



18  
2<sup>es</sup>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN**

**ELABORACION DE MATERIAL DIDACTICO DE  
APOYO A LA ASIGNATURA DE MICROBIOLOGIA  
PARA LA CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS.  
ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS (ALTERANTES Y  
SANITARIOS) DE CARNES, PESCADOS,  
EMBUTIDOS, MARISCOS Y AVES.**

**INFORME DE SERVICIO SOCIAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO EN ALIMENTOS  
P R E S E N T A :  
ISIDORO VAZQUEZ JUAREZ**

**ASESOR: M. EN C. CLARA INES ALVAREZ MANRIQUE.**

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

274809  
1998.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA 14  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



UNIDAD DE LA ADMINISTRACION  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de:

El Informe de Servicio Social: Elaboración de Material Didáctico de Apoyo a la Asignatura de Microbiología para la Carrera de Ingeniería en Alimentos. Aspectos Microbiológicos (Alterantes y Sanitarios) de Carnes, Pescados, Embutidos, Mariscos y Aves.  
que presenta el pasante: Isidoro Vázquez Juárez  
con número de cuenta: 8021559-6 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 4 de Diciembre de 199 8

PRESIDENTE

I.B.O. Rosa M. Arriaga Orihuela

VOCAL

M. en C. Clara Ines Alvarez Sanrique

SECRETARIO

C.F.B. Ma. Virginia Oliva Arellano

PRIMER SUPLENTE

M. V. L. Rosa Ma. Ramos Gutierrez

SEGUNDO SUPLENTE

C.F.B. Guadalupe Amaya León

## INDICE

|   | Página |
|---|--------|
| OBJETIVOS                                       | I      |
| INTRODUCCION                                    | II     |
| I MICROBIOLOGÍA DE PESCADOS                     |        |
| 1.1. Taxonomía Básica De Los Animales Acuáticos | I      |
| 1.1.1. Clasificación                            | 2      |
| 1.1.2. Ciclóstomos                              | 2      |
| 1.1.3. Dipnoideos                               | 2      |
| 1.1.4. Elasmobranquios                          | 2      |
| 1.1.5. Teleóstomos                              | 3      |
| 1.1.6. Ganoideos                                | 4      |
| 1.1.7. Teleósteos                               | 4      |
| 1.2. Especies Mexicanas de Interés Comercial    | 4      |
| 1.3. Bioquímica De Los Productos De La Pesca    | 5      |
| 1.3.1 Composición química del pescado           | 6      |
| 1.3.2. Modificaciones post mortem               | 10     |
| 1.3.2.1. Carbohidratos                          | 10     |
| 1.3.2.2. Lípidos                                | 10     |
| 1.3.2.3. Compuestos nitrogenados                | 11     |

|  |    |
|--|----|
| 1.3.2.4. Rigor mortis-maduración                 | 12 |
| 1.4 Microbiología del Pescado Y Su Procesamiento | 15 |
| 1.4.1. Fuentes de contaminación                  | 15 |
| 1.5 Alteración                                   | 25 |
| 1.5.1 Características organolépticas de frescura | 25 |
| 1.5.2 Alteración Por microorganismos             | 25 |
| 1.6 Sanitización De Los Barcos Pesqueros         | 29 |
| 1.7 Procesamiento                                | 30 |
| 1.8 Métodos De Conservación                      | 33 |
| 1.8.1. Aplicación de calor                       | 34 |
| 1.8.2. Empleo de bajas temperaturas              | 35 |
| 1.8.2.1. Refrigeración                           | 35 |
| 1.8.2.2. Congelación                             | 35 |
| 1.8.3. Empleo de radiaciones                     | 36 |
| 1.8.4. Conservación por desecación- salazón      | 37 |
| 1.8.5. Ahumado                                   | 38 |
| 1.8.6. Empleo de conservadores                   | 39 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| II     | MICROBIOLOGIA DE MOLUSCOS BIVALVOS                  | 42 |
| 2.1.   | Clasificación                                       | 42 |
| 2.1.2. | Especies mexicanas de interés comercial             | 43 |
| 2.1.3. | Composición   | 43 |
| 2.2    | Biología De Los Bivalvos                            | 44 |
| 2.2.1. | Captura y manejo de los bivalvos en su concha       | 45 |
| 2.2.2  | Aprobación de áreas de captura                      | 47 |
| 2.3    | Contaminación Microbiana                            | 49 |
| 2.3.1. | Vibrios   | 49 |
| 2.3.2. | Biotoxinas  | 50 |
| 2.3.3. | Contaminación química                               | 52 |
| 2.3.4. | Purificación de los bivalvos                        | 52 |
| 2.3.5. | Microflora de los bivalvos en la concha             | 52 |
| 2.4    | Procesamiento                                       | 56 |
| 2.4.1. | Procesamiento crudo                                 | 56 |
| 2.4.2. | Cambios microbiológicos en la carne de los bivalvos | 57 |
| 2.5.   | Bacterias Indicadoras De Contaminación Microbiana   | 58 |
| 2.5.1. | Coliformes  | 58 |
| 2.5.2. | Levaduras   | 59 |
| 2.6.   | Deterioro   | 59 |
| 2.6.1. | Indicadores de deterioro                            | 60 |
| 2.6.2. | Indicadores microbiológicos                         | 61 |

|  |    |
|--|----|
| 2.6.3. Indicadores químicos            | 61 |
| 2.6.3.1. pH                            | 61 |
| 2.6.3.2. Sustancias reductoras totales | 61 |
| 2.7 Métodos De Conservación            | 62 |
| 2.7.1. Choque térmico                  | 62 |
| 2.7.2. Enlatado                        | 62 |
| 2.7.3. Pasteurización                  | 63 |
| 2.7.4. Congelación                     | 64 |
| 2.7.5. Irradiación                     | 64 |
| 2.7.6. Conservadores                   | 64 |

### III. MICROBIOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DEL CAMARÓN Y LANGOSTINO

|   |    |
|---|----|
| 3.1. Clasificación  | 67 |
| 3.1.1. Macruros   | 67 |
| 3.1.2. Braquiuros   | 67 |
| 3.2. Especies Mexicanas De Interés Comercial                  | 67 |
| 3.3. Composición Química                                      | 68 |
| 3.4. Microflora Natural Presente                              | 69 |
| 3.5. Cambios Microbianos A Través Del Sistema De Distribución | 71 |
| 3.6. Microorganismos Asociados Con El Deterioro               | 75 |
| 3.6.1. Frescura   | 75 |
| 3.6.2. Deterioro  | 76 |

|  |    |
|--|----|
| 3.7. Microorganismos De Interés Para La Salud Pública          | 80 |
| 3.7.1. Patógenos presentes en forma natural                    | 80 |
| 3.7.2. Patógenos introducidos en el ambiente acuático          | 80 |
| 3.7.3. Patógenos introducidos vía los manejadores del producto | 80 |
| 3.8. Métodos De Conservación                                   | 81 |
| 3.8.1. Efecto de la congelación                                | 82 |
| 3.8.2. Procedimientos de manejo al detalle                     | 84 |

#### IV. MICROBIOLOGÍA DEL MINCE, SURIMI Y ALIMENTOS DE VALOR ADICIONADO

|   |     |
|---|-----|
| 4.1 Mince   | 86  |
| 4.2. Surimi   | 88  |
| 4.3. Alimentos De Valor Adicionado  | 89  |
| 4.4. Aspectos Microbiológicos Del Mince, Surimi Y Alimentos De Valor Adicionado | 90  |
| 4.4.1. Microbiología del mince  | 92  |
| 4.4.2. Técnicas de conservación del mince                                       | 98  |
| 4.4.3. Microbiología del surimi y de alimentos base surimi                      | 98  |
| 4.4.4. Microbiología de los alimentos de valor adicionado                       | 103 |

#### V. PARÁSITOS ASOCIADOS A LOS ALIMENTOS MARINOS

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 5.1 Céstodos    | 107 |
| 5.2. Tremátodos | 109 |
| 5.3. Nemátodos  | 112 |



|  |     |
|--|-----|
| VI. MICROORGANISMOS DEL PESCADO CON ACTIVIDAD PATÓGENA PARA EL HOMBRE                    | 115 |
| 6.1. Captura En Aguas Abiertas Y Contaminación   | 117 |
| 6.2. Contaminación Y Sistemas De Acuicultura   | 118 |
| 6.3. Incidencia De Bacterias Entéricas En Enfermedades Provenientes De Alimentos Marinos | 118 |
| 6.4. Contaminación Microbiana  | 118 |
| 6.4.1. Clostridium botulinum   | 122 |
| 6.4.1.1. Incidencia y síntomas de botulismo  | 122 |
| 6.4.1.2. Botulismo proveniente de pescado ahumado  | 126 |
| 6.4.2. Listeria monocytogenes  | 127 |
| 6.4.2.1. Incidencia y síntomas de listeriosis  | 127 |
| 6.4.2.2. Alimentos marinos causantes de listeriosis                                      | 128 |
| 6.4.3. Staphylococcus aureus   | 129 |
| 6.4.3.1. Incidencia y síntomas de enterotoxiosis   | 130 |
| 6.4.4. Salmonella  | 132 |
| 6.4.4.1. Salmonelosis  | 133 |
| 6.4.4.2. Fiebre tifoidea y paratifoidea  | 133 |
| 6.4.4.3. Salmonela en acuicultura  | 134 |
| 6.4.4.4. Salmonela en ancas de rana  | 134 |
| 6.4.4.5. Salmonela en pescado ahumado  | 134 |
| 6.4.4.6. Salmonela en mariscos   | 135 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.4.5. <i>Shigella</i>                                    | 135 |
| 6.4.5.1. Incidencia y síntomas de shigellosis             | 135 |
| 6.4.5.2. <i>Shigella</i> en camarón y ostras              | 135 |
| 6.4.6. <i>Vibrio alginolyticus</i>                        | 137 |
| 6.4.7. <i>Vibrio cholerae</i>                             | 137 |
| 6.4.8. <i>Vibrio cincinnatiensis</i>                      | 138 |
| 6.4.9. <i>Vibrio damsela</i>                              | 138 |
| 6.4.10. <i>Vibrio fluvialis</i> Y <i>Vibrio furnissii</i> | 138 |
| 6.4.11. <i>Vibrio hollisae</i>                            | 139 |
| 6.4.12. <i>Vibrio metschnikovii</i>                       | 139 |
| 6.4.13. <i>Vibrio mimicus</i>                             | 139 |
| 6.4.14. <i>Vibrio parahaemolyticus</i>                    | 140 |
| 6.4.15. <i>Vibrio vulnificus</i>                          | 141 |
| 6.4.16. <i>Aeromonas</i>                                  | 141 |
| 6.4.17. <i>Plesiomonas</i>                                | 142 |
| 6.4.18. Gérmenes <i>Erisipelotrix</i>                     | 142 |
| Conclusiones  | 144 |
| BIBLIOGRAFÍA  | 146 |

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo básico del presente trabajo es el de la elaboración de un escrito que sirva de apoyo a la materia de microbiología de alimentos a través de la revisión de la literatura publicada sobre pescados y mariscos.

### **Objetivos Particulares**

Determinar las principales fuentes de contaminación microbiana.

Resumir los principales microorganismos responsables del deterioro.

Hacer una revisión sobre los parásitos y microorganismos asociados a los pescados y mariscos que pueden ser capaces de causar enfermedades en el hombre.

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos que consumimos generalmente nunca son estériles sino que contienen asociaciones microbianas cuya composición depende de qué organismos llegan a él, de como se multiplican, sobreviven e interaccionan en el alimento en el transcurso del tiempo. Los microorganismos existentes en un alimento procederán tanto de la microflora propia de la materia prima como de los microorganismos introducidos durante las operaciones de recolección/sacrificio, procesamiento, almacenamiento y distribución. La proporción numérica entre los diversos tipos será determinada por las propiedades del alimento, por la atmósfera donde se almacena, por las propiedades de los propios organismos y por los efectos del tratamiento.

La microbiología de pescados y mariscos es muy amplia y los resultados aportados por los investigadores resultan en algunas ocasiones contradictorios toda vez que estos análisis son llevados a cabo en una amplia variedad de condiciones.

La microbiología de los pescados y mariscos se ve influida desde el momento mismo en el cual se realiza la captura ya que en este punto existen posibles fuentes de contaminación tales como el agua en la que son capturados, ya que las bahías se encuentran altamente contaminadas, lo que hace también necesario el análisis de estas aguas y establecer zonas donde pueda realizarse la captura sin correr este riesgo adicional. Generalmente estas aguas se utilizan para la captura de mariscos que se consumen, en algunos casos, crudos.

Los peces que son capturados en mar abierto pueden sufrir una contaminación microbiológica que puede deberse a fuentes internas o externas. Las fuentes internas pueden ser debidas a la contaminación proveniente de las branquias o a la flora microbial presente en los intestinos. Las fuentes de contaminación externa pueden deberse a la zona de captura, el método de captura, el manejo y procesamiento o el método de conservación.

La microflora de los peces de aguas tropicales se ve dominada por especies mesofilicas (*Micrococcus*, *Bacillus* y *Coryneformes*), mientras que en las pesquerías de agua templada predominan especies psicrófilas del tipo *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Pseudomona* etc. A pesar de estas diferencias el deterioro en general es causado por *Pseudomonas spp.* y *Alteromonas putrefaciens*.

A la par del incremento de la población microbiana con el transcurso de la descomposición existen también cambios fisicoquímicos tales como la disminución de óxido de trimetilamina, creatina, taurina y anserina; existe la producción de trimetilamina, amoníaco, histamina, sulfuro de hidrógeno, indol y otros que pueden utilizarse como indicadores de deterioro.

El proceso de deterioro de los crustáceos generalmente se ve dominado por *Pseudomona*, *Moraxella* y *Acinetobacter*, en donde *Pseudomona* puede indicar la vida de anaquel comercial potencial. Los crustáceos de aguas tropicales pueden tener una vida de anaquel más larga.

Por lo que se refiere al mince y los alimentos relacionados con él, la calidad microbiológica se ve fuertemente influenciada por la carga inicial del material del cual se parte, el manejo al que se ve sometido, la calidad microbiológica de cada uno de los componentes que se utilizan y el ambiente bajo el cual se procesan. Se ha reportado la presencia de mohos (*Penicillium cyclopium* y *Aspergillus niger*) productores de olores tipo queroseno, esta contaminación se debió a las malas condiciones ambientales de proceso.

Entre los principales microorganismos que pueden representar un riesgo para la salud pública pueden citarse al *Clostridium botulinum*, *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella*. *C. botulinum* es bastante ubicuo; de las varias especies que existen el tipo E es el más frecuentemente encontrado en los alimentos marinos. Debido a que es un organismo anaerobio con un pH de crecimiento entre 4.6 y 8.5, y a la potente toxina que produce, capaz de causar la muerte, se debe tener la mayor precaución con los alimentos que le pueden proporcionar estas condiciones.

*Listeria monocytogenes* en la mayoría de las circunstancias es aerobia pero puede ser anaerobio facultativo y puede sobrevivir a la congelación, por lo cual es importante darle una buena cocción a los alimentos que se van a consumir para posibilitar la destrucción de la bacteria.

Algunos factores que pueden ayudar a la proliferación de *Staphylococcus aureus* son un inadecuado tratamiento térmico y la presencia de sal, ya que un Aw de 0.86 favorece su

crecimiento y permite la producción de la enterotoxina. Para la destrucción de la toxina se requieren temperaturas mayores a 80°C por tres minutos, una vez destruida la enterotoxina se elimina la posibilidad de una intoxicación..

*Salmonella, Shigella*: los brotes de intoxicación con estas especies ocurren generalmente porque los transportadores humanos contaminan sus manos y subsecuentemente el producto terminado con materia fecal ( ruta ano- mano- boca) por lo cual son sumamente importantes las buenas prácticas de manufactura y buenos hábitos de higiene.

Otras dos especies importantes son el *V. cholerae* y *V. parahaemolyticus*. Algunos aspectos importantes de éstos microorganismos son: en el caso del *V. cholerae* su capacidad de pasar a un estado viable pero no cultivable como respuestas a las condiciones adversas, mientras el *V. parahaemolyticus* deja de estar presente en el agua pero permanece en los sedimentos.

Los principales parásitos puede decirse que son: *Diphyllobotrium latum*, *Clonorchis sinensis* y *Anisakis simplex*. Un tratamiento superior a 60°C es suficiente para inactivarlos. Estos parásitos constituyen un riesgo para la salud cuando se consumen pescados o platillos crudos o insuficientemente cocinados.

## I MICROBIOLOGÍA DE PESCADOS

### 1.1 Taxonomía Básica De Los Animales Acuáticos

Debido a la enorme variedad de especies y a su amplia diversidad tanto morfológica como fisiológica y de composición química de las especies marinas, es importante conocer su clasificación además que la inspección debe llevarse a cabo con parámetros diferentes para cada una de las especies. Tan es así que existen diferencias importantes entre los seláceos y teleósteos. Por ejemplo el tiburón ( seláceo ) por una condición fisiológica elimina la urea por la piel, por lo que inmediatamente después de ser capturados, este compuesto es degradado por algunas bacterias, manifestándose prematuramente un olor amoniacal cuando el producto aún esta en magníficas condiciones de frescura. Sin embargo, en la lobina ( teleósteo ) el olor amoniacal se presenta cuando ya se encuentran en avanzado estado de descomposición. Otra diferencia, aún entre los mismos teleósteos, es que se encuentran especies más grasosas que otras, lo que tiene gran importancia para su conservación.

Otro de los puntos donde se ve la necesidad de conocer las especies de la pesca, es en el campo de los fraudes comerciales, ya que se puede estar en posición de detectar aquellas especies que siendo de calidad inferior se venden como de calidad superior, un ejemplo muy común en los mercados es la venta de diversas especies del género *Rhombus*, como lenguado el cual pertenece al genero *Solea*, especie solea. Otros ejemplos bastante comunes son la venta fraudulenta de algunas especies de tiburón salazonado como merluza tipo bacalao, siendo el primero un escualo y el segundo un teleósteo ( Pérez, 1988).

**Peces:** son los únicos vertebrados acuáticos que tienen respiración branquial desde su nacimiento hasta su muerte. Los peces generalmente tienen un cuerpo comprimido y fusiforme,



y cuentan para su traslado con aletas pares e impares, lo que facilita su movimiento en el ambiente acuático.

### **1.1.1 Clasificación**

Los peces, para fines de inspección y control, se dividen en las siguientes subclases: ciclóstomos, dipnoideos, elasmobranquios y teleósteos. La figura 1.1 la clasificación general de los peces.

### **1.1.2. Ciclóstomos**

Tienen un cuerpo cilíndrico, anguiliforme comprimido caudalmente y su cabeza se diferencia muy poco del tronco. Carecen de aletas ventrales y pectorales, su boca es de forma circular, carecen de mandíbula. Un ejemplo de esta subclase es la lanceta o lamprea (*Branquiosoma coliforniensis*).

### **1.1.3. Dipnoideos**

Estos peces pueden respirar por branquias, pero también por la vejiga natatoria, ya que la pared de esta tiene una estructura alveolar, que puede funcionar como pulmón en determinado momento de su vida. Estos peces viven en estanques y ríos de algunas regiones tropicales en aguas que se secan de vez en cuando.

### **1.1.4. Elasmobranquios**

Son peces con esqueleto cartilaginoso, a los cuales les falta el opérculo, el cual está sustituido por fisuras branquiales como en los Seláceos, o bien por un pliegue cutáneo como en los Holocéfalos. Los seláceos, a su vez se subdividen en batoideos y escualoideos. Los batoideos

están representados por las mantarrayas y torpedos, y los escualoideos por todas las familias de tiburones.

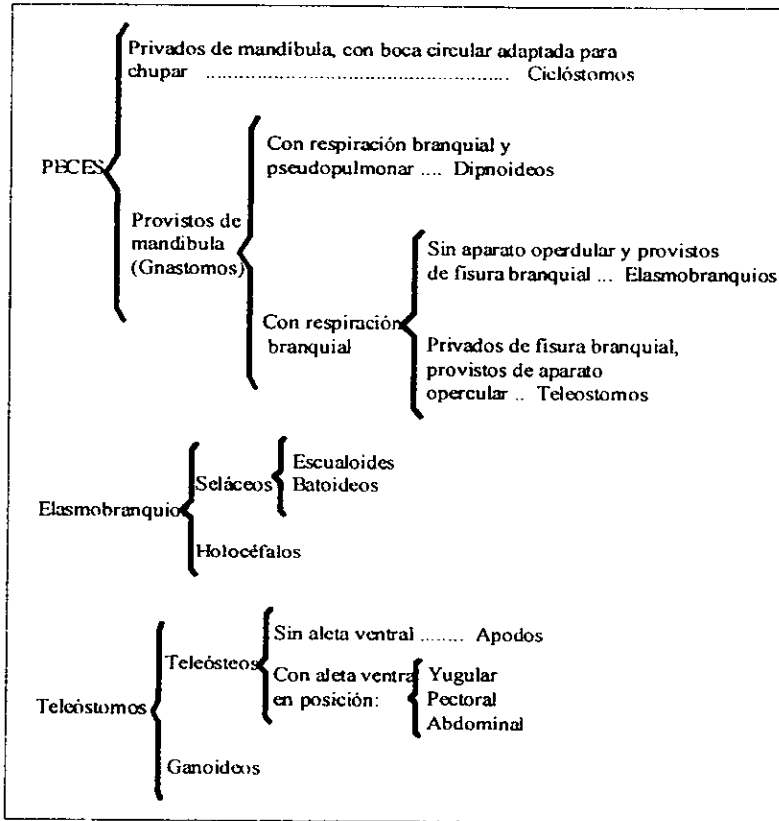


Fig. 1.1 . Clasificación de los peces

En los holocéfalos las branquias están cubiertas por un pliegue cutáneo que funciona como opérculo; un ejemplo de estos es el pez ratón.

**1.1.5. Teleóstomos:** Son peces con boca perfecta y con esqueleto más o menos calcificado, su principal diferencia con los elasmobranquios es que en estos las branquias se encuentran en la cavidad branquial y cubiertas por el opérculo. Los teleóstomos se dividen en ganoideos y teleósteos.

### 1.1.6. *Ganoideos*

Son importantes porque a este grupo pertenece el esturión. En estos peces la notocorda dura toda la vida, la piel es desnuda pero provista de escamas en forma de placas piramidales llamadas escamas ganoideas.

### 1.1.7. *Teleósteos*

Son peces que tienen su esqueleto completamente osificado (Pérez, 1988).

## 1.2. Especies Mexicanas De Interés Comercial

Dada la localización geográfica de México, puede decirse que goza de una situación privilegiada, ya que en sus litorales y aguas continentales se encuentra una gran variedad de especies de los tres grupos comerciales más importantes; es decir, peces, crustáceos y moluscos.

Hasta la fecha han sido reportadas en el país cerca de 125 familias de peces, tanto marinos como dulceacuicolas. En su totalidad estas familias agrupan a más de 600 especies, de las cuales solo el 50% o menos tienen un carácter comestible apreciable, ya sea por la calidad de su carne o bien porque su tamaño permite que parte del organismo sea aprovechado gastronómicamente.

A continuación, en las tablas 1, 2 y 3, se enlistan algunas familias y géneros más representativos por su importancia comercial, además de los nombres más comunes.

| PECES ELASMOBRANQUIOS |                 |                     |
|-----------------------|-----------------|---------------------|
| <i>Familia</i>        | <i>Género</i>   | <i>Nombre común</i> |
| <i>Alopiidae</i>      | <i>Alopias</i>  | tiburón zorro       |
| <i>Lamnidae</i>       | <i>Lamna</i>    | tiburón bonito      |
| <i>Sphyrnidae</i>     | <i>Sphyrna</i>  | tiburón martillo    |
| <i>Triakidae</i>      | <i>Mustelus</i> | tiburón mamón       |

Tabla 1.1.

(Pérez 1988)

| PECES TELEOSTEOS MARINOS |                    |                      |
|--------------------------|--------------------|----------------------|
| <i>Familia</i>           | <i>Género</i>      | <i>Nombre común</i>  |
| <i>Mugilidae</i>         | <i>Mugil</i>       | lisa                 |
| <i>Engraulidae</i>       | <i>Engraulis</i>   | anchovetas           |
| <i>Scombridae</i>        | <i>Thunnus</i>     | atunes, sierras      |
| <i>Carangidae</i>        | <i>Caranx</i>      | pámpanos, jureles    |
| <i>Lutjanidae</i>        | <i>Lutjanus</i>    | huachinangos, pargos |
| <i>Gerridae</i>          | <i>Gerres</i>      | mojarras             |
| <i>Centropomidae</i>     | <i>Centropomus</i> | robalos, chucumite   |
| <i>Bothidae</i>          | <i>Bothus</i>      | lenguados            |

Tabla 1.2. (Pérez, 1988)

| PECES TELEOSTEOS DULCEACUICOLAS |                   |                        |
|---------------------------------|-------------------|------------------------|
| <i>Familia</i>                  | <i>Género</i>     | <i>Nombre común</i>    |
| <i>Atherinidae</i>              | <i>Chirostoma</i> | pescado blanco, charal |
| <i>Cyprinidae</i>               | <i>Cyprinus</i>   | carpas                 |
| <i>Cichlidae</i>                | <i>Tilapia</i>    | tilapias, mojarras     |
| <i>Salmonidae</i>               | <i>Salmo</i>      | truchas                |
| <i>Ictaluridae</i>              | <i>Ictalurus</i>  | bagre de canal, de río |

Tabla 1.3 (Pérez, 1988)

### 1.3 Bioquímica De Los Productos De La Pesca

La alimentación tiene en la vida del hombre una importancia que va mas allá de su necesidad fisiológica individual. Actualmente el concepto de ración mínima para desarrollar un trabajo manual o intelectual ha sido sobrepasado, puesto que no se debe partir del principio de comer para vivir sino de nutrirse racionalmente para vivir sanamente. Se necesita que el individuo pueda contar con una alimentación que satisfaga en cantidad y en calidad sus requerimientos mínimos para desarrollar una determinada actividad.

El valor de un alimento se basa en su valor biológico, el cual podría definirse por el número de gramos de proteína corporal que la proteína del alimento puede reemplazar.

Tomando como base la leche de mujer, que se considera el alimento natural ideal para el hombre, al que se le asigna un valor de 100, se ha calculado el valor total y el valor neto de algunas proteínas de diferentes alimentos. Se define como valor total al porcentaje de aminoácidos esenciales con relación a la leche de mujer, a la que se asigna un valor de 100.

La proteína del pescado tiene menor valor biológico que la leche de mujer y que el huevo, y mayor que la leche de vaca y la carne de animales de sangre caliente. Sin embargo por la calidad de su proteína, contenido graso y digestibilidad es muy recomendable para su consumo .

### **1.3.1. *Composición Química Del Pescado***

En general la diferencia en la composición química entre la carne de los peces y la de otros animales comestibles es mínima. Aún cuando los peces presentan altas cantidades de compuestos nitrogenados no proteicos tales como amoníaco, trimetilamina, creatina, taurina, betainas, ácido úrico, anserina, carnosina e histamina.

Al comparar los tejidos del pescado con la carne de mamíferos destacan en seguida diferencias en cuanto a composición química, estructura histológica y propiedades físicas, además de las que tienen por fundamento la preparación y elaboración recibidas.

Así , tomando como prototipo de pescado al bacalao recién capturado se observa que contiene un 81% de agua, un 15- 16% de proteína y un 4% de sustancias extractivas, sustancias minerales y contenido graso. En cambio la de vacuno que tiene un porcentaje graso mayor, se compone de un 76% de agua y de un 18-21.5% de proteína. El contenido de agua en los tejidos

del pescado es generalmente de un 5% a un 15% más elevado que el de los tejidos de mamíferos (Perez, 1988).

El tejido conjuntivo es menor (3 a 10 %) , además el colágeno comienza a gelatinizarse entre 30 y 45° C , dependiendo de la especie pesquera, lo cual explica su alta digestibilidad. El contenido de grasas en los peces es muy variable (del 0.4% al 23.74%) y, por lo tanto, se debe hacer una diferenciación entre peces magros y grasos; los primeros tienen un contenido máximo de 3% (tiburones, truchas, lenguados); los grasos son los que tienen contenidos grasos superiores al 3% (sardinas, arenques, atunes ) ( Kietzman, 1974).

Los pescados magros son fácilmente digeribles, más que las carnes magras de los animales de matadero, tanto por el mínimo contenido de lípidos como por el escaso contenido de tejido conectivo, elástico y fibrinoso que se encuentra en sus masas musculares.

Los aminoácidos que forman las proteínas de la carne de pescado, son los mismos que forman las proteínas de las carnes de animales de matadero, y sus proporciones son también semejantes . Se debe hacer notar que los diferentes estados fisiológicos de los pescados, influyen en su composición y valor nutritivo, así se observa que poco antes del desove, sus carnes tienen mayor valor nutritivo y en particular, más alto porcentaje en grasas. El contenido de carbohidratos es muy pequeño no superando la media el 1%.

El mayor valor nutritivo del pescado respecto a las carnes de matadero, es su alto contenido en sales, minerales y vitaminas.

En los peces marinos, el cloruro de sodio predomina sobre el fosfato de potasio, mientras que sucede lo contrario en los peces de agua dulce. El yodo es un mineral característico de las

carnes de pescado, por ejemplo en los peces del Mediterráneo existen de 400 a 1200 microgramos, mientras que en la carne de los animales de matadero solo contiene de 22 a 89 microgramos. Las vitaminas se encuentran en gran cantidad, sobre todo las vitaminas liposolubles A y B. Se ha comprobado que el tejido muscular de los peces tiene diez veces más catepsina que el de los mamíferos, lo que viene a significar que el pescado dispone en sus órganos de igual actividad proteolítica a la temperatura de 7°C que los mamíferos a 37°C.

Iren y Turid (1995) determinaron la actividad proteolítica en el músculo del salmón del Atlántico, en los rangos alcalinos o ligeramente alcalinos. Se detectaron proteasas alcalinas estables al calor. La actividad óptima se determinó a pH = 8 y 65°C. El músculo del salmón fue especialmente susceptible a la degradación proteolítica a elevadas temperaturas.

Asimismo, la glicilglicina-dipeptidasa presenta elevada actividad en los músculos de los peces, situándose a nivel de los límites superiores de la actividad que manifiesta en el tejido muscular de los mamíferos. Se desprende de investigaciones efectuadas en tejidos de bacalao y de truchas que la actividad dipeptidasa media de los pescados es varias veces superior a las de los tejidos de los mamíferos.

Los músculos de los peces no contienen descarboxilasas, la presencia de productos descarboxilados se debe atribuir por lo regular a la actividad de descarboxilasas microbianas. Únicamente la beta-alanina puede originarse a partir de la anserina por intervención de una anserinasa originaria.

Hay peces, como el atún, la caballa etc., que tienen gran cantidad de musculatura de tonalidad roja, la cual tiene de particular ser más rica en mioglobina, grasa, vitamina B e

histidina, que la musculatura blanca, y su actividad proteolítica, independientemente de la especie de que se trate, es de unas tres a cinco veces mayor. Las enzimas catépsicas pueden también llegar a los músculos a partir de los órganos digestivos y desarrollar ahí su actividad. Así pudo ponerse de manifiesto en el bacalao que mientras permanece en la cubierta de los buques pesqueros se producía un notable aumento de enzimas digestivos en su cavidad abdominal y en la musculatura que la limita. Pasadas dos horas de almacenamiento abordo aumentan las actividades de la tripsina y de la amilasa de tres a cinco veces sobre el valor de partida.

Las grasas del pescado contienen 20% de ácidos grasos saturados de cadena larga (mirístico y palmítico preferentemente) y 80% de ácidos grasos insaturados (mono y poliinsaturados).

En los ácidos monosaturados cabe incluir, además de los conocidos palmítico y oleico, los de elevado número de átomos de carbono como los ácidos gadoleico y cetoleico. La fracción principal de ácidos grasos insaturados corresponde a los poliinsaturados, que se encuentran casi exclusivamente en la serie del ácido linolénico, en tanto que la del linoleico se encuentra débilmente representada. Este alto contenido en enlaces insaturados es la causa de la gran susceptibilidad de los aceites de pescado a la oxidación y también de su bajo punto de fusión.

Otra diferencia entre mamíferos y peces es que en tanto el sistema activo del movimiento de los mamíferos se compone de paquetes musculares individualizados y compactos, envueltos e infiltrados por un abundante tejido conectivo ínter e intramuscular, el correspondiente sistema de los peces no llega alcanzar una diferenciación de tal rango. Sus masas musculares están integradas por músculos del dorso y de los costados que contienen poco tejido conjuntivo y que



se encuentran subdivididos a lo largo de su longitud por mioseptos conjuntivos poco señalados que separan miómeros de forma troncocónica.

### **1.3.2. *Modificaciones Post Mortem***

#### **1.3.2.1. Carbohidratos**

El músculo de los peces contiene cantidades variables de glucógeno dependiendo de la especie y del estado fisiológico en que se encuentre al hacerse la determinación. Esta cantidad de glucógeno es menor que en los mamíferos que comúnmente se utilizan como animales de abasto.

La glucólisis que se realiza después de la muerte, lleva a la producción de ácido láctico por una degradación enzimática semejante a la que sucede en los animales de sangre caliente, obteniéndose como productos intermediarios a los mismos derivados fosforados. Por lo tanto, el pH del músculo está en relación directa con la cantidad de ácido láctico que se produce y de la capacidad reguladora de músculo mismo. En los pescados, el ácido láctico que se produce es oxidado con la simultánea reducción del OTMA (óxido de timetilamina), activado a ácido acético y CO<sub>2</sub> y la consecuente formación de TMA (trimetilamina) (Pérez, 1988).

#### **1.3.2.2. Lípidos**

Los ácidos grasos insaturados forman el 75% aproximadamente de los lípidos de los peces, y a estos precisamente se deben atribuir los olores especiales que dan los aceites de pescado (ac. gadoleico en la merluza), en muchos otros peces el ácido por si solo está contenido en cantidades superiores al 50%. Estas grasas por procesos de hidrólisis liberan ácidos grasos libres, los cuales a su vez, por acción enzimática y microbiológica pueden sufrir enranciamientos. Los ácidos grasos liberados, pueden degradarse hasta la formación de ácidos volátiles.

De la modificación que sufren los lípidos, la oxidación es causa de cambios importantes en la calidad de estos productos, pues la oxidación de estos aceites y pigmentos asociados, provoca cambios de color y olor conocidos como de enranciamiento, alteración en la cual hay formación de peróxido, cuyo índice puede indicar el grado de conservación del producto (Pérez, 1988).

### 1.3.2.3. Compuestos Nitrogenados

El pescado contiene en su musculatura una gran cantidad de compuestos nitrogenados no proteicos ( creatina, urea, OTMA), los cuales son activamente utilizados por las bacterias durante la descomposición del pescado. De los compuestos nitrogenados el OTMA y la TMA, revisten particular interés para la determinación del grado de conservación de los productos marinos refrigerados. El OTMA se encuentra en cantidades muy variables dependiendo de diversos factores como son la especie, la edad, la época y el lugar de la captura. Estas variaciones son tan amplias como 1.22 mg de nitrógeno por 100g de carne en la langosta marina y 6.51 mg en la misma cantidad de carne en la lisa. Esta diferencia puede presentarse aún en las mismas especies, con la única variable de haber sido capturadas en mares diferentes.

En cuanto a la TMA , su presencia está ligada en gran parte a la presencia de OTMA, pero en ocasiones no depende estrictamente de la presencia de OTMA, pues en algunas especies se le llega a encontrar preformado en pequeñas cantidades, además de que puede ser formado por bacterias, el OTMA por reducción oxidativa se transforma en TMA, de tal forma que durante el periodo de conservación disminuye el OTMA y aumenta la TMA (Kietzman, 1974).

#### 1.3.2.4. Rigor Mortis-Maduración

Los productos pesqueros al ser separados de su medio, presentan inmediatamente signos de asfixia hasta producirse su muerte, a partir de la cual van a presentar modificaciones en sus tejidos que causarán el deterioro gradual de éstos hasta su total degradación. Estas modificaciones van a alterar su aspecto físico, manifestándose como cambios de color, sabor, olor, textura, variación del pH, degradación enzimática y microbiana.

*Rigor mortis.* Este fenómeno se manifiesta por una contracción violenta de las masas musculares que van a dar al pescado un endurecimiento muy pronunciado. El momento de la presentación de este fenómeno, puede ser inmediatamente después de la muerte o durar un poco más, determinado esto por diversos factores que pueden ser desde las individuales de la especie o la temperatura en el momento de la captura, el estado en el que se encontraba el aparato digestivo, tiempo que permaneció a la sombra o bajo luz solar directa etc.

Los fosfatos y el glucógeno, ricos ambos en energía, son los que esencialmente la suministran para que se lleve a efecto la contracción muscular *in vivo*. El contenido del músculo en estas sustancias es decisivo para el comienzo y terminación de la rigidez cadavérica.

Sin embargo, la desfosforilación y la degradación posterior del ATP, ADP y ácido adenílico, transcurren a mayor velocidad en el pescado que en el mamífero. El pescado que no ha sufrido excitaciones y que se eviscera después de haber reposado un tiempo suficiente, tiene en sus músculos valores de pH más favorables que aquel otro que muere lentamente a bordo después de un tiempo de agonía más o menos largo.

