



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

“REVISIÓN DE MÉTODOS PARA PRESERVACIÓN DE CAMARÓN UTILIZADOS EN MÉXICO Y SU IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”.



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

Trabajo Monográfico de Actualización

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO

P R E S E N T A ;

LETICIA LOPEZ ESTRADA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1988



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 está 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.

INDICE.

Introducción

Objetivo

Antecedentes

Capítulo 1. Conservación de camarón por frío

1.1. Refrigeración

1.2. Congelación

Capítulo 2. Conservación de camarón por calor

2.1. Secado

2.2. Enlatado

Capítulo 3. Conservación de camarón por sustancias químicas

3.1. Salado

3.2. Ahumado

**Capítulo 4. Ventajas y desventajas de los procesos de
conservación más comunmente empleados en México.**

Discusion

Conclusiones

Bibliografía

INTRODUCCION.

El interés por el mar se centra principalmente en sus batos recursos. Estos pueden reunirse en dos grandes grupos y son: los organismos vivos, fuente importante de alimentos y los no renovables, constituidos por minerales e hidrocarburos.

En la explotación y la exploración de los recursos marinos se cuenta con una zona costera comprendida en una amplia región de interfase entre el continente y el océano. Esta región es un elemento de desarrollo económico y social de los países que cuentan con litorales. Su administración racional consiste en la compatibilidad y aprovechamiento armonico de sus recursos y de las actividades productivas, tales como la pesca, la explotación de hidrocarburos, la extracción de minerales, la agricultura, las obras de infraestructura, la industria, el turismo, la navegación y los puertos, con el propósito de obtener los mejores beneficios a corto, mediano y largo plazo.

La alimentación es quizá la mayor preocupación de la humanidad y especialmente para países como el nuestro, es el mar una de las mayores fuentes potenciales de proteínas.

Para ello, México cuenta con casi 10, 000 Km de litorales, con 3 millones de Km² de aguas jurisdiccionales, con 270, 000 Km² de plataforma continental y con 2.9 millones de hectareas de cuerpos de aguas continentales habitadas por una gran variedad de organismos animales y vegetales.

(30)

De las 504 especies de peces que se presentan en los mares de México, solamente 25 de ellas alcanzan índices de abundancia considerables que permiten explotarlas comercialmente. El camarón, la langosta, el abulón y otras familias de invertebrados no alcanzan elevados índices de abundancia; pero debido a su elevado valor comercial representan importantes productos de exportación y alcanzan altas cifras del valor y volumen total de la pesca.

PRODUCCION.

Las estadísticas pesqueras para México en el año de 1985 muestran una producción total de 703, 000 toneladas, de las cuales el 77 % están constituidas por peces, el 14.5 % por crustáceos y el 8 % por moluscos. Cerca del 50 % de la producción total anual se destina al consumo humano directo, mientras que el resto se transforma en harinas de pecado y forrajes.

Las principales especies marinas que se explotaron en México en 1985 fueron la anchoveta, 28.23 % de la producción

cción total con valor de 1 094.2 millones de pesos, la sardina 23.16 % con un valor de 3, 041 millones de pesos, el camarón 13.55 % con un valor de 90, 293 millones de pesos y el atún 3.7 % con un valor de 15, 338 millones de pesos. El resto de la explotación pesquera en cuanto a volumen y valor de la producción aparece en las estadísticas con la denominación de "otros" abarcando un gran número de especies. (76)

Como se mencionó anteriormente, los camarones peneidos son un recurso pesquero muy explotado por su valor comercial en la mayor parte del país. No obstante, el conocimiento sobre la dinámica de sus poblaciones no es del todo satisfactoria principalmente porque son un grupo de organismos con larga etapa larvaria, una alta tasa de crecimiento y un corto ciclo de vida, como se verá con mayor detalle más adelante.

Uno de los aspectos de mayor dificultad para la explotación racional de este recurso, es el de conocer la magnitud de las poblaciones sometidas a explotación. Sin este conocimiento es imposible obtener datos confiables que permitan calcular el rendimiento máximo sostenible del recurso, y de ahí su correcta industrialización y consumo. (71)

Dada la importancia económica y alimenticia que representa esta especie, en el presente trabajo se describen ampliamente las técnicas de conservación más utilizadas para evitar posibles mermas durante su almacenamiento y distribución. La revisión abarca desde las técnicas tradicionales como pudieran ser el secado, el salado y el ahumado, hasta las más sofisticadas como el congelamiento y enlatado, todos ellos procesos tendientes a mantener al camarón peneido en buenas condiciones para su consumo en fresco o procesado no importando el lugar y período en que se haya realizado su captura.

OBJETIVO.

El presente trabajo tiene como propósito hacer una recopilación de las técnicas y métodos más utilizados en México para la conservación del camarón peneido, especie altamente importante para nuestro país por su alto valor comercial.

La información aquí presentada servirá como guía para evitar posibles alteraciones en su calidad y contaminaciones que pudieran presentarse durante su almacenamiento y distribución a los centros de consumo nacional y extranjeros.

ANTECEDENTES.

En esta parte del estudio se describen brevemente algunas de las características del camarón capturado en costas mexicanas, como son principales especies, ciclo de vida, morfología, reproducción, etc., con el propósito de dar un panorama general de este importante recurso.

Los camarones capturados en nuestro país comercialmente explotables, pertenecen al género Penaeus, los cuales son localizados tanto en el Océano Pacífico como en el Golfo de México.

Son cuatro las especies de camarones que soportan la pegquería del camarón en el Pacífico, estas representan el 70 % del total de la Podrucción Nacional y son (20,69)

Nombre Común	Nombre Científico
Camarón blanco	<u>Penaeus</u> <u>vannamei</u>
Camarón azul	<u>Penaeus</u> <u>stylirostris</u>
Camarón café	<u>Penaeus</u> <u>californiensis</u>
Camarón rojo	<u>Penaeus</u> <u>brevirostris</u>

Las especies de camarones que son sujetos de captura e industrialización en el Golfo de México son tres:

Nombre Común	Nombre Científico
Camarón rosado	<u>Penaeus duorarum</u>
Camarón blanco	<u>Penaeus setiferus</u>
Camarón café	<u>Penaeus aztecus</u>

Tanto las especies del Pacífico como las del Golfo de México son semejantes en su morfología, biología y hábitos; pero entre ellos difieren en su ciclo de vida, distribución y abundancia, por lo tanto aparecen en diversa proporción en la captura durante la temporada. (47)

LOCALIZACION.

El camarón blanco (Penaeus vannamei) se localiza desde el extremo norte del Golfo de California hasta Tumbes, Perú. El camarón azul (Penaeus stylirostris) se encuentra desde Punta Abreojos en el territorio de Baja California, México hasta Tumbes, Perú.

El camarón café (Penaeus californiensis) se captura desde la Bahía de San Francisco, California hasta la Bahía Sechura, Piura en el Perú e Isla Galápagos, Ecuador.

El camarón rojo (Penaeus brevisrostris) se captura desde el norte de Sinaloa hasta el Golfo de Guayaquil e Isla

Galápagos, Ecuador.

Las especies del Golfo de México se localizan desde Estados Unidos hasta Campeche y Quintana Roo.

El camarón rosado (Penaeus duorarum) se captura desde la parte sur de la bahía Chesapeake, Maryland a lo largo de la costa de los Estados Unidos y México hasta Isla Mujeres, Quintana Roo.

El camarón blanco (penaeus setiferus) es capturado desde Isla Fire en Nueva York, hasta el estuario de St. Lucy, Florida y en el Golfo de México desde el extremo oeste de la Florida hasta Campeche.

El camarón café (Penaeus aztecus) se localiza desde Marthas Vineyard, Massachusetts hasta el oeste de la Isla de Sanibel, Florida y desde bahía Apalachicola, Florida hasta el noroeste de Yucatán. (19,69)

CICLO DE VIDA.

Camarón del Pacífico.

El camarón rojo (Penaeus brevistris) y el camarón café (Penaeus californiensis) cumplen todo su ciclo de vida en el ambiente marino. Las poblaciones adultas se localizan a 30 brazas de profundidad. En primavera las hembras desovan en la costa por lo que se encuentran gran

cantidad de juveniles. Cuando estos crecen se desplazan a zonas profundas, encontrándose tallas mayores durante los meses de febrero, marzo y abril.

El camarón blanco (Penaeus vannamei) y el camarón azul (Penaeus stylirostris) requieren dos ambientes para su ciclo vital. Las poblaciones adultas se encuentran entre 10 y 15 brazas de profundidad, las hembras se acercan a la costa para desovar. Las larvas pasan las primeras etapas de su vida en aguas abiertas cerca de la costa y después penetran en aguas interiores (el camarón azul en bahías y el camarón blanco en esteros) donde alcanzan el estado juvenil para después emigrar nuevamente hacia el mar donde se transforman en adultos. Los ejemplares de mayor talla se encuentran a mayor distancia de la costa y a mayor profundidad.

Camarón del Golfo de México.

El camarón rosado (Penaeus duorarum) lleva todo su ciclo de vida en mar abierto, en zonas de alta salinidad donde la concentración de sales y la temperatura son factores determinantes para su desarrollo.

El camarón café (Penaeus aztecus) efectúa su ciclo de vida en dos fases y medios diferentes; una de estas fases se desarrolla en lugares no lejanos de la costa donde

lleva a cabo su reproducción y desarrollo de larvas. En la siguiente fase se dirige hacia aguas con poca profundidad y ricas en sustancias nutritivas donde completan su ciclo de vida mediante la reproducción y desove. (8,9,19)

El camarón blanco (Penaeus setiferus) lleva a cabo todo su ciclo de vida dentro de las lagunas litorales, las que abandona ocasionalmente para reproducirse en zonas cercanas a las costas, esteros o bocas de las lagunas, alcanzando un gran tamaño. Se reproduce en la primavera y el verano. Las hembras aparecen con huevo desde el mes de marzo, siendo su captura en el mes de mayo.

CLASIFICACION TAXONOMICA.

Reino ----- Animal
Phylum ----- Arthropoda
Clase ----- Crustacea
Subclase ----- Malacostraca
Serie ----- Eumalacostraca
Division ----- Eucarida
Orden ----- Decapoda
Suborden ----- Natantia
Tribu ----- Penaeidea
Familia ----- Penaeidae
Subfamilia ----- Penaeinae
Grupo ----- Penaeus
Genero ----- Penaeus (9)

MORFOLOGIA.

La familia Penaeidea constituye las principales especies comerciales de camarón. Al observar un camarón cualquiera, lo primero que se aprecia es su esqueleto externo o exoesqueleto (la llamada cáscara) constituido por un revestimiento de quitina (quitina, proteína y cal) que le sirve de sostén y protección. (Fig. 1)

Su cuerpo esta dividido en dos partes, la llamada comunemente cabeza y la parte comestible o cola. La cabeza es una combinación de cabeza y tronco en una sola unidad llamada cefalotórax, esta unidad lleva los organos de los sentidos, ojos y dos pares de antenas que le sirven para oler y orientarse, la boca con mandíbulas y otros accesorios masticadores; tres pares de patas prensoras y dos pares de patas caminadoras y las branquias. En el interior se encuentran el cerebro, el corazón, el tubo digestivo y los organos reproductores.

La parte comestible o cola corresponde al abdomen del animal, formado casi totalmente de músculo (carne) con excepción de la prolongación de las visceras. Lleva cinco pares de patas nadadoras siendo el primer par diferente en el caso de los machos y de las hembras, lo cual permite diferenciarlos; pues el primer par de patas abdominales de los machos lleva unas prolongaciones membranosas que no existen

ten en las hembras. El cuerpo del camarón termina con una espina triangular flexible con dos pares de patas aplanadas que le ayudan en la natación. (9,49)

ALIMENTACION.

De estudios hechos del contenido estomacal del camarón, se llega a la conclusión de que los camarones son omnívoros. En los contenidos estomacales se han podido observar fragmentos de pequeños animales de vida acuática como restos de caracoles, conchas, anélidos, peces, algas. En general cualquier partícula de materia orgánica que encuentran en el lodo del fondo. En el acuario se les alimenta con harinas de pescado, masa de maíz y otros materiales y se ha visto que gustan de variados alimentos. (20)

FECUNDIDAD Y REPRODUCCION.

La reproducción se efectúa en alta mar y el desarrollo larvario ocurre ahí también, las post-larvas emigran a aguas interiores donde crecen y maduran.

La fecundación de los camarones se lleva a cabo por la transferencia de un espermátóforo del macho a la hembra mediante la unión de sus abdomenes, ésta transferencia la hace el macho por medio de un apéndice llamado petasma

(que se encuentra en el primer par de patas) inyectándole a la hembra el espermatóforo en una estructura llamada telicum. Posteriormente se efectúa el desove, variando en tre 500 mil a un millón el número de huevecillos arrojados por la hembra. (73)

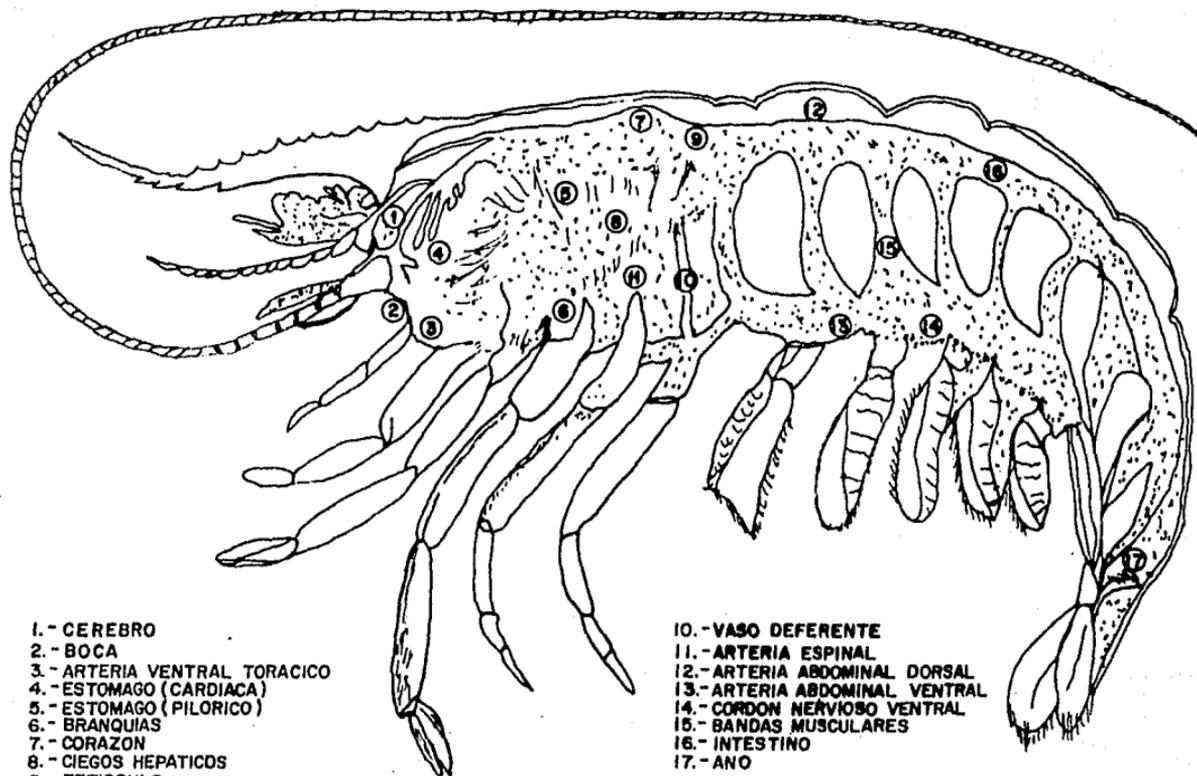
Los camarones alcanzan su talla máxima alrededor del año y medio; pero son susceptibles de capturarse desde los seis o siete meses de edad; el crecimiento está estrechamente asociado a condiciones hidrológicas como son temperatura, niveles de salinidad adecuados y la cantidad de alimento, cuando estos factores son apropiados, pueden tener un crecimiento entre 21 y 37 mm mensuales (0.70 - 1.23 mm) al día.

