



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ U.L.E.A.M.**

**CARRERA BIOQUÍMICA EN ACTIVIDADES PESQUERAS**

**TESIS DE GRADO**

**Tema:**

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN  
EN DORADO (*Coryphaena hippurus Linnaeus, 1758*) COMO MATERIA  
PRIMA EN FRESCODEGFER S.A. JARAMIJO-MANABI-ECUADOR**

**AUTOR: SANCHEZ CEDEÑO RUDY RODRIGO**

**TUTORA: BLGA. SANDRA SOLORZANO BARCIA**

**MANTA, 2013**

## **DERECHOS DE AUDITORIA**

Yo, Rudy Rodrigo Sánchez Cedeño, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Facultad de “Ciencias del Mar”, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

---

**RUDY RODRIGO SÁNCHEZ CEDEÑO**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Blga. Sandra Solórzano Barcia certifica haber tutelado la tesis titulada **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN EN DORADO (*Coryphaena hippurus Linnaeus, 1758*) COMO MATERIA PRIMA EN FRESCODEGFER S.A. JARAMIJO-MANABÍ-ECUADOR.”**, QUE HA SIDO DESARROLLADA POR Rudy Rodrigo Sánchez Cedeño, previa a la obtención del título de Bioquímico en Actividades Pesqueras, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí U.L.E.A.M.



---

BLGA. SANDRA SOLÓRZANO BARCIA

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos miembros del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis titulada “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN EN DORADO (*Coryphaena hippurus Linnaeus, 1758*) COMO MATERIA PRIMA EN FRESCODEGFER S.A. JARAMIJO-MANABÍ-ECUADOR.**” que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Rudy Rodrigo Sánchez Cedeño, previa a la obtención del título de Bioquímico en Actividades Pesqueras, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Universidad Laica “ELOY ALFARO” de Manabí, Facultad “CIENCIAS DEL MAR”.

---

**MIEMBRO**

---

**MIEMBRO**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi empeño y esfuerzo en este trabajo se lo debo a muchas personas que influyeron en mi vida personal y profesional empezando por mi Dios que nunca me abandono.

En especial a mis padres Sr. José Sánchez y Sra. Bella Cedeño por ser mi fuente de progreso e inspiración, orientándome siempre por la senda del bien con su muestra de amor y afecto sobre mí.

A mis hermanos Jonathan, Diego, Andy y Danna quienes son una parte muy fundamental en mi vida, a ellos les agradezco de todo corazón.

A mi abuela Estela y tías que siempre estuvieron pendientes de mí y me motivaron a culminar mis estudios.

También a mis compañeros de estudios por compartir una linda experiencia en las aulas de nuestra amada institución UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ que nos dio la oportunidad de ser profesionales.

**GRACIAS**

Rudy Sánchez C.

## DEDICATORIA

Yo, Rudy Sánchez  
Dedico enteramente esta tesis a Dios  
A mis padres  
Sr. José Sánchez – Sra. Bella Cedeño  
Y hermanos  
Que nunca me abandonaron en los  
Momentos más difíciles de mi vida.  
**Rudy Sánchez Cedeño.**

# ÍNDICE

DERECHOS DE AUDITORIA .....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA .....	V
INDICE.....	VI-VII
INDICE DE TABLAS .....	VIII
INDICE DE CUADROS.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS.....	X
GLOSARIO .....	XI-XII
RESUMEN... ..	XIII
SUMARY.....	XIV
CAPITULO I .....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II.....	2
II. MARCO TEÓRICO .....	2
2.1. MATERIA PRIMA: DORADO ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) .....	2
2.1.2. PRODUCCIÓN.....	3
2.1.3. EXPORTACIÓN.....	3
2.2. CAUSAS Y EFECTOS DEL DETERIORO EN PORCIONES REFRIGERADAS.....	4
2.2.1. LA HISTAMINA .....	5
2.2.2. POBLACIÓN MICROBIANA DEL DORADO FRESCO .....	6
2.2.3. DESHIDRATACIÓN.....	7
2.2.4. ENRRANCIAMIENTO .....	7
2.2.5. ROJO O “VÉRMELO” .....	8
2.2.6. PECAS O “DUN”.....	8
2.3. REFRIGERACIÓN .....	9
2.3.1. ENFRIAMIENTO DEL PESCADO CON HIELO .....	9
2.3.2. REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA .....	10
2.3.3. PROPIEDADES FÍSICAS VENTAJOSAS DEL HIELO.....	12
2.3.5. TIPOS DE HIELO .....	15
2.3.6. VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO.....	18
2.3.7. METODOS Y ENVASES DE ALMACENAMIENTO .....	20
2.4. CONGELACIÓN.....	22
2.4.1. TIPOS DE CONGELACIÓN.....	23
2.4.1.1 CONGELACIÓN POR SALMUERA.....	23
2.4.1.2. CONGELACIÓN POR AIRE FORZADO.....	23
2.4.1.3. CONGELACIÓN POR CONTACTO .....	24
2.4.1.4. ULTRA-CONGELACIÓN.....	24
2.4.2. ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS CONGELADOS .....	24
2.4.2.1.1 IQF .....	25
2.4.2.2. EMPACADO AL VACÍO.....	25
2.5. NECESIDAD DE TECNOLOGÍAS ADECUADAS PARA LA MANIPULACIÓN DEL PESCADO .....	26
CAPITULO III.....	27