Es bien sabido que después de morir falla la regulación coordinadora del metabolismo tisular, lo que se traduce en un desmoronamiento del potencial de las superficies limitantes, así como de la permeabilidad de las membranas nucleares y protoplásmicas, que desarrollaban durante la vida una eficaz labor selectiva. De este modo alcanzan los enzimas lugares a los que nunca pudieron llegar in vivo, pues gozan además de la ventaja de que no entran rápidamente en degradación. Así pues, desarrollan ahora una actividad preferentemente destructora sobre los tejidos del organismo (Pérez, 1988).

Inmediatamente después de la muerte, el ATP pasa por una desfosforilación a  $ADP + P_i$ , con liberación de energía. Parte del ADP resultante se resintetiza a ATP merced a la glucólisis del glucógeno presente en el músculo. El resto de ADP sufre una nueva desfosforilación pasando a AMP, y por desaminación en IMP (ácido inosinmonofosfato). Por consiguiente, después de la muerte descende cada vez más el contenido tanto de ATP como de glucógeno esto a través de la desfosforilación y la glucólisis respectivamente. El glucógeno se transforma además en ácido láctico (Flick et. al 1986). Mientras que en el músculo con vida y en el que la acaba de perder, el ATP, combinado con la fracción proteica muscular denominada miosina, confiere a aquel una propiedad blanda y elástica, luego conforme va disminuyendo después de la muerte con el paso del tiempo, va a determinar que nunca llegue a haber lo bastante en disposición de combinarse con la miosina, la cual, libre por tal causa, se combina ahora con una segunda fracción muscular, la actina, resultando de esta reacción la actomiosina, que concede al músculo una consistencia rígido-esquelética, circunstancia que se manifiesta al exterior en forma de rigidez cadavérica. La actomiosina se degrada por un proceso de autólisis y el músculo recobra nuevamente su estado de relajación lo que marca el fin del rigor mortis.

El momento de comienzo de la rigidez cadavérica depende de las cantidades de fosfato rico en energía y de glucógeno existentes. Cuanto mayor sea la concentración inicial de glucógeno, tanto más ADP puede pasar por resíntesis a ATP, y por tanto más ácido láctico se acumula, cuyo contenido determina realmente el grado de fermentación alcanzado por el músculo.

Por lo tanto es importante el retardar todo lo que se pueda el comienzo de la rigidez cadavérica desde el punto de vista de la conservación de la carne, pues al proceder así se conseguirá que se instauren, lo más tarde posible, los procesos proteolíticos y microbianos, que generalmente solo se desarrollan una vez finalizada la rigidez cadavérica ( Kietzman, 1974).

*Maduración.* Al morir el pez se rompe el equilibrio de todos los procesos vitales, y las enzimas existentes continúan su acción, pero actuando ahora sobre los propios tejidos del pescado, degradándolos a sus constituyentes esenciales; este fenómeno llamado maduración se lleva a cabo en el interior de todas las células y da por resultado el ablandamiento de la carne. Estos cambios se pensaba que solo sucedían en el pescado fresco, pero estudios recientes han mostrado que, aunque en forma muy disminuida, también ocurren en el pescado congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  ( Pérez, 1988). Se debe hacer notar también que la velocidad de presentación va a variar según sea la especie capturada.

El estado en el cual se encontraba el aparato digestivo es muy importante ya que en gran parte depende de esto la velocidad con la cual se van a degradar las tejidos de la cavidad abdominal; si en ese momento el pez se encontraba en plena actividad digestiva, la acción enzimática será mucho más rápida por lo que puede en ocasiones llega a perforar el vientre.

#### **1.4. Microbiología Del Pescado y Su Procesamiento**

Se ha observado que por lo general el pescado es mucho más perecedero que otras carnes. Este grado de perecibilidad es debido principalmente a la gran concentración de compuestos nitrogenados no proteicos presentes en el músculo del pescado.

El hecho del contenido de sustancias extractivas nitrogenadas libres por parte del músculo, como productos del metabolismo intermediario, en tasa mas elevada en el pescado, explica también el que las combinaciones químicas sean esencialmente más lábiles. Estas sustancias extractivas libres son las principales responsables del sabor específico del pescado fresco, mientras que los productos de su desdoblamiento determinan generalmente las cualidades organolépticas desagradables y características de la carne de pescado en descomposición.

El contenido en hidratos de carbono, de importancia para la acidificación de la carne, es mas bajo en pescados fatigados y capturados por red. En cambio los valores medios que se indican para la carne procedente de res bien descansadas, en cuanto a glucógeno, son de 150 a 180 mg por 100g de carne.

En la carne de pescado recién eviscerado se advierte una reacción débilmente alcalina (  $\text{pH} = 7.05-7.35$  ) en curso del proceso de fermentación o acidificación se determinan los valores más bajos de  $\text{pH}$  (  $5.9-6.3$  ) los cuales en muy poco tiempo llegan al punto de neutralidad y aún lo sobrepasan.

##### **1.4.1. Fuentes de contaminación**

La piel protege al pescado de las influencias procedentes del exterior. Consta de epidermis, casi siempre constituida por una sola capa y además de poco espesor, y de cutis, con

tejido conjuntivo muy laxo. Esta es la razón de que una vez muerto el pez, pueda oponer escasa resistencia a la acción de la luz, a la sequedad ambiental y a los microorganismos.

Otro factor que influye en los peces es la relación superficie-volumen corporales ya que en los peces es muy alta esta relación por lo cual los peces más pequeños tenderán a descomponerse con mayor facilidad.

De la consideración de las peculiaridades de la muerte y sacrificio del pescado como habitualmente se desarrollan a bordo de los barcos pesqueros y, de como una vez finalizado el viaje de vuelta se descarga en los puertos y se distribuye a los comercios, destacan los siguientes puntos:

1.-Las branquias y la piel, constantemente expuestas a muchos microorganismos, raras veces se retiran del pescado y representa una fuente importante de infección.

2.-Otro factor que contribuye a la perecibilidad del pescado es la temperatura del agua en la cual fueron capturados. La flora bacteriana de peces de aguas frías no es inhibida tan efectivamente por la refrigeración como la flora normal de peces capturados en aguas tropicales. Cuando se manejan adecuadamente, las especies tropicales son generalmente menos propensos a una rápida contaminación y exhiben una mayor vida de almacenamiento refrigerado que las especies de aguas templadas (Summer et al. 1984). Aunque esta generalización debe tomarse con cuidado ya que existen especies de aguas templadas con una amplia vida de anaquel (Halibut, grenadier, etc.).

3.-La carga microbiana y la calidad inicial del pescado fresco se ve afectada por el método de captura. Es en este punto donde se debe iniciar el proceso de mantenimiento de la calidad. El abuso en el manejo durante la captura va en detrimento de la calidad y por lo tanto de

la vida de anaquel a nivel de mercado al detalle. Debido a que no siempre se puede ser selectivo en los métodos de captura utilizados para muchas especies comerciales, es sumamente importante que el pescado sea manejado de una manera consciente de la calidad tan pronto como es descargado en el buque. Se debe evitar el manejo del pescado con ganchos, garfios u objetos punzocortantes o al menos limitarlos a la región de la cabeza. Las picaduras en la piel y las perforaciones en la carne rápidamente introducen bacterias y aceleran el deterioro de la calidad, al igual que se debe evitar el caminar o pararse sobre el pescado para evitar que se golpee.

Actualmente se emplean una amplia variedad de equipos y métodos para la captura comercial de pescado. Incluyen desde trampas y barreras, técnicas de anzuelo y sedal hasta diversos tipos de redes. Aunque existen pocos datos disponibles para comparar la carga microbiana del pescado fresco desembarcado, capturado por los diferentes métodos; Shewan (1961) demostró que el pescado capturado con red barredora generalmente transporta una carga bacteriana de 10-100 veces mayor que aquellos capturados con sedal. Este incremento es atribuido al dragado en el fondo del océano el cual revuelve el lodo provocando que se contamine, y se adhiera al pescado, lo que causa que estalle la cavidad abdominal y que los intestinos queden expuestos. Generalmente es aceptado que cuando se utiliza red barredora y que se remolca, el pescado capturado resulta de menor calidad.

Chao et al. (1994) estudiaron el efecto de diferentes métodos de sacrificio sobre el músculo del pescado japonés flounder (*Paralichthys olivaceus*). Los métodos probados fueron: i) punción en la cabeza, ii) muerte por asfixia fuera del agua, iii) inmersión en una solución de etilaminobenzoato a 1000 ppm, en agua de mar, y iv) electrificación del agua de mar. Se determinó que con el método (iii) se empieza a manifestar el rigor mórtis 20 horas después del



sacrificio y la tensión máxima se registra después de 56 horas, mientras que por los métodos (ii) y (iv) el rigor mórtis se establece inmediatamente después del sacrificio y la tensión máxima se alcanza después de 13 y 9 horas respectivamente.

4.- Durante los periodos de alta pesca las redes se llenan demasiado y el pescado que se encuentra en el fondo puede llevar ya horas; además de que es magullado y aplastado por la compresión. Además de que las grandes capturas necesitan mayores bodegas para su almacenamiento apropiado.

5.- El pescado, por lo tanto, esta sujeto al abuso físico del deslizamiento sobre la cubierta del bote y expuesto a la luz solar y a la temperatura ambiental. En este caso la cantidad afecta adversamente la calidad.

6.-Se ha observado también que la cantidad de stress a la que se somete el pescado durante la captura, justo antes de la muerte, afecta la calidad post-captura. Los pescados que son muy activos tales como el atún y la macarela, se excitan demasiado y mueren en un estado frenético cuando son capturados por las redes tipo bolsa.

Cuando el atún es capturado en un alto estado de stress, el rápido incremento del ácido láctico en el músculo combinado con la elevada temperatura resulta en un serio daño de la carne conocido como carne quemada (Goodrick, 1987). En este estado el atún aún es aceptable para los enlatadores pero es inaceptable para el altamente lucrativo mercado japonés del sashimi. Por esta razón es deseable la técnica de sedal para minimizar el stress, para mantener la calidad post captura del atún.

El efecto del stress sobre la calidad post captura también ha sido documentado para otras especies de pescado. El salmón capturado con redes agalleras mueren después de un agotador

esfuerzo como resultado de esto el rigor mortis comienza muy rápidamente y se presentan muy prematuros signos de deterioro durante el enhielado (Dassow, 1976). La captura por anzuelo y sedal, y el pescado llevado rápidamente al buque y sacrificado, minimiza el stress y el deterioro de calidad asociado. Este concepto de sacrificio limpio es bien conocido en el sacrificio de ganado y aves.

Lowe et al. (1994) concluyeron durante su investigación que el stress impuesto por la captura y manejo del pescado impactan la calidad postmortem de la carne del pescado. Además puntualizan que el cortisol es un útil indicador de stress.

Un estudio sobre la captura de bacalao del Atlántico indicó que la cantidad de lucha afecta el contenido proteico y calórico de la carne por reducción de la humedad (Botta, 1987a). Un estudio simultáneo de los mismos investigadores señaló que el método de captura del bacalao del Atlántico fue más significativo por la época estacional sobre la calidad sensorial (Botta, 1987b). Estudios de Herborg y Villadsen (1975) han indicado que la calidad y vida de anaquel de la trucha arcoiris se ve adversamente afectada por el stress físico. Ellos han establecido también que el nivel de infección bacteriana en el músculo del pescado se incrementa con el stress.

Al contrario de las aves y el ganado, el pescado generalmente es capturado en lugares remotos y debe ser almacenado por varias horas o días abordo del buque antes de que sea procesado.

En 1973 la FAO publicó un Código de prácticas para Pescado Fresco, está enfocado principalmente hacia el manejo del pescado en el mar. Ahí se establece que "El pescado es un alimento extremadamente perecedero, y debe ser manejado, en cualquier tiempo, con gran cuidado de tal forma que se inhiba el crecimiento de microorganismos". La calidad del pescado

se deteriora rápidamente y el tiempo potencial de conservación se acorta si no es manejado y almacenado apropiadamente. Mucho del pescado desembarcado para consumo humano está sujeto a un muy severo manejo. El pescado no debe ser expuesto a la luz solar directa o al efecto deshidratante del aire, pero debe ser cuidadosamente limpiado y enfriado hasta 0°C tan rápidamente como sea posible. Cualquier tratamiento descuidado o retraso en la reducción de la temperatura puede tener un marcado efecto sobre el tiempo potencial de almacenamiento.

7.-Shewan (1961) ha puntualizado que la principal ventaja del eviscerado es el prevenir el deterioro autolítico, así como la descomposición bacteriana. Claro que la FAO establece que un mal eviscerado puede ser peor que no eviscerar, ya que ello puede facilitar a las bacterias el penetrar a la carne.

Se ha reportado que el eviscerado de la macarela fresca puede tanto incrementar como disminuir el número de bacterias. En un estudio más reciente a bordo de un barco rastreador en New England Samuels et al. (1984) encontró que el bacalao y merluza eviscerados tenían cuentas de psicrófilos tan bajas como las que tenían después de la captura. Aunque las diferencias no fueron significativas. Además ellos encontraron que la práctica de lavar el pescado eviscerado circulando agua de mar antes del almacenamiento en hielo no afectó el número de bacterias, aunque esta práctica removió el barro y demás materias visibles extrañas.

Ravesi (1985) demostró que el número de microorganismos sobre los filetes de cazón espinoso es una función del manejo y procesamiento anterior a la remoción del filete. En otras palabras el cazón almacenado entero tuvo cuentas tan bajas como el pescado eviscerado, el cual en su turno presentó cuentas tan bajas como el descabezado y eviscerado. Sin embargo, los

investigadores recomendaron el eviscerado si el viaje de pesca es mayor a dos días ya que ello resulta en un incremento de la vida de anaquel de los filetes, no obstante el incremento de las cuentas bacterianas. Por otra parte, si el viaje es corto (menor a dos días) se deben realizar labores para un adecuado enhielado y así enfriar rápidamente el cazón entero. Los investigadores reportaron que el descabezado y eviscerado no fue útil ya que la remoción de la cabeza crea otra superficie de potencial contaminación bacteriana y ello no beneficia la vida de anaquel.

Scott et al. (1986) compararon una evaluación sensorial y microbiológica de "Orange roughy" entero, y descabezado-eviscerado durante el almacenamiento en hielo. Antes de almacenarse el pescado entero y el eviscerado-descabezado fueron lavados con agua de mar. Los resultados microbiológicos indicaron que no hubo diferencias significativas entre las cuentas bacterianas de los dos grupos. La vida de anaquel del - orange roughy- entero almacenado en hielo se determinó por análisis sensorial y fue de entre 11 y 13 días, mientras que en el pescado descabezado-eviscerado solamente hubo un escaso incremento. Los autores concluyeron que el ligero incremento en la vida de anaquel del pescado descabezado-eviscerado fue debido a la reducción de la autólisis antes que a la reducción de la actividad microbiana. Este deterioro autolítico por enzimas digestivas es más común en peces que se están alimentando activamente en el momento de la captura.

Muchas fuentes recomiendan que el pescado sea sangrado, así como eviscerado antes del almacenamiento abordo del buque pesquero. Sin embargo aún existen algunas incógnitas sobre si el sangrado del pescado, en la zona de captura, beneficia la calidad en todas las situaciones. Un proyecto cooperativo entre el Maine Department of Marine Resources y la Maine Groundfish

Association (1986) concluyó que el sangrado del bacalao capturado vivo, antes de ser eviscerado y retiradas las branquias, parece que no tuvo un efecto significativo sobre la calidad o la vida de anaquel comparado con bacalao idénticamente capturado, del mismo remolque pero sin sangrar. En este estudio las muestras fueron sujetas a medidas de color con un medidor de diferencias de color, paneles de evaluación sensorial, lecturas torrimétricas ( mide los cambios en las propiedades dieléctricas del pescado y estas decrecen cuando se pierde frescura mientras que los valores K se incrementan durante el transcurso del almacenamiento ), pruebas de carga bacteriana superficial y determinaciones de concentraciones de trimetileno e hipoxantina (indicadores de deterioro). En todos los casos no se encontraron diferencias significativas entre los filetes de pescado sangrados y no sangrados ( Ward y Hackney, 1991).

Por otra parte en otros estudios se reporta que el sangrado del bacalao del norte fue benéfico sobre la calidad, solamente si se llevaba a cabo dentro de las dos primeras horas después de haber sido descargado en el barco. Los autores subrayaron que los beneficios del sangrado puede variar con la localización de la captura y la época del año (Botta et al. 1986).

Mayer et al. (1986) reportó que el procesamiento a bordo (sangrado, eviscerado y el retiro de branquias) no extienden la vida de anaquel del pescado azul ya que los filetes de este pescado fueron muy similares, en registros sensoriales a los filetes de pescado entero almacenado y empacado.

De estos resultados contradictorios se desprende que las operaciones de sangrado y eviscerado no siempre se deben aplicar en todos los pescados. Cada pesquería deberá tomar su propia decisión basados sobre los conocimientos de la especie y del método de captura. Sin embargo, cualquier operación que se realice a bordo no debe retrasar el enfriamiento hasta 0°C.

Barile (1985a) encontró que la vida de anaquel de la macarela de Faughn, sobre hielo, se reduce en un día por cada hora de retraso en el enhielado o por la exposición a temperaturas ambientales de 28 a 30°C. Además, en el punto de rechazo, por un panel de degustación entrenado, las muestras tuvieron las siguientes cuentas de aerobios en placa a 20°C: pescado enhielado inmediatamente,  $10^9$  organismos/g; pescado enhielado después de seis horas de retraso del enhielado  $10^6$ ; y pescado enhielado después de 9 y 12 horas  $10^5$ . Los principales microorganismos responsables después de 0-6 horas de retraso del enhielado fueron *Pseudomonas spp.* y *Alteromonas putrefaciens*, mientras que el retraso prolongado (9- 12 hrs) produjo una flora de *Bacillus spp.*, *Aeromonas hydrophila* y *Pseudomonas spp.*.

Algunos trabajos realizados sobre sardina trinchera reportaron ligeras diferencias de calidad entre el pescado enhielado después de ser descargado y el pescado enhielado después de cinco horas. Algunos otros estudios han reportado que no existen efectos perjudiciales debidos al retraso del enhielado, para algunos peces bien específicos, hasta por 12 hrs.. Chinivasagam y Vidanapathirana (1986) han propuesto dos posibilidades sobre el porque el retraso del enhielado aparentemente no afecta de manera decisiva al pescado. Una es la baja incidencia de *Pseudomonas* en los peces tropicales y la segunda es una observación de Poulter (1981) ; cuando los peces de aguas tropicales son mantenidos a altas temperaturas, el comienzo del rigor mortis es lento y de mayor duración retrasando así el crecimiento bacteriano.

En la preservación del pescado, el enhielado no deja de tener sus desventajas. Se ha sugerido que algunos de estos atributos indeseables son la tendencia a dañar y golpear la carne , el arrastrar componentes del sabor y minerales nutricionalmente deseables así como proteínas solubles en agua. Debido a que el enhielado puede ser una labor muy intensiva en particular para

algunas pesquerías que tienen altos volúmenes de captura se ha empezado a utilizar agua de mar refrigerada mecánicamente en lugar de hielo (Lee y Kolbe, 1982).

Aun cuando la adición de  $\text{CO}_2$  ayuda a restringir el crecimiento bacteriano, puede perjudicar ciertos atributos sensoriales del pescado. En un estudio realizado por Tomlison et. al. (1974) se almacenó salmón y "lingcod" en AMR (agua de mar refrigerada) y AMRM (agua de mar refrigerada modificada). El autor estableció que la adición de  $\text{CO}_2$  promovió la absorción de sal e incrementó la susceptibilidad del pescado a la rancidez durante el almacenamiento congelado y en el caso del salmón promovió la decoloración de la carne.

Reppond y Collins (1983) encontraron que la calidad del salmón del pacífico fue aceptable por seis días en hielo y por 9 días en AMRM, aunque ellos también reportaron que la absorción de sal durante el almacenamiento en AMRM puede representar un problema.

En general se puede considerar que las principales fuentes de contaminación las constituyen: el suelo por ser el hábitat natural de numerosos tipos de organismos; el agua, tanto de la lluvia que contiene microorganismos tomados del aire, como del agua utilizada durante los procesos de lavado o del propio procesamiento del pescado; del aire en el cual se pueden encontrar suspendidas bacterias responsables del deterioro; el propio pescado que en el limo de su superficie puede presentar de  $10^2$  a  $10^7$  organismos / g, además de las bacterias presentes en la cavidad abdominal; el personal que los manipula que en algunos casos son portadores directos de organismos patógenos como *S. aureus*; y aditamentos utilizados para el transporte, corte y procesamiento del pescado

## 1.5. Alteración

### 1.5.1. Características organolépticas de frescura

Las principales características organolépticas, como indicadores de frescura enlistadas por el ICMSF (1985) son la presencia de ojos brillantes, carne firme y fresca, agallas brillantes y olor fresco, color característico etc. En la tabla 4 se resumen las características de frescura.

Por otra parte Queiroz M.I. et. al. (1993) desarrollaron una escala de 12 puntos para asegurar la frescura del pescado almacenado en hielo. Esta escala se desarrolló sobre la base del perfil de deterioro del pescado "castanha" (*Umbrina canosai*) almacenado en hielo en una proporción 1:1. Los parámetros considerados incluyen apariencia de los ojos, color y olor de las branquias, apariencia general interna y externa, volátiles totales, pH e índice de refracción del fluido ocular.

### 1.5.2. Alteración por microorganismos

Generalmente es aceptado que la carne interna del pez vivo, saludable, es estéril (Fattal, B. et al. 1992). La flora bacteriana natural reside principalmente en la capa viscosa exterior de la piel, en las branquias y en los intestinos del pescado. El rango en el número de bacterias va desde  $10^2$  a  $10^6$  unidades formadoras de colonias (ufc) por centímetro cuadrado en la piel, en las branquias de  $10^3$  a  $10^5$  por gramo y en el intestino, de peces que no se han alimentado o que se han alimentado muy poco,  $10^7$  o mayor en peces alimentados. La microflora inicial está directamente relacionada al ambiente, mientras que la carga microbiana total está sujeta a la variación estacional. Shewan (1977) indicó que los peces de aguas tropicales parecen tener más microflora Gram positiva mesofílica (*Micrococcus*, *Bacillus* y *Coryneformes*), mientras que en los peces de aguas templadas predomina una población psicrófila Gram negativa (*Moraxella*,



*Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* y *Vibrio*). No obstante las diferencias en la microflora inicial, los patrones de deterioro del pescado almacenado en hielo es muy similar y son causados por *Pseudomonas spp.* y *Alteromonas putrefaciens* (Barile et al. 1985<sub>b</sub>).

Los géneros de bacterias más comunes tanto en el pescado de agua salada como de agua dulce son: *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Kurthia*, *Serratia* y levaduras. En el pescado deteriorado la flora se compone de bacilos gram negativos de los géneros *Pseudomonas* y *Achromobacter*. La parte más susceptible del pez es la región branquial que es donde se presentan los primeros signos de alteración organoléptica, que se pueden detectar por el mal olor que se percibe al examinar las branquias. Si el pescado no es eviscerado inmediatamente, las bacterias intestinales atraviesan las paredes de los intestinos y llegan a los tejidos internos. Los organismos productores de alteraciones utilizan en primer lugar los compuestos más simples, liberando en el proceso diversos componentes volátiles olorosos. Durante la alteración del pescado decrece el óxido de trimetilamina, creatina, taurina, anserina y determinados aminoácidos, y hay producción de trimetilamina, amoníaco, histamina, sulfuro de hidrógeno, indol y otros.

Barile (1985 a) reporta que la vida de anaquel de la macarela de Faughn, en hielo, se reduce un día por cada hora de retraso del enhielado o por exposición a la temperatura ambiente (28 °C - 30 °C). Los principales microorganismos responsables después de 0-6 horas de retraso del enhielado fueron *Pseudomonas spp.* y *Alteromonas putrefaciens*, mientras que el retraso prolongado (9- 12 hrs) produjo una flora de *Bacillus spp.*, *Aeromonas hydrophila* y *Pseudomonas spp.*

Se han aislado *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Proteus* y *Achromobacter* en pescado deteriorado. *Cytophaga*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Vibrio*, *Flavobacterium* y *Clostridium* han sido encontrados tanto en pescado fresco como deteriorado.

Durante el almacenamiento del pescado a 0°C el número de microorganismos aumenta después de 1 o 2 días de latencia en el curso del deterioro, *Pseudomonas* y *Acinetobacter* se toman progresivamente dominantes a la vez que *Flavobacterium* muestra un incremento pasajero. Al término de 10 a 12 días *Pseudomonas* puede llegar a representar el 90% de la población. Las especies de *Pseudomonas* tienden a cambiar a medida que progresa el deterioro. A 0°C *Pseudomonas* es el alterador más activo. La temperatura es el factor que más influye en la velocidad de deterioro. A medida que sube la temperatura a partir de 0°C, aumenta la velocidad de crecimiento de las especies *pseudomonas*. No obstante, cuando la temperatura se acerca a los 20°C, aparece una flora mesófila (Ward y Hackney, 1991).

Durante el deterioro los lípidos presentes sufren un enranciamiento oxidativo debido a la presencia de ácidos grasos poliinsaturados, formación de trimetilamina a partir de óxido de trimetilamina por acción bacteriana y enzimática ( el olor de la trimetilamina a baja de concentración se describe como de pescado rancio), formación por descarboxilación o desaminación de aminoácidos y bases orgánicas, bases volátiles, aminas y ácidos orgánicos. El sulfuro de hidrógeno, mercaptanos y los disulfuros acentúan los olores del deterioro, que se describen como a pescado enmohecido, rancio, agrio, amoniacal, a fermentado, a fruta, ácido y pútrido.

*Pseudomonas* y *Proteus* causan olores pútridos y amoniacaes, mientras que *Acinetobacter* y *Aeromonas* se asocian con olores dulzones desagradablemente afrutados. La inoculación de *Micrococcus* a homogenizados de pescado produce olores rancios.

La demora del enhielado del pescado fresco es de particular interés en el pescado de la familia *Scombridae* (atún, macarela, bonito) debido a la posibilidad de envenenamiento con histamina.

En un estudio realizado en Nueva Zelanda se muestrearon 47 muestras de pescado y bivalvos ( 28 especies) en el mercado al detalle para determinar las concentraciones de histamina, las cuales han estado relacionadas al envenenamiento por escombrosis. Cinco de las muestras presentaron concentraciones  $> 20$  mg/100g ; no hubo muestras que presentaran concentraciones  $> 100$  mg/100g. Se concluyó que la especie kahawi (*Arripis trutta*) solamente representa riesgo de envenenamiento por escombrosis cuando se almacena a altas temperaturas. Se aislaron también especies halotolerantes tales como *Staphylococcus*, *Micrococcus* y *Vibrios spp.* que son formadoras de histamina, esto en sardina cruda (Fletcher et al. 1995). Otros pescados que se han relacionado con esto incluyen al mahi-mahi y el pescado azul.

El envenenamiento con histamina es una intoxicación química resultante de la ingestión de alimentos que contiene niveles inusualmente altos de histamina (mayores de 100mg/100 g de carne). La histamina es formada por la descarboxilación del aminoácido histidina por la enzima microbiana histidin Descarboxilasa. La histidina es encontrada en altos niveles en la superficie del pescado. Ya que la producción de histamina es una función de la actividad enzimática microbiana, el método más simple de prevención es el rápido enfriamiento

del pescado y el mantenimiento del mismo a bajas temperaturas hasta el consumo. Se ha reportado que las únicas especies productoras de histamina aisladas de pescado causante de escombriosis son: *Morganella morgani*, *Klebsiella pneumoniae* y *Hafnia alvei* (Ward y Hackney, 1991). Sin embargo existen numerosos pescados aislados que exhiben actividad histidin Descarboxilasa. En estos pescados se han aislado *Pseudomonas putrefaciens*, *Aeromonas hydrophila*, *Proteus vulgaris*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio alginolyticus*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus morgani*, *E. coli*, *Salmonella*, *Shigella* y *Pseudomonas*. (Middlebrooks et al. 1988 y Banwart George J. ).

Sugita H. et. al. (1995) han aislado diversas especies de aeromonas del intestino del pescado (carpa común, carpa "crucian" y "gray mullet"), del agua y los sedimentos de los ríos en Japón. Las especies aisladas fueron: *A. veronii*, *A. caviae*, *A. hydrophila*, *A. sobria*, *A. jandai* y otras *Aeromonas spp.* Los resultados sugieren que *Aeromonas spp.* están naturalmente presentes en el intestino del pescado, los sedimentos y el agua de los ríos.

Los ácidos volátiles son bien conocidos como un indicador de la descomposición de los alimentos marinos. Los resultados de Holliworth et al. (1994) revelaron que la correlación entre los niveles de ácidos volátiles totales y el grado de descomposición es dependiente de la temperatura a la cual se almacenan, cuando el pescado (halibut) es almacenado en hielo no se obtiene correlación por lo tanto para este caso la descomposición debe ser detectada por análisis sensorial.

#### 1.6. Sanitización De Los Barcos Pesqueros

Dentro de la industria alimentaria generalmente se le ha dado una alta prioridad a la sanitización de las superficies de contacto con el alimento y del equipo que se utiliza para la

manipulación del mismo. Sin embargo, a bordo de los buques pesqueros la sanitización como es llevada a cabo no siempre es práctica. Ya que las cuentas bacterianas, a bordo, generalmente son muy altas lo cual se refleja en las cuentas bacterianas del pescado.

No obstante que el control sanitario puede no beneficiar la calidad y vida de anaquel del pescado este debe permanecer bien enhielado, además que es importante el evitar una contaminación cruzada, con escurrimientos de aceite o hielo sucio de viajes previos. Si el procesamiento se lleva a cabo a bordo, un ambiente no sanitario puede contribuir a reducir la calidad y vida de anaquel por exposición de la carne estéril a la alta contaminación bacteriana.

### **1.7 Procesamiento**

Debido a la gran diversidad de especies comerciales explotadas y los productos que se pueden derivar de ellos el término procesamiento puede incluir operaciones desde las más sencillas hasta las más complejas. Además de que la calidad microbiológica del producto final está muy relacionada con las condiciones de la planta de procesamiento (Phillips y Peeler, 1972; Wentz et al. 1985).

El trabajo de Samuels et. al. ( 1984 ) en plantas de procesamiento de pescado mostró que en algunas ocasiones las líneas de procesamiento parecen alcanzar un punto de saturación de contaminación. El pescado proveniente de los botes rápidamente contamina el equipo de proceso con niveles significativos de bacterias psicrófilas ( $10^5$  ufc/ in<sup>2</sup>). El objetivo de una adecuada sanitización es la descontaminación o reducción de la carga microbiana del pescado antes de entrar a las líneas de proceso. Para poder realizar esto se debe utilizar agua a alta presión sobre el pescado entero para remover la mucosidad y su flora asociada. Este proceso reduce en un 99% las cuentas de psicrófilos. Además un panel de evaluación sensorial determinó

que los filetes de lenguado procesados bajo las condiciones recomendadas mejoraron su vida de anaquel a 11-12 días en lugar de los 7-8 días de los filetes obtenidos de la manera tradicional.

Vennemann et al. (1994) investigaron la presencia de las bacterias asociadas con el procesamiento del *cape hake* desde su captura hasta el producto terminado y el deterioro final. Se identificaron 1020 bacterias predominantes. Durante el paso de lavado se registró una significativa reducción en la carga bacteriana, registrándose posteriormente un significativo incremento después de tres días de almacenamiento refrigerado.

Las principales bacterias psicrófilas aisladas fueron *Moraxella*, *Pseudomonas*, *Corynebacterium* y *Micrococcus*. Las proporciones relativas de cada una de ellas cambiaron muy poco durante la cadena de frío, predominando principalmente el género *Moraxella* (46- 57% ). Con el transcurso del tiempo empiezan a predominar *Pseudomonas* (34- 90%) siendo éste el principal organismo presente en el producto deteriorado.

Un área de interés, con respecto a la contaminación microbiana del pescado durante su procesamiento es el uso de los tanques de lavado. Aunque los tanques son efectivos para la remoción de sangre y partículas, puede constituirse en una fuente de contaminación. Algunos estudios han mostrado que la calidad de los filetes de pescado puede ser mantenida mucho mejor utilizando agua a alta presión para el lavado del pescado entero antes del fileteado, en lugar de utilizarla sobre los filetes sobre todo en pescados de carne suave que son fácilmente maltratados por la presión del agua.

Kosak y Toledo (1981) investigaron el efecto de la descontaminación sobre la estabilidad del pescado almacenado. Se utilizó una inmersión en cloro para la descontaminación microbiana del pescado antes del empacado. Los autores reportaron que la vida de anaquel se duplicó usando el efecto combinado de 3.5 minutos de inmersión en una solución con 100  $\mu\text{m}/\text{ml}$  de cloro libre seguido por un empacado al vacío en bolsas de polietileno. Sin embargo, Samuels et al. (1984) encontró que la inmersión en una solución de hipoclorito a 200 ppm. por cuatro minutos seguida por una envoltura con una película permeable al oxígeno fue marginalmente ventajosa sobre la inmersión en agua

Se ha reportado también que la aplicación de spray de una solución a 2000 ppm de cloro libre reduce la cuenta de aerobios en placa de la trucha gris marina desde 4.18 a 2.98 log ufc/g. La reducción de la cuenta total, también a esta concentración, fue de solamente 1.20 unidades log. Al parecer la aplicación de cloro solo es marginalmente efectivo en la reducción de la microflora sobre la superficie del pescado (Mayer et al. 1986).

La aplicación de ozono se ha observado que no tiene un efecto significativo en el mejoramiento de la vida de anaquel.

En un estudio sobre la vida de anaquel del bacalao en atmósferas de  $\text{CO}_2$  se observó que los microorganismos (*Photobacterium phosphoreum* y *Shewanella putrefaciens*) no desarrollaban fase lag en ninguna de las concentraciones estudiadas (Dalgaard, 1995).

Debido a la naturaleza única de los alimentos marinos, la diversidad de las especies y de las operaciones de procesamiento es difícil el mantener estándares extremadamente rígidos con respecto a la carga microbiana tanto en las plantas como en los equipos de proceso, ya que aún

en plantas con buenas condiciones sanitarias se han encontrado cuentas de psicrófilos de  $1.3 \times 10^1$  a  $2.5 \times 10^7$  organismos/ in<sup>2</sup> ( Samuels et al. 1984).

### 1.8 Métodos De Conservación

La mayoría de los buques de pesca comerciales almacenan su captura en hielo en las bodegas del barco. Una excepción a esto podrían ser los barcos más pequeños los cuales parten del muelle muy temprano por la mañana y retornan más tarde durante el día. Estos barcos frecuentemente almacenan el pescado sin hielo. Samuels et al. (1984) ha reportado un incremento significativo en las cuentas de psicrófilos sobre la superficie del pescado azul no enhielado, almacenado en las bodegas de estos barcos, desde que se captura hasta su arribo a la bodega.

Cuando el pescado es almacenado en montón generalmente es almacenado con una profundidad de 5-6 ft. en hielo. Por lo tanto el pescado que se encuentra en el fondo tiene que soportar un tremendo peso. Esta presión provoca una pobre calidad, disminución de la vida de anaquel y menor rendimiento. Además de este método existen otros como el uso de estanterías cortas , y empacado en el mar. El uso de estanterías reducen la presión que se ejerce sobre el pescado. Cuando sea económicamente factible se deben utilizar cajas rígidas de plástico las cuales ofrecen un excelente método para la conservación de la calidad. De acuerdo a un estudio realizado por la New England Fisheries Development Foundation la utilización de estas cajas permite un incremento de la vida de anaquel de entre 2 a 6 días y un incremento del 7 al 15% en el peso descargado, sobre el proceso tradicional (Ward y Hackney, 1991).

Se han investigado la aplicación de diversos métodos de conservación con el objetivo de prolongar la vida de anaquel que asegure la calidad y que garantice un suministro continuo con



un mínimo de desechos. El agua de mar refrigerada ( AMR ) y el agua de mar refrigerada modificada con CO<sub>2</sub> ( AMRM ) han mostrado que retrasan el deterioro del camarón y del pescado, comparado con el hielo (Bullard y Collins, 1978; Reppond et al. 1979; Reppond y Collins, 1983). Aunque se le debe dar énfasis a la importancia de la sanitización adecuada especialmente en instalaciones de AMR. Mientras que con el uso de hielo se puede echar a perder solamente una parte de la carga con el uso de AMR se puede echar a perder casi toda la carga aún bajo condiciones adecuadas del agua (Reppond et.al. 1979; Reppond y Collins, 1983).

Si no se lleva a cabo una buena sanitización y limpieza, del equipo y accesorios el agua se puede contaminar rápidamente.

Diversos estudios han reportado que los sistemas AMRM, en los cuales el CO<sub>2</sub> es inyectado, controla el crecimiento bacteriano reduciendo el pH de la salmuera, son superiores tanto al almacenamiento en hielo como al AMR disminuyendo el deterioro del producto.

### **1.8.1. Aplicación de Calor**

La mayor parte de los productos de la pesca enlatados se tratan con calor hasta conseguir su esterilidad o que , al menos , sean “comercialmente estériles”. Al igual que las carnes , estos productos del mar son de escasa acidez y en la mayor parte de los casos presentan poca velocidad de penetración del calor , por lo que resulta difícil su tratamiento térmico .

El tratamiento varía en función del producto a envasar y de la forma y tamaño del envase. Cuando el enlatado se realiza de acuerdo con las normas prácticas recomendadas , los riesgos sanitarios de estos productos pesqueros son mínimos.