COMPOSICION QUIMICA.

Estudios bromatológicos realizados en varias presentaciones del camarón indican que este representa un porcentaje alto (25 - 30 %) del total de materias nutritivas por lo que lo hace aparte de un alimento de excelente sabor, un producto indispensable en la dieta humana.

Tabla 1 (56)

Fig. 1.- ESQUEMA DE CAMARON



- 1.- CEREBRO
- 2.- BOCA
- 3.- ARTERIA VENTRAL TORACICO
- 4.- ESTOMAGO (CARDIACA)
- 5.- ESTOMAGO (PILORICO)
- 6.- BRANQUIAS
- 7.- CORAZON
- 8.- CIEGOS HEPATICOS
- 9.- TETISCULO

- 10.- VASO DEFERENTE
- 11.- ARTERIA ESPINAL
- 12.- ARTERIA ABDOMINAL DORSAL
- 13.- ARTERIA ABDOMINAL VENTRAL
- 14.- CORDON NERVIOSO VENTRAL
- 15.- BANDAS MUSCULARES
- 16.- INTESTINO
- 17.- ANO

POBLACION MICROBIANA.

Los métodos analíticos para cuantear y determinar la flora microbiana del camarón consiste en seguir una marcha que comprenda la identificación y cuantificación de bacterias, hongos y levaduras presentes.

Por las características de su habitat, estas especies se encuentran en aguas continentales, es decir relativamente cerca de las costas; suponiendo que los montos acuíferos se encuentran contaminados y estos a su vez contaminan a las especies marinas que ahí se desarrollan, es por ello importante determinar el tipo de contaminación microbológica para evitar alteraciones en los productos por conservar e implementar marchas analíticas para llevar a cabo un correcto control de calidad.

Según estudios efectuados en los camarones frescos y cocidos se pueden encontrar bacterias como estafilococos, coliformes, enterococos, hongos y levaduras. (81)

Tabla 1. COMPOSICION QUIMICA DEL CAMARON.

Porcentaje en peso	carne cruda de camarón	carne cocida de camarón	camarón empacado
desperdicios, huesos, piel, etc.	--	--	--
sal	--	--	--
agua	75 - 80	65 - 70	70.8
materia albuminoi de (N x 6.25)	18 - 20	25 - 30	25.4
grasa	1	1	1
hidratos de carbe no	--	--	0.2
materias minerales	--	--	2.6
total de materias nutritivas	--	--	29.2
calorias por libra	--	--	126

CAPITULO 1. CONSERVACION DE CAMARON POR FRIO.

Desde la antigüedad ya se conocía la acción del frío para la conservación de carnes, peces, frutas y otros alimentos. En los primeros tiempos se usaba el hielo proveniente de depósitos naturales el cual se almacenaba en cuevas hechas bajo tierra para que no se fundiera y pudiera usarse durante el verano en la conservación de toda clase de alimentos, pero principalmente de bebidas. Hasta fines del siglo XIX fué cuando de forma organizada el hielo natural se usó como refrigerante principalmente en Europa y Estados Unidos, donde se conformó un sistema de recolección, distribución y almacenamiento del hielo.

Los primeros ensayos para fabricar hielo por medios mecánicos datan de 1630, pero puede decirse que no fue sino hasta 1663 en que se inventaron las primeras máquinas de amoníaco y éter etílico para proporcionar bajas temperaturas. En 1873 aparecieron en el mercado las primeras máquinas compresoras de amoníaco que se popularizaron por todo el mundo alcanzando su perfeccionamiento hasta nuestros días. (79)

Al igual que con la carne, la conservación de productos marinos por frío puede hacerse por dos métodos generales

de acuerdo a las necesidades del consumo: por refrigeración y por congelación. En efecto, la refrigeración puede aplicarse a los alimentos que se piensa puedan ser consumidos por espacio de dos semanas sin sufrir cambios significativos. La refrigeración comunmente se aplica en el transporte del producto, ya sea en camaras de refrigeración o bien utilizando hielo picado. (21)

En el segundo método, los productos marinos son conservados por varios meses sin que su valor alimenticio sufra ningún cambio de importancia en sus calidades nutricionales originales. De no ser por este método de conservación, los productos marinos se hecharían a perder y sería imposible obtenerlos en su estado original durante gran parte del año, excepto si estos se presentaran como productos ahumados, salados, secos, etc., procesos en donde se pierden algunas de sus propiedades originales. (66)

1.1. REFRIGERACION.

La conservación de alimentos por refrigeración, es decir, por temperaturas superiores a la congelación, se aplica a frutas y verduras, carnes, leche fresca y productos lácteos, pescados y otros productos marinos incluso a ciertos productos alimenticios enlatados sometidos al calor, que han sufrido un tratamiento térmico poco drástico. En gene

ral se puede decir que la refrigeración es un método industrial y doméstico eficiente para conseguir reducir al mínimo las alteraciones microbianas y enzimáticas de los alimentos. Es por ello que en el presente capítulo se señalan los factores que gobiernan el crecimiento de los microorganismos a bajas temperaturas y los procedimientos a través de los cuales se puede controlar el crecimiento de los organismos que se desarrollan a bajas temperaturas.

Para explicar los efectos de las bajas temperaturas en el crecimiento de los microorganismos, conviene tratar la curva de crecimiento bacteriano. Si se hace crecer un cultivo puro de bacterias en un medio líquido y se efectúan periódicamente recuentos de los organismos viables, se obtiene una curva de este tipo:

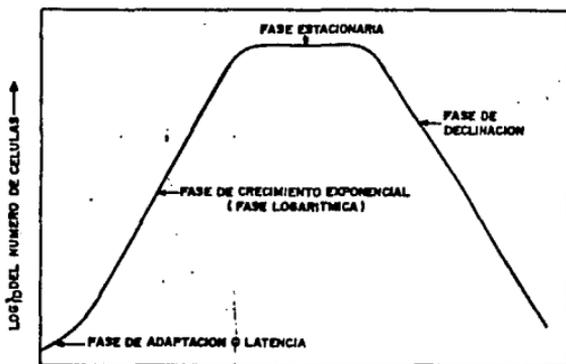


Fig. 2. Curva de crecimiento bacteriano.

Aunque en esta curva se pueden distinguir al menos siete fa
ses, aquí solo se consideran las cuatro fases más importantes. En la fase conocida como fase de adaptación o latencia, los organismos no se multiplican de inmediato más bien, aquí se incrementa la actividad metabólica, se forman o se re
paran los sistemas enzimáticos, las células comienzan a crecer y existe un aumento de DNA. Gradualmente las célu
las comienzan a multiplicarse y la gráfica varía de pendi
ente hasta alcanzar la fase de crecimiento logarítmico o exponencial. Durante esta fase los microorganismos crecen a una velocidad constante y se produce la duplicación pe
riódica del número de células viables. En la fase logarítmica se puede decir que las células son por lo general más susceptibles a las condiciones ambientales adversas, como la presencia de inhibidores químicos, temperaturas y cam
bios bruscos de pH, etc .

Conforme avanza la fase logarítmica, las condiciones ambi
entales se tornan desfavorables para el crecimiento y la curva se va aplanando hasta hacerse completamente horizon
tal alcanzandose la fase estacionaria.

Debe aclararse que la fase estacionaria no corresponde a una situación de no crecimiento, sino que la muerte de las células es reemplazada por la generación de nuevos indi
viduos, de tal modo que el número total de células vivas y muertas se ha incrementado, pero el número de células mi
crobianas viables permanece prácticamente constante. Con

forme avanza la fase estacionaria la cantidad de células que mueren comienzan a superar a las que se multiplican y así llegar a la fase de declinación.

Las temperaturas de crecimiento de los microorganismos en los alimentos proporcionan información útil, pero raramente permiten predecir que tipo de microorganismo puede causar la alteración de los alimentos porque sobre la alteración influyen factores tales como la naturaleza de los alimentos, la velocidad de crecimiento del microorganismo para crecer a temperaturas bajas, la concentración de células a la que tienen lugar los cambios organolépticos y virtualmente los cambios nutricionales, así como la presencia de crecimiento superficial que llegue a determinar cambios perceptibles por la vista, tales como la decoloración o presencia de limo. (28)

En terminos generales puede decirse que las bacterias psicófilas son la principal causa de alteración de los alimentos de origen animal y los mohos y levaduras de los productos hortofrutícolas. Los organismos psicófilos se han definido como aquellos que crecen por debajo de 20°C , que proliferan a niveles inferiores a 15°C hasta 0°C en alimentos no congelados. Aunque los microorganismos psicófilos pueden desarrollarse bien a 0°C su crecimiento más rápido tiene lugar entre 20° y 25°C . Por otro lado las bacterias psicótróficas se han definido como los microorganismos que crecen bien por debajo de 10°C y pueden

hacerlo también a temperaturas de 3°C , raramente se transforman en flora dominante a temperaturas inferiores a 10° u 8°C . Existen algunos casos en los que el pretratamiento de los alimentos refrigerados puede destruir las bacterias psicófilas y entonces predominan los de tipo psicotrófico que finalmente son la causa de las alteraciones. (55)

Las bacterias están presentes en las vísceras, piel y branquias de los peces vivos, siendo la mayoría inócua y aún benéficas pero en cuanto estos mueren, proliferan e invaden la carne, descomponiendo las complejas sustancias químicas de la carne en otras más simples como el amoníaco. Este proceso degradativo continúa hasta que la carne se pudre y resulta incomedible.

Los órganos del camarón más expuestos a la descomposición por bacterias son los del aparato digestivo. La invasión bacteriana empieza inmediatamente después de la muerte del camarón, si se tiene a temperatura ordinaria y aún a la temperatura del hielo, aunque más lentamente. El epitelio de los intestinos se descompone en primer lugar; posteriormente las partes internas y la piel apareciendo olores agrios y putridos. La descomposición de la carne por autodigestión, es provocada por las enzimas que continúan activas después de morir el camarón. Además de los dos tipos de descomposición mencionados, existe otro en los productos marinos con alto contenido de grasa, causado por la oxidación de las grasas que contiene la carne ori

ginando enranciamiento y sabores desagradables. (29)

Para evitar estos posibles daños se procede al cocimiento del camarón a bordo inmediatamente después de su captura, ayudando así a conservar mejor su sabor y color, teniendo como principal inconveniente posibles contaminaciones por Glostridium botulinum si es que el producto llega a estar contaminado después del cocimiento. A fin de reducir el riesgo del botulismo, el camarón cocido debe ser congelado a bordo de inmediato o bien desembarcado y procesado en tierra el mismo día, así mismo, no es recomendable almacenar el camarón cocido y enfriado durante varios días a bordo.

El tiempo de cocimiento debe ser tan corto como sea posible ya que si se hierva lentamente da por resultado un camarón de sabor y textura de baja calidad con pérdidas en peso del producto. Una vez escurrido y lavado, el camarón se vierte en agua de mar hirviendo, teniendo cuidado de que las cantidades sean bastante pequeñas como para permitir que el camarón pueda moverse libremente en el agua ya que el camarón compactado no se cuece en forma uniforme. La proporción deberá ser cerca de 1 Kg de camarón por 5 Lt de agua y el suministro de calor suficiente para cocinar el camarón en 6 o 7 minutos.

Comunmente el caldero típico a bordo de una embarcación contiene unos 90 Lt de agua y al verterse 18 Kg de camarón

a 10°C dentro a este volumen de agua de mar hirviendo a 101°C, la temperatura descendera a cerca de 86°C. Al sacar se del agua el camarón se enfria en agua de mar o bién se esparce sobre una lona limpia o en charolas de malla metálica al aire libre. El enfriamiento en el agua de mar por embarcaciones que pescan cerca de la costa puede presentar problemas de contaminación y la lona y las charolas son sumamente difíciles de mantener limpias. El enfriamiento por evaporación acarrea perdidas de peso por lo que se recomienda que una vez cocido el camarón, sea envuelto en bolsas de plástico, con hielo alrededor, el camarón puede mantenerse así en buenas condiciones hasta su desembarco posterior. (1,21)

Si el camarón no es congelado o cocido a bordo se puede mantener en buenas condiciones si es almacenado en hielo molido hasta 4 días, pero se obtienen los mejores resultados cuando el camarón es procesado en tierra después de los 2 días siguientes a su captura, debido a que después de 6 días en hielo desaparece completamente su sabor típico, la carne se hace blanda, descolorida y difícil de pelar; cuando se tarda 8 días se producen olores y sabores agrios. Por estos motivos las plantas procesadoras de camarón en tierra no deben utilizar camarón entero y crudo procedente de aguas profundas que tengan más de 4 días en hielo para poder ser hervido, pelado y congelado posteriormente.

Como metodo alternativo para conservar el camarón en lugar de hielo se utiliza agua de mar refrigerada. El marisco se mantiene en buenas condiciones hasta 4 días en agua de mar refrigerada a 0°C , obteniendose los mejores resultados cuando se procesa en tierra dentro de los siguientes dos días después de la captura.

El camarón cocido que proviene de agua profunda y es almacenado en agua de mar refrigerada mecanicamente o por adición de hielo generalmente tiene apariencia más atractiva que el camarón entero crudo de la misma edad conservado en hielo, semblanza más limpia y un mejor color; además de que ya cocido es más rosado y al contener cerca de un 2 % de su peso de sal, después de 2 días de almacenaje presenta una concentración adecuada para su posterior procesamiento si es que no es consumido directamente. (22)

Finalmente, cabe mencionar que en la actualidad se han ideado una serie de sistemas para almacenar productos perecederos como frutas, verduras, carnes y productos marinos a temperaturas de refrigeración "alterando" las condiciones ambientales.

En efecto, estos sistemas se conocen como Atmosfera Controlada (AC) y Atmosfera Modificada (AM). Ambos terminos comunmente involucran la manipulación de los niveles de dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno (N_2) y oxígeno (O_2), sin embargo otros gases como monóxido de carbono, etileno, propileno y acetileno son algunas veces incluidos. El sistema de AM di

fiere del sistema de AC solamente en las modificaciones de las presiones parciales de los gases empleados. El almacenamiento en condiciones hipobaricas (bajas presiones) se refiere más comunmente al tipo de sistema de Atmosferas Controladas. (6,36)

Si bien es cierto que en estos novedosos sistemas las condiciones de almacenamiento y transporte son más eficientes para conservar en buen estado el producto, normalmente se han aplicado con buenos resultados comerciales a los productos horto-frutícolas, no siendo igual de efectivos para productos carnicos y marinos en donde se ha visto que el único efecto consiste en reducir el crecimiento de algunos microorganismos del tipo Pseudomonas y otros psicotrofos los cuales generan sabores y olores desagradables al alimento almacenado. (78,92)

Por otro lado al disminuir la composición del O_2 y aumentando la del CO_2 por el uso de sistemas de almacenaje por atmosferas controladas, es posible evitar la rancidez y la decoloración de productos como el camarón, el cual puede verse alterado durante la refrigeración y almacenamiento. (35,50)

1.2. CONGELACION.

La conservación de alimentos por congelación se ha constituido como un importante método debido fundamentalmente al hecho de que muchos alimentos congelados, cuando se preparan y almacenan correctamente conservan la mayor parte de sus cualidades y propiedades originales durante largo tiempo.