III. HIPÓTESIS.....	27
CAPITULO IV.....	28
IV. OBJETIVOS.....	28
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	28
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
CAPITULO V.....	29
V. METODOS Y MATERIALES.....	29
5.1 UBICACIÓN.....	29
5.2 VARIABLES EN ESTUDIO.....	29
5.2.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	29
5.2.2. VARIABLES DEPENDIENTES.....	29
5.3 UNIDAD EXPERIMENTAL.....	29
5.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	30
5.5. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS.....	30
5.6. METODOLOGIA UTILIZADA.....	31
5.7. MATERIALES.....	33
CAPITULO VI.....	35
VI. RESULTADOS.....	35
6.1. DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS.....	35
6.2. RESULTADOS DE HISTAMINA.....	36
6.3. RESULTADOS DE PÉRDIDA POR GOTEÓ.....	37
6.4. RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.....	38
CAPITULO VII.....	40
VII. DISCUSIÓN.....	40
CAPITULO VIII.....	41
VIII. CONCLUSIONES.....	41
CAPITULO IX.....	42
IX. RECOMENDACIONES.....	42
CAPITULO X.....	43
X. BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	46



## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. ....	17
TABLA 2.....	35

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.....	36
CUADRO 2.....	37
CUADRO 3.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS

**TMA:** Trimetilamina.

**AME:** Agua de mar enfriada.

**AMR:** Agua de mar refrigerada.

**HACCP:** Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control, del inglés (Hazard Analysis Critical Control Point)

**UFC:** Unidad Formadoras de Colonias.

**BPM:** Buenas Prácticas de Manufactura

**FDA:** Food and Drug Administration

**UE:** Unión Europea

## GLOSARIO

**Autolíticos:** Es un proceso biológico por el cual una célula se autodestruye, ya sea porque no es necesaria o porque está dañada y debe prevenirse un daño mayor.

**Conservación:** Mantener una cosa o cuidar de su permanencia.

**Degradación:** Acción y efecto de degradarse o descomponerse

**Desembarco:** Acción de desembarcar o salir de la embarcación.

**Difusión:** Fenómeno que se presenta cuando dos sustancias se mezclan espontáneamente por contacto sin reaccionar, por la tendencia de sus moléculas a constituirse por la tendencia de sus moléculas a constituir una masa homogénea, como ocurre con ciertos líquidos y gases especialmente.

**Estandarizada:** Ajustar a un tipo, modelo o norma.

**Estibar:** Apretar materiales o cosas sueltas para que ocupen el menor espacio posible

**Eviscerar:** Acción de sacarle las vísceras de algún animal.

**Exudados:** Es un proceso natural del organismo caracterizado por la salida de un fluido denso

**Halofílicas:** Los organismos son extremófilos ya que viven en condiciones extremas, en este caso, en entorno con mucha sal como zona litorales, salinas y lagunas salobres.

**Hipoxantina:** Es una forma metabólica de las purinas, aunque ocasionalmente puede formar parte de algunos RNAs. Los peces oxidan la alantoina a urea y glioxilato y algunos invertebrados marinos lo hacen hasta  $\text{NH}_4$  y  $\text{CO}_2$ .