### **1.8.2. Empleo de Bajas Temperaturas**

Debido a la alta perecibilidad de los productos marinos es muy importante el retrasar su deterioro desde el momento mismo de la captura en el barco y esto se hace básicamente aplicando bajas temperaturas .

#### **1.8.2.1. Refrigeración**

La conservación del pescado por refrigeración es, en el mejor de los casos , sólo temporal, debido a que el músculo del pescado sufre la autólisis y sus grasas se oxidan a temperaturas por arriba de la temperatura de congelación. Cuando el pescado se obtiene lejos de la planta pesquera la necesidad de refrigeración en el barco dependerá del tipo de pescado , de que sea eviscerado o no y de la temperatura atmosférica. Cuando la temperatura ambiental es cálida y la distancia a la cual han de transportarse grande, el pescado debe refrigerarse en el barco pesquero ya sea aplicando hielo triturado o bien por medio de la refrigeración mecánica. El tiempo de conservación varía mucho con el tipo de pescado , pero en la mayoría de los casos no suele ser muy largo. La refrigeración únicamente es útil cuando los mercados de venta al por menor están próximos y el consumo es rápido.

#### **1.8.2.2. Congelación**

Los actuales métodos de congelación de alimentos se desarrollaron a partir de su aplicación a la congelación de pescado . Antiguamente se usaba el hielo con la adición de sal ; con el desarrollo de la refrigeración mecánica se empleó la congelación intensa , escarchando el pescado, esto es, recubriéndolo con una capa exterior de hielo. El pescado entero , en particular el de mayor tamaño, se congela por medio de una congelación rápida en aire o en salmuera. La congelación rápida se aplica a los filetes de pescado debidamente envueltos. Al igual que con la

carne de bovinos , el pescado congelado por el método rápido , una vez descongelado , es mucho más parecido al pescado fresco que el que se congelo lentamente

La mayor reducción de la carga microbiana se produce durante o inmediatamente después de la congelación, y durante el almacenamiento se opera una reducción gradual del número de organismos. Aún cuando la congelación puede destruir parte de la flora microbiana no la destruye toda , por lo que después de la descongelación puede tener lugar el desarrollo microbiano.

### 1.8.3. Empleo de Radiaciones

Se han realizado algunos otros tratamientos, por ejemplo se han aplicado radiaciones a diversos productos tales como: sweetlip (*Lethrinus miniatus*), Mullet (*Mugil cephalus*), barramundi (*Lates calcarifer*), sand crab (*Portonius pelagicus*), moreton bay prawns (*Metapenaeus spp.*) y king prawns (*Peneaus plubujus*); en dosis de 0,1, 3, y5 kGy. La dosis de 1 kGy produjo una reducción de 1.5 a 4 log en la carga bacteriana total. Aunque la calidad sensorial disminuyó cuando se incrementó la dosis de radiación excepto para moretón bay prawns y king prawns cocinados los cuales fueron aceptables después de una dosis de 5kGy. Dosis mayores de 3 kGy produjeron olores adversos y cambios en el sabor ( Poole et al. 1994). Se han aplicado radiaciones ultra violeta sobre macarela. la cual reduce la cuenta microbiana superficial en 2-3 ciclos log (Huang y Romeo, 1992). Se han realizado también estudios con nuevas tecnologías para extender la vida de anaquel de los alimentos marinos. Tal es el caso de la energía pulsante (Flashbast<sup>®</sup>). Esta tecnología ha demostrado que reduce los niveles

bacterianos en la superficie del pescado en mayor medida que en la carne, y que los coliformes son los más susceptibles ( Enriquez, 1994).

#### 1.8.4. *Conservación por Desección-Salazón*

El pescado seco salado o su inmersión en salmuera constituyen un método de desecación al eliminar o retener la humedad de forma que no es utilizable. El tratamiento con sal es uno de los métodos más antiguos de conservación, éste fue fundamental para el desarrollo de la industria pesquera Este método no retrasa la oxidación de los lípidos presentes .

Lo más normal es que los microorganismos sean inhibidos por 3 a 10% de sal; los bacilos mesofílicos gramnegativos y los psicrófilos son inhibidos por concentraciones del 4 al 10%, mientras que las bacterias formadoras de esporas toleran de 5 al 16%.

Las bacterias halofílicas necesitan concentraciones relativamente altas; algunas de ellas crecen a niveles próximos a la saturación (26.4%). Casi todas contienen pigmentos rojos, rosados o de otro tono y pertenecen a los géneros *Halobacterium* o *Halococcus*.

En el pescado salado se producen tres tipos principales de deterioro microbiano: formación de sedimento, deterioro rosa (rojo) y “dun”. La sedimentación se caracteriza por la formación de una capa semigrasa, pegajosa, reluciente, gris amarillenta o beige que despiden un olor fuerte y acre. Los organismos responsables de esta alteración son bacilos gramnegativos. El crecimiento óptimo de estos organismos se produce con 6 a 8% de sal

El deterioro de tono rosado o rojo es atribuible al crecimiento de bacterias halófilas, que son especies de *Halobacterium* o *Halococcus*. Además de la decoloración rosa se producen olores anormales debido a la producción de indoles.

El deterioro denominado “dun” consiste en un mosaico de manchas de color que van del pardo oscuro al color gamusa. El responsable es un hongo halófilo, el *Sporendonema epizoum* que se desarrolla en condiciones óptimas con 10 al 15% de sal.

En Kakinada, India, se analizaron 75 muestras de pescado seco /salado y se determinó que 34.2% de las muestras contenían < 40% de humedad y < de 20% de sal. Las cuentas bacterianas oscilaban entre  $10^3$  y  $10^6$  /g. Se encontraron coliformes en 17 muestras, *E. coli* en seis, *Streptococos* fecales en cinco y *Stafilococos* coagulasa positivos en dos muestras ( Prasad, et al. 1994). Unnikishnan et al. (1994) empacaron pescado seco en bolsas tratadas con formulaciones piretroides, se aplicó en forma de spray en una concentración de 0.0156-0.25%, el tratamiento con pyrethrum previene la infestación con insectos por tres meses, del pescado seco.

### **1.8.5. Ahumado**

El efecto conservador es el resultado de la combinación del secado y del depósito de los agentes químicos que resultan de la descomposición térmica de la leña. El condensado de humo contiene, entre otros, ácidos, alcoholes, aldehídos, cetonas, fenoles, compuestos de carbonilo, ceras resinas y alquitranes. Los ácidos, fenoles, y carbonilos se consideran como los componentes que más contribuyen al olor y sabor del humo.

Debido a que el ahumado no controla las esporas, ni siquiera las del *C. botulinum*, las normas correctas de elaboración del pescado ahumado exigen que se caliente el producto a 82.2 °C durante 30 minutos.

#### 1.8.6. Empleo de Conservadores

En este sentido se han investigado el ácido sórbico y su sal de potasio. Fey y Regenstein (1982) reportaron que la inmersión en sorbato de potasio tiene un valor mínimo en extender la vida de anaquel del salmón y la merluza. También se reportó que la inhibición del crecimiento bacteriano por el sorbato de potasio es dependiente de la concentración. Con lenguado inglés el efecto de una concentración de 0.1% apenas tuvo un efecto inhibitorio mientras que a 1% fue muy pronunciado. Predominando principalmente *Pseudomonas spp.* tanto en las muestras sin tratar como las tratadas.

A una concentración de 3% , la inmersión en sorbato de potasio fue efectivo en extender la vida de anaquel de los filetes de bacalao, pero no fue efectivo para el pescado eviscerado. Se suprimió el crecimiento de *A. putrefaciens* en los filetes aunque no se redujeron los aerobios totales ( Shaw et al. 1983).

El trabajo de Stanham et al. (1985) sobre el pescado morwong australiano reveló que el tratamiento efectivo para mejorar la vida de anaquel de los filetes almacenados a 4°C fue su inmersión en una solución combinada de 1.2% de sorbato de potasio y 10% de polifosfato, seguido por un empacado en atmósfera de CO<sub>2</sub> al 100%. Se ha reportado también una inmersión en una combinación de 1% de sorbato de potasio mas 5 ppm de clortetraciclina seguido por un empacado al vacío y almacenado a 2°C de los filetes de rock fish para mantener las propiedades de frescura por 14 días de almacenamiento (Miller y Brown, 1984) .

El envasado al vacío cambia la flora dañina del pescado. *Lactobacillus* y *Microbacterium* proliferan y causan agriamiento, mientras que se inhiben las *Pseudomonas* aerobias.

Otro intento en la conservación del pescado fue reportado por Wesley (1982). Al lenguado entero y a los filetes de lenguado se les dió un tratamiento enzimático consistente en glucosa oxidasa, catalasa esta solución se aplicó en tres formas : como una inmersión, como hielo enzimático .

La glucosa oxidasa es una enzima que cataliza la oxidación de la glucosa a ácido glucónico reduciendo el oxígeno molecular a peróxido de hidrogeno. Las preparaciones comerciales de enzimas incluyen catalasa para descomponer el peróxido de hidrógeno que se forma, y glucosa para asegurar la presencia de suficiente carbohidrato para iniciar la reacción.

La generación de ácido glucónico con la consiguiente caída del pH en la superficie del pescado, es lo que presumiblemente inhibe la contaminación con microorganismos. Las muestras tratadas fueron aceptables hasta por 15 días mientras que las que no fueron tratadas solo fueron aceptables por 8 días. Se ha reportado también el uso de inmersión en ácido glucónico y glucosa oxidasa para la conservación de filetes de bacalao (Shaw et al. 1986).

Por otra parte Embarek et. al. (1994) aislaron especies de *Enterococcus faecium* con potencial inhibitorio. De las especies aisladas ninguna inhibió el *Bacillus cereus* y la mayoría mostró actividad antibacteriana contra los organismos responsables del deterioro de los alimentos y contra los patógenos (*Listeria monocytogenes*, *Clostridium* spp., *Lactococcus lactis*, *Shewanella putrefaciens*). *E. faecium* a niveles de 107 ufc/ml inhibe fuertemente *L. monocytogenes* a 3°C y la inhibe parcialmente a 5 y 15°C.

Tabla 1.4. Fases de alteración del pescado.

| Fase                            | Cambios tisulares <sup>a</sup>   | Cambios organolépticos   | Recuento bacteriano              | Cambios químicos <sup>a</sup>                                   |
|---------------------------------|--|--|----------------------------------|---|
| Fase I<br>(0-5 días en hielo)   | Rigor mortis<br>ATP → inosina<br>Ligero aumento, TMA.<br>Cambios en tipos bacterianos  | Ojos brillantes<br>Carne fresca<br>Color bueno<br>Agallas brillantes<br>Olor fresco  | $10^2$ - $10^3$ /cm <sup>2</sup> | TMA ≤ 1-1.5mg%<br>VRS ≥ 2-8 unids.                              |
| Fase II<br>(5-10 días en hielo) | Se hace aparente el crecimiento<br>Inosina - Hipoxantina<br>TMAO → TMA<br>Aumenta el NH <sub>3</sub>   | Comienzan a empalidecer los ojos<br>Se apaga el color de las agallas<br>Se apaga el color de la piel<br>Olor neutro a ligeramente a pescado<br>Se ablanda la textura | $10^3$ - $10^6$ /cm <sup>2</sup> | TMA ≤ 5mg%<br>VRS CA 5-10 unids.<br>TBV ≤ 15 mg%                |
| Fase III<br>(10-14 días en)     | Crecimiento microb. rápido<br>Penetración tisular<br>Hipoxantina- xantina. ácido<br>TMA aumenta rápidamente<br>TVB y TVA aumentan                            | Ojos hundidos<br>Agallas pálidas y viscosas<br>Piel descolorida<br>Olor amargo y "a pescado"<br>Textura blanda   | $10^6$ - $10^9$ /cm <sup>2</sup> | TMA -10mg%<br>VRS-10-15 unid.<br>TVB 20-30 mg%<br>TVA 15-20 mg% |
| Fase IV<br>(mas de 14 días en)  | Carga bacteriana estacionaria<br>Algunos cambios de especies<br>Alteración general de la carne<br>TVB y TVA aumentan rapidam.<br>TMA aumenta o se estabiliza | Ojos opacos y hundidos<br>Olor repugnante<br>Agallas descoloridas, viscosas<br>Piel muy viscosa<br>Textura muy blanda  | -- $10^8$ /cm <sup>2</sup>       | TMA ≥ 10 mg%<br>VRS ≥ 20 unids.<br>TVB ≥ 30mg %                 |

<sup>a</sup>TMA: expresada como mg/100 g de pescado; TVB: bases volátiles totales expresadas como mg/100 g de pescado;

TVA: ácidos volátiles totales expresados como mg/100g de pescado; VRS: sustancias volátiles reductoras expresadas como mg/100g de pescado.



## II MICROBIOLOGÍA DE MOLUSCOS BIVALVOS

### Moluscos

Son animales de cuerpo blando, que pueden o no tener concha. Cuando esta existe puede ser interna (hueso de sepia, pluma de calamar ) o externa. En caso de ser externa puede ser de una sola pieza, generalmente con una torsión que tiende a formar una espiral (gasterópodos, abulón) o de piezas articuladas entre sí (lamelibranquios: almejas). La parte anterior del cuerpo puede presentar una cabeza diferenciada, provista de ojos y tentáculos (cefalópodos).

En los lamelibranquios, falta la cabeza, y la parte anterior del cuerpo forma una estructura que recibe el nombre de pie. Por la parte posterior surgen los sifones en aquellas especies en que existen. Los cefalópodos, tienen cuerpo en forma de saco, del cual surge en su parte anterior, la cabeza con 8 o diez tentáculos, la cabeza está provista de 2 grandes ojos (Pérez ,1988).

### 2.1. Clasificación

En la figuras 2.1. y 2.2 se proporciona la clasificación de los moluscos comestibles más importantes.

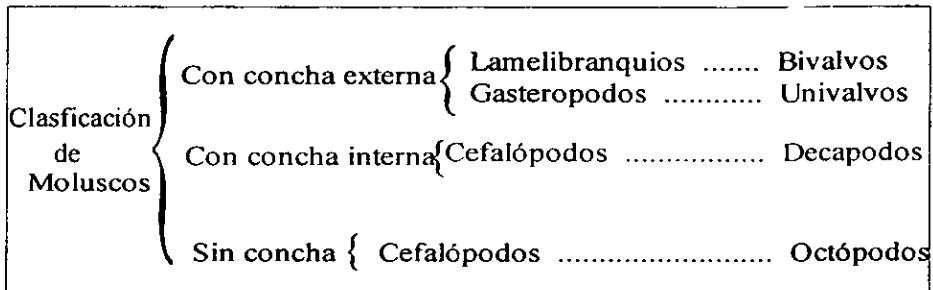


fig.2.1.

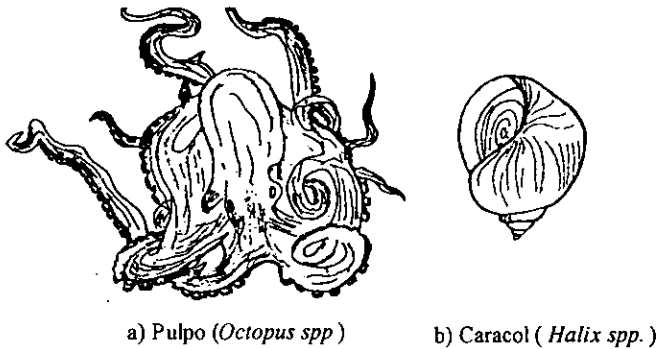


Fig 2.1. Moluscos: a) Sin concha, b) con concha

### 2.1.2. Especies Mexicanas De Interés Comercial

| MOLUSCOS           |                    |                 |
|--------------------|--------------------|-----------------|
| Familia            | Género             | Nombre común    |
| <i>Haliotidae</i>  | <i>Haliotis</i>    | abulón          |
| <i>Arcidae</i>     | <i>Anadara</i>     | pata de mula    |
| <i>Strombidae</i>  | <i>Strombus</i>    | caracol rosa    |
| <i>Veneridae</i>   | <i>Tivela</i>      | almeja pismo    |
| <i>Pectinidae</i>  | <i>Pecten</i>      | almeja voladora |
| <i>Pinnidae</i>    | <i>Pinna</i>       | callo de hacha  |
| <i>Ostreidae</i>   | <i>Crassostrea</i> | ostión          |
| <i>Loliginidae</i> | <i>Loligo</i>      | calamar         |
| <i>Octopodidae</i> | <i>Octopus</i>     | pulpo           |

Tabla 2.1

(Pérez, 1988)

### 2.1.3. Composición

La composición química de los bivalvos difiere de los peces teleósteos y de los crustáceos ya que contienen una gran cantidad de carbohidrato y una menor cantidad de nitrógeno en su carne. Almacenan la energía como glucógeno. Los niveles de glucógeno van desde 0.47 a 0.8% dependiendo del tiempo dentro de su ciclo de reproducción. Esta composición afecta el tipo de microorganismos que se van a desarrollar o contribuir a su deterioro.

Los moluscos tienen en su parte comestible un contenido proteico medio inferior al de los peces ( 13% en los cefalópodos y 6-12% en los bivalvos) . El contenido en grasa es muy variable, por ejemplo en los cefalópodos es de 1 al 2% mientras que en los lamelibranquios puede ser de 1% en los mejillones y hasta de 6% en las ostras y 0.6% en ostiones. En los ostiones se encuentra hasta un 2.8 g./100g. de carne, de carbohidratos. El valor de los moluscos como alimento esta en su alto contenido en minerales en su parte comestible. El hierro se encuentra en cantidades bastante altas (3.52 mg. /100g.) al igual que el cobre.

Las ostras tienen un excepcional contenido en zinc que llega a alcanzar los 46 mg/kg . En los moluscos se encuentran vitaminas como la C, B, B2, D y la niacina (Pérez, 1988).

## **2.2 Biología De Los Bivalvos**

Las ostras y mejillones viven en el fondo o adheridos a estructuras marinas. Las almejas viven escondidas en el lodo pero mantienen contacto con el agua por medio de un tubo sifón. Con excepción de las almejas de rompientes y los *quahogs* oceánicas, la mayoría de los recursos bivalvos de importancia comercial crecen en aguas estuarinas cerca de la costa poco profundas. Los bivalvos contribuyen al suministro de alimentos y son un producto principal en la dieta de los residentes cercanos a la costa ya que pueden ser fácilmente capturados anualmente. Aunque muchas especies de bivalvos son comestibles solo unos pocos son suficientemente abundantes para hacer de ellos especies comercialmente importantes.

Los bivalvos son de mecanismo de alimentación filtrante y pasan grandes volúmenes de agua a través de sus branquias para obtener oxígeno y alimento.

La materia particulada del agua incluye microorganismos que son atrapados en la mucosidad de las branquias y transportados hacia la boca por acción ciliar. Una vez que pasan del mucus a los - "labial palp" - las partículas son clasificadas y aquellas no alimenticias son desechadas como pseudoheces. Las partículas restantes atrapadas en el mucus entran a la boca. El alimento pasa a través de un corto esófago al estómago donde es mezclado con enzimas digestivas por acción rotatoria del -cristalino-. Las pequeñas partículas de alimento son transportadas dentro de los túbulos ciegos del divertículo digestivo donde son absorbidos por las células que revisten los túbulos, o son ingeridas por las células fagocitos. Las partículas que no entran al divertículo digestivo pasan hacia el estómago dentro del intestino medio y eventualmente son descargados por el ano. Este proceso requiere casi dos horas en ostras adultas alimentándose activamente. Muchos microorganismos ingeridos por ostras sobreviven el proceso digestivo (Ward y Hackney, 1991).

### **2.2.1. *Captura y Manejo de los bivalvos***

El método por el cual los bivalvos son capturados depende de la especie y depende de la profundidad del agua que las cubre. Los buques comerciales emplean diversos tipos de pinzas, rastrillos, dragas y recolectoras mecánicas para capturarlos. Algunas almejas son desenterradas de manera manual del lodo expuesto por las mareas bajas. Inmediatamente después de la captura, los bivalvos con el tamaño adecuado son separados de los de tamaño menor y de las conchas muertas, las cuales son retornadas a los arrecifes.

A los bivalvos se les da un breve lavado con agua de la misma área de captura antes de que sea acondicionado para el transporte.

Los mariscos en su concha son transportados secos, generalmente en arpillas o en algunos otros contenedores de malla abierta. Si el bote de captura atracado en la planta de proceso los mariscos pueden dejarse en la cubierta del bote en pilas. Los mariscos generalmente no se refrigeran en el bote de captura, pero cuando los botes llegan al muelle los contenedores de los mariscos son colocados en camiones refrigerados para el transporte. El intervalo entre la captura y la recepción en la planta de proceso puede variar desde uno a cinco días dependiendo de la proximidad de los criaderos a la planta de proceso. Las ostras pueden permanecer vivas en la concha por alrededor de dos semanas si se mantienen en ambiente frío; sin embargo, los largos periodos de almacenamiento disminuye la calidad microbiológica de los bivalvos.

Los bivalvos en su concha capturados de áreas aprobadas se pueden mantener en almacenamiento húmedo antes de su venta o procesamiento. El almacenamiento se realiza en cestos flotantes mantenidos en las aguas de los criaderos aprobados o en tanques de agua limpia. El almacenamiento húmedo generalmente se utiliza para eliminar la arena de aquellas especies de bivalvos que tienden a acumular arena en la cubierta y branquias o para incrementar la palatabilidad incrementando el contenido salino de los bivalvos capturados en aguas de baja salinidad. Se debe ser muy cuidadoso para prevenir que se contaminen durante el almacenamiento húmedo. Además el almacenamiento húmedo no debe ser confundido con la depuración (Ward y Hackney, 1991).

La captura, per se, no cambia la microflora de los bivalvos, pero inicia una serie de eventos que inducen los cambios. Cuando son perturbados por el proceso de captura, los bivalvos cierran sus conchas fuertemente, atrapando agua y su microflora asociada. Ya que los bivalvos y su microflora asociada respiran, los niveles de oxígeno disminuyen y se acumulan los

desechos metabólicos en el líquido de la concha. Los desechos metabólicos de los bivalvos sirven como nutrientes para el crecimiento de las bacterias en el líquido de la concha. Como el crecimiento de las bacterias en la concha está influenciado por la temperatura, un rápido y completo enfriamiento de los mariscos retrasa el crecimiento microbiano y prolonga la vida de almacenamiento.

### **2.2.2. Aprobación De Áreas De Captura**

En los Estados Unidos la FDA ( Food and Drug Administration) han establecido reglas reguladoras para asegurar que solamente se comercialicen los mariscos capturados en aguas de crecimiento aprobadas. Las áreas de crecimiento son clasificadas por su aceptabilidad microbiológica sobre la base de una inspección sanitaria de la ribera para detectar fuentes de contaminación potenciales y el análisis bacteriológico de las muestras de agua tomadas del área.

Es muy importante que la captura se realice en aguas con bajos índices de contaminación ya que por ejemplo el estudio de Ekanem E. D. (1995) reveló que las aguas de las costas de Akawa Ibom (Nigeria) eran inaceptables para el crecimiento de bivalvos. Las ostras de las áreas más contaminadas presentaron una cuenta de aerobios total de  $8.1 \times 10^7/100\text{g}$  de carne y que la depuración reduce la carga en un 97% después de 24 horas de depuración.

Generalmente se usan a las bacterias coliformes fecales como indicadores de contaminación en los criaderos de mariscos. Aunque se puede utilizar a los coliformes totales para tal propósito. Las áreas que aprueban la inspección sanitaria deben mantener un NMP medio de coliformes fecales de menos de 14/ 100 ml de agua.

Martínez-Manzanarez et al. (1992) han establecido que existe una significativa relación entre la distribución log normal de la concentración de esporas de *Clostridium* reductoras de sulfito, estreptococos fecales y colifagos con la detección de *Salmonella spp.*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Aeromonas hydrophila* respectivamente, lo cual puede servir como indicador para la aprobación de las áreas de captura.

Bosch et al. (1994) han aislado virus de Hepatitis A, rotavirus y enterovirus en mejillones criados en aguas aprobadas con los criterios bacteriológicos tradicionales (bacterias fecales), las cuales se consideraron como higiénicamente aceptables para la producción de moluscos bivalvos. Los rotavirus y el virus de la Hepatitis A se detectaron en 56 y 40% de las muestras respectivamente. Es, por lo tanto, importante que todas las capturas de bivalvos se sometan a un proceso de purificación antes de ser comercializados para reducir el riesgo de infección con virus entéricos ya que los criterios bacteriológicos de clasificación de las zonas de cría no permiten detectar estos virus.

Los niveles de coliformes fecales en las carnes de mariscos no se utilizan para el propósito de clasificación de las áreas de criaderos.

Después de la captura se aplican dos parámetros microbiológicos para medir la aceptabilidad de las carnes de mariscos. Todas las carnes a nivel de mercado deben de tener una cuenta estándar en placa menor de 50 000/g (35°C) y que el nivel de coliformes fecales no exceda de 230 NMP/100 g.. Las cuentas por encima de estos niveles indican que los mariscos pueden provenir de un área inapropiadamente clasificada, que ha sido procesada bajo

condiciones no sanitarias, o que no se ha almacenado a temperaturas adecuadas y/o que se ha almacenado durante un tiempo excesivo.

## 2.3. Contaminación Microbiana

### 2.3.1. *Vibrios*

Varias especies de vibrios conocidos por su patogenicidad han sido aislados de los bivalvos. Estas bacterias son parte de la microflora estuarina natural y pueden ser acumulados por los mariscos durante su alimentación. Con la posible excepción del *Vibrio Cholera* 01 la presencia de estos vibrios no parece estar relacionada con la contaminación con aguas negras. Algunas muertes causadas por *Vibrio vulnificus* se han relacionado con el consumo de ostras crudas (Ronk, 1988).

Se ha detectado que la presencia del *Vibrio vulnificus* es estacional, en las aguas de captura, con un bajo número durante el invierno y niveles que frecuentemente exceden de 110 000 /g durante el verano. El número de bacterias esta muy relacionado con el nivel de coliformes fecales y con la temperatura del agua de captura (Cook y Ruple, 1992).

Matte et. al. (1994) han examinado mejillones cultivados en las costas de Ubatuba ( Sao Paulo. Brasil ) sobre la presencia de *Vibrio spp.* por un periodo de un año. Se determinó la presencia de *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. fluvialis*, *V. vulnificus*, *V. furnessii*, *V. mimicus* y *Vibrio cholerae non-01* en ese orden de importancia. Los factores de virulencia fueron positivos en 34.1% de los vibrios.



Se ha reportado que las especies *V. mimicus*, *V. fluvialis* y *V. parahaemolyticus* sobreviven bien a bajas temperaturas (-30°C) Hin-Chung Wong (1994). Por otra parte también se ha determinado que el empacado al vacío y la congelación (-20°C) disminuyen significativamente los niveles de *V. vulnificus* y bacterias aeróbicas (Parker et al. 1994). Mientras que Cook (1994) determinó que *V. vulnificus* no se multiplica a temperaturas < 13°C, en ostras almacenadas durante 12 y 30 días, pero que si se multiplican a temperaturas mayores.

### 2.3.2. Biotoxinas

Algunas especies de fitoplancton producen toxinas que cuando son ingeridas como alimento por los bivalvos, las toxinas se acumulan en sus tejidos. Aparentemente los bivalvos no son afectados por las toxinas. Sin embargo cuando son consumidos estas toxinas causan una enfermedad conocida como envenenamiento paralítico por mariscos.

El dinoflagelado *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* es el principal responsable de los brotes de envenenamiento paralítico con moluscos bivalvos en el Pacífico tropical. De este dinoflagelado se han aislado las toxinas neosaxitoxina, gonyatoxina V, saxitoxina, gonyautoxina VI y decarbamoylsaxitoxina.

Se ha determinado que la temperatura tiene un marcado efecto en la producción de toxina, por ejemplo se observó que se triplicó la producción de toxina cuando se redujo la temperatura de 28 a 22°C. En cuanto al contenido salino se observó un incremento hasta por tres veces en la producción de toxina a una concentración de 20% mientras que a una concentración de > 24% el contenido de toxina se mantuvo constante.

Se observó también que la intensidad de la luz influye sobre la producción de toxina ya que si se reduce de 90 a 15  $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$  disminuye el contenido de toxina dos veces al igual que disminuye la velocidad de crecimiento en 30%. Finalmente se concluye que la composición de las toxinas varía considerablemente con respecto a los cambios de temperatura e intensidad luminosa ( Usup et. al. 1994).

En Taiwan se suscitaron dos incidentes de envenenamiento asociados al consumo de almeja (*Soletellina diphos*). Se identificó Gonyautoxina y neosaxitoxina en las muestras. El análisis del fitoplancton reveló que el responsable de la producción de toxina fue el *Alexandrium tamarense* (Deng-Fwu et al. 1995). Mientras que en Nueva Zelanda se han reportado crisis de envenenamiento con biotoxinas marinas presentes en bivalvos lo que ha conducido al cierre de la áreas costeras afectadas y de las zonas de cría ( Temple, 1995).

Se ha determinado que es posible el disminuir los niveles de toxina presente en bivalvos contaminados con la toxina paralítica de mariscos (PST) y la toxina diarreótica de mariscos (DST) , cuando se suministra *Chaetoceros septentrionelle* como alimento a las escalopas (*Patinopecten yessoensis*) tóxicas, los niveles de PST y DST disminuyen a un 20% del valor inicial a los pocos días y a un 30% a las pocas semanas respectivamente. Lo cual revela que la toxicidad de las escalopas tóxicas puede ser reducida cultivándolas en ausencia de productores de toxina, si se suministra un apropiado plancton no tóxico como alimento (Kikuchi. et al. 1992).

### **2.3.3. Contaminación química**

Finalmente se debe recalcar que los bivalvos que crecen en aguas contaminadas con residuos industriales, de la agricultura y químicos pueden concentrar y acumular estos químicos en sus tejidos. El consumo de estos mariscos representa un problema de salud pública adicional.

### **2.3.4. Purificación de los bivalvos**

Los bivalvos pueden ser limpiados de la mayoría de los contaminantes microbiológicos colocándolos en agua que este libre de microorganismos y bajo condiciones en las cuales se este alimentando activamente. Esto se puede realizar transfiriéndolos a aguas previamente aprobadas. Este proceso es conocido como- relaying- y requiere de alrededor de 15 días para que los bivalvos se limpien , proporcionándoles agua a una temperatura superior a 10°C y que la salinidad permanezca a un nivel aceptable para la especie (Cook y Ellender, 1986; Richards, 1988).

Una segunda opción es la purificación controlada o depuración en la cual son mantenidos en tanques de agua limpia con la temperatura y salinidad apropiadas. Bajo estas condiciones se pueden depurar en 48- 72 hrs. (Fleet, 1978; Richards, 1988).

Ninguno de estos procesos es apropiado para la remoción de contaminantes químicos o biotoxinas provenientes de animales. Además existen dudas acerca de la remoción de algunos virus.

### **2.3.5. Microflora de los Bivalvos en la Concha**

La microflora de los bivalvos representan tanto los microorganismos que son comensales como los microorganismos que están siendo filtrados del agua e ingeridos como alimento. El número y tipo de organismos contenidos en el agua dependen de la salinidad temperatura concentración de nutrientes y nivel de contaminación .

Los bivalvos en el momento de la captura tienen una cuenta estándar en placa (CEP) de  $10^3$ -  $10^5$  bacterias/g. Estos niveles generalmente son 1-2 unidades log mayores que el número encontrado en las aguas en las cuales fueron criados. La concentración de las bacterias por los mariscos durante el proceso de alimentación puede ser parcialmente responsable de esto, sin embargo se ha sugerido que los bivalvos tienen una microflora comensal como las espiroquetas (Kueh y Chan, 1985).

La microflora durante la captura está constituida principalmente de bastones Gram negativos. *Pseudomonas* y especies de vibrios dominan tanto en las ostras del Pacífico como en las del Este. Algunos otros tipos aislados de ostras incluyen *Acinetobacter*, *Coryneformes*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Micrococcus* y *Bacillus*. En las ostras del Este provenientes del Golfo de México la microflora está dominada por las especies *Vibrio*, *Aeromonas*, *Moraxella* y *Pseudomonas*.

Entre las especies de vibrios naturalmente presentes en las aguas estuarinas existen varias que son patógenas para los humanos. Estas incluyen *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. cholera non.01*, *V. mimicus*, *V. hollidae*, *V. fluvialis* y *Aeromonas hydrophila*.

Las levaduras están presentes en la microflora de los bivalvos, pero generalmente en bajo número. Las más frecuentemente encontradas han sido *Rhodotorula rubra* y *Trichosporo sp.* en ostras y almejas del Este. En la captura se ha encontrado *R. rubra* en el 86% de las ostras y en 50% de los mejillones a niveles de 3/g y 0.8/g respectivamente. Las levaduras asociadas a los humanos están representadas por las especies *Cándida* y *Torulopsis* que han sido encontradas en los quahogs, ostras y mejillones azules.

Se han observado cambios estacionales en el número de microorganismos en los bivalvos. Estos cambios son afectados por la microflora en el agua la cual cambia estacionalmente al igual que la velocidad de alimentación de los bivalvos y la cual es dependiente de la temperatura. En zonas donde la temperatura del agua cae hasta cerca de 0°C los bivalvos entran en un estado de hibernación y detienen su alimentación. En estas condiciones la microflora de los bivalvos se reduce de manera importante.

Las aguas estuarinas, donde la mayoría de los bivalvos de importancia comercial crecen, frecuentemente reciben tanto las aguas tratadas como las no tratadas de las aguas de desecho humano. Estas aguas también reciben la materia fecal de los animales domésticos como de los silvestres. Así que cualquier microorganismo tiene el potencial de llegar hasta los criaderos de bivalvos.

En resumen, la microflora de los bivalvos a la hora de la captura contiene tanto la microflora comensal natural como la microflora acumulada del agua durante el proceso de alimentación anterior a la captura. Como ya se mencionó la microflora de los mariscos es altamente variable, dependiendo de la temperatura, salinidad, nutrientes y contaminación. Por lo tanto los bivalvos capturados de varios lugares de la misma área a diferentes tiempos pueden mostrar una considerable variación en la microflora y la composición de la misma.

Los cambios post-captura en la microflora en las ostras del Pacífico, ostra olímpica, almeja de cuello corto (*Prototheca staminea*) y almeja manila (*Venerupis japonica*); en la captura todas estas especies tuvieron cuentas estandar en placa (CEP) entre  $10^3$  y  $10^4$  ufc/g. Después de 15 días de almacenamiento a 10°C todas las especies tuvieron CEP menores de  $10^5$

ufc/g. El almacenamiento a temperaturas de 20°C las bacterias se incrementan mucho más rápidamente y exceden los  $10^5$ /g después de 3-6 días de almacenamiento, dependiendo de las especies de bivalvos. Las cuentas NMP de coliformes y coliformes fecales permanecen relativamente estables en las cuatro especies por un periodo de almacenamiento de 15 días ( Ward y Hackney, 1991).

Durante la captura la CEP en las carnes de las ostras de la costa del Golfo los rangos van desde  $10^2$  a  $10^3$  ufc/g con un promedio de  $10^3$  ufc/g. Muy raramente las carnes de las ostras exceden la CEP 500,000/g durante la captura. Diversos estudios con ostras de la costa del Golfo han confirmado que las CEP, coliformes fecales, y E. coli se incrementan durante el tránsito hacia el muelle.

Tabla. 2.2. Cambios en los Niveles de Bacterias Durante el Transporte  
Comercial desde los Criaderos a la Planta

| Coliformes Fecales<br>(NMP/100g) | Criadero | Muelle | Planta |
|----------------------------------|----------|--------|--------|
|                                  | 74       | 180    | 550    |
| E. Coli (NMP/100g)               | 34       | 67     | 65     |
| CEP (ufc/g)                      | 2500     | 6000   | 12000  |

(Cook y Ruple 1989)

Estos incrementos son más pronunciados durante los meses de verano. Ocurren incrementos adicionales en estos parámetros microbiológicos en las ostras durante el transporte por tierra hacia las plantas de procesamiento cuando las ostras no son adecuadamente refrigeradas durante el transporte.

## 2.4. Procesamiento

### 2.4.1. *Procesamiento Crudo*

El procesamiento crudo de los bivalvos esta limitado a la remoción de la carne, (desconchado), lavado de la carne con agua potable y empaçado de las carnes en contenedores. Los contenedores se colocan en cajas y se cubren con hielo picado para el enfriamiento y transporte.

El desconchado requiere el forzar un cuchillo entre las dos valvas de la concha del molusco y cortar el músculo abductor cuando está adherido a una de las valvas. Se debe tener cuidado de no cortar la carne. El cuchillo se utiliza para cortar el músculo abductor de las valvas liberando la carne. El lavado es llevado a cabo colocando las carnes en una tina perforada, llamada espumadera, y espreando agua potable. Un método alternativo de lavado es el "soplado" o "sopleteado". Las carnes son puestas en un tanque de agua y es agitado por la introducción de aire desde el fondo del tanque. Ambos métodos de lavado remueven el mucus, pseudoheces, lodo y fragmentos de conchas de las carnes. las carnes se drenan totalmente antes del empaçado.

El desconchado y lavado de las carnes de las ostras bajo condiciones sanitarias reducen las CEP y la cuenta aeróbica en placa (CAP) a 25°C en alrededor de 1 log. Sin embargo el número de bacterias indicadoras, *Vibrios* y *A. hydrophila* pueden no cambiar significativamente por el proceso.