Normalmente el camarón crudo tiene de 75 a 80 % de agua, misma que tiene que transformarse en hielo durante el proceso de congelación. Para congelar hay que eliminar calor y la temperatura del camarón que lo ha perdido sigue un comportamiento como se observa en la fig. 3

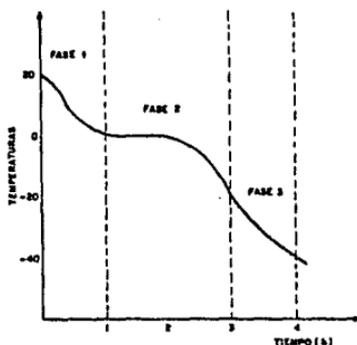


Fig. 3. Relación temperatura tiempo durante la congelación.

En la primera fase del enfriamiento, la temperatura del camarón baja bastante rápido hasta justo debajo de 0°C , que es el punto de congelación del agua. Como durante la segunda fase hay que extraer más calor para transformar en hielo casi toda el agua, la temperatura cambia muy poco y la fase se denomina "inmovilidad termica". Cuando cerca de las tres cuartas partes del agua se han transformado en hielo, la temperatura desciende nuevamente y durante esta tercera fase casi toda el agua restante se congela, teniéndose que eliminar una cantidad relativamente pequeña de calor. Cabe hacer notar que al congelarse el agua del camarón como cristales de hielo, el agua que no se congela contiene una concentración cada vez mayor de sales y otros compuestos presentes naturales en la carne de camarón. El aumento de la concentración deprime el punto de congelación del agua no congelada, resultando que, a diferencia del agua pura, el cambio completo en hielo no se realiza a la temperatura fija de 0°C , sino a otras más bajas. (14,41)

La literatura sobre la congelación de productos marinos es confusa y a menudo se contradice sobre lo que ocurre al producto al congelarse. Especialmente cuando se refiere a la diferencia entre la congelación rápida y la congelación lenta. Una de las principales razones de esta confusión aparente es que hasta hace pocos años no se conocía lo suficiente el proceso de congelación como para explicar estas diferencias en las velocidades de congelación.

ción. El resultado es que mucha de la literatura todavía en circulación es anticuada, (21)

Durante algún tiempo se creyó que la congelación lenta daba por resultado la formación de cristales de hielo grandes que rasgaban las paredes de las células y como consecuencia se perdía mucho fluido al descongelarse el producto. También se suponía que al congelarse el camarón rápidamente, los cristales de hielo que se formaban eran más pequeños, causaban pocos daños a las paredes de las células y como resultado se perdía poco fluido al descongelarse. Los distintos tamaños de los cristales de hielo probablemente se deben a la diferencia entre la congelación lenta y rápida, pero se ha demostrado que esta no es una explicación completa. Las paredes de las células del tejido muscular del camarón son lo bastante elásticas para aceptar los cristales mayores sin sufrir grandes daños. Además, casi toda el agua del tejido muscular del camarón esta ligada a las proteínas en forma de gel, por lo que se perderá poco fluido aún si ocurrieran daños de la naturaleza citada. Sin embargo, la congelación lenta da un producto de calidad inferior y se cree actualmente que se debe principalmente a la desnaturalización de la proteína.

En algunas fracciones de la proteína ocurren cambios debido a la congelación y como alteran su estado "original" o "natural", puede decirse que se "desnaturalizan" y de aquí el término "desnaturalización de la proteína". Esta depen

de de la temperatura cuya disminución hace que se reduzca la desnaturalización, la que a su vez, depende de la concentración de enzimas y otros compuestos presentes. Al congelarse el agua y transformarse en cristales de hielo puro, la mayor concentración de compuestos en la parte no congelada dará por resultado un aumento del ritmo de desnaturalización. Estos dos factores que determinan la velocidad de desnaturalización actúan de manera opuesta entre ellos, al bajar la temperatura se ha demostrado que la máxima actividad esta a -1 y -2°C . Por lo tanto, la congelación lenta supone que se esta más tiempo en esta zona de máxima actividad y se cree que es esta la causa principal de la diferencia en la calidad del producto congelado lenta y rápidamente.

En este sentido, es improbable que aún un grupo de degutadores experimentados sea capaz de notar diferencia entre un camarón congelado en 1 h y 8 h, pero una vez que el tiempo de congelación, excede de 12 h es muy posible que la diferencia sea aparente.

Los tiempos de congelación de las 24 h y más obtenidos en algunos congeladores mal proyectados y empleados es casi seguro que darán un producto de calidad inferior. La congelación muy larga, con la que es probable que resulte de prácticas como la de congelar el producto apilandolo en un frigorífero incluso puede causar daños por acción de bacterias antes de que se haya bajado lo suficiente la tempera

tura en el centro de la pila.

Sin embargo se establecen recomendaciones para la congelación rápida. "Para conseguir esto la operación de congelación deberá efectuarse de forma que se pase rápidamente la gama de temperaturas de cristalización máxima que para la mayor parte de los productos es de -1°C a -5°C . El proceso no debe considerarse terminado hasta que la temperatura del producto no llegue a -18°C en el centro térmico, después de la estabilización térmica". (14)

No se dan límites específicos para los tiempos y velocidades de congelación, ya que las necesidades varían según los alimentos. Siempre que sea necesario deberán hacerse indicaciones específicas en las normas alimentarias individuales o en los correspondientes códigos de prácticas". (54)

Para el caso del camarón, puede decirse que justo por debajo de 0°C es la temperatura crítica para la deterioración de la proteína, una antigua definición británica dice que la temperatura de todo producto marino debería reducirse de 0°C a -5°C en 2 horas o menos. A continuación se reduciría aún más hasta que al concluir el proceso se alcanzara la temperatura recomendada del almacenamiento que es de -30°C , es decir que la parte más caliente del producto marino este a -20°C al completarse la congelación. Cuando se alcanza esta temperatura, las partes más frías

del producto marino están a la temperatura del refrigerante o cerca de ella y la media se aproximará a -30°C . Esta es una definición bastante elaborada de la congelación rápida y probablemente más rigurosa de lo que es necesario para lograr un producto de buena calidad. (57,90)

MÉTODOS DE CONGELACION DE CAMARON.

Resulta conveniente en términos económicos, la congelación a bordo del camarón de agua profunda porque se mejora la calidad al aumentar la proporción existente entre el tiempo de vaporización del producto al congelarse. Fig. 4

Después de la captura, el camarón es separado a mano o tamizándolo del resto de las especies con que fue pescado y posteriormente se clasifica. El camarón es cuidadosamente lavado con agua de mar para quitar cualquier lodo o arena que quede y así reducir la carga bacteriana. Ya lavado y escurrido el camarón está listo para procesarse a bordo, como carne, si este es descabezado y palado o entero.

El camarón puede congelarse sumergiéndolo en salmuera fría, en una solución de azúcar y sal, por corrientes de aire frío o por planchas congeladas. La sumersión por corrientes de aire son generalmente exitosas en los barcos camar

roneros de Norte y Centroamerica. Cabe aclarar que la congelación en una solución de azúcar y sal da un mejor glaseo al camarón y facilita su separación al deshielarse.

La congelación se lleva a cabo de 10 a 15 minutos a una temperatura de -20°C . Cuando la sumersión dura demasiado tiempo se produce un producto inaceptable, debido a la absorción excesiva de sal. Es práctica común congelar el camarón en bloques con un grosor de 50 mm en un congelador de plancha vertical, se vierte el camarón en una bolsa de plástico y se llenan de agua los espacios entre cada camarón. Para una maqueta de 50 mm en un congelador de plancha a una temperatura de -35°C , el tiempo de congelación es de 90 minutos. El agua adicional se introduce con el propósito de dar protección contra daños físicos del producto, mejorar el contacto durante la congelación y reducir la deshidratación durante el almacenaje subsecuente. Las maquetas congeladas pueden necesitar envoltura adicional, como por ejemplo, de cajas de cartón, para facilitar y asegurar su manejo en un barco en movimiento.

El camarón entero crudo al igual que el camarón entero cocido puede ser congelado en planchas, pero la congelación por sumersión no es recomendable para el camarón entero cocido, debido a que este una vez deshielado es difícil de pelar y la textura de la carne es inferior.

La carne del camarón ya pelada y limpia puede también ser congelada individualmente por el sistema conocido como IQF (congelación rápida individual), el cual es recomendado para el consumo directo al menudeo, puesto que la cantidad requerida puede ser separada y servida del paquete sin deshielo previo. Las carnes congeladas en maquetas sufren menos pérdida de peso durante su congelación y están mejor protegidas en los frigoríferos, pero tienen la inconveniencia de que es necesario descongelar la maqueta entera y utilizarla de una vez.

La carne congelada de camarón de agua profunda por la técnica IQF, requiere de un tiempo de 10 minutos a -30°C en aire circulante a 5 m/seg. Los congeladores de nitrógeno líquido son compactos y pueden congelar rápidamente la carne de camarón, un tiempo de congelación de 3.5 a 5 min. es el indicado, pero son muy caros de operar y requieren un alto grado de utilización para mantener bajo el costo. Podría ser necesario utilizar laminas de película de plástico o bandejas con superficie no adherible, a fin de evitar que la carne se pegue a la banda del congelador.

Normalmente se preparan las maquetas de carne de camarón empacandolas en bandejas o envases y congelandolas en placas horizontales con espesores de 25 a 30 mm. La carne congelada rápida e individualmente para surtir a los que proporcionan servicio de comidas y para ventas al menudeo, es colocada y pesada en bolsas de película flexible

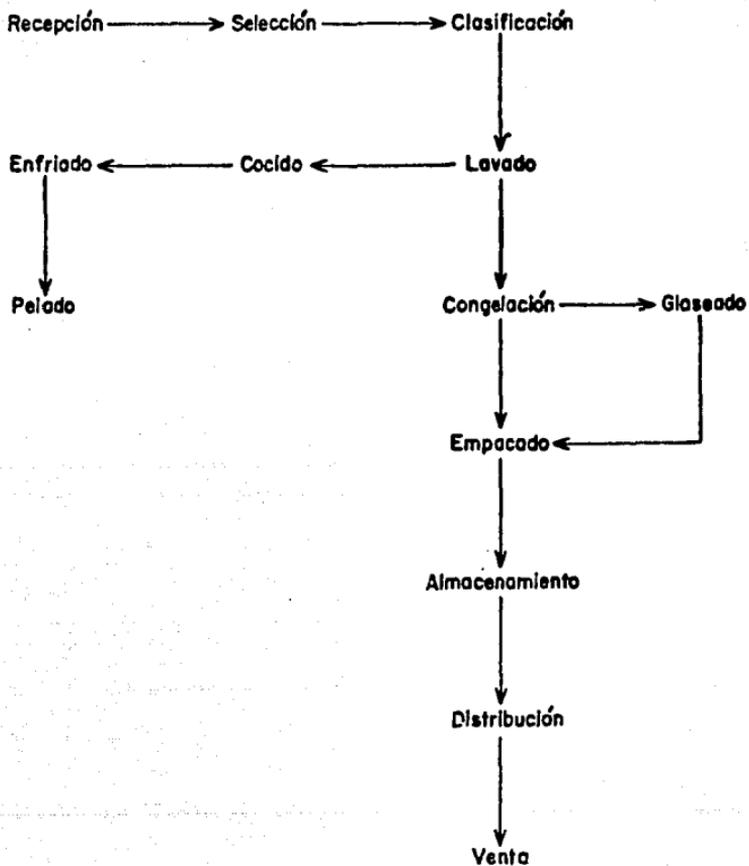
(polietileno) se sellan y empaacan en cartones o charolas para su almacenaje y distribución. La película usada para los paquetes individuales deberá tener una alta resistencia al paso del vapor de agua y oxígeno, para que los procesos de deshidratación y oxidación se mantengan al mínimo; por ejemplo, películas de polietileno y poliéster o poliamida.

Aunque los métodos de conservación de camarón crudo entero en altamar son efectivos, se recomienda realizar los procesos en fábricas cercanas a los puertos de desembarco, porque allí, los procesos de congelación se efectúan en mejores condiciones de higiene y calidad. (57,60,66,84,85)

CONGELACION DE CAMARON EN TIERRA.

Los métodos de congelación del camarón entero en tierra son idénticos a los utilizados en altamar, siempre y cuando la materia prima previamente enfriada sea congelada dentro de los 2 o 3 días siguientes a su captura.

Fig. - 4 CONGELADO DE CAMARON



ALMACENAJE DEL CAMARON CONGELADO.

Durante los procesos de congelación y almacenamiento del camarón pueden ocurrir cambios de tipo microbiológico, físico, químico u organoléptico que alteran la calidad del producto, por lo que resulta conveniente mencionarlos.

Una gran parte o incluso la totalidad de las alteraciones microbiológicas de los alimentos tienen lugar durante las fases de precongelación o después de la congelación. La explicación radica en que los microorganismos no se multiplican en los alimentos mantenidos a temperaturas menores a -12.1 o -10°C . A temperaturas entre -6.0°C y 3.3°C las bacterias psicófilas pueden crecer pero no los organismos productores de infecciones alimentarias. Por lo tanto los problemas sanitarios de los productos alimenticios congelados como el camarón, están principalmente relacionados con las manipulaciones anteriores y posteriores a la congelación o con ambas. Los factores que influyen o controlan el crecimiento microbiano en los productos desgelados comprenden:

a) La microflora del producto original, la contaminación secundaria del producto y el crecimiento de los microorganismos durante la manipulación.

b) La duración de refrigeración y en general las etapas anteriores a la congelación.

c) El método de congelación. Si la velocidad de congelación es baja existe la probabilidad de crecimiento microbiano y contaminación del producto por salmueras empleadas en la congelación.

d) Composición del producto alimenticio. Los efectos de la composición de los alimentos sobre la supervivencia microbiana cuando se alcanza el punto de congelación así como la capacidad y adecuación del sustrato ante el crecimiento microbiano.

e) Duración del almacenamiento en congelación.

Todos estos factores tienen influencia en el crecimiento de los microorganismos en productos alimenticios como el camarón. Es conveniente recordar que algunas bacterias sobreviven siempre en los alimentos congelados y no se debe esperar que las técnicas de congelación y almacenamiento den lugar a productos estériles, es por esto que las carnes, aves y productos marinos pueden presentar alteraciones en su calidad por crecimiento bacteriano antes y después de la congelación, debido principalmente a malos manejos. (89)

Se ha comprobado que la supervivencia de las bacterias sometidas a temperaturas de congelación depende de las especies, de la temperatura de almacenamiento y de la naturaleza del alimento. Cuando E. coli se congelaba y se mantenía a -20°C en agua corriente, menos del 1 % de las células resistían cinco días de almacenamiento.

Una gran parte de los bacilos de la leche eran viables después de ser sometidos al mismo tratamiento. Una solución de sacarosa al 10 % añadida en la superficie de los cultivos de agar inclinado, aumenta la supervivencia de Bacillus subtilis, Bacillus megaterium, Proteus y Sarcina, durante su conservación a -10°C . Organismos productores de la tuberculosis, Micobacterium tuberculosis, crecidos en agar nutritivo, se congelaron en aire líquido a -40°C y se descongelaron a 40°C , no se contaron las células pero se determinó la capacidad infecciosa. Estos organismos resistían almacenados a -192°C durante 52 días y más de 200 congelaciones y descongelaciones, aunque las congelaciones repetidas reducían su grado de infectividad". (55)

El camarón entero crudo o cocido congelado individualmente por corriente de aire o en maquetas se conserva en buen estado si se mantiene dentro del frigorífico a -30°C durante 6 meses, el camarón entero congelado individualmente se conservará durante 3 o 4 meses en buenas condiciones a -20°C y durante un mes a -10°C . El camarón entero almacenado a -10°C es más difícil de pelar cuando es deg

congelado. El camarón entero congelado crudo o cocido, de sarrolla olores y sabores clasicos de frigorifero y mientras más alta sea la temperatura más rapidamente se producirán. El marisco cocido después de haberse congelado y conservado en frigoriferos, generalmente tiene un color más pálido que el camarón cocido antes de ser congelado. Ambos, el cocido y el crudo deben ser protegidos suficientemente para evitar la deshidratación del producto durante su almacenaje en el frigorifero ya sea mediante el glaseado o en envases adecuados, ya que su cáscara no proporciona protección. El glaseado deberá ser inspeccionado periódicamente y renovado si se requiere.