**Inhibir:** Suspender transitoriamente una función o actividad del organismo mediante la acción de estímulo adecuado.

**Lixiviación:** Es un proceso por el cual se extrae uno o varios solutos de un sólido, mediante la utilización de un solvente líquido. Ambas fases entran en contacto íntimo y el soluto o los solutos pueden difundirse desde el sólido a la fase líquida, lo que produce una separación de los componentes originales del sólido.

**Magras:** Dícese de la carne que no contiene grasa próxima al lomo.

**Odoríferas:** Que huele bien, que tiene buen olor o fragancia.

**Oscilación:** Efectuar movimientos de vaivén a la manera de un péndulo o de un cuerpo colgado de un resorte o movido por el

**Parámetros:** Variable que, en una familia de elementos, sirve para identificar cada uno de ellos mediante su valor numérico.

**Polietileno:** Es uno de los plásticos más comunes, debido a su alta producción mundial y a su bajo precio. Es químicamente inerte.

**Rancidez:** Dícese de alimentos que con el tiempo adquieren sabor y olor más fuertes, mejorándose o echándose a perder.

**Sápidas:** Refiérase al sabor de alguna sustancia o producto alimenticio.

**Térmicas:** Conjunto o instalaciones que permiten transformar energía calórica (empleando carbón, por lo regular) en energía eléctrica, la cual es después enviada, mediante conductores o cables, a los puntos de consumo.

**Tolvas:** Caja en forma de tronco de pirámide o de cono invertido y abierto por debajo, dentro de la cual se echan granos u otros cuerpos para que caigan poco a poco.

**Volátiles:** Partículas o sustancias que se transforman de cuerpo sólido o líquidos en vapor o gas.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la optimización de la congelación y refrigeración del dorado (*Coryphaena hippurus*) congelado-descongelado y dorado fresco en la empresa FRESCODEGFER S.A. Se trabajó con dos lotes. El lote 1, compuesto por 30 muestras, se destinó al estudio de congelación, mientras que el lote 2, formado por 18 muestras, se destinó al estudio de refrigeración y vida útil del pescado fresco. En una primera fase, se estudiaron diferentes tiempos de almacenamiento en congelación. En una segunda fase, se llevó a cabo un estudio de vida útil en dorado fresco y dorado congelado-descongelado. En todas las muestras se llevaron a cabo análisis físico-químicos, microbiológicos. Las pruebas histamínicas no tuvieron una diferencia significativa mayor. En relación a la pérdida por goteo, se puede apreciar un aumento progresivo del porcentaje de exudado a lo largo del almacenamiento en refrigeración, siendo este incremento significativamente mayor con él tiempo, debido a la desnaturalización de proteínas del músculo del pescado ocasionada por las bajas temperaturas, que se traduce en una pérdida de la capacidad de retención de agua y, por tanto, en una mayor liberación de líquido durante el almacenamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

La congelación no tuvo efecto sobre la calidad microbiológica; sin embargo provocó una ligera oxidación del músculo y cambios en la estructura del dorado que se tradujeron en una disminución de la dureza del músculo. Ni el tiempo de congelación ni el número de ciclos de congelado tuvieron efecto sobre estos parámetros, lo que indica una buena estabilidad de las muestras durante el almacenamiento a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Con lo cual se podría diferenciar entre dorado congelado y dorado fresco. En el estudio de vida útil, los parámetros físico-químicos estudiados evidenciaron un mayor grado de deterioro durante el almacenamiento en refrigeración a  $4^{\circ}\text{C}$ , para las muestras de dorado descongelados en comparación con dorado fresco. Sin embargo, el deterioro microbiológico se alcanzó prácticamente a los 7 días de almacenamiento en ambos tipos de muestras.

## SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the optimization of freezing and cooling (Coryphaena hippurus) frozen-thawed and fresh golden FRESCODEGFER Corp .We worked with two lots. Lot 1, consisting of 30 samples, was used to study freezing while lot 2, consisting of 18 samples, was used to study refrigeration and shelf life of fresh fish. In a first step, we studied different frozen storage times. In a second phase, conducted a study in gold life fresh and frozen-thawed gold. In all samples were carried out physic - chemical, microbiological. Histamine testing had no significant difference greater. In relation to the drip loss, one can see a gradually increasing percentage of exudate throughout the refrigeration storage , this being significantly higher increase with time, due to desnaturation of the fish muscle proteins caused by low temperatures , which translates into a loss of water retention capability and thus , greater liquid release during storage at  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Freezing had no effect on the microbiological quality, but caused a slight muscle oxidation and changes in the structure of the gold that resulted in a decrease in muscle strength. Neither freezing time or number of cycles of freezing had no effect on these parameters, indicating a good stability of the samples during storage at  $-18^{\circ}\text{C}$ . Thus could differentiate between frozen and fresh Mahi. In the study life, physical-chemical parameters studied showed a greater degree of deterioration during refrigerated storage at  $4^{\circ}\text{C}$ , for samples of gold compared to gold thawed cool. However, microbiological deterioration practically reached after 7 days of storage in both types of samples.