Los procesadores de mariscos en algunas ocasiones adicionan cloro al agua en el tanque de soplado en un intento por reducir la carga bacteriana de las carnes de bivalvos. Se ha

demostrado que las ostras sopeleadas en agua con 150 ppm de cloro por 20-30 minutos provoca una reducción de la CAP y altera la composición de las especies de la microflora de las ostras (Chai et al 1984; Pace et al. 1988). El *Vibrio sp.* fue aparentemente el menos afectado por el tratamiento con cloro y se incremento desde 23.0 hasta 63.7% de la población. Motes (1982) demostró que el soplado en agua clorada no reduce significativamente la concentración de *V. cholerae* en las carnes de las ostras. El mantenimiento de una buena sanitización en la planta de procesamiento previene la contaminación de la carne de los bivalvos durante su procesamiento crudo. Un rápido enfriamiento de las carnes desconchadas hasta cerca de 0°C retarda el deterioro.

#### **2.4.2. Cambios microbiológicos en la carne de los bivalvos**

La temperatura de almacenamiento es un factor importante en el control del crecimiento bacteriano. El almacenamiento de los contenedores con las carnes en hielo proporciona la mejor vida de anaquel.

Durante los primeros días de almacenamiento en frío, la población bacteriana pasa por un cambio que es iniciado por la reducción en la cuenta estándar en placa. Las bacterias incapaces de tolerar el frío mueren, dejando una población de bacterias responsables del deterioro adaptadas a las temperaturas de almacenamiento. Entonces la población bacteriana se incrementa en una forma logarítmica. Cuando la CEP excede de  $10^6/g$  la calidad de la carne ya no es adecuada. Se ha determinado que el tiempo requerido para que la CEP de las ostras del Pacífico alcancen  $10^6/g$  a 0°C, 3°C, y 10°C es de aproximadamente 16, 10 y 3 días respectivamente.



Las carnes de almejas de concha suave, ya sin concha, tienen una vida de anaquel tan corta como la de las ostras. Las almejas adquieren un olor rancio y olor a pescado después de 5-7 días de almacenamiento a 1°C y exceden la CEP de  $10^6$  /g a los 9-14 días.

Las almejas se desechan cuando presentan una coloración negra o apariencia viscosa. Las bacterias predominantes son bacilos gram negativos, la flora nociva consiste principalmente de *Pseudomonas*. Las ostras frescas o congeladas se deterioran por vía fermentativa, caracterizada por un olor agrio, o por mecanismos putrefactores

## **2.5. Bacterias Indicadoras de Contaminación Microbiana**

### **2.5.1. Coliformes**

Como Microorganismos indicadores de contaminación fecal se utilizan a los coliformes, coliformes fecales y *E. coli* ya que ellos se encuentran en mayor cantidad que los patógenos. Los criaderos que aprueban la inspección sanitaria pueden contener bajos niveles de estas bacterias indicadoras y en consecuencia pueden contener otros microorganismos asociados con la materia fecal. Se han aislado patógenos entéricos en bivalvos capturados en aguas aprobadas incluyen enterovirus, Salmonellas, *Yersinia enterocolitica*, *Pleisomonas shigelloides* y *Aeromonas hydrophila*.

Los coliformes se incrementan durante el almacenamiento a cualquier temperatura por encima de la de congelación. El perfil del desarrollo de los coliformes fecales incluyendo *E. coli*, en carnes desconchadas, es dependiente de la temperatura y varía con las especies de los mariscos. Las carnes mantenidas en hielo o bajo refrigeración a 5°C o menores, la multiplicación de los coliformes fecales es raro y solamente ligero cuando ello ocurre. A temperaturas que se

aproximan a 10°C, se han notado incrementos en los coliformes fecales. Las altas temperaturas de almacenamiento provocan un rápido deterioro.

Entre los coliformes que se encuentran en las ostras aparte de *E. coli* incluyen las especies *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Todas estas especies son capaces de multiplicarse en la concha almacenada por encima de 10°C pero la especie dominante generalmente es *Klebsiella sp.* El almacenamiento de los mariscos a 10°C o a temperaturas menores suprime la multiplicación de los coliformes fecales (Cook y Ruple, 1989).

### **2.5.2. Levaduras**

Se ha relacionado a la levadura rosa con la decoloración y deterioro de las ostras procesadas crudas durante el almacenamiento. Se ha documentado que las levaduras crecen en ostras mantenidas a 2°C, pero no en la carne de almejas de concha suave mantenidas a 1°C .

La decoloración rosa de los bivalvos puede deberse también a factores diferentes a las levaduras. Los bivalvos que se alimentan de ciertos dinoflagelados pueden acumular un pigmento rojo en los tejidos de su glándula digestiva. Todos estos tejidos son rotos por acción enzimática y bacteriana, haciendo que escurra el pigmento contenido en la glándula digestiva. El escurrimiento es acelerado por el corte de la carne o por la congelación. Esta coloración no afecta la salubridad o el sabor. El calentamiento a 55°C por 25 minutos remueve el color sin afectar notablemente su sabor o su calidad.

### **2.6. Deterioro**

La mayoría de las enfermedades relacionadas con alimentos marinos están asociadas con el consumo de mariscos moluscos bivalvos. Esta desproporcionada incidencia de enfermedades

esta relacionada a la biología de los animales, la calidad del agua en la cual se desarrollan, las técnicas de manipulación post-captura y el hecho de que frecuentemente son consumidos crudos.

En el estado inicial de deterioro de la carne de ostras existe una amplia mezcla de microorganismos. Conforme progresa el deterioro se va produciendo ácido debido al rompimiento del glucógeno. Los grupos de microorganismos que se ven favorecidos por el pH se toman dominantes. Entre ellos se incluyen *Lactobacillus*, *Streptococcus* y levaduras. Las almejas al igual que las ostras también pasan por un deterioro de tipo fermentativo. La coloración roja o rosada de las ostras puede deberse a *S. Marcescens* o a levaduras rosas, como *Rhodotorula*, así como a fitoplancton. Se ha encontrado que los Lactobacilos representan el mayor componente de la microflora llegando a representar hasta el 75% de la microflora después de dos días de almacenamiento a 7°C. Durante el almacenamiento disminuyen los niveles de *Pseudomonas*, *Achromobacter* y *Flavobacterium*.

### **2.6.1. Indicadores de Deterioro**

El deterioro se refiere a cualquier cambio en la condición del alimento en el cual al final se torne menos apetitoso o incluso tóxico; estos cambios pueden ser acompañados por alteraciones en sabor, olor, apariencia o textura. Ya que el deterioro tóxico es un problema raro en bivalvos criados en áreas aprobadas, la evaluación organoléptica parece ser la mejor forma de medir la calidad de las carnes de bivalvos. A pesar de que la evaluación organoléptica es subjetiva y varía considerablemente entre individuos.

### **2.6.2. Indicadores microbiológicos**

Los bivalvos procesados en forma fresca deben de tener una CEP menor de 500 000 ufc/g y cuando las CEP exceden de 1000 000 ufc/g las carnes deben considerarse de calidad inferior. La mayoría de las bacterias que contribuyen al deterioro de los bivalvos almacenados en hielo son psicrófilos y no crecen a 35°C. En la tabla 2.3 se presentan algunos límites recomendados por el ICMSF.

Liuzzo et al. (1975) examinó la correlación de la evaluación organoléptica con las cuentas en placa de mesófilos (32° C) y psicrófilos (5°C). Observaron que mientras las calificaciones organolépticas disminuyen , la cuenta de psicrófilos se incrementan. Inesperadamente notaron una disminución en las cuentas de mesófilos durante el almacenamiento. Este trabajo puntualiza que la SPC , la cual contabiliza las bacterias mesófilas, no es una herramienta adecuada para medir la calidad de las ostras.

### **2.6.3. Indicadores Químicos**

#### **2.6.3.1. pH**

Ya que el proceso de deterioro de los bivalvos, en particular de las ostras, es de naturaleza fermentativa caracterizado por una gradual disminución del pH . Este se ha relacionado con el olor y la apariencia del licor de las ostras. Las ostras con licor de pH de 6.0 o mayor se clasifican como buenas y las que tienen pH menor a 5.0 se consideran en avanzado estado de descomposición.

#### **2.6.3.2. Sustancias Reductoras Totales**

Se ha demostrado que el contenido en sustancias reductoras totales en las ostras se incrementa durante el almacenamiento en hielo. Se ha observado una significativa correlación

entre las sustancias reductoras totales y los valores organolépticos, pH y cuenta de psicrófilos en placa. A pesar de esto no se ha podido determinar el nivel que caracteriza a una ostra deteriorada.

## **2.7. Métodos De Conservación**

### **2.7.1. Choque térmico**

El desconchado manual de los bivalvos se puede llevar a cabo de manera más fácil sometiéndolos a un ligero calentamiento antes del desconchado. El tiempo y la temperatura del calentamiento depende de la especie de bivalvo y del tamaño del mismo. Este proceso no lo mata pero provoca que relaje el músculo abductor haciendo con esto que la concha se pueda abrir con mayor facilidad. Además el calentamiento produce una reducción en el número de bacterias en la carne. Este tratamiento térmico también se utiliza para facilitar la remoción de la carne para ser enlatada. En este caso el tratamiento térmico es más severo y puede incluir la aplicación de vapor a presión por varios minutos. El jugo que pierden los bivalvos durante este proceso se recolecta y se reutiliza en el enlatado. Las ostras que están bien cocinadas y que después se refrigeran se deterioran debido al enranciamiento de las grasas más que por descomposición microbiana.

### **2.7.2. Enlatado**

El enlatado se utiliza como un método de conservación de largo término. Este proceso casi no presenta problemas microbiológicos. La descomposición de ostras enlatadas es putrefactiva.

Se ha observado que es posible utilizar ostras contaminadas que pueden provocar envenenamiento paralítico para el enlatado y elaboración de salsas, ya que la ebullición y ahumado de las ostras reducen los niveles de toxicidad de  $30 \mu\text{g}$  hasta  $< 4$  o  $< 2 \mu\text{g}$ .

La elaboración de salsa destruye 90% de la toxicidad ( Miyazawa. et al. 1995). Por su parte Berenguer, et al. (1993) reportan que las operaciones de ebullición y esterilización disminuyen los niveles de PSP y saxitoxina en un 70.7 y 90.9 % en promedio, en *Acanthocardia tuberculatum*.

### 2.7.3. Pasteurización

Se ha utilizado la pasteurización para prolongar la vida de anaquel de las ostras crudas sin disminuir su textura y sabor. Chai et. al. (1984) encontró que la pasteurización a  $72^{\circ}\text{C}$  por 8 minutos, en bolsas, produjo un producto de calidad microbiológica superior que no difirió significativamente de las ostras frescas, en olor, apariencia, sabor o textura. Las cuentas de aerobios y anaerobios facultativos en placa permanecieron bajas por tres meses cuando las ostras se almacenaron a  $0.5^{\circ}\text{C}$ .

Inmediatamente después de la pasteurización la mayoría de las bacterias fueron *Bacillus spp.*. Durante el almacenamiento por mas de cinco meses continuaron dominando la flora aeróbica los *Bacillus spp.*, mientras que en la microflora de anaerobios facultativos predominaron *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Listeria*, *Peptostreptococcus* y *Staphylococcus*. Aunque la microflora se ve modificada significativamente por el tratamiento térmico, siempre se presenta un incremento en la acidez, formación de gas y proteólisis (Pace et al. 1988).

#### **2.7.4. Congelación**

La congelación retrasa de manera bastante efectiva la contaminación microbiológica tanto de peces como de mariscos bivalvos. Si el producto es adecuadamente glaseado para evitar la deshidratación y es mantenido a una temperatura constante de  $-28.8^{\circ}\text{C}$ , se puede tener una vida de anaquel de varios meses.

La congelación no se utiliza para matar las bacterias sino más bien para prevenir la metabolización, crecimiento y consecuente deterioro de los alimentos. Sin embargo la congelación provoca una inicial reducción en el número de bacterias seguida de una gradual declinación durante el almacenamiento. La sobrevivencia de las bacterias durante la congelación y subsecuente almacenamiento depende de las especies de bacterias. La salmonela es muy sensible, en almacenamiento a  $-17.7^{\circ}\text{C}$  por 24 hrs. el nivel se reduce en un 97%. *E. coli* es menos sensible a la congelación.

#### **2.7.5. Irradiación**

Se han utilizado bajas dosis de radiación ionizante para retardar el deterioro de diversas especies de bivalvos. Altas dosis de radiación suficientes para esterilizar las ostras producen olores y sabores desagradables y destruyen nutrientes.

#### **2.7.6 Conservadores**

Se ha investigado la aplicación de diversos compuestos, tales como diacetilo, Ac. láctico y BHA ( Hidroxianisolo butilado ), los cuales se encontró que poseen una alta actividad antimicrobiana contra el *V. vulnificus* in vitro y que el diacetilo a concentración  $> 0.05\%$  disminuye el *V. vulnificus* siendo este susceptible de ser utilizado en ostras (Yin y Oliver, 1994).

El BHA es un antioxidante que posee efecto antimicrobiano sobre *S. aureus* , *E. coli* y *S. Typhimurium*.

Tabla. 2.3 .Programas de Muestreo y Límites Microbiológicos Recomendados para el Pescado y los Productos Derivados

| Producto  | Análisis                                 | Límite por gramo |                 |
|---|--|------------------|-----------------|
|   |  | mínimo           | Máximo          |
| 1(a) Pescado fresco y congelado incluido el congelado en el mar, bloques de pescado picado o no, y moluscos | SPC                                      | $10^6$           | $10^7$          |
|   | Coliformes fecales (NMP)                 | 4                | 400             |
|   | <i>Staphylococcus</i> (ind) <sup>c</sup> | $10^3$           | $2 \times 10^3$ |
| (b) Pescado consumido crudo   | <i>V. parahaemolyticus</i> <sup>d</sup>  | $10^2$           | ---             |
| 2(a) Pescado de agua dulce  | SPC                                      | $10^6$           | $10^7$          |
|   | Coliformes fecales (NMP)                 | 4                | 400             |
|   | <i>Staphylococcus</i> (ind) <sup>c</sup> | $10^3$           | $2 \times 10^3$ |
| (b) Pescado de agua dulce y templada  | <i>Salmonella</i> f                      | -----            | -----           |
|   | Coliformes fecales (NMP)                 | 4                | 400             |
| 3 Pescado ahumado en frío, incluido el arenque  | SPC                                      | $10^5$           | 400             |
|   | Coliformes fecales (NMP)                 | 4                | $10^6$          |
|   | <i>Staphylococcus</i> (ind) <sup>c</sup> | $10^3$           | 400             |
| (b) Consumidos sin cocción  | SPC                                      | $10^5$           | $2 \times 10^3$ |
|   | Coliformes fecales (NMP)                 | 4                | $10^6$          |
|   | <i>Staphylococcus</i> (pat) <sup>c</sup> | $10^3$           | $2 \times 10^3$ |
| 4 Productos empanados precocinados, incluidos "dedos" , porciones y pasteles de pescado                     | SPC                                      | $10^6$           | $10^7$          |
|   | Coliformes fecales(NMP)                  | 4                | 400             |
|   | <i>Staphylococcus</i> (ind) <sup>c</sup> | $10^3$           | $2 \times 10^3$ |



|  |  |                 |                   |
|--|--|-----------------|-------------------|
| 5 Gambas, langostinos , colas de langostinos y colas de langosta congelados crudos | SPC <sup>®</sup>                         | 10 <sup>6</sup> | 10 <sup>7</sup>   |
|  | Coliformes fecales (NMP)                 | 4               | 400               |
|  | <i>Staphylococcus</i> <sup>c</sup>       | 10 <sup>3</sup> | 2X10 <sup>3</sup> |
|  | <i>V. parahaemolyticus</i> <sup>d</sup>  | 10 <sup>2</sup> | -----             |
| 6 Gambas, langostinos y colas de langosta congelados cocidos                       | SPC <sup>®</sup>                         | 10 <sup>6</sup> | 10 <sup>7</sup>   |
|  | Coliformes fecales (NMP)                 | 4               | 400               |
|  | <i>Staphylococcus</i> (pat) <sup>c</sup> | 10 <sup>3</sup> | 2X10 <sup>3</sup> |
|  | <i>V. parahaemolyticus</i> <sup>d</sup>  | 10 <sup>2</sup> | -----             |
| 7 Gambas y langostinos crudos empanados y congelados                               | SPC <sup>®</sup>                         | 10 <sup>6</sup> | 10 <sup>7</sup>   |
|  | Coliformes fecales (NMP)                 | 4               | 400               |
|  | <i>Staphylococcus</i> (ind) <sup>c</sup> | 10 <sup>3</sup> | 2X10 <sup>3</sup> |
|  | <i>V. parahaemolyticus</i> <sup>d</sup>  | 10 <sup>2</sup> | -----             |
| 8 Carne selecta de cangrejo de mar cocida  | SPC <sup>®</sup>                         | 10 <sup>5</sup> | 10 <sup>6</sup>   |
|  | Coliformes fecales (NMP)                 | 4               | 400               |
|  | <i>Staphylococcus</i> (pat) <sup>c</sup> | 10 <sup>3</sup> | 2X10 <sup>3</sup> |
|  | <i>V. parahaemolyticus</i> <sup>d</sup>  | 10 <sup>2</sup> | -----             |

c (ind) se refiere al *Staphylococcus* como un indicador. (pat) como un patógeno toxigénico

d El análisis de *V. parahaemolyticus* se recomienda solo para productos procedentes de áreas con alta incidencia de este microorganismo (por ejem.: S.E. de Asia y Japón) y para los productos peligrosos obtenidos en otras áreas en estaciones de clima templado.

Los mariscos se consideran una clase especial de alimento por varias razones: (i) sus hábitats de crecimiento a menudo lo constituyen aguas costeras contaminadas; (ii) las zonas de aguas costeras no contaminadas disminuye rápidamente; (iii) los mariscos procedentes de zonas contaminadas han estado implicados en varios brotes de fiebre tifoidea, salmonelosis y hepatitis infecciosa; (iv) diversos métodos de depuración comercial que son utilizados.

Los criterios microbiológicos para las zonas de crecimiento aprobadas se basan en el NMP. Las normas sobre ostras frescas o congeladas procedentes de zonas de crecimiento autorizadas vendidas al por mayor se basan en el contenido de coliformes fecales de no más de 230 NMP por 100 g. de líquido de homogenización de valvas y carnes, ni a un recuento en placa de más de 500 000 bacterias por gramo a 35°C.

### III MICROBIOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DEL CAMARÓN Y LANGOSTINO

#### Crustáceos

Los crustáceos son artrópodos esencialmente acuáticos, provistos de apéndices articulados. El cuerpo está envuelto en una coraza impregnada casi siempre de sales calcáreas. En los crustáceos de gran tamaño es muy resistente. Los segmentos de la cabeza y en parte los del tórax forman un cefalo-tórax. Los crustáceos de mayor interés tienen diez patas torácicas por lo que se les conoce como decápodos. Con mucha frecuencia el primer par de patas está transformado en potentes pinzas.

#### 3.1. Clasificación

Los crustáceos decápodos comestibles se pueden dividir en :

##### 3.1.1. *Macruros*

Son crustáceos con abdomen largo que termina en una aleta caudal en forma de abanico (camarones, langostas).

##### 3.1.2. *Braquiuros*

Son crustáceos que tienen el abdomen corto y replegado bajo el cefalo-tórax, privado de aleta caudal en forma de abanico (jaibas) (Pérez, 1988).

#### 3.2. Especies Mexicanas De Interés Comercial

Algunas de las especies más comerciales se resumen en la tala 3.1. y figura 3.1.

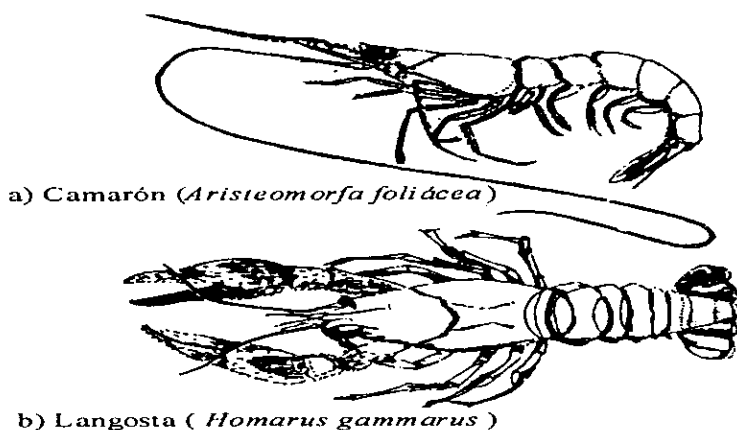


Fig. 3.1. Crustáceos

| CRUSTÁCEOS          |                      |                     |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| <i>Familia</i>      | <i>Género</i>        | <i>Nombre común</i> |
| <i>Penaidae</i>     | <i>Penaeus</i>       | camarones           |
| <i>Palaemonidae</i> | <i>Macrobrachium</i> | langostinos         |
| <i>Palinuridae</i>  | <i>Panulirus</i>     | langostas           |
| <i>Portunidae</i>   | <i>Portunus</i>      | jaibas              |

Tabla 3.1.

### 3.3. Composición Química

El contenido en proteínas oscila entre un 14 y un 20%, los lípidos y los glúcidos alcanzan niveles muy bajos, pues en los moluscos bivalvos llegan a un 0.5-2%, y los crustáceos llegan a un 0.5-1%; la parte comestible de los crustáceos tiene un discreto contenido en calcio, fósforo, yodo y magnesio. En las jaibas se han identificado cobre y zinc. Las vitaminas que se han puesto en evidencia son A, B2, B6, C y D. La tabla 3.2 resume la composición general de algunos crustáceos.

Una característica de las carnes de crustáceos, es su elevado contenido en sustancias nitrogenadas no proteicas, sobre todo en monoaminoácidos, diaminoácidos y arginina.

Tabla 3.2. Valor Nutritivo de Algunos Crustáceos

|                   | Proteína<br>gr/100 g. | Grasa<br>g/100gr | Carbohidratos<br>g/100gr | Calcio<br>mg. | Hierro<br>mg. | Tiamina<br>mg. | Riboflavina<br>mg. | Niacina<br>mg. |
|-------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|---------------|---------------|----------------|--------------------|----------------|
| Camarón<br>fresco | 16.9                  | 0.2              | 2.5                      | 70            | 1.60          | 0.04           | 0.10               | 1.5            |
| Jaiba<br>cocida   | 19.1                  | 0.4              | 2.0                      | 200           | 9.60          | 0.05           | 0.22               | 1.8            |
| Langosta<br>cruda | 16.2                  | 1.90             | 0.5                      | 40            | 0.50          | 0.13           | 0.06               | 1.9            |

( Williams, 1987)

### 3.4. Microflora Natural Presente

Se ha concluido por diversos investigadores que la microflora asociada con los crustáceos marinos y los de agua dulce reflejan la población microbiana de las aguas de las cuales provienen.

A continuación en la tabla 3.3 se resumen los géneros bacterianos dominantes en el camarón marino fresco.

| Género de camarón | Localización    | Género bacteriano dominante   |
|-------------------|-----------------|---|
| <i>Peneaus</i>    | Golfo de México | <i>Achromobacter, Bacillus, Micrococcus Flavobacterium, Pseudomonas, Coryneformes, Moraxella, vibrio.</i> |
| <i>Sicyonia</i>   | Golfo de México | <i>Flavobacterium, Cytophaga</i>  |

|                    |                 |   |
|--------------------|-----------------|---|
| <i>Pandalus</i>    | Golfo de México | <i>Arthrobacter, Micrococcus, Bacillus, Pseudomonas, Moraxella, Acinetobacter, Flavobacterium, Cytophaga, Achromobacter, Coryneformes</i> |
| <i>Metapenaus</i>  | Pacifico        | <i>Coryneformes, Micrococcus</i>  |
| <i>Parapenosis</i> |                 | <i>Micrococcus Achromobacter</i>  |

Tabla 3.3.

( Ward yHackney, 1991)

Se ha sugerido que los cambios en las propiedades nutricionales (y/o salinidad) sobre la superficie del camarón o las actividades microbianas interactivas están relacionadas en los cambios de la flora microbiana del camarón durante su almacenamiento.

La mayoría de los investigadores han concluido que el camarón marino proveniente de aguas tropicales, al igual que el pescado, transportan una población microbiana compuesta principalmente de bacterias Gram positiva tales como *Micrococcus*, *Coryniformes* y *Bacillus* mientras que en las especies de aguas frías predominan los Gram negativos en donde se incluyen *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* y *Vibrio*.

Cuantitativamente el camarón marino de aguas tropicales frecuentemente muestran cuentas aeróbicas totales de  $10^6/g$  (Vanderzant et al 1970) cuando son capturados, mientras que la especie *Pandalos* de agua fría frecuentemente tienen cargas mucho menores en el rango de  $10^2-10^3/g$  (Zapatka y Bartolomeo, 1973).

Los estudios relacionados con la microflora de los langostinos y langostas se han centrado más sobre las bacterias que tienen significancia sobre la salud pública que sobre la población nativa responsable del deterioro.

Se han resumido las siguientes levaduras como las más abundantes en el camarón: *Rhodotorula* y *Candida torulopsis*, reportan también el aislamiento de muchos del género *Pulluleria (Aureobasidium)* del camarón marino fresco así como hongo quitinolítico creciendo en el caparazón del cangrejo.

### 3.5. Cambios Microbianos A Través Del Sistema De Distribución.

El camarón desembarcado generalmente es descabezado en el mar. Una de las justificaciones es que la remoción de las cabezas reduce la carga bacteriana sobre el camarón en un 50 al 80%. Sin embargo, el descabezado también expone el músculo del tallo del camarón a las bacterias de su sistema digestivo, las manos de los pescadores, y todas las superficies de contacto incluyendo la cubierta, bins de hielo etc. Aunque el retraso del descabezado provoca un ablandamiento y decoloración del cefalotórax, no se han encontrado diferencias significativas (en cuentas sensoriales y bacterianas) en la porción comestible del camarón descabezado y entero almacenado en hielo por más de 14 días (Alvarez y Koburger, 1979b). Es por lo tanto importante que el camarón descabezado sea totalmente lavado para remover la mayor cantidad de carga bacteriana como sea posible, antes del almacenamiento en hielo o congelado. Se ha demostrado que un adecuado lavado en el mar antes del enhielado del camarón descabezado es muy importante en el mantenimiento de la calidad. Ya que cuando se descabeza queda expuesto el tallo además que el descabezado manual contamina la carne expuesta.

Se han reportado las siguientes cargas bacterianas en el camarón:

1. Recién capturado con cabeza 42 000/g.
2. Tallos de captura fresca 10 000/g.

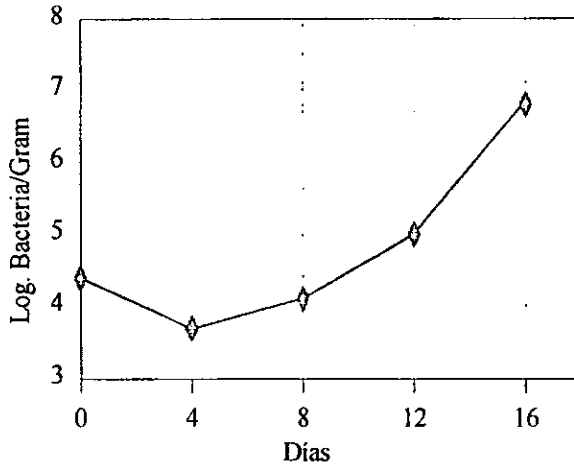
### 3. Tallos de captura fresca lavados 7 400/g.

También se ha reportado la disminución en una unidad log en pruebas similares donde el camarón fue lavado y se le ha retirado partículas y mucosidad. Se ha demostrado que la mucosidad adherida al camarón sin lavar albergan alrededor de  $2.1 \times 10^5$  bacterias/g. Ward y Hackney reportan (1991) que el descabezado reduce en un 75% la cuenta total y un posterior lavado reduce un 25% adicional las cuentas.

Numerosos estudios han demostrado que un adecuado lavado del camarón descabezado en las zonas de captura, anterior al enhielado, es sumamente importante para el mantenimiento de la calidad. Aunque en algunas ocasiones los intestinos salen cuando se remueve la cabeza, es más frecuente que la flora del intestino rica en bacterias entre en contacto directo con los tallos expuestos generalmente a través de las manos de las personas que los descabezan o de los guantes de los mismos.

Es por esto sumamente importante que el camarón de recién ingreso sea lavado totalmente para remover la mayor cantidad de carga bacteriana como sea posible antes de que sea enhielado o congelado y almacenado.

A diferencia de la flora bacteriana del caparazón y de las branquias, la cual es representativa de la microflora de su ambiente, las bacterias encontradas en el sistema digestivo pueden diferir considerablemente debido a la selección de especies capaces de crecer a bajos pH y tensión de oxígeno. Se ha reportado por ejemplo que la población microbiana en el tracto digestivo de *Penaeus setiferus* difirió significativamente, tanto cuantitativa como cualitativamente, del agua de captura y del sedimento (Ward y Hackney, 1991).



La gráfica 1 representa el cambio bacteriano típico del camarón almacenado con el tiempo (Ward y Hackney, 1991).

La declinación inicial es debida a la disminución de especies mesofílicas a temperaturas de fusión (fusión de hielo). Después de 4 días la población empieza a incrementarse debido a proliferación de microorganismos psicrófilos. Se ha demostrado que más de la mitad de las especies originales de *Bacillus*, *Micrococcus* y *Flavobacterium* dejan de predominar permitiendo que los *Achromobacter* y los *Pseudomonas*, después de 16 días de almacenamiento en hielo, representen hasta un 98% de la microflora.

Recientemente algunos barcos camaroneros en el Golfo y en el Atlántico Sur han instalado congeladores a bordo de los barcos para mejorar tanto la calidad del camarón desembarcado como para extender el tiempo en el mar. El pescado descabezado primero se sumerge en una solución salina para congelarlo rápidamente, posteriormente es trasladado a un



congelador para su almacenamiento. Se ha reportado una reducción bacteriana del 85% como resultado de la congelación a bordo, debido en gran parte a la sensibilidad de la población mesofílica del camarón de aguas tropicales.

El camarón *Pandalid* de agua fría frecuentemente es almacenado entero en agua de mar refrigerada para mantener la calidad hasta que es descargado en la planta de procesamiento. Esta práctica elimina la dependencia del hielo y reduce las labores costeras de mezclar camarón y hielo. Este pequeño camarón es pelado mecánicamente en la planta de procesamiento. Este sistema tiene el potencial de producir camarón de peor calidad por las siguientes razones.

1. Exposición de todo el contenido a un ambiente común. Cualquier punto caliente o sección malamente refrigerado del cuerpo puede afectar la captura entera.
2. Las nuevas capturas adicionadas al ya almacenado crean fluctuaciones de temperatura.
3. Una inadecuada limpieza de las bodegas o de las tuberías asociadas al sistema de recirculación de agua marina puede contaminar inmediatamente la captura, al igual que el camarón limpiado en forma inadecuada (Lee y Kolbe, 1982).

Además en el sistema de agua de mar refrigerada se ha demostrado un estable incremento en la población de *Pseudomona sp.* Esto a pesar del hecho de que la población microbiana total del camarón se incremento de 239/g a solamente 1000/g después de 68 hrs., el potencial de deterioro es mucho mayor debido al cambio en las especies microbianas en el sistema. Ya que la proporción de *Pseudomona* se incrementa de 12 a 80%.

Generalmente en el sistema de agua de mar refrigerada no se recambia el agua debido a las fluctuaciones de temperatura o del incremento de los costos de refrigeración. (Lee y Kolbe, 1982)

### 3.6. Microorganismos Asociados Con El Deterioro .

#### 3.6.1. *Frescura.*

Aunque el deterioro del camarón, langostino y langosta es debido finalmente a la acción bacteriana, la pérdida de frescura que precede al deterioro principalmente envuelve reacciones autolíticas controladas por enzimas naturalmente presentes en el tejido muscular. Se ha relacionado al catabolismo de los nucleótidos en el camarón *Penaeid* con la pérdida de frescura. Cheuk et. al. (1979) Comparó la actividad adenosin-deaminasa y la actividad adenosin-monofosfato deaminasa con los parámetros de deterioro tradicional tales como nitrógeno volátil total, cuenta total en placa y evaluación sensorial. Concluyeron que la actividad de las enzimas proporcionaron un buen indicador del tiempo y temperatura de almacenamiento post-captura.

Se ha determinado la secuencia de degradación de nucleótidos que sigue la reacción mostrada en la Fig.3. 2. (Flick y Lovell, 1970).

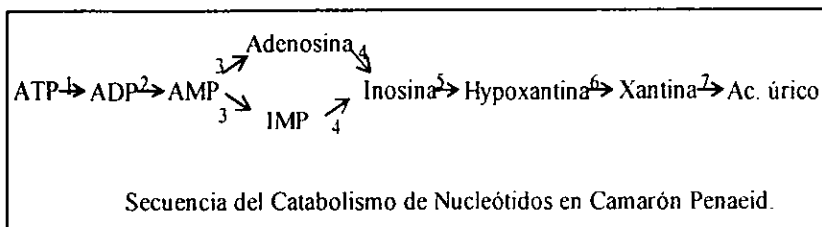


Fig. 3.2.

Mientras que las primeras cinco reacciones proceden relativamente rápido como resultado de la acción de enzimas endógenas en el tejido muscular, la oxidación de hipoxantina a xantina y finalmente a ácido úrico es mucho más lenta y se considera que se debe principalmente a las enzimas bacterianas. El valor  $K$  es el cociente de inosina + hipoxantina / IMP+ inosina + hipoxantina el cual es ampliamente utilizado en Japón para estimar la frescura del pescado. Handumrongkul y Silva (1994) han propuesto un valor  $K^*$  modificado, el cual excluye inosina, el cual puede ser aplicable como indicador de frescura para robalo empacado en atmósfera modificada ( $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2$ ) y refrigerado.

Ellos concluyeron que muchos estudios sobre los métodos para estimar la frescura de los alimentos marinos se han basado incorrectamente sobre el concepto de que la acción bacteriana causa el deterioro de la frescura, mientras que de hecho la frescura declina mucho antes de que se presente una acción bacteriana significativa. Ellos sugieren que la calidad de los alimentos marinos se defina utilizando los términos de frescura bioquímica o frescura enzimática contra frescura bacteriana y/o deterioro.

### **3.6.2. Deterioro**

Una vez hecha esta distinción se describe el proceso de deterioro bacteriano en mariscos. Una vez que el animal muere, las defensas del cuerpo dejan de operar. En el caso del pescado las bacterias presentes en las branquias, intestino y piel empiezan a metabolizar los compuestos de bajo peso molecular circundantes, produciendo compuestos azufrados volátiles asociados con el deterioro.

Bajo condiciones de almacenamiento frío este es un fenómeno superficial. Sin embargo cuando es sometido a un mal manejo térmico, las bacterias empiezan a invadir el músculo estéril a través de la línea porosa lateral así como del intestino provocando un deterioro más rápido.

Los crustáceos exhiben una razonable larga vida de anaquel en almacenamiento refrigerado. Por ejemplo el camarón *Penaeid* almacenado en hielo se mantuvieron organolépticamente aceptables por 14 días (Ward y Hackney, 1991). Del mismo modo las especies *Pandalid* se han almacenado por 11 días (Lee y Kolbe, 1982), Langostino por siete días y *Macrobrachium* por 10 días (Angel et al. 1985).

La vida de anaquel de los alimentos marinos generalmente se ha relacionado a los siguientes puntos:

1.- La flora bacteriana inicial, el número y tipo de organismos responsables de la contaminación y del subsecuente deterioro como resultado del descabezado y adicional procesamiento.

2.- Ciertas enzimas que en algunas especies, continúan operando después de la muerte, contribuyendo al crecimiento de las bacterias responsables del deterioro.

3.- Los compuestos nitrogenados no proteicos de bajo peso molecular en el camarón y langostino son cualitativa y cuantitativamente diferentes de aquellos productos marinos en los cuales el deterioro es mucho más rápido.

4.- La integridad de la piel protege el músculo exterior de la invasión de bacterias superficiales. Los crustáceos ofrecen un extremo de protección al daño mecánico, mientras que

por ejemplo la macarela de piel muy delgada es fácilmente dañada durante la captura y procesamiento, deteriorándose así de manera más rápida.

Los organismos dominantes asociados al deterioro de los crustáceos son psicrófilos predominando especies de *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Flavobacterium* y *Cytophaga*. La presencia de *Arthrobacter* y *Acinetobacter* puede indicar una limpieza deficiente. La presencia de *Moraxella*, *Flavobacterium* y *Cytophaga* indica el grado de contaminación secundaria y *Pseudomonas* indica la vida de anaquel comercial potencial (Ward y Hackney, 1991).

Los crustáceos de aguas frías se deterioran relativamente más rápido que sus contrapartes de aguas tropicales ya que ellos vienen preinoculados con bacterias psicrófilas Gram negativas. Esta flora puede acortar la fase lag antes de su crecimiento y subsecuente deterioro bajo refrigeración o almacenamiento frío. Los *Penaeid* de aguas tropicales permanecen organolépticamente aceptables por 14 días mientras que los *Pandalids* de aguas frías se deterioran después de 11 días almacenados en hielo (Cobb et al. 1976; Matches, 1982).