Resulta conveniente mencionar que durante el período de congelación y almacenamiento, las camaras donde se guarda el camarón son enfriadas por medio de un refrigerante (amoníaco u otro gas licuado) que circula por tuberías especiales. Generalmente estos tubos son los objetos más fríos existentes en las camaras y por consiguiente su superficie tiene la presión de vapor más baja. El camarón colocado dentro de estas camaras comunmente se encuentra más caliente que los tubos y serpentines y por esto tiene la presión de vapor más alta. Debido a esto el camarón puede perder agua por sublimación y en los tubos se acumula en su superficie en forma de cristales de hielo, a menos que se proteja cuidadosamente el camarón puede llegar a perder hasta 50 - 60 % de su peso en unos cuantos meses de almacenamiento. A medida que se deseca el camarón, su

piel se arruga y pierde su consistencia natural, los tejidos toman una consistencia de esponja o caucho, el producto no es aceptado en el mercado. (79)

En estudios hechos recientemente se encontro que el peso neto del camarón almacenado en congeladores pequeños disminuye más rapidamente que el almacenado en congeladores de tipo industrial con un mejor diseño y en donde existen variaciones de temperatura de 12°C en comparación de los 34°C de congeladores pequeños y mal diseñados.

La diferencia de temperaturas de almacenamiento y por consiguiente la cantidad de humedad presente trae consigo problemas de calidad y regularidad del producto. Aunque no hubo diferencias significativas en el nivel de proteínas, la tiamina disminuye rapidamente durante los primeros 2 meses de almacenamiento al igual que la riboflavina en los siguientes 4 meses. No hubo tampoco diferencias microbiológicas consistentes entre las condiciones experimentales, sin embargo no paso lo mismo con las características sensoriales; la textura, sabor y color para el camarón almacenado en el congelador tipo industrial fue mejor que el almacenado en congeladores pequeños a partir del tercer mes, debido principalmente al contenido de humedad.

Por lo tanto, el camarón almacenado en congeladores tipo industrial con temperaturas menores a los -20°C proveen un efectivo método para mantener la calidad del producto durante 13 meses, (32,92)

CAPITULO 2. CONSERVACION DE CAMARON POR CALOR.

La deshidratación de los alimentos es uno de los métodos más antiguos de conservación empleados por el hombre. Muchas de las técnicas tradicionales, utilizadas durante siglos para desecar alimentos se practican en la actualidad, pero el perfeccionamiento de los procesos utilizados para deshidratar alimentos han permitido el empleo de ciclos de desecación más cortos, además estas técnicas han hecho posible la obtención de alimentos de mayor calidad y de mejor comportamiento en cuanto a su posterior rehidratación y almacenamiento.

2.1. SECADO.

Los microorganismos necesitan para su crecimiento y metabolismo agua, por lo que cualquier método que elimine agua evita la proliferación microbiana. Es por ello que las necesidades de agua para el crecimiento de los microorganismos se definen en términos de la actividad de agua de su ambiente. (28)

La proliferación microbiana no tiene lugar en presencia de agua pura, ni tampoco en su ausencia por lo tanto cualquier nutriente útil a la célula microbiana tiene que estar disuelta en una cantidad tal de agua para que este sea consumido.

El efecto de la actividad del agua sobre el crecimiento de los microorganismos que alteran los alimentos esta relacionado a una constante llamada A_w (actividad del agua), la cual es de suma importancia en los procesos de conservación de alimentos por deshidratación y por extensión de la conservación de los alimentos por salado lo cual es tratado en otra parte de este trabajo.

En general existe una A_w óptima que permite un crecimiento máximo y cuando se reduce esta A_w decrece la velocidad de crecimiento hasta alcanzar si así se desea un nivel de A_w donde el crecimiento microbiano cesa. (55)

Las actividades de agua mínimas que permiten el crecimiento de los microorganismos son variables, por ejemplo, las bacterias en general son las más sensibles, es decir, requieren mayor cantidad de agua libre, seguidas de las levaduras y microorganismos. Normalmente las bacterias no crecen a valores A_w menores de 0.90, mientras que la mayor parte de las levaduras son inhibidas a A_w menores de 0.87 y la mayoría de los mohos no proliferan a A_w de 0.80, aunque existen excepciones como lo muestra la figura 5

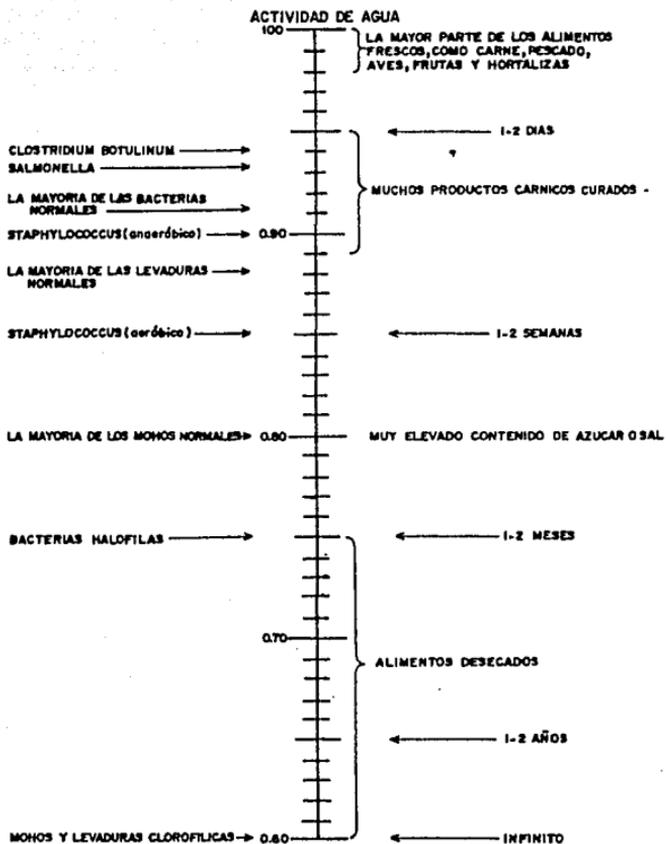
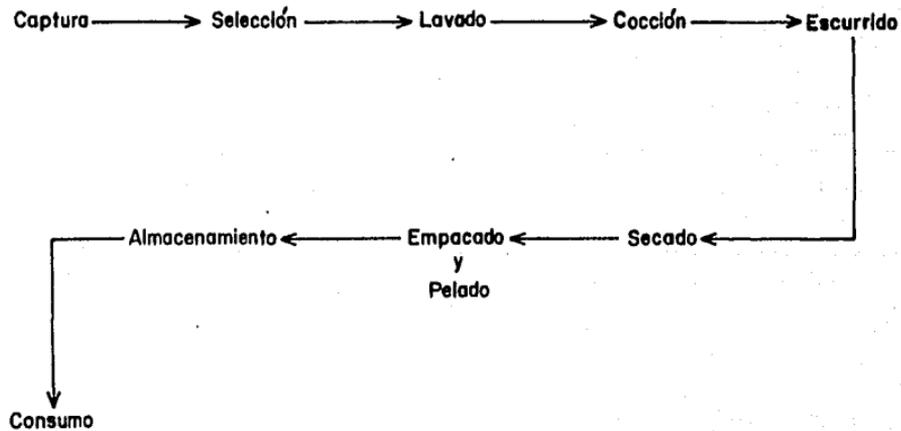


Fig. 5. Relaciones entre actividad de agua y el crecimiento de los microorganismos.

Antes del proceso de secado en algunos casos se someten las especies a ebullición, con el propósito de destruir completamente a las enzimas responsables de la autólisis del producto y parcialmente a las bacterias presentes, causando al mismo tiempo cierta deshidratación. Aunado a esto, la ebullición también efectúa cambios químicos, las albuminas son coaguladas y algunas de las mismas materias proteicas son parcialmente hidrolizadas. Una ebullición prolongada causa hidrólisis de muchos estos albuminoides; sin embargo, aún se desconoce si la ebullición previa es o no conveniente en el secado de igual forma que tiene el inconveniente de separar algunas sustancias nutritivas y adicionalmente, quita al producto su sabor original. (88)

Los establecimientos para el secado del camarón consisten principalmente de plataformas anchas sobre la cual se extiende el crustáceo cuando se seca naturalmente, por ellos se hace circular aire caliente. Estos desecadores son de construcción más barata que los llamados de tiro forzado, en los que se hace circular aire caliente en contra de un flujo de aire más frío; pero también son menos eficaces y de manejo relativamente caro, es difícil obtener en ellos un secado satisfactorio y la operación toma más tiempo. La recirculación del aire es poco práctica en este tipo de desecadores y como consecuencia, se desperdicia mucho calor con el aire descargado cuando se ha saturado de humedad. Fig. 6

Fig.- 6 SECADO DE CAMARON



Durante los últimos años del siglo pasado se acostumbraba hervir el camarón en calderas abiertas con fuego directo, como se mencionó anteriormente, y es práctica común actualmente de muchos de los pescadores del Pacífico y del Golfo de México. (72)

El agua usada para la ebullición del camarón puede ser salada, pudiendo servir esta misma agua para hervir varias cargas del crustaceo con solo añadir agua y sal a medida que se vaya necesitando. El camarón es hervido durante cinco o diez minutos hasta que se ablanda el caparacho y removiendo bién de vez en cuando con una pala de madera. Terminada la ebullición se apaga el fuego y se cubren las calderas con una tapadera de madera por espacio de diez minutos, pasados los cuales se procede a sacar el camarón con palas de alambre y lámina perforada para que escurra el líquido. Enseguida se extienden sobre las plataformas y se exponen al sol o bién en charolas por las que se hace circular el aire caliente.

Una vez seco el camarón de manera manual o mecánicamente se golpea el producto con el fin de separar el caparacho y la cabeza del cuerpo. Cuando esas partes se han soltado el camarón es aventado hacia arriba para que el aire se lleve las partes ligeras, de igual forma que son limpiados algunos cereales. Dada la extensa demanda por el camarón, los caparachos y cabezas así separados pueden ser molidos hasta formar una harina la cual es comercializada como

"polvo de camarón". El camarón es puesto en sacos, los cuales se voltean para completar la limpieza, desprendiendo así lo que aún haya quedado del caparacho, después se saca y se vuelve a limpiar como se hizo anteriormente. Se empaacan en bolsas y el camarón es enviado a diferentes mercados. Durante su empaque el crustaceo es sometido a una selección según la calidad y tamaño de la carne que alcanzan diferentes precios. (88)

Cabe hacer notar que pueden ocurrir algunos cambios desagradables al camarón seco, como cambios causados por la absorción de humedad y desarrollo de hongos, oxidación de las grasas, descomposición lenta y aparición de sabores desagradables; desarrollo de insectos nocivos.

Los perjuicios causados por la absorción de humedad y desarrollo de microorganismos son provocados cuando el camarón seco es almacenado en atmosferas de alta humedad y temperatura elevada. Esta cuestión es importante sobre todo cuando el producto es almacenado por largo tiempo. En tales casos es recomendable almacenarlo en camaras frigoríferas, como se ha implementado en E.U. y en Europa, sobre todo en los meses calurosos y lluviosos del verano. Para el almacenamiento por períodos relativamente cortos basta con una temperatura de 4°C , pero en caso de que el almacenamiento tenga que extenderse demasiado, es aconsejable bajar la temperatura a -10°C .

La oxidación de las grasas no constituye un peligro tan serio como el anterior debido principalmente a que raramente se llegan a oxidar por la baja cantidad de grasa presente en el camarón.

Si el producto esta expuesto durante su almacenamiento al aire y al sol pueden presentarse sabores desagradables, mientras que si este se guarda a una temperatura adecuada puede permanecer inalterable por mucho tiempo. (72)

En la actualidad se han desarrollado en otros países una serie de técnicas tendientes a secar el camarón utilizando presiones reducidas (Vaccum Freezing Drying), presiones atmosféricas (Atmospheric Freezing Drying) y microondas (Micro wave Freezing Drying) en donde el producto ha sido previamente congelado.

Se ha encontrado que en los procesos en donde se seca a presión atmosférica, aunque resultan ser más económicos, las cualidades nutricionales, organolépticas y fisico-químicas como la textura, apariencia, sabor, color y capacidad de rehidratación varían en mayor medida que cuando se seca el camarón a presión reducida. (58)

Por otro lado el utilizar microondas resulta atractivo por que se puede secar a presión atmosférica, sin embargo, los problemas técnicos por resolver son complejos como pueden ser la excesiva ionización de los gases de la cámara de secado, pero sobre todo porque se presenta la posibilidad

de la desintegración del producto. (80)

No obstante debido a la gran cantidad de energía consumida en los procesos mencionados, primero para congelar el camarón y posteriormente utilizar vacío o microondas para sublimar el agua, estas técnicas no representan en la actualidad, comercialmente hablando, buenos métodos de secado para la conservación de camarón. (75)

2.2. ENLATADO.

Desde tiempos inmemoriales, el hombre sintió la necesidad de alargar el período de conservación de los alimentos en condiciones adecuadas para su consumo. Numerosos fueron los procedimientos utilizados con este fin y de ellos uno de los más practicados es la aplicación de calor a productos en recipientes herméticos.

Varios fueron los intentos por tratar de conservar los alimentos en recipientes bajo calor, siendo los primeros a finales del siglo XVIII cuando Nicolas Appert, confitero francés de manera empírica logró mantener en buen estado alimentos por períodos largos de tiempo. Este primer éxito provocó un gran impulso para desarrollar técnicas tendientes a conservar alimentos en recipientes herméticos hasta la introducción de envases metálicos para este fin en 1810 por

el ingles Peter Durand.

A mediados del siglo XIX los envases se calentaban en agua hirviente, es decir a 100°C . Sin embargo, eran frecuentes las intoxicaciones provocadas por el consumo de alimentos enlatados, que llegaron incluso a ser mortales en algunos casos, sobre todo cuando se consumian alimentos de acidez baja, como el pescado, legumbres y carnes, para los cuales también se empleaba el metodo del baño de agua hirviente. En 1860 se le ocurrió a Isaac Solomon la idea de agregar cloruro de calcio (CaCl_2) al agua en que los envases eran calentados, lo que permitió que el punto de ebullición de la solución subiera a $103 - 104^{\circ}\text{C}$ y que la esterilización fuera más completa, disminuyendo gradualmente el número de intoxicaciones. Sin embargo, no se conocían aun las causas de la descomposición de los alimentos enlatados, sino hasta 1895 cuando Samuel Prescott y W. Underwood descubrieron aplicando los principios de la naciente bacteriología, la relación entre la esterilización imperfecta y la descomposición de los alimentos enlatados. Desde entonces la metodología del enlatado de alimentos ha avanzado rápidamente, asentandose progresivamente sobre bases mejor conocidas por medio de la aplicación de la microbiología, química, física, ingeniería y otras. (72)

La esterilización por calor de los alimentos contenidos en envases hermeticos es la operación fundamental en la fabricación de conservas y su finalidad es la destrucción por calor de los microorganismos que pudieran alterar el producto proveniente del medio ambiente en que se encuentra el alimento o bien por contaminaciones en la manipulación a que fué sometido antes y durante el tratamiento.

