando el respectivo análisis sensorial, evaluando olor, color, sabor, textura, apariencia del pescado Agallas, ojos, piel, daño físico y de acuerdo al anexo 2 obtuvo calificación 1 Muy Bueno, la temperatura del pescado era de 10 ° F.

Estas muestras fueron analizadas individualmente y en composita de 3 muestras por el Método Fluorométrico, **referencia:** A.O.A.C. 16th Ed., 1995, 35.1.32, se realizó análisis intercomparativo para comprobar la eficacia y exactitud de los analistas, las mismas se analizaron y compararon con muestras patrón enviadas por FAPAS (Inglaterra) para pruebas de habilidad # 2730

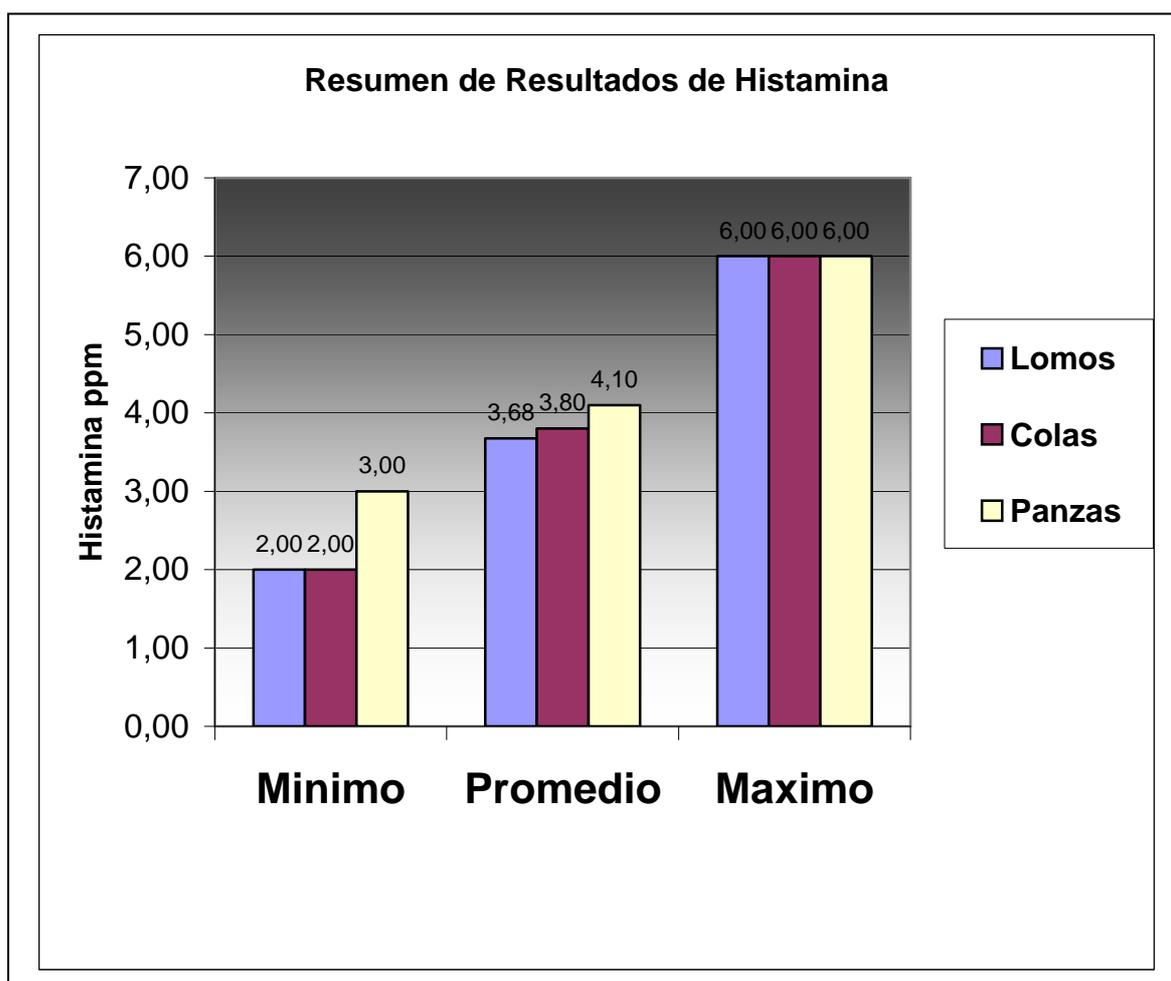
dando una aceptación de Z de -0.9 y además se determino el % de sal por el método volumétrico **referencia:** A.O.A.C 18.034.