Se ha observado que durante el periodo de almacenamiento hay un incremento en el número de *Pseudomonas* psicrófilas llegando a constituir el 92% de la población microbiana en los *Penaeid* y 67% en los *Pandalid*.

Conforme se va incrementando la temperatura va cambiando la flora dominante, pasando de *Pseudomonas* a *Moraxella sp.* y a temperaturas más altas (22°C) predomina las especies *Proteus* (Matches, 1982).

Cox y Lovell (1973) aislaron e identificaron las bacterias presentes en los tallos de langostinos pelados comercializados. De las 280 especies aisladas 22.1% se encontró que son rápidos deterioradores; 16.4% lentos deterioradores y 61.5% no deterioradores o muy lentos deterioradores. En el mismo estudio se determinó que el producto almacenado a 0°C y 5°C se deteriora en 24 y 12 días respectivamente; y que la flora microbiana en el marisco fresco esta dominada por las especies *Micrococcus*, *Staphylococcus* y *Alcaligenes*. Mientras que en el producto deteriorado la flora esta dominada por las especies *Pseudomonas/Achromobacter* (0°C) y *Achromobacter/Pseudomonas* (5°).

Se ha correlacionado al indol - un producto de degradación del triptofano- con el fuerte olor indicador de descomposición del camarón, se ha determinado que la producción de indol se debe principalmente a la contaminación bacteriana antes que a la acción de enzimas endógenas y que la producción de indol avanza de forma diferente en almacenamiento congelado y en un mal manejo de la temperatura. Por encima de 10°C los organismos indol positivos altamente proteolíticos como *Aeromonas* y *Proteus* atacan las proteínas del músculo liberando triptofano el cual es posteriormente transformado a indol vía metabolismo bacterial. Durante el almacenamiento refrigerado se producen muy pocas cantidades de indol provenientes de microorganismos no proteolíticos como *Flavobacterium*, solo después que ha sido liberado el triptofano vía psicófilos proteolíticos. Altos niveles de indol son indicadores de un mal manejo de la temperatura en algún punto de la cadena de producción/procesamiento (Smith et al. 1984).

Bottino et. al. (1979) mostró que la acción bacteriana durante 18 días de almacenamiento enhielado no altera significativamente el perfil de ácidos grasos del camarón café (*penaeus aztecus*) y no se alteró el perfil después de 183 días de almacenamiento congelado.

### 3.7. Microorganismos De Interés Para La Salud Pública

Las enfermedades atribuidas al consumo de camarón, langostino son en general muy raras. Cuando suceden generalmente se atribuyen a la contaminación del producto con una o mas de las siguientes fuentes:

3.7.1. *Patógenos presentes en forma natural.* Particularmente *Clostridium botulinum* tipo E, *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus*.

3.7.2. *Patógenos introducidos en el ambiente acuático.* Como resultado de la inadecuada deposición de los desechos humanos. Los organismos que se incluyen son *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus*, *Erysipelotrix sp*, *Edwardsiella sp*, *Salmonella sp*, *Shigella sp*, y numerosas especies de vibrios (Ward y Hackney, 1991).

Se ha aislado *Klebsiella pneumoniae*, variedad *pneumoniae* toxigénico en langostinos de agua dulce ( Singh y Kulshreshtha, 1992).

3.7.3. *Patógenos introducidos vía los manejadores del producto.* Frecuentemente el manejo post captura introduce coliformes, coliformes fecales, incluyendo *E. coli*, *Staphylococcus* y *Salmonella*.

En la mayoría de los casos de enfermedades producidas por alimentos marinos, se pueden prevenir - aún si el producto esta contaminado con patógenos - por un apropiado manejo o cocción.

### 3.8. Métodos De Conservación

El uso de antibióticos puede afectar la resistencia de la Salmonela como lo evidenció el estudio de Hatta y Lakshmanaperumalsamy (1995) en el cual se aislaron 240 especies de Salmonela provenientes de pescado y crustáceos, y a las cuales se examinó su resistencia a los antibióticos. Los principales serotipos aislados fueron *S. welterreden* y *S. typhimurium* en el pescado, *S. mgulani* y *S. seftenberg* en los crustáceos. Los resultados mostraron que más del 90% de las especies fueron resistentes al batracin, penicilina y novobiocina. Presentaron menor resistencia al cloranfenicol (6.7%) y ácido nalidixico (12%). Por lo cual el uso de alimentos y piensos medicados en el pescado solo puede conducir a la diseminación de los patógenos resistentes.

Por otra parte se ha estudiado la aplicación de diversos químicos grado alimenticio (acetato, diacetato, L-lactato de sodio, nitrito de sodio y fosfato trisódico) y productos derivados de la fermentación de bacterias ácido lácticas (nisin) sobre el control de *L. monocytogenes* en carne de cangrejo azul. Se determinó que el diacetato de sodio 2M y el fosfato trisódico 1M reducen los patógenos en aproximadamente  $3 \log_{10}$  ufc/ml y  $1 \log_{10}$  ufc/ml después de seis días de almacenamiento a 4°C. Mientras que el nisina también reduce los niveles de patógenos (Degnan et al. 1995).

En la mayoría de los casos se requiere un gran número de bacterias para producir la toxina suficiente para desencadenar la enfermedad. La mayoría de las enfermedades pueden ser prevenidas controlando la población inicial y el crecimiento, manteniéndolo almacenado a bajas temperaturas y una adecuada cocción para destruir las células vegetativas. No obstante se debe



tener bastante cuidado con los alimentos que son consumidos crudos o que son pre-procesados y manejados antes del consumo sin un recalentamiento o cocción .

El camarón cocido por ejemplo, es potencialmente dañino ya que puede contaminarse con organismos patógenos después de procesados. Debido a que la cocción destruye la mayoría de los microorganismos vegetativos, los patógenos pueden proliferar y producir toxinas antes que los microorganismos normalmente asociados al producto crudo puedan producir los olores característicos del deterioro. Se ha demostrado que, las *Pseudomonas sp* responsables del deterioro, inhiben los patógenos por la competencia de los nutrientes disponibles.

Después del blanqueo o la cocción, disminuye drásticamente el número de microorganismos, para posteriormente incrementarse en uno o más ordenes de magnitud durante el pelado, clasificación y empaçado.

### 3.8.1. Efecto de la congelación

La congelación generalmente disminuye las cuentas de organismos viables, disminuyendo continuamente las cuentas durante el almacenamiento congelado. Aún cuando se debe ver a la congelación como un método que mantiene la población bacteriana existente. Del 60 al 90% de la población bacteriana es inactivada por la congelación. El procedimiento ideal de congelación debe ser rápido y con bajas fluctuaciones de temperatura. Nirmala y Gopakumar et al. (1991) estudiaron los cambios microbiológicos del *Metapeneaeus dobsoni* durante el almacenamiento congelado, se determinó que la congelación del camarón entero, decabezado y el pelado-desvenado sometido a una temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  por 2-3 hrs., reduce las cuentas de las principales bacterias presentes en 83.67, 79.48 y 52.90% respectivamente. Después de un mes a -

18°C el porcentaje de reducción microbiana casi alcanza el 97.24, 93.67 y el 61.87 % . Finalmente se determinó que los más sensibles fueron las especie de *Vibrio spp.* y que los *Micrococcus spp.* fueron los mas resistentes. En general los gram positivos sobreviven mas tiempo que los gram negativos.

Yamagata y Low (1995) estudiaron los cambios de calidad del camarón banana (*Penaeus merguensis*) durante su almacenamiento enhielado y congelado. Se determinó una vida de anaquel de 4 días en hielo, 6 días a -3°C y de 9 semanas a -10°C. Después de 6 meses a -20°C aún fue aceptable. En este estudio se utilizó al formaldehído como indicador y se concluye que fue un buen indicador de la vida de anaquel.

Gates et. al. (1985) noto los cambios de calidad durante el almacenamiento congelado de camarón empanizado, encontrando que el camarón mantenido en almacenamiento congelado al detalle (temperatura mínima de < -20°C con fluctuaciones diarias de 12-18°C) mostraron deterioro sensorial después de 3-4 meses de almacenamiento mientras que las réplicas almacenadas bajo condiciones de almacén (temperatura inferior a -20°C y fluctuaciones diarias de 2-3°C) mantuvieron una aceptable calidad sensorial por más de 13 meses de almacenamiento. Las cuentas inicial y final fueron aproximadamente las mismas lo cual indica que los cambios de calidad en almacenamiento congelado se deben a otros factores diferentes a la actividad microbiológica.

Se ha comparado la edad post-captura del camarón del Pacifico entero (*Pandalus jordani*) con el deterioro de la calidad durante el almacenamiento congelado y encontró que la pérdida de

calidad (textura, jugosidad, sabor y apetecibilidad total ) durante los 12 meses de almacenamiento congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  estuvo directamente relacionado al período de almacenamiento frío anterior a la cocción ( 1,3 y 5 días ) del producto. El deterioro de la calidad durante el almacenamiento congelado estuvo muy relacionado con la descomposición de óxido de trimetilamina a dimetilamina y formaldehído (Ward y Hackney, 1991).

Se ha demostrado que *E. coli*, *Staphylococcus coagulasa* positivos, *Salmonella spp.*, *V. parahaemolyticus* así como *Vibrios no cholerae* , todos ellos sobreviven la congelación y el almacenamiento congelado. Reily y Hacney (1985) mostraron que el *V. cholerae* sobrevive a la congelación por mas de dos meses. Así que no debe confiarse en que la congelación de los crustáceos, particularmente de aquellos que han sido procesados manualmente, destruye las bacterias patógenas que crecen y producen toxinas cuando el alimento es térmicamente mal manejado.

Se han investigado métodos de conservación como la radiación y el uso de soluciones de glucosa oxidasa/catalasa en la conservación del camarón las cuales provocan una reducción en la población de *L. monocytogenes* y retardan el deterioro (Dondero et al. 1993, Brandao-A et al. 1995).

### **3.8.2. Procedimientos de manejo al detalle**

El manejo de la calidad al nivel de la venta al detalle generalmente se centra en el apropiado manejo de las temperaturas. El asegurar un adecuado manejo de la temperatura al detalle es importante por varias razones:

*Primero.* La línea de alimentos que se manejan al detalle pueden tener un rango de “edades” mucho mayor a otros artículos. Algunos pueden tener 1-2 días de “viejos “ (intervalo de tiempo entre captura-muerte y reparto) mientras que otros pueden arribar 15-20 días después de la captura. Con el adecuado manejo estos productos son seguros , saludables y ampliamente aceptables para el consumidor. No obstante como previamente se ha visto, estos productos pueden arribar conteniendo mayores niveles de psicrófilos y por lo tanto requerirán mayor vigilancia para asegurar que las temperaturas apropiadas sean mantenidas entre el tiempo en el que el producto es entregado hasta que es vendido.

*Segundo.* Los organismos responsables del deterioro que están naturalmente presentes en los alimentos tienden a crecer a temperaturas de refrigeración.

*Tercero.* Debido a que el sector detallista es suministrado con la más amplia variedad de productos los consumidores esperan encontrar siempre alimentos saludables.

Existen tres sucesos separados en el sector detallista en los cuales se debe asegurar las temperaturas apropiadas. Estas son: 1) cuando el producto es entregado, 2) mientras el producto es mantenido como inventario lejos del punto de venta, y 3) mientras el producto es mantenido en los exhibidores. El aseguramiento de las temperaturas en cada uno de los puntos al nivel de detalle es crítico, ya que los efectos de las temperaturas son acumulativos esto en cuanto a la vida de anaquel.

Existe una ley general para el manejo de lo productos refrigerados: por cada grado de incremento en la temperatura en el rango menor (incrementos de temperatura por arriba de 0°C) la vida de anaquel se reduce en dos días (Ronsavalli, 1982).

## IV MICROBIOLOGÍA DEL MINCE, SURIMI Y ALIMENTOS DE VALOR

### ADICIONADO

#### 4.1. Mince

La carne de pescado picada comúnmente referida como mince, es producida por un deshuesado mecánico del pescado descabezado-eviscerado. En el proceso de deshuesado mecánico, el pescado es ya sea, presionado contra un tambor rotatorio por una banda en movimiento o presionado contra la cabeza de un cilindro por un barreno. En ambos sistemas la presión y tamaño de las perforaciones hacen que la carne de pescado, grasa y sangre presentes sean forzadas a pasar a través de las perforaciones para su recolección, la piel, huesos y tejido conectivo no pasan a través de las perforaciones.

El material de inicio para la producción de mince pueden ser filetes. El mince hecho con filetes es de un color mas claro que el hecho con pescado eviscerado descabezado. La variación del color va a depender del uso al cual se va a destinar el mince. Es deseable una ligera coloración en barras de pescado y en porciones que se utilizan en recetas donde el mince es utilizado como un sustituto de carne roja.

La producción de mince de filetes frecuentemente no es económicamente factible. Por lo cual se ha recurrido a la elaboración de mince de esqueletos, el mince elaborado de éstos es de una coloración oscura que no es apropiada como sustituto de carnes rojas. También se han utilizado los filetes de especies de pescado de bajo valor comercial haciendo costear la elaboración del mince de filetes.

El mince tiene aplicaciones potenciales como ingrediente en muchos alimentos (Martín, 1976). Sin embargo actualmente es más utilizado para eliminar huesos y mejorar la cohesividad de las barras de pescado empanizado congelado.

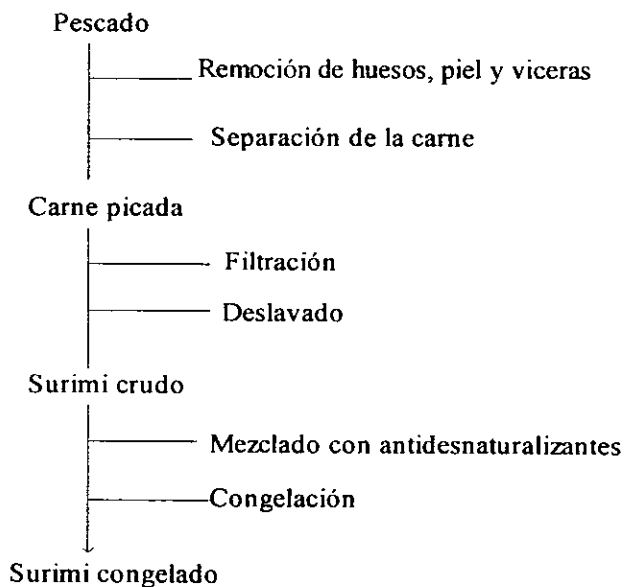


Fig.4.1. Surimi

En general el mince puede ser utilizado como un sustituto de carne en muchos alimentos tradicionales. Se han elaborado alimentos tales como tacos, pimientos y salsa de espagueti los cuales contienen mince. Estos alimentos están fuertemente condimentados lo cual ayuda a enmascarar el sabor característico del pescado.

**4.2. Surimi** El surimi es un material alimenticio intermedio que ha sido utilizado en Japón por centurias para hacer diversos alimentos. El surimi es hecho mediante el picado de la carne de pescado, lavado completo, refinado y deslavado, figura 4.1. Tradicionalmente el surimi se mezclaba con ingredientes tales como especias, posteriormente se amasa, se evapora y es freído o asado para hacer kamaboko, tempura y chikuwa respectivamente, figura 4.2. El lavado de la carne de pescado picada (mince) remueve cantidades substanciales de proteínas solubles en agua, vitaminas y minerales así como pigmentos y compuestos odoríferos, de este modo el principal componente es la proteína miofibrilar actina y miosina. Estas proteínas pueden formar rápidamente geles y puede ser manipulado por el procesador para hacer alimentos que tienen una amplia variedad de texturas y formas.

La excelente funcionalidad del surimi ha conducido a su uso en la elaboración de alimentos análogos tales como imitación cangrejo, escalopa, camarón y langosta. Antes de 1960 el surimi no se congelaba ya que ocurría una desnaturalización durante el almacenamiento congelado. Esta desnaturalización por congelación reduce considerablemente la funcionalidad del gel de surimi. En 1960 los investigadores japoneses descubrieron que con la adición de antidesnaturalizantes tales como sucrosa, el problema de desnaturalización por congelación puede ser prácticamente eliminado.

La manufactura del surimi altera la composición del mince original. El surimi comercial puede contener entre 75 y 85% de agua y entre 5 y 10% de carbohidratos dependiendo de cual sea el destino de elaboración. El surimi contiene proporcionalmente menos proteína que el mince. La mayoría de los lípidos son removidos durante la fase de lavado del mince, los lípidos y la sangre son decantados de los tanques de lavado. La mayoría del surimi actualmente elaborado contiene muy pequeñas cantidades de sal.

### 4.3. Alimentos de valor adicionado

Entre los alimentos de valor adicionado se incluyen alimentos empanizados, platillos marinos ahumados y platillos precocidos. Los alimentos empanizados incluyen barras de pescado y porciones de pescado, filetes, camarón, escalopas y productos especiales como barras de camarón y cangrejo, y filetes rellenos.

Los sistemas de preparación de los alimentos que son empanizados incluye la operación de líneas solas y tandem. La operación de líneas solas se utiliza cuando la ganancia en peso atribuible al empanizado es menor al 30%. El alimento se preempolva con harina, gluten o una mezcla de batido seca y entonces es empapada en la masa batida, cubierto con pan y en algunas ocasiones precocido. La masa batida utilizada puede estar basada en harina, almidón o gomas. La masa de batido también puede ser categorizada de acuerdo a si contiene agentes leudantes. La harina para empanizar consiste de varias mezclas de harinas, almidón y sazoadores. El paso de precocimiento, que generalmente es el freído, es hecho para fijar la masa batida y el empanizado.

Independientemente de si se hace el precocimiento el alimento es rápidamente congelado y mantenido así hasta que sea totalmente cocinado inmediatamente antes del consumo.

La operación de líneas tandem sigue la misma secuencia que las líneas individuales excepto que la masa batida y el empanizado es aplicado dos veces antes del paso opcional de precocimiento. La ganancia en peso causado por el batido y empanizado, en una línea tandem, excede el 30%.

Los alimentos marinos batidos y empanizados son muy importantes en los negocios de comida rápida y en el servicio institucional de alimentos. Con el incremento del uso de hornos



de microondas, los investigadores se han enfocado hacia el desarrollo de productos batidos empanizados con coberturas que permanezcan atractivas y tostadas.

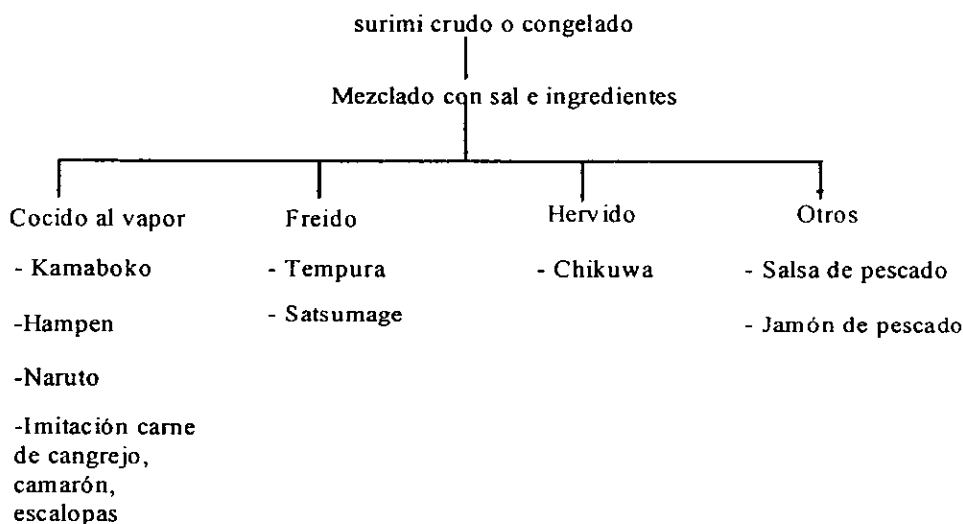


Fig. 4.2 Productos Base Surimi

#### 4.4. Aspectos microbiológicos del mince, surimi y alimentos de valor adicionado

Cada paso durante el procesamiento del alimento puede tener un impacto sobre la microflora final. Además de que el alimento antes de su captura puede tener un profundo efecto cualitativo y cuantitativo sobre la microflora del material crudo. El género predominante de bacterias sobre el pescado a la hora de la captura generalmente son cocos Gram negativos tales como *Moraxella*, *Acinetobacter* (Nickelson et al.1980) y bastones Gram negativos como *Pseudomonas*, *Flavobacterium* y *Vibrio*. En ocasiones pueden predominar Gram positivos del género *Micrococcus* (Gillispie y Macrae, 1975). Durante el almacenamiento del pescado en la atmósfera ambiental en el hielo o la temperatura de refrigeración, los géneros *Pseudomonas*, *Achromobacter* y *Moraxella* se tornan dominantes. Algunas especies de *Pseudomonas* y

*Achromobacter* pueden producir grandes cantidades de trimetilamina y compuestos odoríferos asociados con el pescado deteriorado. El *Clostridium perfringens*, un anaerobio esporoformador capaz de causar gastroenteritis, se ha encontrado en vísceras de pescado capturado cerca de las descargas de las aguas negras (Matches et al. 1974). No deben olvidarse también los patógenos *C. botulinum* tipo E y *Aeromonas hydrophila* los cuales se encuentran en la superficie del pescado las cuales pueden sobrevivir a temperaturas bajas (3°C). *A. hydrophila* ha causado gastroenteritis relacionados al consumo de ostras crudas (Abeyta et al. 1986). Otras bacterias patógenas presentes en el ambiente marino incluyen *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus*. Estas especies se han encontrado en aguas tropicales y requieren cloruro de sodio en niveles del 2 al 3% para su óptimo crecimiento. Las enfermedades generalmente se presentan cuando se consume pescado crudo.

Se han almacenado pechugas de pollo y filetes de trucha arco iris, marinados, en atmósferas modificadas; se utilizó poliestireno y se almacenaron para evaluar los efectos de la sinéresis. La vida de anaquel del producto disminuyó de manera lineal conforme se incrementó la sinéresis. La sinéresis no afectó el número de psicrófilos, *Salmonella spp.* ni de los *B. thermophacta* en los filetes de trucha arco iris. Ambos productos contenían agua, aceite vegetal, vinagre, paprika, glucosa, regulador de acidez y estabilizantes (Randell K.R. et al. 1995).

Se ha presentado evidencia que sugiere que la bacteria patógena *Listeria monocytogenes* puede frecuentemente contaminar los alimentos durante su procesamiento (Weagant et al. 1988). Se le ha relacionado al consumo de pescado y mariscos crudos como una posible causa de listeriosis. Además del pescado ahumado (Dillon y Thakor, 1993) se ha reportado el crecimiento de *L. monocytogenes* en filetes de bacalao ahumado en frío (28°C) y que la temperatura de

almacenamiento aún cuando le afecta (-20°) aún es detectable ya que *L. monocytogenes* sobrevive aún a 25.5% de sal y a una temperatura de -0.4 a 50°C. Además el empacado al vacío parece no afectar su sobrevivencia. Otros métodos de empacado como el almacenamiento en atmósfera controlada, envolturas plásticas o atmósferas modificadas tampoco tienen un efecto sustancial sobre su capacidad de crecimiento. En la elaboración del mince, surimi y alimentos de valor adicionado, un suministro de material crudo de alta calidad es esencial para la elaboración de productos de alta calidad.

#### 4.4.1. *Microbiología del mince*

La microbiología del mince es muy similar a la de los filetes de pescado. Nikelson et. al. (1980) encontró que la flora del mince elaborado con diversas especies de pescado de aguas tropicales fue la misma que estaba presente en el pescado entero. El número de bacterias encontradas en el mince varía dependiendo del material de inicio. El mince de esqueletos de bacalao se encontró que tiene mayores cargas bacterianas que el mince de filetes de bacalao. Aunque la calidad bacteriológica del mince refleja la carga inicial presente en el pescado. Los datos de Figueroa, et al. (1990) sugieren que la carga bacteriana inicial es el principal contribuyente de la contaminación del mince ya sea favoreciendo la proliferación microbiana o por la adición de nuevos contaminantes, por lo cual se debe tener especial cuidado en minimizar la carga bacteriana inicial y controlar la contaminación cruzada durante el procesamiento industrial.

Abraham, et al. (1992) determinaron que la proporción de la flora bacteriana varía en el pescado fresco, mince y el mince ya deteriorado, elaborado de *Jhoniussussumieri*. El fileteado, "chopping" y lavado incrementan la carga bacteriana en más de una unidad log. se determinó que

la cuenta total en placa (TPC) y la cuenta de proteolíticos (PC) del mince fueron de  $3.60 \times 10^6$  y  $1.0 \times 10^4$  /g respectivamente. La PC se incremento a  $2.60 \times 10^6$ /g después de 24 horas. Después de 11 días de almacenamiento a  $4^\circ \text{C}$  las cuentas de TPC y PC se incrementaron a  $6.05 \times 10^9$  y  $4.10 \times 10^9$  /g , un incremento de mas de 3.0 y 5.0 unidades log respectivamente. Durante los primeros cinco días el mince no evidenció deterioro. En el pescado fresco predominaron *Acinetobacter* y *Aeromonas spp.* pero disminuyeron rápidamente después del picado, lavado y almacenamiento. En el mince fresco 71.0% de las bacterias fueron Gram positivos y predominan los micrococos, mientras que en el mince deteriorado el 80% de las bacterias fueron Gram negativas y las principales especies fueron *Vibrio* y *Pseudomonas spp.*

El deshuesado mecánico rompe las células musculares de la carne y libera aminoácidos y otros compuestos que pueden ser utilizados en el metabolismo bacteriano. Otro aspecto importante es que el proceso dispersa las bacterias que ya estaban presentes en los filetes, esqueleto y a través de todo el pescado. El efecto inmediato del picado sobre la cuenta de aerobios en placa parece ser variable. Por ejemplo algunos investigadores no han reportado diferencias bacteriológicas significativas entre los filetes de bacalao y el mince de filete (Cann y Taylor 1976), mientras que en el mince de merluza roja (*Urophycis chuss*) se incrementan las cuentas de aerobios (Ward y Hackney, 1991).

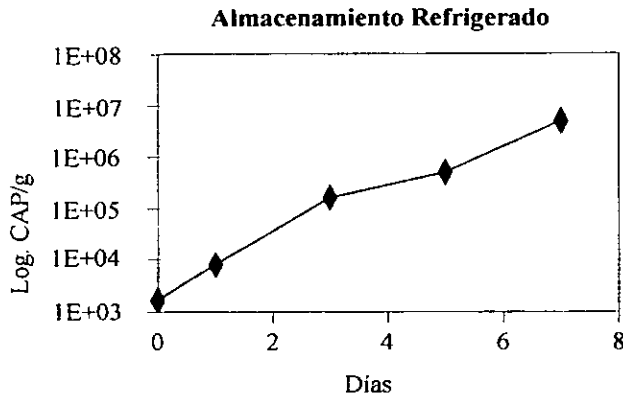
En un estudio realizado por Raccach y Baker (1978) se encontró que el deshuesado mecánico de los esqueletos de bacalao incremento la cuenta de aerobios en placa (CAP.) desde un nivel inicial de  $1.5 \times 10^5$  a  $1.7 \times 10^6$ . La CAP. del mince de esqueleto fue similar al de los esqueletos antes del lavado en la preparación para el deshuesado. La población de coliformes

disminuyó en 65% durante el lavado, pero después del deshuesado se incrementó en 50% del nivel inicial. El deshuesado mecánico del bacalao y de la merluza, previamente eviscerados, también incrementan CAP en aproximadamente una unidad log desde los niveles iniciales de  $10^4$ - $10^5$ . En otro estudio no se encontraron variaciones estacionales en la calidad microbiológica del mince de bacalao. Sin embargo hubo un incremento en la carga bacteriana durante el procesamiento. Presumiblemente las poblaciones bacterianas se incrementaron en el deshuesador mecánico durante el día (De Clerck, 1979). Durante el deshuesado, la fricción entre el pescado y las cabezas perforadas incrementan la temperatura de la cabeza que permite un incremento en el crecimiento bacteriano. Además que los trozos de carne que permanecen en la maquinaria pueden contener altos niveles de bacterias y contaminar el producto que entra. Para disminuir estos problemas se debe operar el deshuesador mecánico en un cuarto frío y debe ser limpiado y sanitizado periódicamente.

El crecimiento bacteriano se incrementa rápidamente en el mince durante el almacenamiento refrigerado. La CAP del mince de bacalao, *pollock*, y merluza almacenados a 3°C se incrementaron de  $10^3$ - $10^4$  por encima de los niveles iniciales dentro de los cuatro días iniciales (Raccach y Baker, 1978). Con un mal manejo de las temperaturas el crecimiento bacteriano es aún más rápido. A temperaturas de 13°C las cuentas sobre el mince de *pollock* exceden de  $10^7$  células/g en 24 horas (Ingham y Potter, 1987).

Pipatsattayanuwong et. al. (1995) estudiaron las propiedades funcionales y vida de anaquel del surimi fresco de merluza del Pacífico. La vida de anaquel fue de 5 días en almacenamiento refrigerado. La CAP se incrementó logarítmicamente durante el

almacenamiento, estas fueron de  $10^3$  para el día cero,  $10^5$  para el día 3 y 5 y sobrepasó de  $10^6$  para el día 7. Para el séptimo día el surimi ya exhibía una textura semilíquida y un fuerte e indeseable olor



Fuji T. et al. (1994) estudiaron el efecto del tratamiento con alta presión (2000 atm/60 min) sobre los índices de frescura, propiedades sensoriales y flora bacteriana del mince de carne de macarela (*Scomber japonicus*) almacenado a 5°C. Se observó que la presurización disminuye la cuenta bacteriana y los géneros *Bacillus spp.*, *Moraxella spp.*, *Pseudomonas spp.* y *Flavobacterium spp.* desaparecieron, mientras que los *Coryneformes spp.*, *Staphylococcus spp.* y *Micrococcu spp.* se tornaron dominantes durante el almacenamiento después de la presurización. Este método prolonga la vida de anaquel en cuatro días.

El almacenamiento congelado del mince puede conducir a una textura indeseable cuando es descongelado. Estos problemas de textura son mas severos para los mince hechos con especies como bacalao y merluza (*Melanogrammus aeglefinus*). En términos de crecimiento bacteriano el almacenamiento congelado provoca una gradual disminución de la carga bacteriana. La cantidad de esta disminución es dependiente del tiempo. Raccach y Baker (1978)

encontraron un ligero cambio en la CAP del mince después de dos semanas de almacenamiento a  $-25^{\circ}\text{C}$ , y solamente una muy ligera disminución después de tres meses a esta temperatura.

En el mince de pescado elaborado con tolstolobik (*Hypophthalmichthys spp.*) empacado en bolsas de polietileno y almacenado en congelación ( $-18$  -  $-22^{\circ}\text{C}$ ) después de 4-5 meses la principal razón de deterioro se debió a un crecimiento excesivo de bacterias Gram negativas oxidasa positivos ( predominantemente *Pseudomonas spp.* )

Tradicionalmente el mince es formado en bloques congelados. Los estimados de calidad bacteriológica del mince congelado varían, por ejemplo en un estudio se encontró que 40% de las muestras de mince contenían por encima de  $10^6$  células/g y que los bloques de mince congelado tuvieron CAP de menos de  $10^6$  células /g (Licciardello y Hill, 1978).

Bajo ciertas condiciones la competencia de la microflora natural del mince reduce la probabilidad de un crecimiento significativo de *S. aureus* y *Salmonella spp.* Es bien conocido que *S. aureus* no convive bien con otras bacterias y por lo tanto no puede crecer en los alimentos a menos que los alimentos hayan sido cocinados o que contengan suficiente sal para inhibir otras especies de bacterias.

A temperaturas de refrigeración o ligeramente superiores la Salmonela es superada por las bacterias psicrófilas; de hecho solo algunas especies patógenas crecen bien a temperaturas de refrigeración. Sin embargo recientes estudios han mostrado que *A. hydrophila* y *L.*

*monocytogenes* pueden crecer a temperaturas de refrigeración y por lo tanto ser peligroso en el mince tanto crudo como cocido.

Algunas bacterias patógenas pueden crecer en el mince únicamente bajo ciertas condiciones. Aunque el *Clostridium botulinum* es anaerobio puede crecer en el pescado en la presencia de niveles de oxígeno subatmosféricos durante el almacenamiento con un mal manejo de las temperaturas (Post et. al. 1985). Así que el botulismo resultante de la ingestión, de mince es muy difícil que se produzca a menos que haya sido almacenado al vacío o en atmósfera modificada con un mal manejo de las temperaturas.

El *V. parahaemolyticus* y el *V. vulnificus* pueden crecer en alimentos que contengan al menos 0.3-1% de NaCl (Nelson y Potter, 1976). Sin embargo estas especies, pueden frecuentemente formar parte de la microflora de la carne del pescado y del proceso, al igual que se adiciona al mince o de la salmuera de enjuague de los filetes antes del picado lo cual puede permitir que crezcan si las temperaturas de almacenamiento son mayores a las típicas de refrigeración.

La cocción del mince reduce drásticamente la carga bacteriana. Los microorganismos patógenos pueden ser introducidos al mince ya cocinado a través de una contaminación cruzada o por el inapropiado manejo. Debido al incremento en la popularidad de los platillos precocinados refrigerados es sumamente importante el incrementar la vigilancia sobre estos productos en particular sobre los alimentos de origen marino. Se ha encontrado que *Aeromonas hydrophyla* crece bien sobre el mince de "pollock" cocinado sobre un amplio rango de temperaturas, que



compite bien con las bacterias psicrófilas, *Pseudomonas fragii*, mientras que el *V. parahaemolyticus* no lo hace muy bien.

*Staphylococcus aureus* crece bien sobre el mince de *pollock* cocinado almacenado a 25°C y no crece durante el almacenamiento a 5°C (Ingham y Potter, 1988a).

#### 4.4.2. Técnicas de conservación del mince

Debido a que el mince es un medio de soporte para el crecimiento tanto de las bacterias responsables del deterioro como de los patógenos; se han desarrollado técnicas para mejorar la seguridad microbiológica y mantener la calidad del mince. Se ha desarrollado un mince deshidratado con un 5% de humedad el cual no requiere de refrigeración. De éste se obtuvieron aceptables propiedades de rehidratación, ligazón y propiedades sensoriales por la adición de almidón de tapioca modificado, fibra de soya texturizada y sal (Bello y Pigott, 1979). Se ha encontrado también que la reducción de la actividad de agua del mince hasta 0.2 por la adición de sal y ácido sórbico produce una aceptable vida de anaquel aún con un mal manejo de las temperaturas (Varga et. al. 1979). Para prevenir el deterioro del mince salado es esencial el empacarlo con una película impermeable a la luz, aire y agua. Se ha elaborado otro tipo de mince salado el cual fue hecho calentando el mince, presionándolo para remover el agua y adicionándole 15% de NaCl y enlatado en caliente con nitrógeno. Se encontró que las bacterias tolerantes a la sal y las bacterias esporoformadoras sobreviven el tratamiento térmico utilizado.

#### 4.4.3. Microbiología del surimi y de alimentos base surimi

El paso inicial para la transformación del mince a surimi es un lavado total. Este paso tiene diversos efectos microbiológicos. Durante el lavado las palas agitan y distribuyen las

bacterias. Tradicionalmente la temperatura del agua de lavado no es menor a 10°C. El uso de agua más fría reduce la velocidad del paso de deslavado que continúa al lavado. Las bacterias psicrófilas presentes en el mince pueden ser capaces de crecer durante el paso de lavado si se utiliza agua con temperatura superior a 10°C.

Otro paso en la elaboración del surimi que tiene ramificaciones microbiológicas es la adición de carbohidratos antidesnaturalizantes. *Generalmente se utiliza una mezcla de sucrosa y sorbitol.* El uso de esta mezcla disminuye los problemas de dulzor excesivo y el oscurecimiento resultante cuando se usa sucrosa. Estos compuestos pueden ocasionalmente estar contaminados con esporas bacterianas y que constituyen una fuente de carbono abundante además de las proteínas y aminoácidos ya presentes. Es bien conocido que muchas bacterias crecen mejor en medios ricos en carbohidratos. Los compuestos ácidos que se producen durante el metabolismo bacteriano de los carbohidratos da como resultado que el pH del surimi de "pollock" del Atlántico caiga por debajo del pH del mince. Esta disminución del pH ocurre cuando la población bacteriana llega a cerca de  $10^7$  unidades formadoras de colonias (ufc) por gramo, de esta forma la caída en el pH puede ser usado como un índice de deterioro del surimi (Ingham y Potter, 1987).

La mayoría del surimi es empacado en bloques y después congelado, así que el deterioro del surimi no debe representar ningún problema a menos que no se congele rápidamente o sea inapropiadamente descongelado.

La carga microbiana nativa del surimi varía dependiendo del tiempo transcurrido antes de su procesamiento. El surimi japonés elaborado a bordo del barco tuvo una CAP de  $10^4$  ufc/g. Alrededor del 90% de las bacterias aisladas de las muestras de surimi fueron Gram negativas y

los géneros predominantes fueron *Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.* y *Moraxella spp.* (Ward y Hackney, 1991).