En la industria, existen varios grados de conservación de alimentos por calentamiento y no todos los productos comerciales termicamente envasados estan estériles, principalmente porque sería necesario un tratamiento térmico excesivo que daría lugar a un producto de baja calidad organoléptica, escaso valor nutritivo y economicamente caro.

Por estas razones se habla de esterilización cuando son destruidos por calor los microorganismos, sometiendo el producto a una temperatura minima de 120°C durante 15 min o su equivalente. Por fortuna, muchos de los alimentos no necesitan estar completamente esteriles a fin de que sean seguros y que puedan conservarse, de ahí nace la llamada esterilización comercial, por la cual la mayoría de los productos son enlatados y embotellados. (67)

Debido a estudios de conservación, se pueden calcular con precisión las condiciones óptimas de esterilización, de forma tal que los envases asi tratados, almacenados en condiciones normales, no se alteren ni representen peligro

alguno para el consumidor, ya que por este tratamiento todos los organismos patógenos y generadores de toxinas han sido destruidos. Cabe hacer notar que el deterioro de los alimentos enlatados puede deberse principalmente a causas de origen químico, biológicos o ambas.

La reacción de una lata por reacciones químicas provoca un abombamiento por la generación de gases como el hidrógeno, como consecuencia de la reacción electrolítica que se produce entre el estaño y el hierro, cuando la lata tiene defectos en su barniz de recubrimiento interno. La formación de hidrógeno es acelerada por la presencia de oxígeno dentro del envase.

También es frecuente encontrarse con productos enlatados ennegrecidos debido a la formación de sulfuro de hierro (FeS) de color negro, por la reacción en la hojalata y el ácido sulfídrico (H_2S) que producen algunos alimentos enlatados por su descomposición química de sus proteínas o por reacciones entre los carbohidratos y aminoácidos del alimento dando origen a productos finales de color café oscuro. (65)

Las alteraciones biológicas de los alimentos pueden producirse debido a enzimas y microorganismos. Debido a que las enzimas son compuestos presentes en toda célula viva y tienen la función de catalizar reacciones bioquímicas, cuando por algún motivo la membrana celular es destruida las enzi-

alguno para el consumidor, ya que por este tratamiento todos los organismos patógenos y generadores de toxinas han sido destruidos. Cabe hacer notar que el deterioro de los alimentos enlatados puede deberse principalmente a causas de origen químico, biológicos o ambas.

La reacción de una lata por reacciones químicas provoca un abombamiento por la generación de gases como el hidrógeno, como consecuencia de la reacción electrolítica que se produce entre el estaño y el hierro, cuando la lata tiene defectos en su barniz de recubrimiento interno. La formación de hidrógeno es acelerada por la presencia de oxígeno dentro del envase.

También es frecuente encontrarse con productos enlatados ennegrecidos debido a la formación de sulfuro de hierro (FeS) de color negro, por la reacción en la hojalata y el ácido sulfídrico (H_2S) que producen algunos alimentos enlatados por su descomposición química de sus proteínas o por reacciones entre los carbohidratos y aminoácidos del alimento dando origen a productos finales de color café oscuro.

(65)

Las alteraciones biológicas de los alimentos pueden producirse debido a enzimas y microorganismos. Debido a que las enzimas son compuestos presentes en toda célula viva y tienen la función de catalizar reacciones bioquímicas, cuando por algún motivo la membrana celular es destruida las enzimas:

mas empiezan a actuar provocando reacciones de oxidoreducción, hidrólisis, etc., alterando el estado del producto enlatado. Estos compuestos presentes en los alimentos tienen la posibilidad potencial de descomponer los alimentos enlatados, pero poseen una resistencia muy baja al calor, siendo totalmente destruidas a las temperaturas corrrientes de esterilización, transformandose en sustancias inactivas, ninguna enzima resiste una temperatura de 100°C durante más de un minuto. (16)

Las alteraciones biológicas de los alimentos enlatados pueden ser consecuencia de la supervivencia de microorganismos después del tratamiento térmico o a fallas del recipiente, permitiendo la entrada de germenes una vez terminado el tratamiento térmico o ambas.

Los hongos y levaduras se destruyen facilmente a las temperaturas de esterilización y solo en caso de una esterilización muy deficiente como se mencionó anteriormente, podrían quedar en estado de actividad en los alimentos enlatados.

Las bacterias son la causa más común de la descomposición biológica de los alimentos enlatados, pues algunas especies, sobre todo esporuladas, son muy resistentes al calor. La flora microbiana que se encuentre en un producto de acidez baja, como ocurre con la mayoría de los productos marinos, es indicadora de la causa de su descomposición. Si fue debida a filtraciones por un mal sellado, se enconen

traran muchos tipos de microorganismos en estado activo, siendo algunas de las que no forman esporas.

Si la causa de la alteración del alimento es debida a una esterilización deficiente, por lo regular se encontrará una sola especie de bacteria formadora de esporas y termofila. Las bacterias termofilas esporuladas, tienen gran importancia en la descomposición de los alimentos de pH neutro (ver Fig. 7) y pueden clasificarse en tres grupos:

1) Los que producen acidez en el alimento, sin producir gas. En este caso el contenido se acidifica, pero el envase no se hincha. El ácido producido es generalmente ácido láctico. Este grupo de bacterias es el de mayor importancia económica por las pérdidas que origina; siendo el principal del tipo Bacillus stearothermophilus.

2) Las que producen hidrogeno, dióxido de carbono y ácidos orgánicos volátiles, que dan al alimento un olor a rancio muy penetrante. En este caso los envases se hinchan por los gases producidos, siendo la especie responsable Clostridium thermosaccharolyticum. También este microorganismo causa pérdidas importantes pero son menores que las del primer grupo.

3) Las que producen ácido sulfídrico (H_2S) acompañado de cambios en las proteínas y azúcares del alimento enlgado, del tipo Clostridium nitrificans, bacteria faculta

tiva anaerobia.

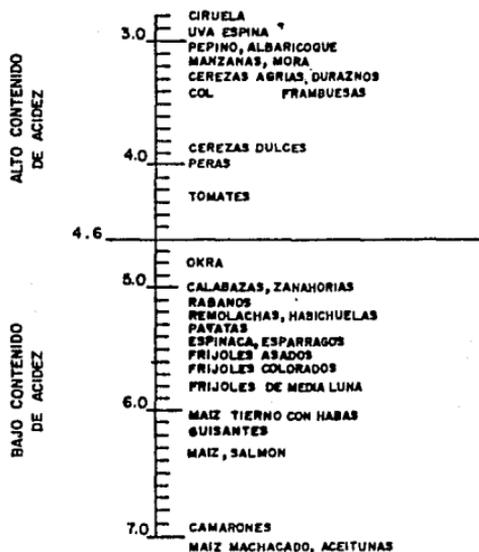


Fig. 7. Valor del pH en varios alimentos enlatados.

Existe otro grupo de bacterias cuyo estudio, principalmente desde el punto de vista de salud pública es muy importante en relación con la descomposición de alimentos enlatados. Se trata del Clostridium botulinum, que es una bacteria Gram negativa, cilíndrica, bacilo corto, mesofila, anaerobia. Sus esporas se encuentran por lo regular en el suelo. Tienen la propiedad de producir exotoxinas, es decir, toxinas que no se quedan en el interior de la célula, sino que las bacterias la depositan en el medio en que se desarrollan. La toxina que se produce es una de las más potentes que se conocen y aunque es mesofila, las esporas de Clostridium botulinum, son muy resistentes al calor y en medio óptimo de cultivo pueden resistir hasta 5 h y media a 100°C, 9 minutos a 115°C y 4 minutos a 120°C .

El desarrollo de Clostridium botulinum en los alimentos de pH neutro se debe a que estos han sido subesterilizados y las esporas de la bacteria no quedarán destruidas. En alimentos muy ácidos no existe el peligro del botulismo, pues aún quedando esporas sin destruir, estas no pueden formar células vegetativas, que son las que producen la toxina, debido a que las condiciones del pH se lo impiden. Clostridium botulinum no produce cambios de color o sabor en el alimento enlatado, ni tampoco gas, de modo que si no se hace un examen microbiológico es imposi

ble advertir su presencia, a no ser que haya también otras bacterias que produzcan cambios perceptibles. (44)

En base a estos antecedentes, durante el presente capítulo se hará una revisión del proceso de esterilización, sus fundamentos, calculos y principales alteraciones que pueden sufrir los productos marinos enlatados en general y el camarón peneido en particular.

Todos los seres vivos mueren por la acción excesiva del calor si la temperatura es lo suficientemente alta y si esta se mantiene largo tiempo.

En efecto, esta situación ha sido aprovechada para la destrucción de los microorganismos que alteran los productos alimenticios. La destrucción de los germenos por calor se debe principalmente a la desnaturalización proteica de las moléculas necesarias para la respiración y para la multiplicación celular.

La destrucción de los microorganismos puede ser calculada a partir de su resistencia térmica, tomando en cuenta que en ella influyen numerosos factores que algunos dependen del propio germen y otros externos como las condiciones de operación ambientales. Entre estos podemos mencionar la concentración inicial de esporas, condiciones del medio en que han crecido los microorganismos y se han desarrollado sus esporas, composición del alimento con humedad, pH, presen

cia de sales, contenido de grasa, etc . (67)

De los microorganismos patógenos más resistentes al calor que se pueden encontrar en los alimentos, especialmente los que son enlatados y serán conservados en condiciones anaerobias, es Clostridium botulinum como se señaló anteriormente, pero existen bacterias, formadoras de esporas que propician alteraciones de tipo Anaerobio putrefactivo y Bacillus stearothermophilus que son aún más resistentes al calor que Clostridium botulinum. Al someter un alimento enlatado, sobre todo de baja acidez como es el caso del camarón, a un tratamiento térmico tendiente a inactivar estos microorganismos, se tendrá la seguridad de que Clostridium botulinum y todos los demás patógenos en el alimento serán destruidos.

Debido a que es importante establecer el momento en que las células microbianas mueren por la acción del calor, se han determinado una serie de parámetros que explican la relación existente entre el tiempo y temperatura de tratamiento necesarios para destruirlos.

Experimentalmente se ha encontrado que existe una relación logarítmica entre el número de microorganismos y las esporas bacterianas viables que sobreviven a una temperatura superior a la máxima de crecimiento y el tiempo de tratamiento de un proceso térmico. A esto se le ha denominado orden logarítmico de muerte, lo cual significa que bajo condiciones térmicas constantes, el mismo porcentaje

de una población bacteriana dada destruída en un mismo período de tiempo, no importando cual sea el número de la población sobreviviente. (67)

En la práctica para establecer esta relación, se calienta a una cierta temperatura una suspensión de concentración conocida y se mide el tiempo necesario para destruir el 90% de la población bacteriana inicial, este tiempo, considerado como unidad fundamental en el cálculo de la termoresistencia de los microorganismos se representa por la letra D y se refiere, an cada caso, a la temperatura considerada.

El significado práctico del parametro D, es el siguiente: cuando se calienta una suspensión de esporas, a una temperatura constante, durante un tiempo D, se destruye el 90 % de la población inicial, si se continua calentando durante D minutos, se destruirá el 90 % de la población restante y así sucesivamente. Fig. 8

Si se considera el ejemplo de la tabla 2, los 100, 000 microorganismos iniciales que se encontraban en un envase, después de un período de tiempo D, se habran reducido a 10, 000 y si el tiempo de calentamiento llega a 6D, el número teorico de sobrevivientes es de 0.1, obviamente, ninguna lata puede contener una fracción de organismos, aun que cada una de las latas tenga un promedio de 0.1 organismo. Sin embargo, no se puede decir que al cabo de este

tiempo se haya conseguido la esterilidad, ya que si se re
pite 10 veces el experimento, es decir, si se realiza en
 10 envases, es posible que un microorganismo sobreviva y
 de lugar a la alteración del alimento donde se encuentra.
 Por lo tanto, el resultado teórico de 0.1 sobreviviente
 debe interpretarse como que hay una posibilidad entre 10
 de que un microorganismo sobreviva, se desarrolle y alte
re la conserva.

Tabla 2. Relación entre el tiempo de tratamiento
 y el # de microorganismos vivos residuales

tiempo (min)	# de microorganismos vivos	% de destrucción
D	100 000.00	0
1D	10 000.00	90.0
2D	1 000.00	99.0
3D	100.00	99.9
4D	10.00	99.99
5D	1.00	99.999
6D	0.10	99.9999
7D	0.01	99.99999
8D	0.001	99.999999

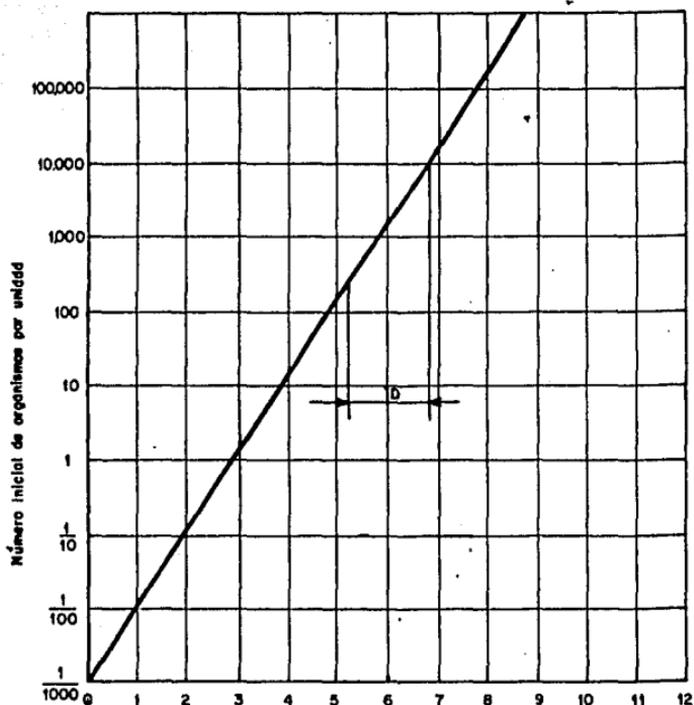


Figura 8. Curva de velocidad de la destrucción bacteriana que demuestra el orden logarítmico de muerte.

En la práctica debe considerarse la contaminación total inicial de un lote del alimento por enlatarse, si esta no excede los valores normales de la industria (10, 000 mi croorganismos por envase) se considera como aceptable la esterilidad proporcionada por un tratamiento de 10 D minu tos, que teóricamente reducirá la contaminación a 1 germen por cada 100, 000 envases aunque para ampliar el margen de seguridad suele aplicarse el tiempo equivalente a 12 D y el Tiempo de Destrucción Térmica (TDT) puede obtenerse directamente de la gráfica de destrucción. (11)

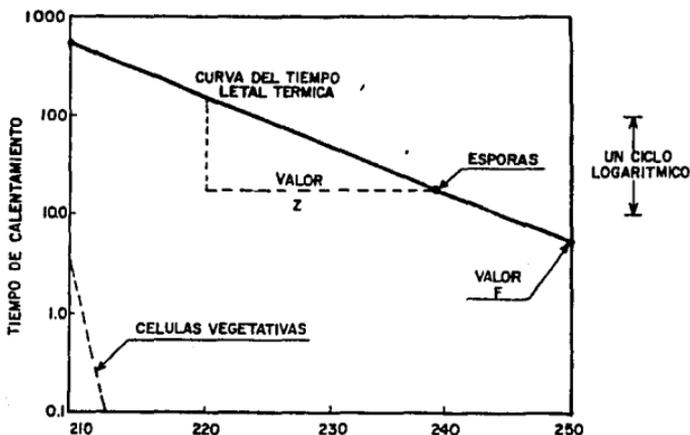


Figura 9. Curvas típicas de muerte térmica para esporas bacterianas y células vegetativas.