Obteniendo diferentes resultados que detallo en el **Reporte de análisis de histamina (pruebas) de Agos-2007.**

Como puede observarse en el gráfico adjunto se obtuvo mayor ppm de histamina en las muestras de panza mínimo 3 ppm máximo 6 ppm y de sal mínimo 1,84 % y máximo 8,26 %.

En el grafico resumen, se observa las diferencias entre los resultados de los lomos, colas, panzas y se observa que el incremento de ppm de histamina en la panza es mas alto, aunque el máximo de todos los resultados es igual.

Grafico # 7.6



En el analisis estadistico realizado por el metodo ANOVA (**ver Anexo 6**) determinamos:

- En la histamina existe una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los valores de histamina de lomo, colas y panzas.
- No existe diferencia significativa ($p > 0.05$) entre lomos y colas.

En el % de sal existe diferencia significativa ($p < 0,05$) en el contenido de la misma en las diferentes zonas del pescado.

CONCLUSIONES.

Del trabajo de investigación experimental se puede concluir los siguientes puntos:

1. Existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los valores de histamina de lomo, colas y panzas. (Método ANOVA)
2. No existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre los valores de histamina lomos y colas
3. Aunque existe diferencia significativa ($p < 0,05$) en el contenido de sal de las diferentes zonas del pescado no inhibe la formación de histamina.
4. La presencia de histamina en las panzas es mayor que en las otras zonas del pescado aunque este presente buena congelación y apariencia.
5. El pescado aunque este congelado y tenga buena apariencia presenta formación de histamina.
6. La calidad del atún nunca va hacer mejorada después que el pescado haya muerto, pero puede ser mantenida con el cuidado apropiado.
7. El atún a usarse en el proceso debe ser evaluado en las procesadoras mediante pruebas químicas (Histamina, sal) y organolépticas (apariencia, olor y sabor) antes de ser procesado y enlatado. Solamente el atún de buena calidad debe ser aceptado para proceso, el marginal o de mala calidad debe ser rechazado y si presenta niveles de histamina mayor a los rangos aceptables por el FDA o las Normas EU aunque presente buena apariencia debe ser rechazado.

Recomendaciones.

Del trabajo de investigación experimental se recomienda los siguientes puntos:

- Utilizar atún congelado de buena apariencia y con niveles bajos de histamina que no pasen del límite permisible por la FDA de 50 mg/100 g (1 mg/100g = 10 ppm) y por Europa de 20 mg/100 mg para la elaboración de productos alimenticios.
- No confiarse o permitir utilizar pescado con buena apariencia sin haber realizado los respectivos análisis químicos específicamente concentración de histamina.
- Al observar histamina alta sin llegar al límite rechazable realizar muestreo y análisis a las panzas para comprobar el nivel de histamina en las mismas, rechazar si es necesario validando la acción tomada con los resultados de análisis químicos.
- Para mantener la calidad del atún, se requiere comprender y reconocer: Las características de los cambios de calidad en el pescado, los efectos del manejo del pescado a bordo, la habilidad para aplicar estos conocimientos al producirse cambios repentinos en las condiciones del barco durante un viaje de pesca, la capacidad del sistema de refrigeración de la embarcación, durante todo el tiempo y la práctica de los principios básicos de refrigeración y de buena higiene de todos los que manipulen el mismo debe ser revisada y controlada mediante registros y entrenamiento.
- Y que un buen manejo del atun desde la captura debe ser realizado para tener un producto de excelente calidad.

DATOS BIBLIOGRÁFICOS

1. Austin Gavin - Lisa M. Weddig Alimentos enlatados: Principios de control de Proceso Térmicos.USA, 1995 Pag. 125
2. Ayala. Cómo Evitar Reacciones Serias por Consumo de Mariscos y Pescados. [Sitio de Internet] 2004. Consultado 19 de mayo del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL.
<http://www.alemana.cl/not/not/not040106.html>
3. Blake R. Seguridad Industrial, Diana México, 1995 Pag. 18.
4. Castro A. Programa Nacional de Vigilancia de las ETA; La Habana: MINSAP; 2004. Pag. 25
5. Contreras Emilio Dr Bioquímica de Pescados e Invertebrados, Santiago, Chile, 1994, Editado por CECTA- USACH Pag. 82.
6. Comisión de CODEX ALIMENTARIUS CAC/RPC.Código Internacional Recomendado de Prácticas para el pescado congelado, USA, 1995. Pag. 113
7. Córdoba Escámez J. Intoxicaciones y picaduras de animales. En: Gil Cebrián J. , Díaz-Alersi Rosety R. , Jesús Coma M^a. , Gil Bello D. Principios de Urgencias, Emergencias y Cuidados Críticos. [Sitio de Internet] Consultado 27 de abril del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL.
<http://www.uninet.edu/tratado/prologo.html>
8. David Burganm Principios de Termodinámica, USA, 1985. Pag.55
9. Díaz Schwartz O., García Roché M. O. Tóxicos de origen natural. En Avances en Toxicología de Contaminantes Químicos en Alimentos. Santiago de Chile: Editorial. CYTED, 2002.p. 22-40.