Cuando los bloques de surimi son descongelados en preparación para el posterior procesamiento, los psicrófilos empiezan a multiplicarse en las porciones descongeladas. El surimi descongelado es mezclado con sal y otros diversos ingredientes y es procesado a alimentos base surimi. Se utilizan muchos ingredientes para la elaboración de los alimentos base surimi, los cuales pueden contener altos niveles de bacterias aeróbicas esporoformadoras y sus esporas. Almidones, especias y la clara de huevo están particularmente inclinados a la contaminación por especies de *Bacillus*. De especial interés es la especie patógena *B. cereus* el cual se ha encontrado en diversos surimis (Shinegawa et al. 1988).

Durante el procesamiento del surimi y de los alimentos base surimi, están propensos a la contaminación por microorganismos ambientales. En un estudio de investigadores japoneses se encontró que las placas de agar de 9cm de diámetro expuestas al aire de la planta de manufactura por 30 min. tuvieron entre 0.26 y 2.09 colonias de *S. aureus* por placa y entre 0.34 y 5.7 colonias de coliformes por placa (Fujita et al. 1979). Estos resultados destacan la importancia de minimizar la exposición de los alimentos base surimi cocinados, al ambiente de la planta de procesamiento.

En la elaboración de los alimentos base surimi se utilizan una amplia variedad de métodos de cocción. Para la elaboración del kamaboko el surimi es mezclado con sal y otros ingredientes y es amasado. Durante la cocción a vapor se forma un gel proteico homogéneo. Este gel da al kamaboko una estructura muy gomosa. La cocción con vapor también se hace en la elaboración del hampen un producto esponjado que contiene aire atrapado. El freído es el

método de cocción utilizado en la elaboración del tempura y del satsuma-age otros dos platillos tradicionales japoneses. Un ejemplo tradicional de un alimento base surimi asado es el chikuwa al cual tradicionalmente se le da forma de tallo de bambú hueco.

En la elaboración de alimentos marinos análogos se usa un procedimiento de cocción en dos pasos. Durante el primer paso, la mezcla de surimi y otros ingredientes es calentado durante la extracción con objeto de fijar el gel y permitir el adicional moldeo, formación de fibras o el moldeo compuesto. En el segundo paso de cocción, los alimentos análogos son calentados con vapor o por agua caliente (80-90°C) por 20 o 30 minutos (Lee, 1984,1986). La legislación japonesa requiere que todos los alimentos a base de surimi sean cocinados durante la manufactura hasta una temperatura interna de almenos 75°C. Los tratamientos térmicos típicos no esterilizan estos alimentos. Se ha encontrado que las esporas de Bacilos sobreviven en el kamaboko después de 90 minutos a 95°C , germinan durante el almacenamiento y causan deterioro. Algunos géneros de bacterias aisladas en el kamaboko incluyen *Pseudomonas spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Corynebacterium spp.*, *Lactobacillus spp.*, *Bacillus spp.* y *Micrococcus spp.* (Ward y Hackney, 1991).

Un tipo característico de deterioro del kamaboko durante el almacenamiento es el pardeamiento, que es causado por crecimiento bacteriano. Se conoce que son diversas las especies que causan el pardeamiento entre las que se incluyen *Achromobacter brunificans*, *Serratia macerans* y *Pseudomonas spp.*. Las *Pseudomonas spp.* causan un rápido pardeamiento del kamaboko que contiene glucosa o sucrosa. Estas especies producen un compuesto , tentativamente identificado como ácido 2,5-diketogluónico o un compuesto relacionado que

participa en la reacción de oscurecimiento. Otro tipo de deterioro que afecta al kamaboko es la producción de ablandamiento y mucosidad resultante del crecimiento de *B. licheniformis*. La fuente del *B. licheniformis* se encontró que fue el almidón de papa utilizado en la preparación del kamaboko. Se ha encontrado que *Leuconostoc spp.* también produce mucosidad sobre el kamaboko.

En un estudio realizado sobre los microorganismos responsables de la producción de olores tipo queroseno en el chikuwa, se determinó que son mohos del género *Penicillium spp.* y la substancia responsable del olor se identificó como 1,3 pentadieno; estos mohos crecen en productos base surimi que contienen sorbato.

Una de las especies se identificó como *Penicillium cyclopium* y la otra como *Aspergillus niger*. Se concluyó que la contaminación del alimento, con mohos productores de 2,3-pentadieno, ocurrió después del proceso de calentamiento (Koide, et al. 1992a y Koide, et al. 1992b).

Se ha detectado también la presencia de levaduras productoras de estireno en el chikuwa conteniendo especias y ac. cinnámico como agente microbicida. La levadura se identificó como *Pichia carsonii*, esta especie se desarrolla bien a pH 5.0 y 26°C además de que es tolerante a la sal (20%). La contaminación se debió a la contaminación ambiental de la planta de procesamiento (Shimada, et al. 1992)

Se han realizado estudios también sobre los productos imitación cangrejo. Dos productos a base de surimi, pata de cangrejo y cangrejo desmenuzado, inicialmente presentaron CAP de

$10^2$ -  $10^3$  ufc/g. El cangrejo desmenuzado presentó la cuenta más alta ya que fue manipulado mas durante el procesamiento. El crecimiento bacteriano sobre estos productos durante el almacenamiento a  $15^{\circ}\text{C}$  y  $10^{\circ}\text{C}$  fue muy rápido con cuentas que excedieron  $10^9$  ufc/g en el transcurso de 2 y 4 semanas respectivamente (Yoon et al. 1988). Conforme transcurre el almacenamiento el género *Bacillus* se torna dominante a  $15$  y  $10^{\circ}\text{C}$ , mientras que el género *Pseudomonas* se torna dominante a  $5$  y  $0^{\circ}\text{C}$ . El crecimiento de estas bacterias causan un incremento en el ácido láctico, ácido acético, butanediol y la caída del pH durante el almacenamiento. La producción de bases volátiles por las bacterias durante el almacenamiento fue mucho menor que los típicamente observados en estudios sobre carne de pescado (Yoon et. al. 1988).

Los alimentos marinos análogos frecuentemente son incorporados dentro de sandwiches, ensaladas y dips los cuales no reciben cocimiento antes de ser consumidos. Bajo estas condiciones los alimentos análogos están sujetos a una contaminación, post-cocción, con patógenos.

#### **4.4.4. *Microbiología de los alimentos de valor adicionado***

La congelación es el método de preservación primario usado para conservar los productos batidos y empanizados. En muchos casos el producto ha sido también cocinado antes de ser congelado. Los efectos microbiológicos de la congelación es que ocurre una disminución de la población bacteriana vegetativa al igual que en el almacenamiento congelado. Las esporas bacterianas sobreviven la congelación en muy alto número al igual que las células vegetativas.

La severidad del procesamiento térmico realizado antes de la congelación afecta el número relativo de las esporas y células vegetativas de los productos al comienzo de la congelación.

La microflora de los alimentos batidos y empanizados puede ser dividida arbitrariamente en organismos naturalmente asociados al alimento, organismos asociados a los ingredientes del batido y empanizado y organismos asociados con el equipo y el personal ocupado en el procesamiento. Los principales ingredientes del batido y empanizado son harina, almidón, especias, leche, huevo y agua.

En el almidón y harina se pueden encontrar diversos géneros de bacterias pero probablemente el género más importante es el género *Bacillus spp.*. Las esporas pueden sobrevivir en la harina y almidón durante el almacenamiento y pueden también sobrevivir los tratamientos de cocción utilizados.

Las especias pueden estar fuertemente contaminadas con las células bacterinas y las esporas de bacterias y mohos. Aunque algunas especias contienen compuestos con actividad antimicrobiana, la adición de las especias a un alimento cocinado puede contaminarlo. Frecuentemente se han encontrado esporas de *C. perfingens* y *B. cereus* en las especias. Las especias se pueden esterilizar utilizando radiaciones u óxido de etileno.

Una vez que se rompe el huevo son un excelente medio para el crecimiento microbiano. El huevo líquido, el cual es pasteurizado para matar las células de *Salmonella spp.*, debe almacenarse congelado y ser utilizado tan pronto como sea posible después de que es descongelado y mantenerse en refrigeración.

Las condiciones sanitarias del personal que manipula los alimentos y el equipo tiene una influencia muy importante sobre la calidad microbiológica de los alimentos. Es imperativo que el equipo frecuentemente sea limpiado y sanitizado, y que el personal observe buenas prácticas de higiene.



## V PARÁSITOS ASOCIADOS A LOS ALIMENTOS MARINOS

Las enfermedades parásitas transmitidas de los animales silvestres o domésticos a los humanos son llamadas zoonosis. En el mundo se han reportado más de 100 zoonosis entre las que se encuentran : toxoplasmosis, triquinosis y equinococis las cuales son reconocidas como enfermedades zoonóticas serias. Las infecciones zoonóticas marinas en humanos resultan del consumo de tejidos comestibles o de alimentos marinos. Se ha demostrado que los protozoarios del pescado infectan a los humanos aunque algunos otros pueden ser un riesgo en el futuro tales como los mixosporidios *Henneguya salminicola* el cual se presenta en el salmón del Pacífico y que le da una apariencia desagradable y altera significativamente su textura. De hecho, *Kudoa thyritis* infecta al salmón del Atlántico criado en la sonda de Puget, Washington, el cual produce una enzima proteolítica que digiere el músculo circundante. En la merluza del Pacífico, los mixosporidios son huéspedes naturales y aparentemente han desarrollado un mecanismo de defensa contra las masas de esporas. Por otra parte, *K. paniformis* se ha asociado con la digestión enzimática de los filetes de merluza del Pacífico, y otras especies como, *K. músculo liquefaciens* en el pez espada , licúan la carne de sus huéspedes.

Existen posibilidades de infección especialmente en individuos inmunocomprometidos así como los pacientes con terapia inmunosupresiva con síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) que pueden adquirir la microsporidiosis. Debido a que los peces sirven como huéspedes normales de numerosas especies de microsporidios y que los pescados algunas veces son consumidos crudos estos microsporidios pueden ser patógenos oportunistas en los humanos.

La mayoría de las zoonosis provenientes de alimentos marinos se presentan en regiones en donde los alimentos marinos constituyen la principal fuente proteica. En Japón por ejemplo, donde los alimentos marinos constituyen una fuente importante de la dieta y que frecuentemente son consumidos crudos, se han reportado más de mil casos de síntomas de anisakiasis anualmente.

Se conoce que algunos platillos de pescado crudo como el Japonés sushi y sashimi, el cebiche Latinoamericano, el Alemán arenque verde, el Escandinavo gravlax, el Hawaiano lomi salmón (salmón con jitomate picado y pimiento verde), palu, tako poki; el Filipino bagoon y el taioro transmiten la forma infectiva de los parásitos.

En un examen de 200 almejas de agua dulce (*Anodonta rubens*) recolectadas de la rivera del rio nilo reveló que el 13% de éstas estaban infestadas con un parásito identificado como *Aspidogaster conchichola* (Imam, et al. 1992).

### 5.1. Céstodos

La infección con *Diphyllobothrium latum* es adquirida por la ingestión de pescado crudo que alberga el metacestodo plerocercario. El paciente puede albergar uno o mas céstodos. La presencia de más de uno refleja el consumo repetido del producto infectado. Aunque esta asociado a un ligero dolor las manifestaciones clínicas pueden comprender quejas de malestar abdominal, fatiga, vértigo y crisis alternantes de diarrea y constipación. En algunas ocasiones las infecciones han estado asociadas con una deficiencia de vitamina B<sub>12</sub> y por lo tanto con una anemia perniciosa.

El humano sirve como el huésped principal definitivo del *D. latum* junto con otros pocos mamíferos, siendo por lo tanto el hombre el principal responsable de la propagación de esta especie. El ciclo de vida normalmente envuelve tres huéspedes; un copepodo, un pescado y un mamífero. Los huevos de taenia son esparcidos por las heces humanas e introducidas dentro del ambiente acuático después de un inapropiado tratamiento de las aguas del drenaje.

Cuando cualquiera de los peces apropiados, incluyendo diferentes salmones, ingieren el copepodo infectado, el procercoide, liberado por digestión en el estomago del huésped, migra a las viseras o entre las fibras musculares, donde se desarrolla hacia un metacéstodo plerocercario. El plerocercario representa el estado infectivo para el humano. Cuando el pescado contaminado es consumido, el plerocercario se desarrolla rápidamente a una taenia adulta madura de más de 10 m. El colex frecuentemente se adhiere a la pared del íleon, ocasionalmente al jejunio, con la consiguiente anemia ya que absorbe la vitamina B<sub>12</sub> del hospedador, y más raramente al colon; aún cuando se le ha encontrado también en la vesícula biliar.

Los principales vectores de *D. latum* son las especies de agua dulce.

Con el fin de controlar la difolobotriasis se ha intentado interrumpir el ciclo de vida de la taenia. Se ha observado que manteniendo el pescado en salmuera por lo menos cinco días y que la concentración de sal en la carne alcance por lo menos el 12% por 2 a 6 días es una forma efectiva de cortar este ciclo. Además que el plerocercario muere cuando es calentado de 54 a 56°C por más de cinco minutos o enfriado a una temperatura de -8 a -9°C de 8 a 72hrs. Aún cuando también se reportan temperaturas de -6 y -18°C por 7 y 5 días para lograr que mueran los plerocercarios presentes en el pez. La cantidad de cocimiento o congelación necesarios para que alcancen tales temperaturas internas varia dependiendo del tamaño y espesor del filete. Otras

medidas serian: evitar que los excrementos del hombre y de los demás hospedadores definitivos (gatos, perros, zorros, cerdos) lleguen a los lagos y viveros, tratar las aguas residuales correctamente antes de su evacuación a los ríos o lagos y, por último, no alimentar a los perros u otros animales con desperdicios de pescado crudo.

*D. pacificum* es un parásito del pez lobo o lobo del norte (*Anarchichas lupus*) responsable de gran número de caso de difilobotriasis en las costas del Perú.

*Echinococcus*. Son céstodos muy pequeños, cuyas larvas producen una zoonosis denominada hidatidosis. En la actualidad se aceptan cuatro especies. *E. granulosus*, *E. oligarthrus*, *E. multilocularis* y *E. vogeli*. La primera citada es la más importante por ser de más amplia distribución mientras que *E. oligarthrus* es común el zona norte de Sudamérica, en Centroamérica y en Panamá. *E. multilocularis* existe en algunas regiones de Europa y Asia al igual que en los Estados Unidos y el Canada.

## 5.2. Tremátodos

Los tremátodos constituyen un grupo importante de parásitos dentro del grupo de los Platelmintos o gusanos aplanados. Incluye numerosas especies patógenas para el hombre, que llegan a él cuando consume pescado crudo o insuficientemente cocinado. Se ha estimado que existen unas 43 especies de tremátodos peligrosos para el hombre, provenientes de peces crustáceos y ranas. Los tremátodos más importantes en algunas zonas de Europa y Asia son *Clonorchis sinensis*, *Heterophyes sp.*, *Metagonimus yokogawai* Y *Opisthorchis sp.* El ciclo evolutivo de éstos parásitos incluye uno o dos hospedadores intermediarios.

1.- *Clonorchis sinensis*. Es el más importante de los tremátodos hepáticos que causan enfermedad en el hombre. Produce hipertrofia del epitelio de los conductos biliares y fibrosis e

inflamación del conducto biliar, vesícula biliar e hígado. Los individuos afectados pueden albergar el parásito durante muchos años.

De un estudio sobre las características epidemiológicas de *Clonorchiasis sinensis* en Gunandong provincia de China, se determinó que la incidencia esta muy relacionada a los diferentes hábitos alimenticios; ya que la presencia del parásito fue más común a lo largo de las áreas ribereñas mientras que estuvo ausente en las regiones interiores. La infección estuvo claramente relacionada al consumo de pescado crudo o incompletamente cocinado (Yue-Yi, 1994).

2.- *Heterophyidae*. Algunas especies de esta familia se consideran parásitos humanos , especialmente en el Extremo Oriente y en ciertas regiones mediterráneas. Uno de los más comunes es *Heterophyes heterophyes*, parásito del intestino delgado. Las infestaciones masivas causadas por el pescado crudo, que contiene metacercarias del parásito, provocan enteritis y otras complicaciones más graves.

3.- *Metagonimus yokogawai*. Es un tremátodo que parasita el intestino delgado del hombre. Se encuentra distribuido principalmente en Asia Oriental, Centro Europa y España. Su ciclo biológico es similar al de *C. sinensis* y su patogenicidad a la de *H. heterophyes*.

Como medida de prevención, para que la infestación no se propague, sería necesario proteger las charcas y los lagos de la contaminación con heces humanas y aguas residuales. La costumbre de utilizar los excrementos del cerdo y del hombre como alimentos para los peces, como ocurre en algunas pesquerías de Asia, es una práctica antihigiénica, que debe ser

rechazada. Si esto no es posible, la única forma de evitar que esta parasitosis afecte al hombre es cocinar el pescado suficientemente antes de su consumo.

4.- *Opisthorchis felineus*. Es un parásito del hígado del hombre y de otros animales. Se encuentra ampliamente distribuido en algunas zonas de la Unión Soviética, Asia y Europa. Su primer hospedador intermediario es el caracol de río *Bithynia leachi*. Como segundos hospedadores intermediarios interviene algunas especies de peces de río.

La costumbre de consumir pescado crudo, poco salazonado y/o congelado, la contaminación del agua con excrementos y la abundancia de perros y gatos, que se alimentan de desechos de pescado, contribuyen a mantener la opithorquiasis en forma endémica. Otra especie, *O. viverrini*, cuando la infestación es muy severa, llega a producir la muerte, produciéndose cirrosis hepática y en algunos casos produciendo carcinomas.

5.- *Paragonimus westermani*. Este tremátodo está ampliamente distribuido en el mundo, Oeste de África, Sudamérica y Asia donde representa un problema sanitario importante.

La enfermedad se adquiere por consumo de cangrejos de río crudos o incorrectamente cocinados. La fase adulta del parásito se encuentra encapsulada en los pulmones del hospedador definitivo; los huevos migran a los bronquiolos y se eliminan con las expectoraciones, o si se tragan, se expulsan con las heces. Las infestaciones graves producen una sintomatología similar a la tuberculosis.

La prevención de la enfermedad se logra consumiendo los cangrejos perfectamente cocinados y, a pesar de ello, se pueden dar las infestaciones. Estas pueden deberse a la contaminación de los dedos con metacercarias durante la manipulación de los cangrejos crudos.

Recientemente se ha reportado una especie ampliamente distribuida en Latinoamérica, *Paragonimus peruvianus*.

### 5.3. Nemátodos

Los *Anisakis* y otros géneros próximos, que causan la enfermedad del “verme del arenque”, son parásitos transmitidos al hombre por el pescado.

Myjack, et. al. (1994) muestrearon bacalao del sur del Báltico (de las regiones suecas, danesas y en particular de la polaca) para detectar infecciones con larvas de nemátodos asociados a la anisakiasis humana (*Anisakis simplex*, *Contracaecum osculatum*, *Hyterothyliacium auctum*, *Pseudoterranova decipiens*). Las principales especies aisladas fueron *C. osculatum*, *A. simplex* y *H. auctum* por orden de importancia. La infección se presentó principalmente entre los escandinavos.

Los parásitos que pertenecen al género *Anisakis* alcanzan su madurez en los mamíferos marinos, aves acuáticas y en algunos peces ( tiburón y raya). Como hospedadores intermediarios actúan varios peces, como el arenque, la caballa y el bacalao.

El hombre resulta infestado al consumir pescado crudo, ligeramente sazonado o insuficientemente calentado. La fuente de infestación más frecuente es el arenque “verde” holandés (poco sazonado) y los alimentos japoneses “sushi” y “sushimi” (pescados crudos). Las larvas no maduran en el interior del cuerpo humano, pero pueden irritar las mucosas intestinal y gástrica o penetrar a través del estómago y de la pared intestinal.

Las larvas se pueden eliminar durante el eviscerado y lavado de los peces en el barco. Sin embargo, cuando el pescado se almacena en hielo, sin eviscerar y limpiar, es posible que la larva emigre de la cavidad abdominal a la musculatura, es por lo tanto importante el realizar esta operación de eviscerado inmediatamente posterior a la captura. Otras recomendaciones son la congelación a  $-35^{\circ}\text{C}$  o menores por 15 horas, con un método de congelación rápida, y cuando la congelación se lleve a cabo por un método convencional se deberá congelar por lo menos a  $-23^{\circ}\text{C}$  por 168 horas (7 días). El tratamiento térmico (cocción) a  $50^{\circ}\text{C}$  destruye este parásito, pero afecta negativamente la calidad del arenque en escabeche. Las salmueras concentradas también destruyen este parásito, si el contacto es directo. La ley holandesa exige que el arenque fresco sea escabechado y conservado en barriles cerrados, donde la relación del peso de los arenques al peso del líquido sea como máximo de 2.2: 1. La composición del baño debe ser tal que al final del proceso de escabechado, el pH sea de 4, como máximo, y la concentración de NaCl de 6.5% como mínimo, y deben mantenerse almacenados en los barriles por al menos 30 días.

Los procedimientos germanos y daneses para los filetes de arenque marinados requieren de un tiempo de almacenamiento de por lo menos 5 y 6 semanas respectivamente para que todas las larvas de *Anisakis sp.* se mueran. Una reducción del contenido de sal del 9 al 4.3% y manteniendo una concentración constante de 2.6% de ácido acético incrementa el tiempo de sobrevivencia del nemátodo de  $> 35$  días a  $> 119$  días (Karl et al. 1995).

*Angiostrongylus cantonensis*, es el agente causal de la meningoencefalitis eosinofílica, una enfermedad detectada en las islas del Pacífico y en el Lejano Oriente, que se adquiere por el



consumo de moluscos insuficientemente cocinados. El hombre se infesta al consumir moluscos o camarones no cocinados.

Se han reportado casos en los que la larva se ha asentado en cerebro. El único método práctico para evitar la enfermedad es el adecuado cocimiento de los alimentos sospechosos.

En Centroamérica *Angiostrngylus costaricensis* se ha considerado como un agente etiológico en una enfermedad abdominal. Las lesiones afectan al sistema circulatorio mesentérico.

Se han desarrollado métodos electromagnéticos para poder detectar parásitos en el músculo del pescado. Esta técnica tiene el potencial para la aplicación industrial automatizada donde se requiere alta sensibilidad y resolución (Chlodhury y Bublitz , 1994).

## VI MICROORGANISMOS DEL PESCADO CON ACTIVIDAD PATÓGENA PARA EL HOMBRE

Los alimentos marinos tienen un amplio espectro sobre los problemas de salud pública debido al daño bacteriano que pueden sufrir a través de la contaminación durante la producción y distribución, desde la recolección hasta la preparación. Muchas enfermedades humanas, transmitidas por alimentos, son causadas por patógenos bacteriales que resultan de la contaminación fecal de los alimentos ya sea directamente por el enfermo o por transportadores asintomáticos que manipulan los alimentos o por animales domésticos infectados criados para alimento. El hombre como un transportador común de bacterias tales como *Salmonella spp.* y *Shigella spp.*, puede contribuir a las enfermedades por transmisión fecal-oral directa de estos tipos de patógenos.

Para el caso de los alimentos de origen marino el nivel de contaminación no necesita ser grande debido a que una dosis infecciosa puede ser frecuentemente muy baja si no se aplica un proceso de calentamiento después de la preparación antes del consumo.

Las enfermedades transmitidas por alimentos de origen marino pueden ser divididas en varios grupos basados sobre la fuente de contaminación.

La primera categoría de riesgo incluye especies de pescado que se consumen crudos (sushi) y algunos de origen acuático tales como moluscos de concha. Los alimentos marinos recolectados de aguas contaminadas o criados en sistemas de acuicultura se deben considerar como vectores debido al cercano contacto del producto vivo con el hombre y su ganado en áreas cerradas o áreas de crianza confinadas. La contaminación bacteriana también entra en los

alimentos marinos a través de la contaminación generalizada de las áreas abiertas de captura con los residuos y aguas negras de las ciudades.

La principal oportunidad de adulteración de los alimentos marinos con patógenos entéricos es causada por las prácticas sanitarias durante el manejo del producto. La contaminación y el abuso en el manejo de la temperatura del producto puede ocurrir en todas las fases de la cadena del alimento después de haber sido capturados.

Este abuso en el manejo de la temperatura ofrece una oportunidad potencial de contaminar el producto por la introducción de suciedad durante el procesamiento o distribución de producto.

Los productos que son cocinados totalmente o procesados pueden sufrir una contaminación cruzada. La multiplicación del número de estos organismos por el abuso en las condiciones de tiempo y temperatura frecuentemente coincide con el manejo insalubre, incrementando el potencial para los organismos causantes de enfermedades.

La presencia de patógenos de origen terrestre en esos casos no se tiene la certeza de que sean transportados por el pescado ya que la oportunidad de infección es suministrada por el mal manejo del producto.

Tales organismos así como todas las formas de *Escherichia coli* y *Yersinia enterocolitica* son comunes al ambiente humano y el riesgo de infección con productos marinos se incrementa con el abuso en el manejo del producto.

El segundo grupo de contaminantes incluye a aquellos encontrados en el ambiente marino natural o en aguas dulces. Aquí se incluye el *Vibrio spp.* y *Clostridium botulinum* el cual existe en el agua o sedimentos de las áreas de recolección.

La potencial contaminación con las dos fuentes puede crecer en el futuro como resultado de factores tales como: incremento en la demanda de productos de origen marino, la llegada de cantidades masivas de productos de la acuicultura y la pérdida de áreas de cultivo que no estén contaminadas por el hombre. Además de las nuevas técnicas de procesamiento y distribución, tales como: empaque al vacío y atmósferas modificadas pueden cambiar el riesgo de brotes de enfermedades potenciales debido a las condiciones anaerobias o microaerofilicas creadas por estas tecnologías que pueden permitir patrones de crecimiento bacteriano que son diferentes de aquellos encontrados normalmente.

### **6.1. Captura en Aguas Abiertas y Contaminación**

La incidencia de las bacterias entéricas en los alimentos de origen marino es altamente dependiente de la calidad del agua en la cual estos productos son recolectados. Un excelente ejemplo del control de estas condiciones puede ser encontrado en la industria de los moluscos de concha de los E.U.A. la cual confía en una clasificación de las áreas de cultivo en base a un índice de bacterias coliformes, estableciendo de esta forma áreas susceptibles para el cultivo de mejillones y almejas. Limitando con esto que se cultiven estos moluscos en áreas de riesgo de transmisión de enfermedades.

Se ha sugerido que la flora bacteriana de todos los pescados es un reflejo del ambiente acuático de los cuales son recolectados. Una implicación obvia de esta teoría es que la calidad

microbiológica de estas aguas afectan a las especies móviles o migratorias; además de afectar a los moluscos de concha. La contaminación con bacterias entéricas en aguas de recolecta contaminadas es esporádica y difícil de controlar. Se ha sugerido además que aunque las especies de pescados capturados juegan un papel menor en la incidencia de cierta flora microbiana ya que al parecer los factores ambientales parecen predominar. Estos factores incluyen la presencia de bacterias entéricas de origen marino y animal en el ambiente marino.

## **6.2. Contaminación y Sistemas de Acuicultura.**

En algunas partes del mundo ha sido una práctica bien establecida el cultivar pescados en estanques intencionalmente contaminados con aguas de desecho. Esto se debe a que proporcionan más nutrientes disponibles e incrementan el rendimiento. Se ha demostrado que los peces que crecen en estos estanques acumulan la bacteria fecal del efluente y que a niveles por encima de  $10^4$ /ml las bacterias se pueden detectar en el tejido muscular.

Actualmente a escala global el suministro de los alimentos de origen marino se aproximan a los 90 millones de toneladas por año de las cuales 10 millones de toneladas provienen de la acuicultura. Esto permite vislumbrar los nuevos problemas microbiológicos de los alimentos marinos debido a su cercanía al hombre durante la fase de crecimiento; así como, el contacto durante la producción, distribución y venta de los productos.

## **6.3. Incidencia de Bacterias Entéricas en Enfermedades Provenientes de Alimentos Marinos.**

Los brotes, originados en mariscos, de patógenos entéricos representan 13 de 213 incidentes, lo cual provocó 205 enfermos de los 1125 casos totales. En comparación con el

*Vibrio Parahaemoliticus* sólo se reportaron 18 brotes y 298 casos. Mientras que el virus de la Hepatitis A registró 9 brotes con 335 casos. Por otra parte, los pescados de aleta provocaron 51 brotes debidos a bacterias entéricas, esto en los E.U.A.

El interés de la salud pública relacionado al consumo de mariscos esta impulsado por el hecho de que los bivalvos frecuentemente son consumidos crudos. Además de que el animal es consumido entero en lugar de ser consumido solo el tejido muscular como en el caso del pescado crudo y crustáceos crudos.

En Florida en 1993 se reportaron brotes de gastroenteritis relacionados al consumo de ostras crudas, envolviendo un total de 45 personas. Se identificó al virus tipo Norwalk y anticuerpos del virus tipo Norwalk. El posterior monitoreo del agua no detectó contaminación. Lo cual indica que los programas de certificación son insuficientes para indicar la presencia de virus tales como el tipo Norwalk (Davis , et. al. 1994). Mientras que en Octubre de 1991 también se reportan brotes de gastroenteritis, debido al consumo de ostras crudas, que envolvió a más de 200 personas en cinco localidades de Quebec, Canadá. Los análisis bacteriológicos revelaron bajos niveles de coliformes fecales, pero el análisis de las excretas de dos personas reveló la presencia de virus tipo Norwalk. No se pudo determinar como se contaminaron las ostras (Ward y Hackney, 1991).

#### **6.4. Contaminación Microbiana**

Debido a que los bivalvos son de mecanismo de alimentación filtrante pueden acumular microorganismos patógenos provenientes de aguas contaminadas con aguas negras. Cuando son

ingeridos se pueden tornar como un vector de enfermedades. Es por esto que los estudios se han enfocado principalmente hacia el estudio de la presencia de bacterias patógenas antes que al estudio de los organismos responsables del deterioro y alteración. Entre los casos documentados se encuentran tifoidea, hepatitis infecciosa, virus Norwalk, vibrios, inespecíficas, gastroenteritis y diarrea, y envenenamiento con el alimento. A continuación se resumen los principales microorganismos causantes de enfermedades asociados a bivalvos.

A diferencia de las bacterias indicadoras, las bacterias patógenas entéricas no se multiplican dentro de las conchas de las ostras. Se ha observado que cuando se inoculan *Salmonella typhimurium* y *S. seftenberg* dentro de ostras (*Crassostrea commercialis*) durante el proceso de alimentación disminuyen por 100 durante el almacenamiento seco por 12 días a 20-25°C (Soon y Fleet, 1980).

Los niveles de Vibrios encontrados en los mariscos en la captura también cambian en respuesta a la temperatura de almacenamiento con el tiempo. En ostras mantenidas a temperaturas superiores a 20°C el *V. parahaemolyticus* se incrementa durante unos pocos días de almacenamiento seguida por una declinación. Junto con el *V. parahaemolyticus*, *A. hydrophila* y los vibrios lactosa positivos mostraron incrementos durante los 7 días de almacenamiento a 20°C (Hood et al. 1983). Las técnicas de manipulación comerciales no previenen la multiplicación de *V. parahaemolyticus*, *V. cholera* y *V. vulnificus* o *A. hydrophilia* dentro de las conchas de los mariscos. Sin embargo, el enfriamiento de los mariscos a temperaturas menores de 10°C previene el crecimiento de todas estas bacterias excepto de *A. hydrophilia* (Cook y Ruple, 1989).

Debido a que *V. cholera* 01, agente causal del cólera, es bien conocido que persiste en los ambientes estuarinos como una microflora endógena, se investigó su absorción y retención en los

tejidos de las ostras. Los resultados se compararon con *E. coli* y *Salmonella tallahasee*, las cuales son eliminadas en bivalvos moderadamente contaminados, en 48 horas. Los resultados evidenciaron que las ostras acumularon mayores concentraciones de *V. cholerae* con respecto a *E. coli* y *S. tallahasee*.

Cuando el *V. cholerae* es expuesto a la purificación controlada a 15, 19 y 25°C por 48 hrs, en las ostras aún persisten altos niveles con respecto a los organismos de control. Se observó también que son las bajas temperaturas (15°C) las más efectivas en la reducción de los niveles de *V. cholerae* (Murphree y Tamplin, 1995).

Los virus entéricos humanos que pueden estar presentes en los mariscos en la captura no se multiplican en los tejidos de los bivalvos. A pesar de esto permanecen viables durante el almacenamiento vivo.

Se ha estudiado la evolución del *Vibrio parahaemolyticus* en carne de ostras utilizando carnes inoculadas con especies de laboratorio vía inyección, contaminación superficial, y los que en forma natural se encuentran en la carne. Se ha estudiado el almacenamiento a varias temperaturas desde 1°C hasta 11°C (Hood et al 1984; Thompson et al. 1976), aquí los niveles de *Vibrio parahaemolyticus* no se incrementaron en ninguno de los tratamientos y declinaron rápidamente. Una reducción del nivel de sal en las carnes de ostras causada por un lavado en combinación con una baja temperatura fue responsable de la disminución del *V. parahaemolyticus*.

Se ha sugerido que los tejidos de las ostras contienen componentes que inhiben el crecimiento de *V. vulnificus* ya que en ostras inoculadas mantenidas a 0.5°C se presentó una reducción en los niveles del *Vibrio* que no fue atribuible al choque térmico (Oliver, 1981).



El *V. cholera* a diferencia del *V. parahaemolyticus* y *V. vulnificus* no es afectado por el choque frío. El *V. cholera* persiste en altos niveles en ostras almacenadas por 21 días a 7°C.

Por otra parte *Aeromonas hydrophila* se incrementa en la ostras desconchadas almacenadas en frío.

#### **6.4.1. *Clostridium botulinum***

Este organismo es el que provoca más reacciones entre los profesionales que cuidan la seguridad de los alimentos ya que muy pequeñas cantidades de la toxina botulínica puede causar parálisis y en algunos casos la muerte. El organismo es un clostridio Gram positivo anaerobio esporoformador que puede crecer entre pH 4.6 y 8.5. Estas características permiten al *C. botulinum* soportar las temperaturas de ebullición y multiplicarse en ausencia de oxígeno. Es de particular interés para la industria de los alimentos marinos ya que las esporas están presentes en el tracto intestinal de los pescados, las branquias y viseras de cangrejo y otros mariscos.

##### **6.4.1.1. Incidencia y Síntomas de Butulismo.**

El butulismo es una rara forma de enfermedad transmitida por alimentos pero su ocurrencia causa gran inquietud debido a su naturaleza amenazante de la vida. Los primeros síntomas generalmente ocurren 18-36 hrs., o aún pueden presentarse en un tiempo menor, después que el alimento tóxico ha sido consumido, pero podrían no aparecer hasta después de 8 días.

Los síntomas de intoxicación botulínica son lasitud, debilidad y vértigo seguido por doble visión y parálisis de los músculos del cuello lo cual causa dificultad en el habla y la deglución. Los síntomas se tornan más severos y progresan abarcando todo el cuerpo. Eventualmente la

víctima tiene dificultad para inhalar debido a la parálisis del diafragma y los músculos del pecho y se le debe dar ventilación o podría morir eventualmente por asfixia. La dosis tóxica de la toxina botulínica es muy pequeña. Unos pocos nanogramos de toxina son suficientes para causar los síntomas. Otra inquietud es el efecto de largo término de la intoxicación. La toxina botulínica causa un severo y prolongado daño neuromotor que puede ser permanente. La toxina actúa atacando permanentemente la unión mioneural bloqueando los impulsos nerviosos motores y causando parálisis. Es por esta razón que la antitoxina debe ser administrada rápidamente para neutralizar el efecto.

Existen 7 toxinas de *C. botulinum* serológicamente identificables denominadas Tipo A hasta G. Las especies proteolíticas (Todas las del tipo A, algunas del tipo B y F) requieren temperaturas por encima de los 50°F (10°C) para crecer y la subsecuente formación de toxina. Por otro lado, las especies no proteolíticas (todas las del tipo E, algunas del tipo B y F) pueden crecer y producir toxinas a temperaturas tan bajas como 37.4°F (3°C). Las concentraciones de sal de 5% inhiben el crecimiento del tipo E pero no las del tipo A y B, las cuales toleran concentraciones por arriba del 10% o un Aw de 0.93.

El *Clostridium botulinum* es bastante ubicuo en el ambiente natural y puede ser encontrado en los sedimentos oceánicos así como en los intestinos de animales, aves y personas.

El *Clostridium botulinum* del tipo E ha sido frecuentemente encontrado como un contaminante de los alimentos marinos y su origen es principalmente marino. Este tipo ha sido aislado de diversas áreas costeras y de varias especies de alimentos marinos.

Además de la presencia de las esporas botulínicas, deben estar presentes otros factores para que el alimento se torne tóxico. El producto debe recibir un tratamiento que es letal o al menos inhibitorio de las células de las bacterias vegetativas. Esto permite una competencia exitosa, crecimiento y producción de toxina. El inadecuado procesamiento es la principal causa de este proceso selectivo y puede suceder en varias formas.

Los bajos tratamientos térmicos que son intencional o accidentalmente proporcionados a los productos son la principal causa de que se presente la formación de toxina. Los rangos de pH por arriba de 4.6 o los procesos de salazonado con bajos niveles de sal también pueden permitir la supervivencia y crecimiento.