En la figura 9, se representan dos terminos adicionales que se emplean en la determinación de las curvas de muerte térmica. Estos son el valor F y el parametro Z, de donde se define a F como el número de minutos requeridos para destruir un número dado de microorganismos a una temperatura dada, generalmente de 250°F. El valor Z es el número de grados Fahrenheit (o grados Centigrados) requeridos para que una curva de muerte térmica determinada pase por un ciclo logaritmico (cambie por un factor de diez.) Existe otro termino conocido como F₀ que es el tiempo en minutos requerido para destruir un número dado de microorganismos de una clase determinada a una temperatura de 250°F, cuando el valor Z es de 18°F. El valor F₀ o valor esterilizante, parametro común en la industria enlatadora, puede ser expresado por la ecuación:

$$F_0 = m \times \text{antilog} \frac{T - 250}{18} = m \times 10^{\frac{T - 250}{18}}$$

Donde:

m = minutos

T = temperatura en °F

El valor esterilizante (F₀) difiere para cada alimento y es indicador de la facilidad o dificultad con que pueden ser esterilizados por medio del calor.

Las curvas de muerte térmica para muchos microorganismos patógenos se han determinado experimentalmente y como ejemplo se presenta la siguiente gráfica.

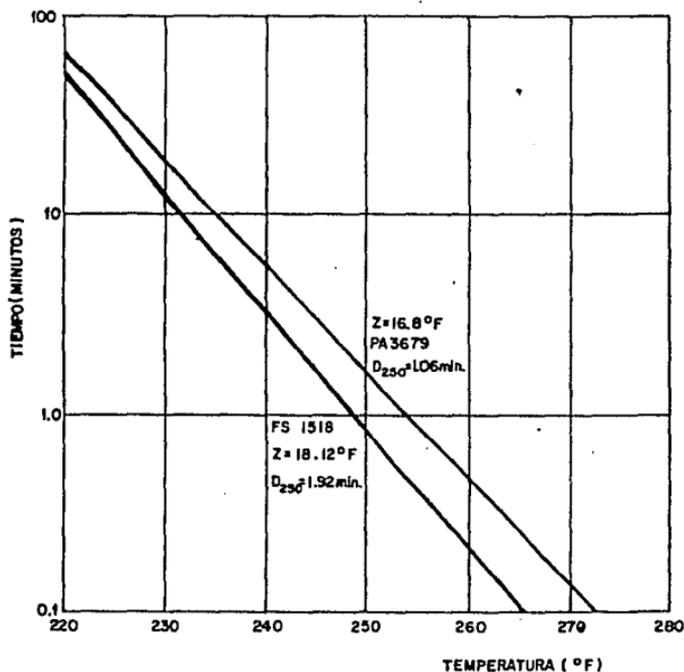


Figura 10. Curvas de muerte térmica para PA 3679 y FS 1518

En la figura 10 se representan las curvas establecidas para el microorganismo putrefactivo determinado como 3679 y el Bacillus stearothermophilus (FS 1518), de donde se establecen las condiciones de destrucción térmica a una temperatura seleccionada. Si se usa una temperatura de 220°F se necesitarán 60 minutos a esta temperatura para destruir un número determinado de esporas del microorganismo 3679. Por otra parte, si se emplea una temperatura de 250°F, se pueden inactivar estas esporas en un poco más de un minuto.

Debe establecerse que son muchas las condiciones que tienen que definirse con el fin de establecer que una curva de muerte térmica sea significativa y aplicable al procesamiento de los alimentos. Por lo tanto, la necesidad de un tratamiento térmico en proporción con el tamaño de la población microbiana inicial es inherente al orden logarítmico por el que mueren las bacterias y la sensibilidad de los microorganismos al calor (las características de la curva de muerte térmica) son afectadas notablemente por la composición del alimento en el que se aplica el calentamiento. (67)

ENLATADO DE CAMARONES.

INSPECCION.

Aunque se recomienda eliminar la cabeza y visceras a bordo, apenas el camarón es capturado, este junto con el hielo es descargado en unos tanques con agua corriente, de ahí por gravedad es separado el hielo, mientras que éste flota, el camarón se va al fondo. (2)

Posteriormente es pasado por una malla vibratoria en donde las partículas más pequeñas son eliminadas, lograndose la primera selección, donde manualmente es seleccionado por frescura y eliminando cualquier material extraño como pedregos, plantas marinas, etc . El camarón roto, desgarrado, reblandecido, decolorado o que posea cualquier otro defecto es eliminado también. Fig. 11

FELADO.

La siguiente etapa consiste en separar la cabeza del cuerpo y la cáscara. Esto se puede hacer con maquinaria especializada o bien por medio de operadores que se colocan a los lados de la banda transportadora, realizando la labor con las manos.

LAVADO.

Después de pelado, la carne de camarón es pasada a través de un conducto donde se lava. Este conducto contiene unas protuberancias, las cuales provocan que la carne gire dentro para asegurar un lavado completo.

ESCALDADO.

Una vez pasados por el lavado, el camarón es "escaldado" o precocido. En esta etapa el camarón es sumergido en salmuera hirviendo al 12.5 % durante 10 minutos aproximadamente. La precocción tiene por objeto hacer la textura más firme y el color más blanco. Los tanques no deben ser de madera. Conviene resaltar el hecho de que en esta etapa el camarón pierde del 30 al 40 % de su peso. La salmuera puede ser usada varias veces para el escaldado, rectificando su concentración después de cada operación.

ENFRIADO y SECADO.

La carne de camarón cocida es puesta en charolas para enfriar y secar mediante aire con humedad controlada. Aquí de nueva cuenta el camarón es inspeccionado eliminando los defectuosos o dañados.

CLASIFICACION.

El camarón usualmente antes de enlatarse es clasificado por tamaño una vez que ha sido escaldado y enfriado, esto con el propósito de establecer la cantidad de carne que va a ser enlatada.

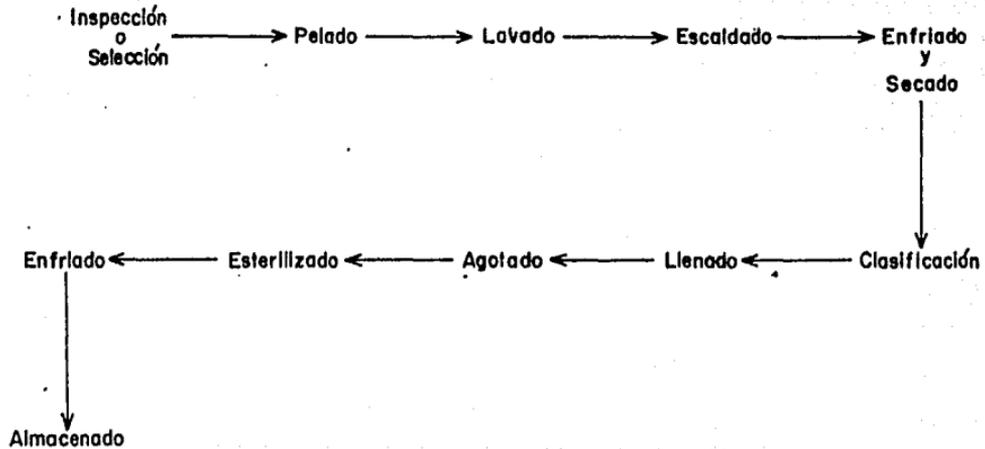
LLENADO.

El camarón es enlatado en caliente ya sea por salmuera al 2 % o bien puede agregarse sal sólida y agua caliente. Algunas variantes pueden ser la adición de 10 ml de una solución de ácido cítrico al 2.5 % a la salmuera con el propósito de evitar la decoloración por sulfuros. Las latas deben ser cerradas a vacío para obtener una presión reducida de 20 a 25 cmHg. Debe cuidarse las condiciones del producto ya que suele suceder que el camarón quede sobre los bordes de la lata cuando la tapa es colocada.

ESTERILIZADO.

La Asociación Nacional de Enlatadores (2) recomienda para el proceso de camarón enlatado en salmuera las siguientes condiciones de esterilización.

Fig. II.- ENLATADO DE CAMARON



tamaño de la lata	temperatura inicial	tiempo de proceso
211 x 300	21°C	115 121
307 x 113	32°C	26 14
	48°C	24" 12
502 x 510	21°C	30 19
	32°C	27 16
	48°C	26 15

ENFRIADO.

Siguiendo este procedimiento, las latas deben ser enfriadas rápidamente, de preferencia en agua dentro del autoclave, teniendo cuidado en el barniz de las latas. Los envases deben venir perfectamente barnizadas como medida de protección contra el ennegrecimiento por sulfitos.

Así mismo, resulta conveniente tener cuidado de las latas principalmente después de las primeras horas después del enlatado y enfriado, a fin de evitar un rompimiento del producto.

ALMACENADO.

El producto enlatado debe ser almacenado a una temperatura lo más fría posible. Altas temperaturas de almacenaje favorecen el deterioro de la lata y bajas temperaturas inhiben el ennegrecimiento por sulfitos en las latas.

CAPITULO 3. CONSERVACION DE CAMARON POR SUSTANCIAS QUIMICAS.

Con el propósito de evitar la descomposición microbiana de los alimentos se puede añadir a éstos diversos compuestos químicos. En algunos casos solamente se consigue aumentar la vida de almacenamiento de los alimentos conservados a temperaturas de refrigeración. En otros, los compuestos químicos adicionados a los alimentos estabilizan por largo tiempo estos productos a temperatura ambiente o bien los productos son procesados y se les adiciona el compuesto químico, como pudiera ser la desecación y la elevación de sólidos solubles, hasta niveles relativamente bajos de humedad que en combinación con la adición de compuestos químicos evitan la descomposición microbiana. (7)

En este capítulo se revisarán los métodos que incluyen la adición de sal y el ahumado, ya que estas son las técnicas usadas en la conservación de camarón.

3.1. SALADO.

La conservación de productos marinos por medio de la sal tiene su origen en tiempos remotos. Algunos datos indican que los Fenicios lo usaban en las costas españolas al igual que los Griegos, habiéndose llegado a un alto grado de perfeccionamiento por los Romanos.

Los productos marinos como el camarón salado en el estricto sentido de la palabra indica la preservación por medio de la sal y de salmueras, pero el salado puede usarse como auxiliar en la conservación del producto ya sea por refrigeración, por secado y en el ahumado. (28)

El cloruro de sodio es empleado de muchas formas para conservar alimentos. En algunos casos con solo añadirlo hasta conseguir un 2 - 5 % en el producto final que junto al macenamiento refrigerado es suficiente para impedir el crecimiento de organismos psicrófilos y psicotróficos que pudieran proliferar descomponiendo el alimento. En otros casos la sal se añade a los alimentos de tal forma que se consigue saturar la fase acuosa del producto con la sal. Después de ser salado, el alimento se puede o no desecar con el fin de eliminar gran parte del agua presente.

Para este tratamiento es recomendable controlar la temperatura debido a que si el alimento salado no es conservado a temperaturas menores de 15°C (preferiblemente a 4°C), organismos como las bacterias de la putrefacción pueden invadir los tejidos y crecer antes de que la sal haya penetrado en las partes internas del alimento, hasta llegar a una concentración suficiente para evitar el crecimiento. Esta situación también es aplicable al crecimiento de bacterias patógenas como Clostridium botulinum o con la proliferación de otras bacterias. (10)

Uno de los factores responsables de la inhibición del crecimiento microbiano en el salado es indudablemente la eliminación del agua disponible. Como se mencionó en la sección de Secado de este mismo trabajo, los microorganismos crecen únicamente en soluciones acuosas y si el agua está ligada a compuestos químicos como la sal, no es utilizable por la célula. El factor A_w "actividad acuosa" ha sido concebido para expresar el grado de disponibilidad del agua en los alimentos, aplicándose a todos los alimentos frescos una A_w de aproximadamente 0.99 - 0.96 a temperatura ambiente. Actividades acuosas bajas que limitan la proliferación microbiana en los alimentos se puede lograr por la adición de sal o de azúcar, que determine tanto en uno como en otro caso la correspondiente desecación por eliminación de agua. En tales condiciones, el agua quedará permanentemente ligada a los compuestos químicos añadidos, o unida a ciertos compuestos como las proteínas.

El mecanismo del salado es aplicable desde el punto de vista de que el producto está constituido por infinidad de células con membranas semipermeables llenas de compuestos albuminoides y coloidales de alto peso molecular que al entrar en contacto con soluciones de alta concentración salinas permiten por medio de osmosis la salida del agua que las compone, evitando así mismo la salida de las sustancias proteicas, manteniéndose las propiedades nutricionales del alimento. (40)

En el transporte y almacenamiento del camarón salado, la clase de empaque usado depende de la manera como se haya manejado el producto, cuando se usa la sal seca se empaca en cajas o en costales, alternándolo con capas de sal fina, cuando se usan salmueras, se empaca en recipientes impermeables donde se pone una solución de :

Glucosa	1.5 Kg
sal seca	5.0 Kg
agua pura	17 Lt

Cabe hacer notar que existía la creencia de que la sal actúa como conservador por su propiedad antiséptica; en el caso del camarón, si la sal tiene alguna propiedad antiséptica, no es precisamente por ello a que se deba su acción conservadora, sino a la propiedad que tiene de absorber humedad, como se mencionó en párrafos anteriores, así pues la sal actúa en el camarón como un deshidratador. (28)

Los métodos comerciales de salado implican un tratamiento del camarón por dos maneras: por salmueras y por sal seca. La aplicación de salmueras para la conservación del camarón esta asociada a técnicas que utilizaban soluciones concentradas de sal. Se recomienda el uso de salmueras dependiendo del tipo de producto que se quiera conservar y de las condiciones climatológicas en las que se haga el proceso.

Para climas tropicales o templados se recomienda utilizar de 35 a 40 % de sal; aunque en casos excepcionales puede emplearse hasta 50 % de sal cuando se trate de especies con elevado contenido de grasa o con carne gruesa (3 a 4 cm). Sin embargo, las especies de este tipo se salan con gran dificultad y en muchas ocasiones la sal llega hasta las partes más profundas de la masa muscular. (25)

En términos genéricos, el porcentaje de sal recomendable para países como México, cuando se le emplea del tipo molido regular y con sistemas de salado corrientes en el país, será de alrededor del 40 %. Por lo tanto es innecesario utilizar cantidades superiores al 50 %, pues no solo hay un exceso que no actúa sobre el producto sino que eleva los costos de elaboración. La desventaja más notable es la pérdida de material proteico, además de que dicho proceso es lento, por lo que la solución y el agua que salen del interior del producto facilmente llegan al equilibrio y la corriente osmotica se detiene, trayendo como resultado inmediato que no salga la cantidad de agua debida y no en

tre como consecuencia, la sal necesaria a los tejidos.

La pérdida del material proteico se debe en gran medida a que siguen actuando las enzimas autolíticas en el medio líquido libre, originando la reducción de las proteínas intracelulares su salida al exterior de las membranas celulares y como consecuencia a la disminución sensible del valor nutricional del producto.

De hecho la adición de salmueras al camarón en la actualidad unicamente es utilizada como drenado para el enlatado del crustaceo y no como un método de conservación.