10. Donald Kerm, Transmisión de Calor, USA, 1984. Pag. 25 .42.
11. Dra. María Elvira Muñoz. Microbiología Aplicada a la Industria Alimenticia , Ecuador, 2001. Pag. 28. 32
12. Dra. Mildred E. Rivera Conceptos Básicos de HACCP Puerto Rico, 1991. Pag. 33-35
13. Durán D. Intoxicaciones por pescado. Escombroidosis o intoxicación histamínica. [Sitio de Internet] 2003. Consultado 27 de abril del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
<http://www.prensalibre.com/suplementos/RYS/amigaonline/mariscos2004/index.htm>
14. Equipo de expertos Cocinova. Pescados y Mariscos. Barcelona. Editorial de Vecchi, S. A. 1991: 11, 63-102.
15. Felipe Nieves (Gerente de Investigación y Desarrollo Bumble Bee, Puerto Rico), 1.- Evaluación Sensorial del Atún. Problemas Asociados, Causas, Efectos y Posibles soluciones, de la Evaluación Sensorial del Atún. Puerto Rico 1985. Pag. 88 -120
16. Fernández Jeri, Armstrong, Control de la producción de histamina durante el deterioro del pescado. [Sitio de Internet] 2002. Consultado 19 de mayo del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
<http://tarwi.lamolina.edu.pe/~leojeri/hidrobiologico.htm>
17. Grillo Rodríguez M. Enfermedades Adquiridas a través de los Alimentos. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 1988. Pag. 84 -88
18. Grupo Recoletos. Comidas. [Sitio de Internet] 2004. Consultado 19 de mayo del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
<http://www.ondasalud.com/edicion/noticia/0,2458,23249,00.html>

19. Hayes P. R. Microbiología e Higiene de los alimentos. De la edición en lengua española. Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S. A. 1993. Pag. 104-106
20. Hernández Herrero. M^a. M. Pescado, a más consumo más control. [Sitio de Internet] 2001. Consultado 19 de mayo del 2004. [3 pantalla]. Disponible en URL:
http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigacion/2001/07/13/309_2.php
21. Huss, H. H. Aseguramiento de la Calidad de los Productos Pesqueros. Doc. Técnico de Pesca, N° 334. Roma, FAO[Sitio de Internet] 1997. Consultado 19 de mayo del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
<http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768S/T1768S00.htm#TOCueros>
22. Lehane L. Update on histamine fish poisoning. Med J Aust 2000; 173: 149-152.
23. Lehninger Albert L. Bioquímica, 2 ed. La Habana: Edición Revolucionaria; 1987. Pag. 145 -150
24. Maga J. A. Amines in Foods. CRC. In Food Science and Nutrition 1978;10(3):373.
25. Merck Sharp & Dohme de España, S.A. TRASTORNOS GASTROINTESTINALES, +Gastroenteritis. Intoxicación alimentaria por sustancias químicas. [Sitio de Internet] 2003. Consultado 19 de mayo del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL.
http://www.msd.es/publicaciones/mmerck_hogar/seccion_09/seccion_09_106.html
26. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y La Dirección General de Política Alimentaria. Legislación para la Inspección de Calidad de Alimentos, Ecuador, 1991. Pag. 34 -42