Cuando se dan estas condiciones las esporas sobrevivientes germinan y se multiplican bajo las condiciones apropiadas hasta tornar tóxico el producto. Los alimentos de origen marino mantenidos bajo temperaturas de refrigeración por encima de 38°F (3.3°C) pueden permitir el crecimiento de los organismos tipo E; ya que los tipos E pueden crecer a bajas temperaturas, el almacenamiento refrigerado no es una barrera para el desarrollo y de hecho puede mejorar la capacidad competitiva de esta especie. Por lo tanto la práctica de la refrigeración puede ser efectiva solamente contra algunos tipos de *C. botulinum* y el almacenamiento congelado el sistema de preservación óptima.

El advenimiento de los empaques con atmósferas modificadas y al vacío incrementa el ambiente anaerobio necesario para el crecimiento del *C. botulinum*. Se ha expresado una creciente inquietud sobre estas prácticas debido a diversos brotes de

botulismo que han sido atribuidos a pescado empacado al vacío. Garien (1995) realizó un estudio inoculando 3-4 log<sub>10</sub> esporas por gramo, de *C. botulinum* tipo E en trucha arcoiris. Se le retiró la piel y se empacaron con películas permeables e impermeables al oxígeno. Durante el almacenamiento del producto empacado con película impermeable al oxígeno a 10°C por 15 días, se detectó que al sexto día había formación de toxina botulínica, sin embargo el pescado ya estaba notablemente deteriorado. Mientras que a 4°C, con ninguna de las dos películas se detectó la toxina aún cuando por el día 12 el pescado ya estaba deteriorado. El empacado al vacío no es un requerimiento para la formación de toxinas pero contribuye significativamente. El estudio de Silva y White (1994) en el cual se empacaron filetes de channel catfish (*Ictalurus punctatus*) bajo condiciones aeróbicas, 25% y 80% de CO<sub>2</sub>, almacenados a 2 y 8°C por cuatro semanas. Se determinó que la CAP a 80% de CO<sub>2</sub> y 2°C disminuyó de 6 a 1.4 log ufc/g después de dos semanas pero se incrementó a 5 log ufc/g para la tercera semana. Mientras que los filetes con 80% de CO<sub>2</sub> y almacenados a 8°C presentaron un incremento inicial de la CAP aunque posteriormente declinó a 1.4 log ufc/g en la tercera semana y finalmente incrementarse a 9 log ufc/g para la cuarta semana. Las esporas adyacentes al intestino o bajo la piel del pescado tienen condiciones anaerobias en todas las instancias, sólo que el empacado al vacío permite que las esporas de la superficie germinen y así producir toxina.

Finalmente, para que una intoxicación se desarrolle el producto debe ser servido sin un adecuado paso de cocción preparatoria antes de que sea consumido, ya que la toxina preformada se inactiva a 140°F (60°C) durante 5 minutos.

#### 6.4.1.2. Botulismo Proveniente de Pescado Ahumado.

El pescado ahumado proveniente de los grandes lagos -E.U.A- se convirtieron en una fuente significativa de botulismo en la década de los 60's. Durante ese tiempo se registraron tres brotes de botulismo que fueron causados por "Ciscos" ahumados empacados, "Chubs" ahumados empacados al vacío y pescado blanco ahumado. A estos brotes se le atribuyeron 10 muertes. Es importante el destacar que dos de estos ejemplos estuvieron relacionados con productos empacados al vacío. En todos los brotes provenientes de pescado ahumado el organismo que se encontró fue el tipo E, evidentemente el proceso aplicado no inactiva este organismo.

En la década de los 60's ocurrió un brote que ilustra muy bien que las inadecuadas prácticas de sanitización de alimentos pueden producir botulismo. El pescado blanco que fue recolectado en el lago Michigan provocó 15 casos de botulismo tipo E varias semanas después de haber sido procesado. De los 15 casos reportados cinco individuos murieron. Todos consumieron el producto que había sido envuelto en polietileno y que además se había descuidado su temperatura de conservación. Durante la captura el pescado había sido eviscerado y puesto en hielo el día anterior al que fuera ahumado a una temperatura de 82.2°C por un lapso de cinco horas. El producto es enfriado y empacado al siguiente día. Finalmente el producto es transportado en un camión sin refrigeración que estuvo en tránsito por varios días (Ward y Hackney, 1991).

Otro alimento que ha causado casos de botulismo ha sido el pescado blanco salado sin eviscerar "Kapchunka" el cual es un alimento local hecho a propósito para consumirse sin calentamiento. Se han registrado en los EUA tres brotes de botulismo asociados a este platillo en años recientes lo que ha conducido a la prohibición de este platillo. Un ejemplo claro de dosis de respuesta sucedió en 1987 cuando se presentaron ocho casos de botulismo tipo E atribuido a

“kapchunka”. El pescado causante de los brotes contenían altos niveles de toxina tipo E. Ocho de las víctimas desarrollaron los síntomas dentro de las 36 siguientes horas, uno murió, y dos requirieron ventilación para respirar. Tres fueron tratados con la antitoxina y el resto se recuperó espontáneamente(Ward y Hackney, 1991)..

Resultados de otro estudio indican que el crecimiento de tipos no proteolíticos de *C. botulinum* sobre análogos de cangrejo a base de surimi es inhibido por la adición de por lo menos 2.4% de sal y por el calentamiento hecho durante su elaboración. Estos pasos parecen no inhibir el crecimiento del *C. botulinum* proteolítico. Se ha detectado la producción de toxina del *C. botulinum* en kamaboko inoculado almacenado a 30°C a pesar del potencial redox del kamaboko (Eklund 1987). Una adecuada refrigeración por debajo de 3.3°C parece ser el mejor método para evitar el crecimiento del *C. botulinum* en los alimentos base surimi.

#### **6.4.2. *Listeria monocytogenes***

*Listeria monocytogenes* causa la enfermedad de listeriosis y es de gran interés en especial para los grupos de riesgo. Los grupos susceptibles incluyen a mujeres embarazadas y su feto, pacientes con cáncer y otros sometidos a terapias inmunosupresoras así como diabéticos, cirróticos y personas de edad madura. La infección típica por listeria provoca septicemia, meningitis y encefalitis aunque también se ha reportado enteritis.

##### **6.4.2.1. Incidencia y síntomas de listeriosis.**

*Listeria monocytogenes* es un parásito facultativo intracelular que entra al cuerpo a través del intestino y tiene un periodo de incubación variable que puede ser tan corto como un día o tan

largo como un mes. Las células ingeridas entran al cuerpo a través de las células - ileal villi- y posteriormente son tomadas por células macrófagos en el torrente sanguíneo. En lugar de ser digeridas las células ingeridas se multiplican dentro de las células huésped hasta que el macrófago estalla y libera las células de *L. monocytogenes* para repetir el proceso. Esto causa síntomas transitorios de gripa frecuentemente en el estado inicial. La fase entérica de la enfermedad no es muy consistente; algunos reportan trastornos estomacales y diarrea mientras que otras víctimas no reportan estos síntomas.

#### 6.4.2.2. Alimentos marinos causantes de listeriosis

Actualmente es muy poco el conocimiento que se tiene sobre la asociación entre alimentos marinos y listeriosis. Se reportó un brote de listeriosis perinatal en tres hospitales en Auckland Nueva Zelanda. La mayoría de los casos fueron debidos a la especie 1B. No se descubrió la causa del brote pero se presumió que los pescados y mariscos crudos pudieron jugar un papel importante (Lennon et al. 1984).

A partir de 1987 se incremento, en los EUA, la vigilancia sobre los alimentos marinos después que el organismo fue aislado en carne de cangrejo refrigerada y congelada.

La listeria es relativamente resistente al calor pero generalmente no esta presente en alimentos que han recibido un adecuado tratamiento calórico. La presencia de listeria en alimentos cocinados puede deberse a una contaminación cruzada o a un subprocesamiento del producto.

En un estudio de siete muestras de alimentos base surimi divididas en submuestras se encontró que 20 de las submuestras contenían *L. monocytogenes* (Weagan et al. 1988).

Se ha investigado la incidencia de *Listeria spp.* en productos de pescado ahumado en frío u en caliente en el Reino Unido, obteniéndose las muestras con expendedores comerciales o directamente con los procesadores. algunas de las muestras provenían de Sudamérica. De las 23 muestras de pescado ahumado en caliente (incluyendo macarela, bacalao, merluza y marlín) el 8.7% fue positivo a la presencia de listeria (*L. seeligeri*, *L. welshimeri*). Se aisló también en el 8.6% de las muestras ahumadas en frío ( atún, salmón, wahoo), las especies aisladas fueron *L. monocytogenes*, *L. innocua* y *L. welshimeri*. Se ha determinado también que en el 30.3% del salmón rojo congelado, en Japón, presenta listeria. Se detectó que durante el almacenamiento a 2°C *L. monocytogenes* se incrementa hasta  $10^4 - 10^5$  /g en 10 días y a  $10^8$  en 20 días, mientras que en el producto almacenado a 10°C las cuentas se incrementan a  $10^7 - 10^8$  /g en solamente 5 días (Jin et. al. 1994)

Listeria es aerobia bajo la mayoría de las circunstancias pero puede ser anaerobio facultativo y por lo tanto puede crecer bajo niveles reducidos de oxígeno en productos empacados. También puede crecer y sobrevivir bajo condiciones de refrigeración aún siendo las adecuadas, ya que sobrevive bastante bien la congelación. Es por lo tanto extremadamente importante el proporcionar una adecuada cocción y evitar la recontaminación.

#### 6.4.3. *Staphylococcus aureus*

Los alimentos marinos, independientemente de la especie, pueden favorecer el crecimiento de *Staphylococcus aureus* cuando se contaminan y posteriormente son sujetos a un abuso en el manejo de las temperaturas; ya que contienen un alto contenido proteico y cumplen las necesidades nutricionales del microorganismo. Los brotes típicos de envenenamiento con alimentos contaminados con *Staphylococcus* ocurren en productos cocinados, tales como



pescado ahumado o cangrejo, debido a que el calor destruye los microorganismos competitivos, permitiendo que predomine el *Staphylococo*.

Otro factor que permite la ventaja competitiva es la presencia de niveles mínimos de sal en productos curados. El *Staphylococcus aureus* tiene un muy alto nivel de tolerancia a la sal. Productos tales como pescado curado salado inhiben exitosamente la mayoría de los microorganismos pero favorecen el crecimiento del *staphylococo* con  $A_w$  por encima de 0.86 y permite la producción de la enterotoxina.

El *Staphylococo* es de forma esférica o forma de coco, es un organismo Gram positivo que aparece bajo el microscopio en pares, cadenas cortas o como racimos de uvas. La gran mayoría de las especies de *Staphylococo* que producen enterotoxina también producen coagulasa la cual tiene la habilidad de coagular el plasma sanguíneo, esta característica es usada para predecir el potencial toxigénico. Una segunda prueba predictiva es la presencia de termonucleasa. Existen cinco tipos serológicos de enterotoxinas que comprenden de la A la E. La mayoría de los brotes son provocados por los tipos A y D.

#### 6.4.3.1. Incidencia y síntomas de enterotoxicosis.

Se ha estimado que deben ser alrededor de 1 000 000 organismos/ g en el alimento para producir los síntomas de envenenamiento aunque no es necesario que el microorganismo este presente si la toxina ha sido preformada para que se produzcan los síntomas. Para producir los síntomas se han detectados niveles de enterotoxina de entre 0.01 a 0.25 $\mu$ g/g.

El comienzo de los síntomas por envenenamiento con las toxinas es muy rápido y agudo. Las reacciones comunes incluyen náusea seguidos de vómito y postración. En los casos más severos ocurren cambios transitorios en la presión sanguínea y la velocidad del pulso. Es muy

raro que ocurra un fallecimiento por envenenamiento con alimentos contaminados con la enterotoxina. Aún cuando las personas de edad avanzada y los infantes son severamente debilitados y corren gran riesgo.

Para los productores de alimentos marinos es de gran interés el controlar la presencia del staphylococo. Los humanos y los animales domésticos son los reservorios primarios. El *S. aureus* se encuentra presente en la piel, pelo, fosas nasales y garganta del 50% o más de los individuos sanos y es transportado por las personas que manipulan los alimentos. Aunque son las personas que manipulan los alimentos la principal fuente de contaminación de los mismos no debe dejarse de lado el equipo y las superficies de contacto con el alimento.

La enterotoxina es resistente al calor. Son necesarias temperaturas mayores de 80°C por tres minutos, y 100°C para causar la pérdida de detección serológica de la enterotoxina A. Al parecer la inactivación de la enterotoxina es dependiente del nivel presente.

Se ha observado que *Staphylococcus aureus* no se desarrolla en presencia de *E. coli*, estreptococos fecales y la flora bacteriana natural en el camarón ya que el crecimiento de estos competidores inhibe el crecimiento del Staphylococo (Gopalakrishna y Shrivastava, 1994).

El *S. aureus* inoculado en surimi de *pollock* de Atlántico cocinado, no crece cuando se almacena a buenas temperaturas de refrigeración pero puede crecer bien cuando estas no se manejan de forma correcta. El *S. aureus* prefiere metabolizar carbohidratos a metabolizar proteínas y aminoácidos, y la diferencia en el crecimiento del *S. aureus* sobre mince (0% de

carbohidrato adicionado) y el surimi ( 7-11% de carbohidrato) reflejan los diferentes contenidos de carbohidratos de estos productos (Ingham y Potter, 1988a).

#### 6.4.4. *Salmonella*

La presencia de salmonella en pescados y mariscos, ya sea de agua dulce o marina, normalmente se ha asociado con contaminación fecal de las áreas de captura.

En los primeros años de este siglo la industria de los mariscos estuvo plagada con *S. typhi*, un patógeno primario encontrado en mariscos crudos colectados en aguas contaminadas. Ya en 1964 se había reportado el aislamiento de salmonella en pescado capturado en aguas contaminadas. Existen indicios de que tanto el pescado fresco como las demás especies marinas expuestas a la salmonella en aguas contaminadas permanecen positivos por más de 30 días.

La salmonella es un bacteria Gram negativa con forma de bastón y no forma esporas.

La localización primaria de la *Salmonella spp.* es tracto alimentario de los mamíferos, pájaros anfibios y reptiles. La salmonella no es endémica del tracto intestinal de los peces , crustáceos o moluscos, ya que este organismo es de origen fecal.

Hay muchos casos de salmonelosis cada año aunque sólo una fracción de las enfermedades son reportadas.

Los síntomas de salmonelosis aguda son nausea, vómito, calambres abdominales, diarrea, fiebre y dolor de cabeza. El periodo de ataque es generalmente de 6-48 hrs. La dosis necesaria de salmonella para producir una infección es muy variable dependiendo del serotipo y de otros factores y el rango puede ser desde unos pocos organismos hasta  $10^5$ . La dosis infecciosa puede

ser tan baja como 15-20 células, dependiendo la virulencia de factores tales como la edad y el estado general de la víctima.

Personas de todas las edades son susceptibles a la infección con salmonella, pero son más susceptibles las personas de edad avanzada, niños y personas con enfermedades no detectadas.

#### 6.4.4.1. Salmonelosis

La enfermedad más comúnmente asociada con la salmonela es la gastroenteritis, comúnmente referida como salmonelosis. Los síntomas de la enfermedad intestinal ocurren en un periodo de 6-48 hrs. Los síntomas incluyen náusea, vómito, calambres abdominales, diarrea, fiebre y dolor de cabeza. Estos síntomas normalmente persisten por varios días y la enfermedad se autolimita. Sin embargo estos individuos pueden seguir esparciendo la salmonela por periodos de varias semanas o meses.

#### 6.4.4.2. Fiebre tifoidea y paratifoidea.

La forma más seria de salmonelosis es la fiebre tifoidea y paratifoidea que es causada por *S. typhi* y el serotipo paratifoide de la salmonela. La septicemia y las secuelas secundarias causadas por éste organismo pueden amenazar la vida si no es tratada adecuadamente. La septicemia y la lesión de órganos causada por *S. typhi* y *S. paratyphi* A, B y C causan graves enfermedades clínicas. La tasa de mortalidad de la fiebre tifoidea es del 10% comparada con menos del 1% para la mayoría de los serotipos de salmonela. Existen otras especies como *Salmonella dublin* que tiene una tasa de mortalidad del 15% entre ancianos cuando se desarrolla la septicemia. La *Salmonella enteritidis* ha mostrado un 3.6% de mortalidad entre hospitales y clínicas de convalecencia para ancianos.

La *Salmonella* puede ser aislada en pescados y mariscos provenientes de aguas contaminadas y permanecer viables por más de 30 días después de la exposición.

#### 6.4.4.3. *Salmonella* en acuicultura

Los alimentos marinos se pueden contaminar con *Salmonella*, en los sistemas de acuicultura, por muy diversas maneras incluyendo los desechos de la granja y contaminación fecal directa proveniente de los animales estabulados o del propio alimento.

El flujo de la *Salmonella* en la cadena alimenticia es complejo, esto es especialmente cierto para los sistemas de acuacultivo.

La *Salmonella* puede sobrevivir al secado y por lo tanto puede ser un problema en la harina de pescado que sirve como alimento para el ganado y pollos.

#### 6.4.4.4. *Salmonella* en ancas de rana

Es un hecho bien establecido que las ancas de rana utilizadas como alimento frecuentemente están contaminadas con *salmonella*. La razón de esta asociación se debe a que generalmente las ranas crecen en aguas fuertemente contaminadas además de la subsecuente contaminación durante el sacrificio proveniente del contenido intestinal o por contaminación cruzada durante la manipulación. A consecuencia de esto los tipos y niveles de *salmonella* son altos y no es raro el encontrar diversos tipos de *salmonella* en un solo lote.

#### 6.4.4.5. *Salmonella* en pescado ahumado

El pescado ahumado ha sido tradicionalmente una fuente de brotes de salmonelosis. Un ejemplo típico de estos brotes fue causado por *S. newport* que provocó tres brotes separados pero

proveniente del pescado de una planta que tuvo muchos elementos que permitieron que ocurrieran los brotes. No se observó una apropiada higiene y el pescado sufrió mal manejo de la temperatura posterior a su venta además de que una de las personas que empacaba el pescado había previamente sufrido salmonelosis (Ward y Hackney, 1991).

#### 6.4.4.6. Salmonela en mariscos

Los moluscos de concha requieren de prácticas sanitarias especiales desde la captura hasta el consumo ya que frecuentemente son consumidos crudos. En el caso de la infección con *S. typhi* la fuente de infección puede ser las aguas contaminadas del drenaje o de un organismo transportador.

#### 6.4.5. *Shigella*

*Shigella* es un género muy cercano a *Escherichia* que ha sido conocido como patógeno de origen alimenticio. Una especie recientemente conocida clasificada como *S. dysenteriae* ha causado disenteria bacilar. Esta especie es poco conocida en las ciudades desarrolladas, siendo reemplazada por las especies *S. flexneri* y *S. sonnei* las cuales generalmente están relacionadas con transportadores humanos que infectan de una persona a otra. Esta transmisión puede ser a través del agua o de los alimentos via la ruta oral-fecal.

*Shigella* es una bacteria Gram negativa en forma de bastón, no formadora de esporas.

##### 6.4.5.1. Incidencia y síntomas de shigellosis

La shigellosis generalmente es esparcida de persona a persona. Esta enfermedad es rara entre los animales domésticos siendo principalmente una enfermedad del hombre. Los síntomas

incluyen dolor abdominal, calambres, diarrea, fiebre, vómito y sangre, pus o mucus en el excremento.

La naturaleza destructiva de la enfermedad se debe a la habilidad de este organismo para atacar, invadir y destruir las células epiteliales del intestino. La dosis infecciosa de la shigella es bastante baja, es necesario ingerir unos pocos organismos para causar la enfermedad. Las complicaciones de la infección incluyen ulceración de la membrana mucosal, sangrado y una severa deshidratación. La muerte puede ocurrir en casi 10-15% de los brotes. De particular importancia es el hecho de que la *Shigella spp.* tiene una baja dosis infecciosa; menos de 100 organismos pueden causar la enfermedad.

Se han detectado brotes provenientes de camarón, ensalada de atún y por ostras crudas los cuales habían sido capturados en aguas contaminadas.

#### 6.4.5.2. Shigella en camarón y ostras

La shigellosis proveniente de camarón ha causado gran interés después de que en 1983 hubo un brote de *S. flexneri* en Holanda a través de producto cocinado que causo enfermedad y muerte. Recientemente se ha reportado un brote de *S. sonnei* proveniente de ostras crudas (Reeve et al. 1989).

Lo esencial para prevenir la transmisión de shigellosis a través de productos de origen marino son la sanitización y los buenos hábitos de higiene personal. Los brotes ocurren debido a que los transportadores humanos de *Shigella* contaminan sus manos y subsecuentemente el producto con materia fecal.

#### 6.4.6. *Vibrio alginolyticus*

El *V. alginolyticus* es una bacteria ubicua halofílica que está ampliamente distribuida en el ambiente marino. Se le ha aislado del excremento de individuos sanos, en el verano. Se han reportado infecciones debido a la ingestión de alimentos marinos crudos.

#### 6.4.7. *Vibrio cholerae*

Al *V. cholerae* generalmente se le ha dividido en dos grupos, *V. cholerae* 01 y no 01. Estos grupos además pueden ser divididos como toxigénicos y no toxigénicos. El *V. cholerae* 01 toxigénico es el agente causal del cólera endémico o asiático. El serotipo 01 contiene dos biotipos que son el clásico y El Tor, éste último es el que generalmente predomina en el mundo (Morris y Black, 1985).

El *V. cholerae* está ampliamente distribuido en el ambiente, presentándose aún en ambientes donde no hay contaminación humana. Una investigación realizada en la bahía de Chesapeake reveló bajos niveles del organismo a través del año. Se ha demostrado a través de diversos estudios que altos niveles del *Vibrio* en aguas de captura de bivalvos durante los meses calurosos. El *V. cholera* puede sobrevivir bien en el agua del mar y puede rápidamente atacar diversos substratos tales como exoesqueletos de camarón y cangrejo, algas y  $\text{CaCO}_3$  (Ward y Hackney, 1991).

Uno de los aspectos más interesantes de la ecología del *Vibrio* es su habilidad para pasar a un estado no cultivable pero viable, en este estado el *V. cholera* es capaz de atravesar membranas filtrantes de  $0.45 \mu\text{m}$  y algunas veces de  $0.25 \mu\text{m}$ . Es también capaz de sobrevivir por



largos periodos de tiempo en aguas tanto estuarinas como marinas, también puede, aparentemente, existir en el ambiente marino bajo condiciones adversas tales como baja temperatura y falta de nutrientes, en un estado viable pero no cultivable.

Los síntomas clínicos del colera pueden variar desde la presencia de una diarrea ligera hasta una diarrea aguda, calambres abdominales, náusea, vómito, deshidratación, shock y con la continua pérdida de fluidos y electrolitos, la muerte.

Casi todos los casos de infección con *V. cholerae* no 01 en los E.U.A. han sido asociados con el consumo de ostras crudas ( Morris y Black, 1985).

#### **6.4.8. *Vibrio cincinnatiensis***

El *Vibrio cincinnatiensis* es la especie más nueva de vibrio que es patógena para el hombre ( Brayton et al. 1986). Aún cuando no se conoce mucho de ella y no se ha determinado la fuente de infección.

#### **6.4.9. *Vibrio damsela***

El *Vibrio damsela* es una bacteria halofílica que ha sido aislada de heridas infectadas ( Morris et al. 1982), las infecciones han estado relacionadas con la exposición a aguas salobres o saladas y a heridas provocadas por las aletas de los peces.

#### **6.4.10. *Vibrio fluvialis* Y *Vibrio furnissii***

El *Vibrio fluvialis* y el *Vibrio furnissii* son dos relativamente nuevas especies de *Vibrio* relacionadas a las enfermedades del hombre (Brenner et al. 1983). Estos *Vibrios* han sido

aislados de pacientes con diarrea en diversas partes del mundo (Bangladeh, Baharein y Jordania ).

#### 6.4.11. *Vibrio hollisae*

El *Vibrio hollisae* infrecuentemente ha sido aislado de individuos con diarrea . Morris et al. (1982) reportó nueve casos de diarrea provocados por este virus, la fuente de infección fueron ostras y mejillones crudos en seis de los casos.

#### 6.4.12. *Vibrio metschnikovii*

Este *Vibrio* esta ampliamente distribuido en el ambiente y en los humanos ( Miyake et al. 1988 ); se le ha encontrado en las aguas del drenaje, estuarios y ríos.

#### 6.4.13. *Vibrio mimicus*

Se ha reportado a esta especie como una forma atípica de *Vibrio cholerae*, posteriormente se le asignó el nombre de *mimicus* debido a su similitud bioquímica con el *V. cholerae* ( Shandera et al. 1983); se le ha aislado del contenido intestinal en humanos, en países como : Guam, México, Bangladeh, Filipinas y E.U.A.. Está ampliamente distribuido en la naturaleza y puede ser encontrado tanto en aguas dulces como salobres ; presenta variaciones estacionales , estando presente en alto número durante los meses calurosos . Además se le ha relacionado al consumo de ostras crudas.

#### 6.4.14. *Vibrio parahaemolyticus*

Es una bacteria Gram negativa halofílica ampliamente distribuida en los ambientes marino y estuarino; se le ha aislado del agua de mar, sedimentos, pescados, bivalvos y plancton. Presenta ciclos estacionales relacionados con la temperatura. Durante el invierno (11°C) dejan de estar presentes en el agua pero permanecen en los sedimentos; conforme se incrementa la temperatura los organismos escapan de los sedimentos, atacan el zooplancton y proliferan en las columnas de agua (Kaneko y Colwell 1973).

En Japón donde se consumen grandes cantidades de alimentos marinos crudos, ha sido reconocido como el principal agente causal de todos los casos de gastroenteritis. En general los brotes han provenido del consumo de mariscos crudos tales como: ostras, camarón y langosta. En otros casos es el mal manejo del alimento lo que ocasiona que se produzcan estos brotes, este mal manejo puede incluir la inadecuada refrigeración, cocción insuficiente, contaminación cruzada y recontaminación.

El organismo es bastante sensible al calor en bivalvos y es algo resistente al frío, puede sobrevivir por largos periodos de tiempo (48 días) a 0.6°C.

El *V. parahaemolyticus* es un indicador de potencial contaminación cruzada de los alimentos base surimi, ya que no crece a temperaturas de refrigeración y únicamente representa un riesgo cuando el alimento contaminado es almacenado en condiciones inadecuadas de temperatura. Además que solamente puede crecer en alimentos que contengan mas de 0.5% de sal.

#### 6.4.15. *Vibrio vulnificus*

Es una bacteria Gram negativa halofílica que fermenta la lactosa. Su distribución es bastante amplia se le ha encontrado en las aguas costeras cálidas tanto del Atlántico como del Golfo de México, sedimentos, ostras, almejas, cangrejos y plancton .

Se han presentado infecciones con *Vibrio vulnificus* en Bélgica, Canadá, Japón y los E.U.A. . La principal fuente de contaminación parece ser el agua de mar y los bivalvos.

Al igual que el *V. cholerae* puede entrar en un estado viable pero no cultivable. Una obvia implicación de esto es que los exámenes de rutina de este organismo pueden resultar negativos, aunque las células viables no cultivables pueden estar presentes.

El estudio de Vanoy, et al (1992) llevado a cabo en la bahía de Galveston, Texas, reveló que el *Vibrio vulnificus* no es detectable en el agua, las ostras o la materia particulada suspendida durante los meses fríos, pero si es detectable, en niveles muy bajos, en los sedimentos. Durante los primeros días de la primavera se observa un incremento en los niveles del organismo, en los sedimentos, y posteriormente en la materia particulada suspendida y por último en las ostras. El principal incremento del *Vibrio* se observa solamente después que el agua sobrepasa los 20°C y que las lluvias de primavera-invierno han disminuido la salinidad.

#### 6.4.16. *Aeromonas*

Son células Gram negativas que metabolizan los carbohidratos y que producen ácido y gas, fermentan la glucosa, maltosa y tetralosa. Pueden producir además proteasa, diastasa, lipasa, DNAasa y lecitinasa.

*Aeromonas hydrophila* tiene una distribución muy cosmopolita (Khardori y Fainstein, 1988), se le ha aislado en ríos, el agua de los grifos, albercas, lagos y estuarios de peces y bivalvos.

Al igual que *L. monocytogenes*, *A. hydrophila* es un patógeno capaz de crecer en los alimentos durante la refrigeración. Se ha encontrado que *A. hydrophila* crece bien sobre el surimi bajo en sal del *pollock* del Atlántico (0.07% de NaCl) a 5°C, 13°C y 25°C. Sin embargo en el mismo surimi con un contenido de sal de 2.44% se tuvo un marcado efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *A. hydrophila* (Ingham y Potter, 1988<sub>a</sub>).

#### 6.4.17. *Plesiomonas*

*Plesiomonas shigelloides* es un bacilo Gram negativo anaerobio fermentativo, oxidasa positivo de la familia *Vibrionaceae*. Se le encuentra distribuida por todo el mundo y se le ha aislado de una gran variedad de fuentes tales como: suelo, agua, alimentos, y animales domésticos y salvajes especialmente durante los meses de verano, así como de humanos diarreicos y asintomáticos.

Se ha observado su presencia en ostras en los E.U.A. asociados a enfermedades diarreicas (Rutala et al. 1982).

#### 6.4.18. *Gérmenes Erisipelotrix*

Las bacterias erisipeloides tienen poco papel en la descomposición del pescado. Son patógenos para el hombre y se encuentran sobre la superficie del pescado. Hasta ahora se ha comprobado su existencia en la gallineta nórdica, eglefino, merluza, bacalao, arenque y algunas otras especies. El personal que manipula el pescado sufre a veces lesiones que le producen las

aletas; es frecuente que se formen entonces sobre sus dedos una manifestación de tipo erisipeloide la cual produce descamación de la piel debido a la invasión de la bacteria.

Por otra parte debido al incremento en el consumo de productos de origen marino ha habido reportes en el incremento de reacciones adversas a estos alimentos. La reacción adversa, siguiente a la exposición al alimento, no solamente se debe al alimento mismo sino también a la contaminación bacterial y viral del mismo, a las toxinas presentes naturalmente sino también a los aditivos químicos, incluyendo aquellos intencionalmente adicionados durante su producción.

La exposición es el principal factor ambiental relacionado al desarrollo de cualquier alergia al alimento. Por lo tanto la presencia de alergias es mayor entre la población que consume grandes cantidades de alimentos marinos.

En un reciente estudio entre niños españoles se puso en evidencia que el 30% de ellos fueron sensibles al pescado y que el pescado fue el segundo en importancia solamente después del huevo, aún cuando estas reacciones alérgicas por lo general se deben a las elevadas cantidades de histamina producto de la degradación de la histidina presente en los alimentos marinos.

Entre los trabajadores de la industria de los alimentos marinos se han reportado enfermedades ocupacionales debido principalmente a la inhalación de vapores o aerosoles del alimento marino, particularmente aquellos generados durante la cocción ( Ó Neil . y Lehrer , 1995).

## CONCLUSIONES

El deterioro de los pescados y mariscos bajo condiciones de almacenamiento tanto refrigerado como congelado se debe a una serie de fenómenos bacteriológicos enzimáticos y oxidativos que interactúan entre sí.

Un gran número de investigadores han reportado diversos análisis con el objetivo de identificar la frescura o cambios en la calidad del pescado y los mariscos. un hecho importante que en ocasiones se pasa por alto en la determinación de la calidad postcaptura es que generalmente existen diferencias en la composición tanto dentro como entre especies de pescados y mariscos. Estas variaciones dependen de diversos factores que pueden ser genéticos, ambientales, fisiológicos y sexuales. consecuentemente no es raro el encontrar en la literatura resultados contradictorios de las pruebas analíticas de las mismas especies.

Es importante conocer la especie a la que pertenecen los peces ya que elasmobranquios tales como el cazón y el tiburón contienen elevadas concentraciones de urea, que por acción de la ureasa bacteriana puede producir amoníaco impartiendo al producto un olor desagradable.

A pesar de que la carne del pez vivo es estéril, en la piel, las agallas y el tracto alimentario existe la presencia de bacterias, principalmente de los géneros *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Vibrio*, *Flavobacterium* y *Cytophaga* y en algunas especies corineformes y micrococcos que son causantes del deterioro y que por lo general reflejan el ambiente del cual provienen.

A pesar de que se han desarrollado escalas para determinar el deterioro del pescado basadas en parámetros fisicoquímicos tales como TMA, amoníaco, indol, hipoxantina etc., estas escalas no son aplicables a todas las pesquerías y por lo general se confía más en las características organolépticas.

Las principales enfermedades transmitidas por alimentos y patógenos asociados con el pescado son:

*V. cholerae*

*V. parahaemolyticus*

Tipo E de *Clostridium botulinum*

Intoxicación por escómbridos

Intoxicación paralítica por marisco.

Son muy importantes las buenas prácticas de manufactura toda vez que esto influye de manera fundamental sobre la carga microbiana tanto del pescado fresco como del procesado. La no observación de éstas prácticas provoca contaminaciones cruzadas y la incorporación de bacterias patógenas como el *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* etc. Además que la aplicación de un adecuado y rápido método de conservación inhibe la proliferación de las bacterias patógenas



## BIBLIOGRAFIA

- Abeyta, C.J., Kaysner, C.A., Wekell, M.M., Sullivan, J.J. y Stelma, G.N. 1986. Recovery of *Aeromonas hydrophila* from oysters implicated in an outbreak of food-borne illness. *J. Food Protect.* 49:643-646.
- Abraham, J.J., Sugumar, G., Sugumar, D., Jeyachandran, P. 1992. Bacterial profile of fresh and spoiled fish mince from *Johnius dussumieri* at refrigerated storage. *Fishery Technology* 29(1):53-56
- Alvarez, R.J., y Koburger, J. A.1979b. Effect of delayed heading on some quality attributes of *Penaeus* shrimp. *J. Food Protect.* 42: 407.
- Andrews, W., Diggs, C., Presnell, M., Miescier, J., Wilson, C., Goodwin, C., Adams, W., Furfari, S., y Musselman, J. 1975. Comparative validity of members of the total coliform and fecal coliform groups for indicating the presence of *Salmonella* in Eastern oyster, *Crassostrea virginica*. *J. Milk Food Technol.* 38:453-456
- Angel, S., Weinberg, Z.G., Juve, B.J. y Linder, P. 1985. Quality changes in the fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii* during storage on ice. *J. Food Technol.* 20:553.
- Bal'a, M.K; Koh, C.C.; Marshall, D.L. 1995. Monolaurin inhibition of *Listeria monocytogenes* growth on catfish fillets during temperature abuse. I.F.T. Meeting.
- Banwart George J Microbiología básica de los alimentos Ediciones Bellaterra S.A. pp. 78,91-100,112-119,234-238,251-254.
- Barile, L.E., Milla, A.D., Reilly, A. y Villadsen, A. 1985a. Spoilage patterns of mackerel (*Rastrelliger faudhmi* Matsui). 1. Delays in icing. *ASEAN Food J.* 1:70
- Barile, L.E., Milla, A.D., Reilly, A. y Villadsen, A. 1985b. Spoilage patterns of mackerel (*Rastrelliger faudhmi* Matsui). 2. Mesophilic and psychrophilic spoilage. *ASEAN Food J.* 1:121
- Barnett, H.J., Nelson, R.W., Hunter, P.J., Bauer, S., y Groinger, H. 1971. Studies on the use of carbon dioxide dissolved in refrigerated brine for the preservation of whole fish. *Fish. Bull.* 69:433

- Bello, R. A. y Pigot, G. M. 1979. A new approach to utilizing minced fish flesh in dried products. *J. Food Sci.* 44: 355-358
- Ben Embarek, P.K. 1994. Antibacterial potential of *Enterococcus faecium* strains isolated from sous-vide cooked fish fillets. *Food Microbiol.* 11(6): 525-536
- Benner, R.A., Migel, R., Finne, G., Acuff, G.R. 1994. Lactic acid/ melanosis inhibitors to improve shelf life of brown shrimp (*Penaeus aztecus*). *J. of Food Sci.* 59(2): 242-245
- Berenguer, J.A., Gonzales, L., Jimenez, Y., Legarda, T.M., Olmedo, J.B. Burdaspal, P.A. 1993. The effect of commercial processing on the paralytic shellfish poison (PSP) content of naturally-contaminated *Acanthocardia tuberculatum* L. *Food Additives and Contaminants.* 10(2): 217-230
- Bernard, F.R. 1970. Occurrence of the spirochaete genus *Cristispira* in western Canadian marine bivalves. *Veliger* 13:33-36
- Bosh, A., Abad, F.X., Gajardo, R., Pinto, R.M., 1994. Should shellfish be purified before public consumption? *Lancet.* 344(8923):1024-1025.
- Botta, J.R., Bonnell, G., y Squires, B.E. 1987b. Effect of method of catching and time of season on sensory quality of fish raw Atlantic cod (*Gadus morhua*). *J. of Food Sci.* 52:928
- Botta, J.R., Kennedy, K. y Squires, B.E. 1987a. Effect of method of catching and time of season on the composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *J. of Food Sci.* 52:922
- Botta, J.R., Squires, B.E., y Jhonson, J. 1986. Effect of bleeding/gutting procedures on the sensory quality of fresh raw Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can. Inst. Food. Technol.* 19:186
- Bottino, N.R., Lilly, M.L. y Finner, G. 1979. Fatty acid stability of Gulf of Mexico brown shrimp (*Penaeus aztecus*) held on ice and in frozen storage. *J. Food Sci.* 44:178.
- Brandao-Areal, H. 1995. Effect of ionization on *Listeria monocytogenes* in contaminated shrimps. *Sciences des Aliments.*

15(3): 261-272

Brayton, P. R., Bode, R.B., Colwill, R.R., MacDonell, M.N. 1986. *Vibrio cincinnatiensis* sp. , A new human pathogen. *J. Clin. Microbiol.* 23:104-108.