El uso de la sal seca depende en gran medida de la especie marina que vaya a conservarse y también de las condiciones ambientales bajo las cuales se trabaje. La aplicación del NaCl trae como consecuencia inmediata una concentración continua y enérgica de solutos de tal manera que la corriente osmótica no sufre ninguna paralización, sino hasta la salida total del agua presente. Por otra parte, la gran diferencia de densidades de la solución que poco a poco se forma con el agua del exterior dará como resultado que la penetración de la sal sea más rápida, habra menos descomposición por autólisis y será posible trabajar en rangos de temperatura más amplios. (39)

Si bien se mencionó los efectos de la sal para la conservación del camarón, resulta conveniente mencionar la importancia de la calidad de la sal por utilizar, para esperar

una mayor o menor rapidez de penetración a través de los tejidos.

En efecto, experimentos llevados a cabo indican que mientras el camarón tratado con sal pura (NaCl), puede quedar preparado para su conservación en cinco días, con aquellas sales que contengan impurezas del orden del 1 % de cloruro de calcio, el mismo proceso tardará no menos de siete días. De igual forma, una sal que contenga 4.7 % de cloruro de magnesio tardará de dos a tres días más en penetrar. (55)

Este retraso del tiempo en la penetración de la sal implica un serio problema, pues ello puede originar la continuación de la autólisis enzimática del producto y de que los microorganismos inicien su actividad destructiva.

Así mismo, las impurezas de la sal dan un sabor poco agradable al producto, principalmente el cloruro de calcio que le imparte un sabor amargo. Por otra parte, el color azarillo semitransparente que da al producto la sal pura es cambiado por las impurezas de cloruro de calcio a un color opaco.

Durante el almacenamiento del camarón salado pueden presentarse algunos microorganismos resistentes a altas concentraciones de sal. El estudio de estos microorganismos, bacterias en su mayor parte, y la manera de eliminarlos ha dado origen a numerosos temas de investigación. Algunos autores lo atribuyen primeramente a que al tener el camarón salado

almacenado por mucho tiempo los compuestos lipoides salen por el mismo peso y estos al descomponerse daban coloraciones extrañas. Más tarde se aceptó la teoría de que el agente causante de tales coloraciones eran algunos organismos vegetales presentes en la sal, principalmente de procedencia marina que han sido arrastrados en la sal seca únicamente por el sol y sin muchos métodos de purificación. (55)

Otras causas del deterioro o alteración del producto salado se deben, como se señaló implícitamente en párrafos anteriores, a la autólisis enzimática, la cual se ve favorecida por las altas temperaturas del medio ambiente. A 37°C aproximadamente, las enzimas diastasas, proteasas y lipasas actúan, dando lugar a la formación de compuestos de bajo peso molecular incluyendo aminoácidos, aminas y amidas, ácidos grasos libres, etc, provenientes de los tejidos celulares. El manejo brusco de dichos productos, provoca mullugamientos y facilita el rápido deterioro del producto.

3.2. AHUMADO.

La técnica de ahumar los productos marinos, al igual que los ya mencionados tiene su origen en épocas remotas, quizá el hombre aprendió a ahumar sus alimentos poco después de haber descubierto la manera de hacer fuego.

El ahumado como tal tiene cierta actividad preservativa y cuando se efectúa con eficacia refuerza la capacidad de conservación del producto además de mejorar su apariencia, en la mayoría de los casos le añade un sabor característico y color atractivo, que convierte al producto en un manjar.

La técnica consiste en exponer el alimento, en este caso el camarón fresco, o como más comúnmente se usa, ligeramente salado a la acción del humo proveniente de la combustión lenta de leña, virutas o aserrín de maderas duras no resinosas. La eficacia de este método de conservación depende precisamente del grado de humedad del alimento, así como de la acción de los componentes del humo como el formaldehído, ácido acético, propiónico y otros ácidos alifáticos desde el fórmico a caproico, alcoholes primarios y secundarios, cetonas, acetaldehído y otros aldehídos, ceras, guayacol y sus isómeros metilo, catecol, metil catecol y pirogalol y su éster metílico, cresoles, guayacoles, todos estos com-

puestos agrupados a veces bajo el nombre de "ácido piro leñoso", muchos tienen actividad desinfectante pero los más conocidos son el aldehído fórmico y el ácido acético en particular. El formaldehído, la creosota y el fenol tienen efecto esterilizante. (72,82)

Cabe hacer notar que estos compuestos son producidos en pequeñas cantidades, lo suficiente como para eliminar hongos, bacterias y virus. Como es de suponer, el humo es más activo contra las formas vegetativas que contra las esporas bacterianas y su acción germicida aumenta con la concentración y con la temperatura y varía con la clase de madera empleada.

Se ha mencionado que el efecto residual del humo en los alimentos es más efectivo contra las bacterias que contra los mohos. La concentración de sustancias micostáticas en el humo de madera necesaria para evitar el crecimiento de hongos aumenta con el incremento de la humedad en la atmósfera del almacenaje. (28)

Las maderas resinosas, como se mencionó anteriormente son inadecuadas para el ahumado, por impregnar los tejidos del producto de un sabor desagradable siendo las maderas predilectas para el ahumado las siguientes: encino, aliso, castaño, alamo, nogal, capulín y cerezo en regiones templadas. En latitudes tropicales suelen usarse los manglares, la cáscara de coco seca, mazquite, olotes, palo fierro y en general todas aquellas maderas no resinosas o de aroma fuerte y desa

Gradable.

El ahumado es en mayor o menor grado usado como técnica de conservación de especies poco o muy grasosas de productos marinos tales como el arenque, robalo, salmon, lenguado, anguila, camarón, etc . A pesar de su extensa difusión, existen pocas investigaciones científicas para mejorar la calidad del producto ahumado, los procesos son casi los mismos que utilizarón generaciones anteriores con igual propósito. (17,25)

Aunque se señala que la mayor parte del efecto conservador del ahumado se debe a la desecación del alimento durante este proceso. En efecto algunos investigadores sostienen que la desecación es el factor principal, especialmente la desecación en la superficie del alimento. (28)

Por lo regular se siguen en la práctica dos tipos de ahumado: el ahumado frio que se desarrolla a una temperatura más o menos baja y el ahumado caliente que se verifica a temperaturas mayores.

En el primer caso, el producto es suspendido a cierta distancia del fuego aplicandose temperaturas de 32 a 38°C. Los alimentos pueden ser ahumados en frio por unas pocas horas y durar poco tiempo en almacenamiento, pero generalmente los alimentos ahumados en frio son expuestos al humo a baja temperatura por días o semanas y durante ese tiempo adquieren un fuerte sabor a humo, pero el producto se deshidrata

considerablemente aumentando en gran medida su tiempo de conservación.

Los productos que son ahumados en caliente resultan ser jugosos y de buen sabor, pero tienen un corto período de almacenamiento a menos que se mantengan en refrigeración porque su contenido de humedad permanece alto. (44)

Por esta técnica es posible ahumar prácticamente toda clase de especies, sin limitación de tamaño o composición química. El camarón es posible ahumarlo entero o sin cabeza o bien la carne ya pelada es hervida en una solución de 10 % de sal durante 3 minutos, escurriendo durante 2 h y colocándolo en charolas de malla aceitadas y se ahuman en hornos mecánicos durante 1 a 1.5 h a 30°C.

El rendimiento del camarón ahumado sin cabeza procedente del camarón entero crudo es del 36 %. Los tratamientos de salmuera y ahumado pueden variar de acuerdo al gusto en particular.

CAPITULO 4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PROCESOS DE CONSERVACION MAS COMUNMENTE USADOS EN MEXICO.

Como se ha mencionado a través de los diferentes capítulos que conforman este trabajo, los métodos de conservación de camarón comúnmente utilizados en nuestro país y en general de todo el mundo, están supreditadas al tiempo en que este importante producto es consumido, pero sobre todo a las necesidades de mercado sin detrimento de sus propiedades nutricionales.

En efecto, las estadísticas pesqueras del año de 1985 señalan que de un total de 44 134 toneladas de camarón capturadas para esa fecha, 43 130 eran destinadas a la congelación; lo que representaba el 97.72 % del total capturado; de camarón enlatado se procesaron 883 toneladas es decir el 2 % y las restantes 121 toneladas representan el 0.28 % se destinaron a otros procesos de transformación y conservación del recurso en las que se podría incluir seco salado y ahumado.

Estos datos demuestran que el producto es preferido en su forma congelada en comparación a otros procesos por varias razones, entre ellas que sus cualidades nutricionales como organolépticas no se ven afectadas cuando el camarón es congelado y mantenido así por muchos meses no importando

la fecha del año, siempre se tiene en disposición para su consumo tanto en el mercado nacional como en el mercado internacional, ya que en los últimos cinco años se ha destinado en promedio el 40 % de la producción de camarón al consumo interno y el 60 % al mercado internacional. El camarón es el primer producto pesquero de exportación, en 1986 su comercialización externa aportó a nuestro país 356 millones de dolares.

Si bien es cierto que la mayor parte de la captura de camarón es congelada para mantenerlo en buenas condiciones para su consumo, cabe hacer notar que los otros métodos aunque estadísticamente son poco significativos, como el seco salado también tiene un gran consumo, sin contar que los otros métodos como el enlatado representan una ventaja en cuanto a tiempo de conservación, ya que un producto procesado en esas condiciones puede ser mantenido por años sin alteraciones importantes, aunque el proceso de elaboración sea ligermente más tardado y económicamente más costoso por las necesidades tecnológicas que representa.

Finalmente, puede afirmarse que el ahumado, si bien representa casi una "curiosidad" culinaria, sus costos de producción son relativamente bajos por la poca tecnología implicita casi artesanal de su proceso de elaboración, el producto resultante es un auténtico manjar, por eso es que actualmente se continua conservando el camarón por esta técnica.

DISCUSION.

En países como el nuestro en donde la alimentación representa una de las principales preocupaciones, la explotación nacional de los productos pesqueros puede ser la solución al problema alimentario.

Para ello México cuenta con litorales que abarcan casi 10, 000 Km y grandes proporciones de aguas jurisdiccionales y plataforma continental, en donde es posible obtener una gran variedad de especies con índices de abundancia considerables y comercialmente explotables.

La explotación pesquera en México se ha basado en dos grandes grupos: los considerados de exportación como el camarón, el atún, el abulón y la langosta, y los destinados al mercado interno, ya sean para consumo humano o para su transformación industrial como la anchoveta, la sardina, el mero y la mojarra para la elaboración de harinas de pescado.

De acuerdo a datos de la Secretaría de Pesca, de la producción pesquera total para 1985, 1' 054 834 toneladas fueron empleadas en el mercado interno, siendo el consumo por habitante de 13.43 Kg al año. Es evidente que con estas cantidades se está muy lejos de satisfacer los requerimien

tos alimenticios de los mexicanos mediante los productos del mar. Tabla 4

En otras palabras puede decirse que la explotación de los recursos pesqueros mexicanos se ha realizado con base a las exigencias del mercado externo; se ha pescado fundamentalmente para exportar. Sustancialmente esta política se ha modificado y reorientado en un país que entre otros problemas, importa productos alimenticios básicos. El desarrollo de la explotación pesquera debe orientarse básicamente hacia la formación de una industria que complete los esfuerzos realizados por el sector oficial para lograr la autosuficiencia alimentaria, responda a la creación de empleo y genere divisas.

En este sentido, el camarón peneido, por su gran valor comercial y alimenticio representa un importante recurso tanto por sus cualidades nutricionales como por su valor en el mercado interno como externo.

Uno de los aspectos de mayor dificultad para su explotación extensiva y racional, se debe a que no se conocen con exactitud las poblaciones sometidas a la explotación, es por ello que su industrialización, distribución, comercialización y consumo están sometidas a altas fluctuaciones en los precios, por lo que sus costos de elaboración en cualquiera de sus presentaciones, lo hace inalcanzable para la mayoría de la gente.

TABLA 4. CONSUMO AFARENTE Y PER-CAPITA DE PRODUCTOS PESQUEROS, 1985

(Toneladas y Kilogramos)

ESPECIES	Aparente	Per-cápita ^{1/}
<u>Total</u>	<u>1 054 834</u>	<u>13.43</u>
<u>Consumo humano directo</u>	<u>696 606</u>	<u>8.87</u>
Tiburón y Cazón	28 792	0.37
Calamar	786	0.01
Camarón	22 000	0.28
Mojarra	64 286	0.82
Ostión	39 247	0.50
Sardina	126 128	1.61
Túñidos ^{2/}	68 352	0.88
Escama	76 235	0.97
Crustáceos y moluscos	20 400	0.25
Otros	249 780	3.18
<u>Consumo humano indirecto</u>	<u>324 803</u>	<u>4.14</u>
Uso industrial	<u>33 425</u>	<u>0.42</u>

^{1/} Las cifras de población utilizadas fueron proporcionadas por el Consejo Nacional de Población, (CONAPO).

^{2/} Incluye las exportaciones realizadas por las empresas de coinversión.

Por su gran contenido de proteína y compuestos nutricionales necesarios para el organismo, el camarón es fácilmente atacable por un gran número de microorganismos que lo pueden descomponer, presentes como flora natural o bien como contaminantes durante su manejo, de ahí el énfasis que se hizo de estudiar los principales métodos de conservación del crustáceo.

La revisión de los diferentes métodos de conservación del camarón indican que aunque pueden aplicarse un gran número de procesos de conservación, en nuestro país es práctica común utilizar la refrigeración cuando el producto es transportado o bien vendido al menudeo. La congelación se usa cuando se requiere mantener por varios meses sus cualidades nutricionales y organolépticas. El seco salado si se desea reducir el efecto de la actividad del agua para evitar la proliferación de microorganismos y si el camarón es utilizado como materia prima en el proceso es relativamente pequeño y de baja calidad, es decir, si sufrió rupturas o daños físicos durante otro proceso de conservación.

Se habla de enlatar el camarón cuando se necesita conservar por años el producto cocido o bien cuando este es transportado y consumido en condiciones diferentes al congelado.

Se hizo también un detallado análisis de los métodos de conservación del camarón por sustancias químicas en donde se estableció que el ahumado sólo se utiliza cuando el camarón

es consumido en pocos días y cuando se le quiere dar al producto un sabor y características especiales.

Si bien es cierto que la utilización del proceso o procesos de conservación del camarón esta determinado por las condiciones de consumo, cabe hacer notar que existen otros factores que también influyen para la selección de dichos procesos como son la situación económica, cultural, disponibilidad del recurso, etc. *mejor con el agua*

Finalmente, puede establecerse que los recursos naturales de la gran mayoría de los países en vías de desarrollo como es el nuestro son explotados irracionalmente. Si bien los progresos alcanzados en el conocimiento de los recursos naturales, así como su aprovechamiento mediante el uso y mejoramiento de técnicas adecuadas son muy escasos, aunado a esto, los vicios administrativos y económicos.

Uno de ellos es el considerar que el desarrollo de la actividad pesquera esta determinada por el aumento global de las capturas, lo cual se obtiene añadiendo el número de barcos. La correcta administración de los recursos pesqueros como el camarón, no puede definirse simplemente como una regla de tres, en la cual durante el transcurso de los años puedan aumentarse la producción y el número de barcos indefinidamente. Llega un momento en que la disminución del recurso hace incosteable su explotación provocando el agotamiento de las principales pesquerías.

Si bién en muchas ocasiones se considera que no es provecho so disminuir el desarrollo de la explotación pesquera a pe sar de la falta de estudios detallados sobre el potencial, es necesario tomar en cuenta que nuestro planeta posee una estructura determinada que funciona sobre la base de mecanis mos ecológicos propios y que como todos los sistemas bioló gicos, tiene una capacidad de carga definida. Por lo tanto, también en el caso de México, debemos conocer los límites del ecosistema para poder sostener una población humana como la nuestra.

CONCLUSIONES.

El camarón peneido representa para nuestro país un importante recurso, sin embargo dada la situación actual, este producto esta muy lejos aún de contribuir a satisfacer la carencia proteica de la mayoría de la población mexicana.