27. Pinillos M. A., Gómez J., Elizalde J., Dueñas A. . Intoxicación por alimentos, plantas y setas. [Sitio de Internet] 2003. Consultado 19 de mayo del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200015&lng=es&nrm=iso&tlng=es
28. Prado J, Valeria, Solari, Verónica, Alvarez A, Isabel M et al. Situación epidemiológica de las enfermedades transmitidas por alimentos en Santiago de Chile: Período 1999-2000. . Rev. méd. Chile. [online]. mayo 2002, vol.130, no.5 [citado 18 junio 2004], p.495-501. Disponible en URL: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872002000500003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0034-9887.
29. Pulsomed. Intoxicaciones Alimentarías. [Sitio de Internet] 2004. Consultado 19 de mayo del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
http://www.tuotromedico.com/temas/intoxicaciones_alimentarias.htm
30. Roca S. Riesgos Alimentarios. [Sitio de Internet] 2003 . Consultado 27 de abril del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
<http://docum.azti.es/RIESGOS.nsf/0/430bee52f7e61e1ac1256c05002f7e6a?OpenDocument>
31. Rodríguez Jerez J. La histamina, un riesgo evitable. [Sitio de Internet] 2001. Consultado 27 de abril del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
<http://www.consumaseguridad.com/web/es/investigacion/2001/07/25/321.php>
32. Ruiz E. Histamina en pescado. [Sitio de Internet] 1987. Consultado 27 de abril del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL:
<http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd24/texto/histamina.htm>.

- 33.Seiler N. Chromatography of biogenic amines generally applicable separation and detection methods. J Chromatogr 1997; 143: 221-46.
- 34.Sheyla Massay, Chris Wood, Peter Boustead, Yolanda Mora y Miguel Grijalva. Instituto Nacional de Pesca, Boletín Científico y Técnico 2001. Pag. 25 .40
- 35.Siegel Jerome. La histamina juega un papel decisivo en el mantenimiento de la conciencia [Sitio de Internet] 2004. Consultado 19 de mayo del 2004. [1 pantalla]. Disponible en URL: <http://www.e-medicum.com/noticiasDelDia/verNoticia.php?noticia=29979>
- 36.Taylor S.L. Food allergies. Food Technol, 1985; 39(2):98.
- 37.Valle Vega P. Toxicología de Alimentos. Metepec, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud/OPS/OMS; 1986. Pag. 20 .25
- 38.Valle Vega P., Florentino B. L. Toxicología de Alimentos. México, DF: Instituto Nacional de Salud Pública. Centro Nacional de Salud Ambiental; 2000. Pag. 18 .25
- 39.Victoria Franco (Vicepresidenta de Operaciones Bumble Bee) Cambios en la Calidad del Atún. USA, 1985. Pag. 5 .35

Anexo 1

REGISTRO DE MUESTREO Y ANALISIS DE HISTAMINA

Lote: _____
 Fecha: _____

Inspector: _____
 Bodega: _____

Barco: _____

Especie / Tamaño	Funda #	Balde #	Funda #	Balde #	Funda #	Balde #	# muestras	Lectura Fluorom.	Calculos	Histamina (ppm)	Rechequeo histamina(ppm)	

Total de
muestras _____

No. de muestras > 50 ppm _____

Status (pasa/no pasa) _____

Sup. Aseguramiento de
calidad _____

Fecha: _____

Anexo 2

Formulario de Evaluación de la Materia Prima

Nombre del barco/Compañía:			Fecha:	
Número de Lote de la Muestra:	Cuba No.: Camión No:	Especie:	Tamaño:	
Pescado va a: Sala Cámara				

APARIENCIA	EXCELENTE (0)	BUENA (1)	MARGINAL (2)	RECHAZABLE (3)
AGALLAS	Rojo brillante color sangre	Rojo pálido a rojo café	Café oscuro a café amarillo	
OJOS	Claros, brillantes y salientes	Hundidos, blanco nublado o rojizo	No tiene	
PIEL	Brillo normal Color claro y brillante	Color opaco Sin brillo aparente, Semi descolorido	Color normal y brillo desaparecidos. Muy descolorido. Parte de la estructura muscular visible	Descoloramiento generalizado Piel en estado avanzado de descomposición
OLOR (especialmente las agallas)	Fresco, típico de un pescado recién capturado	Neutro o ligero olor a pescado	Olor fuerte a pescado pero no pasado o agrio	Pasado, rancio, desagradable Olores extraños o a aceite
DAÑOS FÍSICOS	Sin mutilación o deformación	Leve mutilaciones o daño	Algunos pescados abiertos ligeramente quebrados o aplastados	Muy agrietado, deformado o mutilado &/o 20% carne expuesta
GRADO DE FIRMEZA (Músculo y Panza)	Firme y elástico	Firme, sin elasticidad	Suave / Flojo	Aguado o muy suave flojo
	Sub total			
	Total		Promedio del Lote	
CONTAMINACIÓN; Combustible Otros				

	Temperaturas en la espina dorsal	Comentarios
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		