Brenner, D.J., Hickman-Brenner, F.W., Lee, J.V., Steiangerwalt, A.G., Fanning, G.R., Hollis, D.G., Farmer, J.J., Weaver, R.E., Joseph, S.W., y Seidler, R.J. 1983. *Vibrio furnissii* (formerly aerogenic biogrup of *Vibrio fluvialis*), a new species isolated from human feces and the environment. *J. Clin. Microbiol.* 18:816-824.

Buchanan Robert L. 1991. Microbiological criteria for cooked, ready-to-eat shrimp and crab meat. *Food Tech.*4: 157-160

Bullard, F.A. y Collins, J. 1978. Physical and chemical changes of pink shrimp, *Pandalus borealis*, held in carbon dioxide modified refrigerated seawater compared to pink shrimp held in ice. *Fish. Bull.* 76:73

Charalambous G. 1986. Handbook of food and beverage stability. Chemical, biochemical , microbiological, and nutritional aspects. Academic Press, inc. 113- 235.

Cobb, B.F., Vanderzant, C., Hanna, M. D. y Yeh, C. 1976. Effect of ice storage on microbiological and chemical changes in shrimp and melting ice in a model system. *J. Food Sci.* 41:29.

Cook, D. W. y Ruple, A.D. 1992. Cold storage and mild heat treatment as processing aids to reduce the numbers of *Vibrio vulnificus* in raw oysters. *J. of Food Protect.* 55(12): 985-989

Cook, D.W. 1984. Fate of enteric bacteria in stuarine sediments and oyster feces. *J. Miss. Acad. Sci.* 29:71-76

Cook, D.W. 1994. Effect of time and temperature on multiplication of *Vibrio vulnificus* in postharvest Gulf Coast shellstock oysters. *Appl. and Environ. Microbiol.* 60(9): 3483-3484

Cook, D.W., y Ellender, R.D. 1986. Relaying to decrease the concentration of oyster- associated pathogens. *J. Food Protect.* 49:196-202

Cook, D.W., y Rupie, A.D. 1989. Indicator bacteria and Vibrionaceae multiplication in pos-harvest shellstock oysters. *J.*

*Food Protect.* 52:343-349

Cox, N.A. y Lovell, R.T. 1973. Identification and characterization of the microflora and spoilage bacteria in freshwater crayfish, *Procambarus clarkii*. *J. Food Sci.* 38:679.

Chai, T., Pace, J., Cossaboom, T., 1984. Extension of shelf-life of oysters by pasteurization in flexible pouches. *J. of Food Sci.* 49:331-333

Chao, Y.J., Lee, N.G., Kim, Y.Y., Kim, J. H., Choi, Y. J., Kim, G. B., Lee, K. W. 1994. Effect of killing methods on rigor index and breaking strength of *Paralichthys olivaceus* muscle. *Bulletin of the Korean Fisheries Society.* 27(1): 41-46

Cheuk, W. L. Finne, G., y Nickelson, R. 1979. Stability of adenosine deaminase during ice storage of pink and brown shrimp from the Gulf of Mexico. *J. Food Sci.* 44: 1625.

Chinivasagam, H.N., y Vidanapathirana, G.S. 1986. Quality changes and bacterial flora associated with trench sardines (*Amblygaster sirm*) under delayed icing conditions. FAO Fisheries Rept. 317. Food an Agriculture Organization of the United Nations, Rome , Italy.

Choudhury. G.S y Bublitz, C.G. 1994. Electromagnetic method for detection of parasites in fish. *J. of Aquatic Food Product Tech.* 3(1): 49-63

Chung, Y. y Lee, J.S. 1981. Inhibition of microbial growth in English sole (*Parophrys retulus*). *J. of Food Protect.* : 44:66

Dalgaard, P.,1995. Modelling of microbial activity and prediction of shelf life for packed fresh fish. *Int. J. of Food Microbiol.* 26(3): 305-317

Dassow, J.A. 1976. Handling fresh fish. *Industrial fishery Technology* Robert E. Kieger. N. Y. pp. 45- 64.

Davis, C., Smith, A., Walden, R., Bower, G., Cummings, K.,Dean, B., Rigsby, J., Justice,P., Anderson, c., Brown, N. 1994. Viral gastroenteritis associated with consumption of raw oyster-Florida 1993. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 43(24): 446-449

- DeClerck, D. 1979. Quality assessment of losses occurring during portioning of cod (*Gadus morhua*). *Rev. Agric.* 32: 1257-1265
- Degnan, A.J.; Kaspar, C.W.; Ofwell, W.S.; Tamplin, M.L.; Luchansky, J.B. 1995. Evaluation of lactic acid bacterium fermentation products and food grade chemicals to control *Listeria monocytogenes* in blue crab (*Callinectes sapidus*) meat. *Applied Environmental Microbiology*. 60(9):3483-3484
- Deng-Fwu Hwang. 1995. Two food poisoning incidents due to ingestion the purple clam occurred in Taiwan. *J. of Natural Toxins*. 44(2): 173-179
- Dillon Ronda y Thakor Patel. 1993. Effect of cold smoking and storage temperatures on *Listeria monocytogenes* in inoculated cod fillets (*Gadus morhua*). *Food Research International*. 26: 97-101
- Dondero, M., Egana, W., Tarky, W., Cifuentes, A., Torres, J.A. 1993. Glucosaoxidase/ catalase improves preservation of shrimp (*Heterocarpus reedi*). *J. of Food Sci.* 58(4): 774-779
- Ekanem, E.O. y Adegoke, G.O. 1995. Bacteriological study of west african clam (*Egeria radiata lamarch*) and their overlying waters. *Food Microbiology*. 12(5): 381-385
- Enriquez Ibarra, L.G. 1994. The use of pulsed energy (flashblast<sup>®</sup>) technology in the shelf life extension of selected marine and freshwater fish species stored in ice. *Dissertation Abstracts International*. 855(3): 647
- Fatima, R., Farooqui, B., y Quadri, R. B. 1981. Inosine monophosphate and hypoxanthine as indices of quality of shrimp (*Penaeus merguensis*). *J. Food Sci.* 46:1125.
- Fattal, B., Dotan, A., Tchoish, Y. 1992. Rates of experimental microbiological contamination of fish exposed to polluted water. *Water Research* 26(12): 1621-1627
- Fey, M.S. y Regenstein, J.M. 1982. Extending the shelf life of fresh red hake and salmon using CO<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> modified atmosphere and potassium sorbate ice at 1°C. *J. of Food Sci.* 47:1084
- Figuroa, G., Galeno, H., Troncoso, M., Aguilera, J.M. 1990. Analysis of the microbial flora of jack mackerel (*Trachurus*

- murphyi*) minced products. *Sciences des Aliments*. 10(4):907-912
- Fleet, G.H. 1978. Oyster depuration a review. *Food Technol. Aust.* 30:444-454.
- Fletcher G.C., Summers, G.; Winchester, R.W.; Wong, R.J. 1995. "Histamine and histidine in New Zealand marine fish and selfish species, particularly kahawai (*Arripis trutta*)". *Journal of Aquatic Food Product* 4(2): 53-74.
- Flick, G. J. y Lovell, R. T. 1970. Postmortem degradation of nucleotides and glycogen in Gulf shrimp. *Food Technol.* 30:1743.
- Fraiser, M.B. y Koberger, J.A. 1984. Incidence of salmonellae in clams, oysters, crabs and mullet. *J. Food Protect.* 47:343-345
- Frazier W. C.; Westhoff D.C. 1985. *Microbiología de los Alimentos*. Trad.: Tormo Iguacel Jose . ACRIBIA Zaragoza (España). pp: 239-250
- Fuchs, R.S. y Nicolaidis, L. 1994. Incidence of listeria in hot-and-cold-smoked fish. *Letters in Applied Microbiology.* 19(5): 394-396
- Fuji, T. Satomi, M., Nakatsuka, G., Yamaguchi, T., Okusumi, M. 1994. Changes in freshness indexes and bacterial flora during storage of pressurized mackerel. *J. of the Food Hygienic Society of Japan.* 35(2): 195-200
- Fujita, Y., Miyasaki, W., y Kanayama, T. 1979. Microbial control at "kamaboko" ( and fish sausage) processing plants. I. Airborne microorganisms at the processing plants. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 45: 891-899.
- Garren, D.M. Harrison M.A.; Yao-Wen Huang. 1995. Growth and production of toxin of *Clostridium botulinum* type E in rainbow trout under various storage conditions. *J. Food Protect.* 58(8): 863-866
- Gates, K.W., EuDaly, J.G., Parket, A.H., y Pittman, L.A. 1985. Quality and nutritional changes in frozen breaded shrimp stored in wholesale and retail freezers. *J. Food Sci.* 50:853.
- Gillespie, N.C. y Macrae, I.C. 1975. The bacterial flora of some Queensland fish and its ability to cause spoilage. *J. Appl. Bacteriol.* 32:91-100.

- Goodrick, B. 1987. Postharvest quality of tuna meat, a question of technique. *Food Technology in Australia*. 39:343
- Gopalakrishna, Y. T.S. y Shrivastava, K.P. 1994. Antagonistic actions of *E. coli*, faecal streptococci and natural bacterial flora on *Staphylococcus aureus* in shrimp homogenate. *Fishery Technology*. 31(1): 41-47
- Handumrongkul, C. y Silva, J. L. 1994. Aerobic counts, color and adenine nucleotide changes in CO<sub>2</sub> packed refrigerated striped bass atrips. *J. of Food Sci.* 59(1): 67-69
- Hatta, A.A.M. y Lakshmanaperumalsamy, P. 1995. Antibiotic resistance of Salmonella strains isolated from fish and crustaceans. *Letters in Applied Microbiology*. 21(1): 47-49
- Herborg, L. y Villadsen, A. 1975. Bacterial infection /invasion in fish flesh. *J. Food Technol.* 10:507
- Hin-Chung Wang. 1994. Survival of psychrotrophic *Vibrio mimicus*, *Vibrio fluvialis* and *Vibrio parahaemolyticus* in culture broth at low temperatures. *J. of Food Protect.* 57(7): 607-610
- Hin-Chung Wong ; Li-Li Chen; Chung-Ming Yu. 1995. Occurrence of Vibrios in frozen seafoods and survival of psychrotrophic *Vibrio cholerae* in broth and shrimp homogenate at low temperatures. *J. of Food Protect.* 58: 263-267
- Holingworth, T.A. jr., Hurgerord, J.M., Barnett, J.A., Wekel, M.M. 1994. Total volatil acids: temperature dependent decomposition indicator in halibut determineted by flow injection analysis. *J. of Food Protect.* 57(6): 505-508
- Hood, M.A. 1983. Effects of harvesting waters and storage conditions on yeast populations in shellfish. *J. Food Protect.* 46:105-108
- Hood, M.A., Baker, R.M., y Singleton, F.L. 1984. Effect of processing and storing oyster meats on concentrations of indicator bacteria, vibrios and *Aeromonas hydrophila*. *J. Food Protect.* 47:598-601.
- Hood, M A., Ness, G E., Rodrick, G E., y Blake, N J 1983 Effects of storage on microbial loads of two commercially important shellfish species, *Crassostrea virginica* and *Mercenaria campechiensis*. *Appl. Environ. Microbiol.* 45: 1221-1228
- Huang Yao-wen y Romeo Toledo. 1992. Effect of high doses of high and low intensity UV irradiation on surface

- microbiological counts and storage-life of fish. *J. of Food Sci.* 47( ): 1667-1669
- Huss, H.M. Dalsgaard, D., Hansen, L., Ladefoged, H., Pedersen, y Zitten, L. 1974. The influence of hygiene in catch handling on the storage life of iced cod and plaice. *J. Food Technol.* 9:213
- ICMSF. 1985. Ecología Microbiana de Alimentos: Productos Alimenticios. ACRIBIA ZARAGOZA (España). pp. 573-612.
- ICMSF. Trad. Ordoñez Pereda J.A. Microorganismos de los alimentos. Vol. 2. ACRIBIA ZARAGOZA ( España). pp. 91-103, 174-191.
- Imam, E.A., Nassar, A.M., Ibrahim, A.M. 1992. *Aspidogaster conchichola* (Trematoda; *Aspidogastrea*) from fresh water clam (*Anodonta rubens*) . *J. of the Egyptian Veterinary Medical Association* . 52(3): 431-434
- Ingham, S. C., y Potter, N. N.,1987. Microbial growth in surimi and mince made from Atlantic pollock. *J. Food Protect.* 50:312-315
- Ingham, S. C., y Potter, N. N.,1988a. Survival and growth of *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio parahaemolyticus*, and *Staphylococcus aureus* on cooked mince and surimis made from atlantic pollock. *J. Food Protect.* 51:634-638.
- Iren Stoknes y Turid Rustad. 1995. Proteolytic activity in muscle from Atlantic salmon. *J. of Food Sci.* 60(4): 711-714
- Jay James M. 1973. Microbiología Moderna de los Alimentos. Trad. Tormo Iguacel Jose. ACRIBIA, Zaragoza (España). pp: 78-85.
- Jin, M.; Kusunoki, K.; Ikejima, N.; Arai, T.; Irikura, Y.; Suzuki, K.; Hirata, I.; Kokubo, Y.; Maruyama, T. 1994. Incidence of *Listeria monocytogenes* in smoked salmon. *Japanese J. of Food Microbiol.* 11(2): 107-111
- Kaneko, m T., y Colewell, R.R. 1973. Ecology of *Vibrio parahaemolyticus* in Chesapeake Bay. *J. Bacteriol.* 113:24-32.
- Kantt, C.A. 1993. Glucosa oxidase/catalase solution for on-board control of shrimp microbial spoilage: model studies. *J. of Food Sci.* 58(1): 104-107
- Karl, H.; Koepstorff, A.; Huss, H. H.; Bloemsma, B. 1995 Survival of anisakis larvae in marinated herring fillets.



*International J. of Food Sci. & Tech.* 29(6): 661-670

Kietzmann, U., Priebe, K., Rakow, D., Reichstein, K. 1974. Inspección Veterinaria de Pescados. Trad. Bernaldo de Quiróz y Fernandez. ACRIBIA, ZARAGOZA (España). pp. 147-180

Kikuchi, S., Oshima, T., Oshima, Y., Takeuchi, T., Tatewaki, M. 1992. Decrease of shellfish toxins during the cultivation of toxic scallops in filtered and sterilized seawater. *J. of the Food Hygienic Society of Japan.* 33(3): 223-230

Kim Chang R. y Hearsberger, J.O. 1994. Gram negative bacteria inhibition by lactic acid culture and food preservatives on catfish filets during refrigerated storage. *J. of Food Sci.* 59(3): 513-516

Kim Chang, R., Hearsberger, J.O., Vickery, A.P., White, C.H., Marshall, D.L. 1995. Sodium acetate and bifidobacteria increase shelf-life of refrigerated catfish filets. *J. of Food Sci.* 60(1): 25-27

Kim, J.M.; Wri, C. J.; Marshall, M.R. 1995. Antibacterial activity of essential oil components against *Salmonella* thypimurium spiked to fish cubs. I.F.T. Annual Meeting.

Kobatake, M., Kreger-van, R.J.W., Placido, M.T.L.C., Uden, N. van. 1992. isolation of proteolytic psychrotrophic yeast from fresh raw seafoods. *Letters in Appl. Microbiol.* 14(2):37-42

Koide, K., Yanagisawa, Y., Fujita, T. 1992. studies on the kerosene-like odour production in surimi-based products. 1. *Bulletin of the Japanese Society of scientific Fisheries.* 58(1): 59-99

Koide, K., Yanagisawa, Y., Fujita, T. 1992. studies on the kerosene-like odour production in surimi-based products. 2. Micological studies on the 1,3-pentadiene producing moulds. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.* 58(1): 101-106

Kosak, P.H. y toledo, R.T. 1981. Effects of microbial decontamination on the storage stability of fresh fish. *J. of Food Sci.* 46: 12

Kueb, C. y Chan, K. 1985. Bacteria in bivalve shellfish with special refencee to the oyster. *J. Appl. Bacteriol.* 59:41-47.

Lee, C. M. 1984. Surimi process technology. *Food Technol.* 38:69-80

- Lee, C. M. 1986. Surimi manufacturing and fabrication of surimi-based products. *Food Technol.* 40:115-124.
- Lee, J.S. y Kolbe, E. 1982. Microbiological profile of Pacific shrimp, *Pandalus jordani*, stowed under refrigerated seawater spray. *Marine fish. Rev.* 44:12
- Lennon, D., Lewis, B., Mantell, C., Becroft, D., Dove, B., Farmer, k., Tonkin, S., Yeates, N., Stamp, R., y Mickelson, K. 1984. Epidemic perinatal listeriosis. *Pediatr. infect. Dis.* 3:30-34.
- .Licciardello, J. J., and Hill, W. S. 1978. Microbiological quality of commercial frozen minced fish blocks. *J. Food Protect.* 41:-948-952.
- Lima dos Santos, C.A. M. 1981 .The storage of tropical fish in ice-a review. *Trop. Sci.* 23:97
- Liuzzo, J. A., Lagarde, S. C., Grodner, R.M., y Novack, A.F. 1975. A total reducing substance test for ascertaining oyster quality. *J. Food Sci.* 40: 125-128.
- Lowe, T. E., Ryder, J. M., Carragher, J.F., Wells, R.M. 1993. Flesh quality in snapper, *Pagrus aviaius*, affected by captured stress. *J. of Food Sci.* 58(4): 770-773
- Magnusson, H. y Martinsdottir. 1995. Storage quality of fresh and frozen-thawed fish un ice. *J. of Food Sci.* 60(2): 273-278
- Martin, R.E. 1976. Mecanically-deboned fish flesh. *Food Technol.* 30:64-70.
- Martinez-Manzanares, E.; Mornigo, M.A., Castro, D.; Balebona M.C., Muñoz, M.A. Borrego, J.J. 1992. Relationship between indicators of fecal pollution in shellfish-growing water and the occurrence of human pathogenic microorganisms in shellfish. *J. of Food Protect.* 55(8): 609-614
- Matches, J.R. 1982. Effects of temperature on the decomposition of Pacific coast shrimp (*Pandalus jordani*). *J. Food Sci.* 47:1044.
- Matches, J.R., Liston, J. y Curran, D. 1974. *Clostridium perfringens* in the environment. *Appl. Microbiol.* 28:655-660.
- Matte, G.R.; Matte, M.H.; Sato, M.I.Z.; Sanchez, P.S.; Rivera, I.G.; Martins, M.T. 1994. Potentially pathogenic vibrios

- associated with mussels from a tropical region on the Atlantic Coast of Brazil, *J. of Appl. Bacteriol.* 77(3): 281-287
- Mayer, B., Samuels, R., Flick, G., Hackney, C., Rippen, T., Soul, D., Sanders, L., Coale, C., DuPaul, W., Grulich, R., Cahill, P., Smith, C. y Clusman, A. 1986. A seafood quality program for the Mid-Atlantic region, Part II. A report submitted to the Mid-Atlantic Fisheries Development Foundation.
- Middlebrooks, B.L. Toom, P.M., Douglas, W.L., Harrison, R.E. y McDowell, S. 1988. Effects of storage time and temperature on the microflora and amine development in Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*). *J. of Food Sci.* 53: 1024
- Miller, S.A. y Brown, W.D. 1984. Effectiveness of chlortetracycline in combination with potassium sorbate or tetrasodium ethylenediaminetetraacetate for preservation of vacuum packed rockfish fillets. *J. of Food Sci.* 49: 188
- Miyake, M., Honda, T., y Miwatani, T. 1988. Purification and characterization of *Vibrio metschnikovii* cytolysin. *Infect. Immun.* 56:954-960.
- Miyazawa, K.; Asakawa, M.; Noguchi, T. 1995. Toxicity change of paralytic shellfish poison-infested oyster during canning, drying and sauce-making processes. *J. of the Food Hygienic Society of Japan.* 36(1): 49-63
- Morris, J. Y Blak, R. 1985. Cholera and other vibrioses in The United States. *N. Engl. J. Med.* 312:343-350.
- Morris, J.G., Wilson, R., Hallis, D.G., Weaver, R.E., Miller, H.G., Tacket, C.O., Chickman, F.W., y Blake, P.A. 1982. Illness caused by *Vibrio damsella* and *Vibrio hollisae*. *Lancet.* 1:1294-1296.
- Motegi, S., and Matsubara, M. 1970. Bacteria isolated from the film packaged fish-paste product kamaboko. *J. Food Hyg. Soc. Jpn.* 11:49-51.
- Motes, M. L. 1982. Effect of chlorinated wash water on *Vibrio cholerae* in oyster meats. *J. Food Sci.* 47:1028-1029.
- Mulak, V., Eb, P., Becel, P., Tailliez, R. 1992. Bacteriology of sea products characterization of surviving bacteria after heat treatment. *Sciences des Aliments.* 12(3):415-418
- Murphree, R.L. y Tamplin, M.L. 1995. Uptake and retention of *Vibrio cholerae* O1 in the eastern oyster, *Crassostrea*

*virginica*. *Appl. and Environ. Microbiol.* 61(10): 3656-3660

Myjak, P.; Szostakowska, B.; Wojcrechowski, J.; Pretkiewicz, H.; Rokiki, J. 1994. Anisakid larvae in cod from the Southern Baltic Sea. *Archive of Fishery and Marine Research.* 42(2): 149-161

Nelson, K.J. y Potter, N.N. 1976. Growth of *Vibrio parahaemolyticus* at low salt levels and in nonmarine foods. *J. Food Sci.* 41:1413-1417.

Nelson, R.W. y Barnett, H.J. 1973. Fish preservation in refrigerated seawater modified with carbon dioxide. *Proc. 13th Intl. Cong. Refrig.* 3:57

Nickelson, R., Finne, G., Hanna, M.O., y Vanderzant, C. 1980. Minced fish flesh from nontraditional Gulf of Mexico finfish species: bacteriology. *J. Food Sci.* 45:1321-1326.

NirmalaThampuram y Gopakumar, K. 1991. Microbial profile of tropical prawn *Metapenaeus dobsoni* during frozen storage. *J. of Food Sci. India.* 28(6): 371-374

Oliver, J.D. 1981. Lethal cold stree of *Vibrio vulnificus* in oysters. *Appl. Environ. Microbiol.* 41:710-717.

Óneil C.E. y Lehrer S.B..1995. Seafood allergy and allergens: a review 4. *Food Technology.* 9(10): 103-116

Pace, J., Wu, C. Y. y Chai, T.1988. Bacterial flora in pasteurized oysters after refrigerated storage. *J. Food Sci.* 53: 325-329.

Parker, R.W.; Maurer, E.W.; Childers, A.B.; Lewis, D.H. 1994.Effect of frozen storage and vaccum packaging on survival of *Vibrio vulnificus* in Gulf coast oysters ( *Crassostrea virginica*). *J. of Food Protect.* 57(7):604-606

Pérez Salmeron Luis Angel. 1988. Higiene y Control de los Productos de la Pesca. CECSA. pp. 25-59

Phillips, F. A. y Peeler, J T 1972. Bacteriological survey of the blue crab industry. *Appl. Microbiol.* 24 958

Pipatsattayanuwong, S ; Park, J.W.; Morrissey, M T.1995. Funtional properties and shelf-life of fresh surimi from pacific whiting. IFT Annual meeting.

Pontefract, R D., Bishai, F.R., Hockin, J., Bergeron, G., Parent, R 1993. Norwalk-like viruses associated with a

gastroenteritis outbreak following oyster consumption. *J. of Food Protect.* 56(7):604-607

Poole, S. E.; Mitchel, G. E.; Mayze, J. L. 1994. Low dose irradiation affects microbiological and sensory of subtropical seafood. *J. of Food Sci.* 59(1): 85-87

Post, L.S., Lee, D.A., Solberg, M., Furgang, D., Specchio, J., y Graham, C. 1985. Development of botulinal toxine and sensory deterioration during storage of vacuum an modified atmosphere packaget fish fillets. *J. Food Sci.* 50:990-996.

Pothuri, P.V.D. Marshall, D.L.; Mc Millin, K.W.; Grodner, R.M. 1995. Action of lactic acid and monolaurium on *Listeria monocytogenes* in crawfish tail meat stored in varios atmospheres at 4°C. I.F.T Meeting

Poulter, R.G., Curran, C. A. y Disney, J.G. 1981. Chilled storage of tropical and temperature water fish-differences and similarities. Advances in refrigerated treatment of fish, specially underutilized species. *Bull. Int. Inst. Refrig.* 49:111

Prasad, M.M., Panduranga Rao, C.C., Gupta, S.S. 1994. Chemical and microbiological quality of dry fish from Kakinada. *Fishery Technology* 31(1): 75-78

Queiroz, M.I. Treptow, R.W.; Queiroz, E.G. 1993. Sensory scale for evaluation of freshnes of fish stored in ice. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamiento de Alimentos.* 11(2): 91-102

Raccach, M. and Baker, R. C. 1978. Microbial properties of mecanically deboned fish flesh. *J. Food Sci.* 43:1675-1677.

Randell, K.R.; Ahvenainen,R.; Latva-Kala, K.; Hurme, E.; Mattila-Sandholm, T.; Hoyvönen, L. 1995. Modified atmosphere-packaged marinated chicken breast and rainbow trout quality as affected by package leakage. *J. of Food Sci.* 60(4): 667-672

Ravesi, E. M., Licciardello, J.J. y Racicot, L.D. 1987. Ozone treatments of fresh Atlantic cod, *Gadus morhua*. *Marine fish Rev.* 49:37

Ravesi, E. M., Licciardello, J.J., Tuhkunen, B.E. y Lundstrom, R.C. 1985. The effects of handling or processing treatments on storage characteristics of fresh spiny dogfish, *Squalus acanthias*. *Marine fish Rev.* 47:48

Reddy, N.R., Schreiber, C.L., Buzard, K.S., Skinner, G.E., Armstrong, D.J. 1994. Shelf life of fresh tilapia filletes

packaged in high barrier film with modified atmospheres. *J. of Food Sci.* 59(2): 260-263

Reeve, G., Martin, D.L., Pappas, J., Thompson, R.E., y Green, K. D. 1989. An outbreak of shigellosis associated with the consumption of oysters. *N. Engl. J. Med.* 321:224-227.

Reily, L. y Hackncy, C. 1985. Survival of *Vibrio cholerae* during cold storage in artificially contaminated seafoods. *J. Food Sci.* 50:838.

Reppond, K.D., Collins, J. y Markey, D. 1985. Walleye pollock (*Theragra chalcogramma*): physical, chemical and sensory changes when held in ice, slush-ice, refrigerated seawater, and CO<sub>2</sub>-modified refrigerated seawater then stored as block of fillets at -18°C. *J. of Food Sci.* 50: 985

Reppond, K.D., Bullard, F.A. y Collins J. 1979. Walleye pollock (*Theragra chalcogramma*): physical, chemical and sensory changes when held in ice and in carbon dioxide modified refrigerated seawater. *Fish. Bull.* 77:481

Reppond, K.D., y Collins J. 1983. Pacific cod (*Gadus macrocephalus*): Change in sensory and chemical properties when held in ice and CO<sub>2</sub> modified refrigerated seawater. *J. of Food Sci.* 48: 1552

Richards, G.P. 1988. Microbial purification of shellfish: a review of depuration and relaying. *J. Food Protect.* 51:218-251.

Rodríguez-Jerez, J.J., Lopez-Sabater, E.I., Hernandez-Herrero, M.M., Mora-Ventura, M.T., 1994. Histamine, putrescine and cadaverine formation in spanish semipreserved anchovies as affected by time/temperature. *J. of Food Sci.* 59(5): 993-997

Ronk, R.J. 1988. Emerging trends: *Vibrio vulnificus*. *J. Assoc. Food Drug Offic.* 52: 7-11.

Rosanvalli, L.J. 1982. A recommended procedure for assuring the quality of fish fillets at point of consumption *Marine Fish Rev.* 44:8.

Ruple, A.D. y Cooj, D.W. 1992. *Vibrio vulnificus* and indicator bacteria in shellstock and commercialy processed oysters from the Gulf Coast *J. of Food Protect.* 55(9): 667-671

- Samuels, R.D., DeFeo, A., Flick, G.J., Ward, D.R. Rippen, T., Riggins, J.K., Coale, C. y Smith, C. 1984. Demonstration of a quality maintenance program for fresh fish products. A report submitted to Mid-Atlantic Fisheries Development Foundation.
- Sasayama, S. 1973. Irradiation preservation of fish meat jelly products. II. Classification of spoilage bacteria in irradiated kamaboko. *Bull. Tokai Reg. Fish Res. Lab.* 75:39-46.
- Scott, D.N., Fletcher, G.C., Hogg, M.G. y Ryder, J.M. 1986. Comparison of whole and headed and gutted orange roughly stored in ice: sensory, microbiology and chemical assessment. *J. of Food Sci.* 51: 79
- Shandera, W.X., Johnson, J.M., Davis, B.R., y Blake, P.A. 1983. Disease from infection with *Vibrio mimicus*, a newly recognized *Vibrio* species. *Ann. Intern. Med.* 99:169-171.
- Shaw, S.J., Bligh, E.G. y Woyewoda, A.D. 1983. Effect of potassium sorbate application on shelf life of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 16:237
- Shaw, S.J., Bligh, E.G. y Woyewoda, A.D. 1984. Effect of delayed filleting on quality of cod fish. *J. of Food Sci.* 49: 979
- Shaw, S.J., Bligh, E.G. y Woyewoda, A.D. 1986. Spoilage pattern of Atlantic cod filets treated with glucose oxidase/gluconic acid. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 19:3
- Shewan, J.M. 1961. The microbiology of sea-water fish. Fish as food. vol. I. Academic Press. N. Y. pp. 487- 560
- Shimada, K., Kimura, E., Yasui, Y., Tanaka, H., Matsushita, S., Hagihara, H., Nagakura, M., Kawahisa, M. 1992. Styrene formation by the decomposition by *Pichia carsonii* of trans-cinnamic acid added a ground fish product. *Appl. and Environ. Microbiol.* 58(5):1577-1582
- Shinagawa, K., Konuma, H., Tokumaru, M., Takemasa, N., Hashigiwa, M., Shigehisa, T., y Lopes, C. A. M. 1988. Enumeration of aerobic sporeformers and bacillus cereus in meat product additives. *J. Food Protect.* 51:648-650
- Silva, J.L. y White, T.D. 1994. Bacteriological and color changes in modified atmosphere-packaged refrigerated channel

- catfish. *J. of Food Protect.* 57(8): 715-719
- Singh, B.R. y Kulshreshtha, S.B. 1992. Preliminary examinations on the enterotoxigenicity of isolates of *Klebsiella pneumoniae* from seafoods. *International. J. of Food Microbiol.* 16(4): 349-352
- Son, N.T. y Fleet, G.H. 1980. Behavior of pathogenic bacteria in the oyster, *Crassostrea commercialis.*, during depuration, relaying, and storage. *Appl. Environ. Microbiol.* 40:994-1002.
- Sonu S. 1986. Surimi. National Oceanic and atmospheric Administration Technical Memorandum. NMFS-SWR-013.
- Stansby Maurice E. 1963. Industrial Fishery Technology. Litton Educational Publishing, Inc. pp. 338,339,341-343
- Statham, J.A. Bremmer, H.A. y Quarmby, A.R. 1985. Storage of morwong (*Nemadactylus macropterus* Bloch and Schneider) in combinations of polyphosphate, potassium sorbate and carbon dioxide at 4°C. *J. of Food Sci.* 50: 1580
- Sugita, H. Tanaka,K;Yoshimami,M; Deguchi,Y. 1995. Distribution of Aeromonas species in the intestinal tracts of river fish. *Appl. and Environ. Microbiol.* 61(11): 4128-4130
- Summer, J.L. Gorczyca, E., Cohen, D. y Brady, P. 1984. Do fish from tropical waters spoil less rapidly in ice than fish from temperate waters? *Food Technol. Aust.* 35:328
- Tatsunami, K.; Takenada, T.; Echigo, T. 1994. Studies on halotolerant and halophilic histamine-forming bacteria IV. Changes in number of halotolerant histamine-forming bacteria and contents of non-volatile amines in meat during processing of fermented sardine with rice-bran. *J. of Japanese Society of Food Science and Technology.* 41 (11) 840-843
- Temple, W. A. 1995. Overview of the 1993 New Zealand marine biotoxin crisis. *J. of Natural Toxins.* 44(2): 181-184
- Thompson, C.A., Vanderzant, C., y Ray, S.M. 1976. effect of processing, distribution and storage on *Vibrio parahaemolyticus* and bacterial counts of oysters. (*Crassostrea virginica*). *J. Food Sci.* 41:123-127.
- Tomasyan, Kh.,K'ocev, D., Boshkova, K., Mechenov, G., Donchev, V 1991. *Khranitelna Promishlenost* .40(3/8): 50-52



- Tomlinson, N., Geiger, S.E., Boyd, J.W., Southcott, B.A., Gibbard, G. A. y Roach, S.W. 1974. Comparison between refrigerated seawater (with or without added carbon dioxide) and ice as storage media for fish to be subsequently frozen. I.I.F.I.I.R. p. 263
- Townley, R.R. y Lainier, T.C. 1981. Effect of early evisceration on the keeping quality of Atlantic croaker (*Micropogon undulatus*) and grey trout (*Cynoscion regalis*) as determined by subjective and objective methodology. *J. of Food Sci.* 46: 86
- Unnihishnan Nair, T.S., Mathen, C., Ravindranathan Nair, P. 1994. Control of insect infestation in dry fish by pyrethrum treatment on commercial containers. *Fishery Technology* .31(1): 64-68
- Usp, G., Kulis, D.M., Anderson, D.M. 1994. Growth and toxin production of the toxic dinoflagellate *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* in laboratory cultures. *Natural Toxins*, 2(5): 254-262
- Vanderzant, C., Matthys, A. W., y Cobb, B. F. 1973. Microbiological, chemical and organoleptic characteristics of frozen breaded raw shrimp. *J. Milk Food Technol.* 36:253-261.
- Vanderzant, C., Mroz, E., y Nickelson, R. 1970. Microbial flora of Gulf of Mexico and pond shrimp. *J. Milk Food Technol.* 33:346.
- Vanoy, R.W., Tamplin, M.L., Schwarz, J.R. 1992. Ecology of *Vibrio vulnificus* in Galveston Bay oysters, suspended particulate matter, sediment and seawater: detection by monoclonal antibody-immunoassay-most probable number procedures. *J. of Industrial Microbiol.* 9(3/4): 219- 223
- Varga, S., Sims, G. G., Michalik, P., Regier, L. W. 1979. Growth and control of halophilic microorganisms in salt minced fish. *J. Food Sci.* 44:47-50.
- Venneman, I H , Cloete, T E , Dykes, G A , Holy, A Von 1994 Bacterial populations associated with the processing of cape hake (*Merluccius capensis* y *Merluccius paradoxus*) *J. Food Protect.* 57(11): 1016-1018
- Ward Don R. y Hackney Cameron. 1991. Microbiology of Marine Food Products. *AVI Publishing*. pp. 3-110, 211-283
- Weagant, S D., Sado, P N., Colburn, K. G., Torkelson, J.D , Tanley, F.A., Krane, M.H., Shields, S.C., y Thayer, C.F

1988. The incidence of *Listeria* species in frozen seafood products. *J. Food Protect.* 51:655-657.
- Weagant, S.D., Sado, P.N., Colburn, K.G., Torkelson, J.D., Tanley, F.A. Krane, M.H., Dhields, S.C., y Thayer, C.F.  
1988. The incidence of *Listeria* species in frozen seafood products. *J. Food Protect.* 51:655-657.
- Wentz, B.A., Duran, A.P., Swartzentruber, A., Schwab, A.H., McClure, F.D., Archer, D. y Read, R.B.jr. 1985.  
Microbiological quality of crabmeat during processing. *J. Food Protect.* 48:44
- Wesley, P. 1982. Glucose oxidase treatment prolongs shelf-life of fresh seafood. *Food Dev. Jan.*, p. 36.
- Wesley, P. 1982. glucose oxidase treatment prolongs shelf-life of fresh seafood. *Food. Dev. Jan.* p.36.
- Williams S. Rodwell. Manual Práctico de Nutricion. 1987. *PAX-México.*
- Yamagata, M. y Low, L.K. 1995. Banana shrimp, *Penaeus merguensis*, quality changes during iced and frozen storage. *J. of Food Sci.* 60(4): 721-726
- Yin-Sun y Oliver, J.D. 1994. Effect of Gras-compounds on natural *Vibrio vulnificus* populations in oysters. *J. of Food Protect.* 57(10): 921-923
- Yoon, I.H., Matches. J.R., y Rasco, B. 1988. Microbiological and chemical changes of surimi-based imitation crab during storage. *J. Food Sci.* 53: 1343-1346.
- Yue-Yie Fang. 1994. Epidemiologic characteristics of *Clonorchiasis sinensis* in Guandong province, China. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health.* 25(2): 291-295
- Zapatka, F.A., y Bartolomeo, B. 1973. Microbiological evaluation of cold-water shrimp (*Pandalus borealis*). *Appl. Microbiol.* 25:858