Debido a sus cualidades nutricionales es facilmente atacable por microorganismos y deteriorado por el medio ambiente, de ahí la importancia de trabajos como el presente, en donde se hizo una recopilación de los metodos de conservación más comunmente utilizados en nuestro país para mantenerlo en buen estado en diferentes presentaciones y condiciones para el consumo interno y externo en cualquier epoca del año.

Como pudo observarse a través del desarrollo del presente estudio, los metodos de conservación más comunmente utilizados, ya sea por su costo, ventajas y cualidades, pueden englobarse en tres grandes grupos: mediante la utilización del frío, ya sea por refrigeración y congelación; la conservación por calor es el secado y enlatado y por la utilización de compuestos químicos.

En general puede concluirse que en estos tres grupos de metodos se engloban los metodos de conservación del camarón con mayor utilidad comercial y que todos los estudios e investigaciones que se han desarrollado en este aspecto hasta la fecha se han enfocado a optimizar y mejorar estas técnicas con el fin primordial de entender los fenomenos que ocurren durante estos procesos para disminuir los riesgos por contaminación y alteraciones, pero sobre todo para reducir los costos de operación.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Aldama, Luis
"Manejo del camarón a bordo"
Tecnica Pesquera No. 72, 1974
- 2.- American Can Company
"The Canning of Wet Pack Shrimp"
Maywood, Illinois, USA 1960
- 3.- Baron, P.A.
"Estudio de un metodo sencillo para la determinación de la frescura del camarón refrigerado por medio del pH del exudado".
Divulgación pesquera Vol. III No. 1;2 1974.
- 4.- Borgstrom, Georg
"Fish as Food Processing: Part 1" Vol. III
Academic Press. New York, 1965
- 5.- Bottrill, D.E.
"Control de calidad en el enlatado del pescado".
Industria Conservera,;vol. 43 No. 459 (267-269) 1977
- 6.- Brecht, E.P.
"Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce". Food Technology 1980
- 7.- CAC/RCP 17 - 1978
"Código internacional recomendado de practicas para los camarones". 2a. Ed. Roma 1984
- 8.- Cardenas Figueroa, Mauro
"Ciclo evolutivo de tres peneidos del noroeste de México".
Revista de la Sociedad Mexicana Natural Tomo 12, 1-4,1951

- 9.- Cardenas Figueroa, Mauro
 "Contribución al conocimiento de la biología de los peneidos del noroeste de México". México IFN 1950
- 10.- Carpio C., Luis
 "El salado y secado del pescado". Laguna, No. 32 1973
- 11.- Castell, C.H.
 "Formation of dimethylamine in stored frozen sea fish".
 Journal Fisheries Research Board of Canada. Vol. 27-
 No. 10 1970
- 12.- Cázarez Soto, Gonzalo
 "Las pesquerías de camarón tierra adentro"
 Tesis UNAM 1975
- 13.- Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT
 "Estudio del Mercado Mundial de camarones, gambas y langostinos/Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT."
 Ginebra, El centro, 1983 Xviii
- Codex Stan 92-1981
 "Norma del Codex para los camarones congelados rápidamente"
 Codex Stan 37- 1981
 "Norma para los camarones en conserva"
 Costell, Elvira y Luis Duran
 "Esterilización de conservas. Fundamentos teóricos y
 Calculo del tiempo de esterilización".
 Información Tecnica General No. 66 Asociación de Investigación de Conservas Vegetales. 16 Dic., 1973
- Crance, Johnie H.
 "Smoked Fish". Agricultural Extension Service, College
 Station Texas A & M University, USA, 1973

- 18.- Chapa Saldaña, Hector
"Fomento, Producción Camaronera". I.N.I.B.P. 1963-1967
- 19.- Chapa Saldaña, Hector
"La distribución geográfica de los camarones del noroeste de México y el problema de las artes fijas de pesca".
Publicación Secretaría de Marina, México 1956.
- 20.- Chapa Saldaña, Hector
"Generalidades sobre la pesca y la biología de los camarones". Trab. Div. Vol. 1 No. 7 1959
- 21.- Departamento de Pesca
"Sistemas de refrigeración y congelación empleados en la conservación de productos pesqueros".
Boletín Informativo de la Dirección General de Tecnología Pesquera, Subdirección de Tecnología Industrial, Oficina de Equipos Industriales, No. 2 septiembre 1979
- 22.- Doe, P.E.
"A polythene tent drier for improved sun drying of Fish".
Food Technology in Australia, Nov. 1984, 437
- 23.- FAO.
"Codigo de Prácticas para los camarones".
Circular de Pesca de la FAO (322) Rev. 1 1977
- 24.- FAO.
"La Congelación en las Pesquerías"
Documento técnico sobre pesca. No. 167 1977
- 25.- FAO.
"Equipo y métodos para mejorar el ahumado y secado del pescado en los tropicos".
FAO. Fisheries Technical paper No. 104, 1971
- 26.- FAO/Food and Nutrition papers: 36
"Guidelines for can manufactures and food canners". 1986

- 27.- FAO. "Proyecto de Desarrollo Pesquero".
Colombia. Estudios e Investigaciones. No. 1 1969
- 28.- Frazier, W.C.
"Microbiología de los Alimentos"
Acribia 2a. Ed. Zaragoza, España 1976
- 29.- Fujii, Tatao
"Microbiological Studies on salted fish stored at low
temperature". Bull Tokai, Reg. Fish. Lab. No. 92, 1977
- 30.- Gallardo, C. y Laguarda, F.
"Importancia y Explotación Nacional de los Recursos
Pesqueros". Ciencia y Desarrollo. 58 año X, 1984
- 31.- Gallardo, C.
"Los Recursos Alimenticios del Mar"
Ciencia y Desarrollo. 43 año VIII, 1982
- 32.- Gates, W.K, Eudaly J.G, Parker, A.H. and Pittman, A.L.
"Quality and Nutritional changes in frozen breaded
shrimp stored in whosale retail freezers".
Journal of Food Science 50 (1935)
- 33.- Heiss, R.
"Principios de envasado de los Alimentos. Guía Inter
nacional". Ed. Acribia 2a. Ed. Zaragoza, España 1980
- 34.- Hess, Ernest
"Smoke curing of fish". Canadian Fisherman, v.16 No.8, 1981
- 35.- Jamieson, W.
"Use hypobaric conditions for refrigerated storage of
meats, fruits and vegetables". Food Technology 1980
- 36.- Kader, A.A.
"Prevention of ripening in fruits by use of controlled
Atmospheres". Food Technology 34 (3) 51 1930

- 37.- Karel, Marcus, Lund, Daryl, Fennema, Owen R.
 "Principles of food science. Physical principles of food preservation. U.S.A". Marcel Dekker, Inc. 1975
- 38.- Klima, Eduard F.
 "Gear and techniques employed in the gulf of México shrimp fishery". National technical Information Service. Springfield, Va., 1970
- 39.- Lafont, M.
 "Control of the quality of salted dried fish Indo-Pacific Fisheries". Council, Occasional Paper 52/9 FAO, Bangkok 20 May, 1972
- 40.- Lever Garcia, Carlos
 "El control de la calidad en la producción de alimentos de origen marino".
 ler. Simposium Internacional de Educación y Organización Pesquera. Vol. III, Cancun, 1979
- 41.- Liston, J.
 "Food poisoning problems of frozen sea foods".
 College of Fisheries. University of Washington.
 Journal of Environmental Health. Vol. 25 No. 3 1972
- 42.- Lluçh Belda, Daniel
 "Diagnostico, modelo y regimen óptimo de la pesquería de camarón de altamar en el noroeste de México". 1977
- 43.- Lock, Arthur
 "Practical Canning".
 2a. Ed., London, Food trade Press, 1960
- 44.- López-Matas, Antonio
 "Enlatado, Curado y otros metodos de preservación del pescado y elaboración de subproductos". FAO, 1962

- 45.- Ludoff, W. , Meyer, V.
 "El pescado y los productos de la pesca".
 Zaragoza, España. Editorial Acirbia 1973
- 46.- Luna L., Gonzalo
 "Elaboración de camarones en salmuera".
 Boletín del Centro de Investigaciones Pesqueras. Serie
 Tecnología. Vol. 1 No. 1 1966
- 47.- Marquez Cannepa, Raúl
 "Tecnología de la congelación de los productos pesqueros".
 Boletín Informativo. SEP/DGCYT Veracruz, Ver., 1977
- 48.- Masfaller, Michael
 "Feasibility and evaluation of methods for drying reef,
 fishes. Proceedings of the fourth".
 International Coral. Reef. Symposium Manila, Vol. 1, 1981
- 49.- Mercado Sanches, Pedro
 "Extracto sobre la biología de los camarones del género
Penaeus en agua Mexicanas". Oficina de Estudios Biolo
 gicos. Dirección General de Pesca 1976
- 50.- Mermelstein, N.H.
 "Hypobaric transport and storage of fresh meats and pro
 duce earns". Food Technology 33 (7) 57, 1982
- 51.- Mills, A.
 "Measuring changes that occur during frozen storage of
 fish". a review. J.Fd. Technology 10, 1975
- 52.- Molineras de Muelle, A.M.
 "Estudio del camarón procesado en la costa Atlántica y
 Pacífica". División Pesquera Vol. III No. 1,2 1974
- 53.- Molineras de Muelle, A.M., Barón Porrás, A., Villameva, J
 "Tecnología del camarón a bordo y en tierra".

División Pesquera. Dirección General de Pesca No. 4,5
Vol. II, 1979

- 54.- Munive y Medina, José M. Antonio
"Diagnostico de la industria enlatadora de Productos
Pesqueros Mexicanos". México, IPN 1974
- 55.- Nickerson, John y Sinskey, Anthony
"Microbiología de los alimentos y sus procesos de
elaboración". Ed. Acribia. Zaragoza, España 1980
- 56.- NOM-F-19/1951
"Norma Oficial de Calidad para Camarón Enlatado".
Dirección General de Normas
- 57.- NOM-F-489-1986
"Productos de la Pesca- Camarón Congelado- Especificacio
nes". Dirección General de Normas
- 58.- Osei Booh-Ocansey
"Effects of vacuum and atmospheric freeze-drying on
quality of shrimp, Turkey flesh and carrot samples".
Journal of food Science 49 (1984) 1457-1461
- 59.- Perez Farfante, Isabel
"Claves ilustradas para la clasificación de los camaró
nes comerciales de la America Latina".
Secretaría de Industria y Comercio. 1976
- 60.- Pesca y Marina
"La congelación en el mar". Pesca Marina No. 10 V.26, 1974
- 61.- Pesca y Marina
"La frescura del camarón"
Pesca y Marina No. 3 Vol. 25 1973
- 62.- Pesca y Marina
"La industria del camarón en el Golfo".
Pesca y Marina No. 4 Vol. 19, 1967

- 63.- Pesca y Marina
"La técnica del Ahumado".
Pesca y Marina No. 1 Vol. XVIII año 1966
- 64.- Petjan, Jack H.
"Plasma creatine phosphokinase changes induced by
freezing injury and adaptation to cold".
Jour. Appl. Phy. V. 27 No. 4 1969
- 65.- Pigott, George M.
"Iron sulfide blackening in canned protein foods: ox-
idation and reduction mechanisms in relation to sulfur
and iron". Food Technology Vol.XVII, No. 4 1963
- 66.- Plank, Rudolf
"El empleo del frío en la industria de la alimentación,
guía internacional".
Zaragoza, España. Editorial Acribia 1977
- 67.- Potter, Norman
"La ciencia de los alimentos"
Ed. Edutex. México, D.F. 1978
- 68.- Productos Pesqueros Mexicanos
"Análisis de la industria camaronera nacional".
Propemex S.A. de C.V. Boletín No. 1 1974
- 69.- Productos Pesqueros Mexicanos
"Participación de Productos Pesqueros Mexicanos en el
Comercio Exterior de Camarón".
Propemex S.A. de C.V. Boletín No. 2 1974
- 70.- Puncochar, J.F.
"Studies on the "pink" discoloration of commercially
shucked oysters". Fisheries Tech. Lab. Maryland, USA, 1980
- 71.- Raffol, F.
"La investigación Pesquera en México"

- Ciencia y Desarrollo. 43 año VIII, 1982
- 72.- Ramirez Granados, Rodolfo
Tecnología Pesquera. 1976
 - 73.- Rodriguez de la Cruz, María Concepción
"Estado actual de la pesquería de camarón en el Pacifico Mexicano". INIBP. Anales v. 1 1975
 - 74.- Santiago Villalobos, Rogelio
"Tecnología e Industrialización del Camarón".
Simposium sobre Biología y Dinamica Poblacional de Camarones. agosto 1976
 - 75.- Sapakie, S.F., Mihalik, D.R.
"Drying in the food industrie".
Chem. Eng. Progress 44, 1980
 - 76.- Secretaría de Pesca
"Anuario Estadístico de Pesca 1985".
Dirección General de Informatica y Estadística.
México, D.F., octubre de 1986
 - 77.- Secretaría de Programación y Presupuesto.
Departamento de Pesca. "Plan Nacional de Desarrollo Pesquero 1977-1982". Vol. I Diagnóstico, pronostico y política pesquera. México, D.F., agosto 1977.
 - 78.- Silliker, J.H. and Wolfe, S.K.
"Microbiological safety considerations in controlled-
Atmosphere storage of meats".
Food Technology 1980
 - 79.- Solis Sanchez, S. y Garcia, M.J.
"Conservación de productos marinos"
Secretaria de Agricultura y Fomento. México, D.F., 1929
 - 80.- Suderland, J.E. .
"An economic study of microwave Freeze-Drying".

Food Technology 36 (2) 1952

- 81.- Surma, Michael, A.
"Microbial Survey of Imported Shrimps".
Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Twenty-fourth
Annual Session, November 1971
- 82.- Tack, Peter I
"Smoking and cooking" Experiment Station Folder 3, 1944
- 83.- Tanikawa, Eiichi
"Marine products in Japan. Tokyo"
Fosheisha-Kosei Kaku. Company 1971
- 84.- Tecnica Pesquera
"Camarones del Pacifico Mexicano"
Tecnica Pesquera No. 68 1973
- 85.- Thompson, Mary H.
"Problem of green frozen raw breaded shrimp".
Fishery Industrial Research Vol. 5 No. 1 1969
- 86.- Tornes, Eilif
"Calidad del pescado salado y secado".
Proyecto de Investigación y Desarrollo Pesquero.
Informe Tecnico No. 18 1970
- 87.- Tornes, Eilif
"La calidad del camarón congelado".
Proyecto de investigación y desarrollo pesquero.
Informe Técnico No. 7 1970
- 88.- Tornes, Eilif, George, Paul y Rivero, G.
"Tecnología Pesquera. Estudios y Difusión Maritimos, A.C."
México, D.F. 1976
- 89.- Valle, Mario
"El uso de la congelación adecuada en productos del mar".
Foro de consulta popular para la planeación democrática

de pesca. Vol. 13. Tomo Comercialización y transporte.
México, D.F., Secretaría de Pesca, 1983

90.- Varela, Olga

"Nutritional aspects of frozen fish". Instituto de
Nutrición, Consejo Superior de Investigaciones Cientí-
ficas, Fac. Farmacia, Cd. Universitaria, Madrid, España
Agosto 1981.

91.- Wadsworth, Peter

"La congelación a bordo".
Tecnica Pesquera No. 64 1973

92.- Wolfe, S.K.

"Use of CO and CO₂ enriched atmospheres for meats, fish
and produce". Food Technology 34 (3) 55, 1980

93.- Yañez-Arancibia, Alejandro

"Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca
acompañante del camarón". UNAM. SEPESCA. 1985