# **CAPITULO I**

## **I. INTRODUCCIÓN**

La empresa FRESCODEGFER S.A. recibe una media 80.000 libras diarias de dorado al mismo que se le debe realizar los respectivos controles de calidad en cada una de sus etapas del proceso productivo, análisis que van desde los controles físicos-químicos de la materia prima hasta las reacciones enzimáticas producidas por la degradación del pescado durante el tiempo de conservación y el tiempo de proceso, reacciones que se deben establecer por los parámetros legales y reglamentarios de las normas alimenticias.

El pescado es un alimento muy apreciado en el mercado debido a su gran valor nutritivo y organoléptico. Sin embargo, el pescado fresco es extremadamente susceptible al deterioro, lo que provoca importantes cambios en sus características sensoriales, valor nutritivo e incluso en la inocuidad para los consumidores.

La congelación es una excelente alternativa para extender la vida útil del pescado, además de suponer una forma eficiente para su almacenamiento. Sin embargo, muchos consumidores prefieren pescado fresco a pesar de su mayor coste. Por esta razón, la venta de productos congelados-descongelados, ofertados como pescado fresco es una práctica fraudulenta. Durante el congelado, almacenamiento y descongelado, el músculo del pescado sufre cambios debidos a la desnaturalización de proteínas y a la oxidación de lípidos, lo que repercute directamente en la calidad sensorial y nutricional del producto, afectando también a la conservación del mismo.

Los tiempos de almacenamiento del pescado fresco varían entonces dependiendo de esos factores, de los cuales el que podemos modificar es la temperatura. Llevando la temperatura a valores cercanos a los 0°C se disminuye o enlentece el crecimiento de los microorganismos esto prolongara la vida útil del pescado fresco.



## CAPITULO II

### II. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. MATERIA PRIMA: DORADO (*Coryphaena hippurus*)

El Dorado es la variedad más representativa de la llamada Pesca Blanca en el Ecuador. Pertenece a la familia Coryphaenidae. Se lo conoce comercialmente como Mahi-Mahi. En la pesca artesanal se capturan ejemplares desde 42 cm. hasta 180 cm. (de largo). Los Puertos principales de desembarque son: Esmeraldas, Manta, San Mateo, Puerto López, Santa Rosa y Anconcito.

La temporada de pesca es de Diciembre a Marzo de cada año (estación lluviosa). Cuando existe un evento “El Niño Oscilación del Sur” su disponibilidad se prolonga durante todo el año. El desembarque promedio anual en la pesca artesanal es de 12071 toneladas.

Producto de consumo masivo a nivel local. Su carne (cruda) es de color blanquecino tendiendo a rosada, de excelente calidad. Su piel sirve para la fabricación de cuero, con el cual se pueden elaborar carteras, correas, billeteras, monederos, llaveros y similares.

A nivel Industrial los tipos de procesamientos (fresco y congelado) son los siguientes:

- **H & G:** Tronco sin cabeza, vísceras, cola; con piel.
- **Filetes:** Filete con y sin piel, sin línea de sangre, sin espinas.
- **Porciones (congelado):** Sin piel y sin hueso.

Con sus respectivos tipos de empaques:

- **H & G:** Caja de cartón parafinado, empaque con aislamiento de polietileno, envolturas de polietileno, con paquetes de gel congelado (gel pack).
- **Filetes:** en el caso de fresco, en caja de cartón parafinado, con aislamiento de polietileno; envolturas de polietileno, con y sin fundas especiales para empacar al vacío, con y sin paquetes de gel congelado.

▪ **Porciones:** caja de cartón, con y sin fundas especiales para empacar al vacío.

### **2.1.2. PRODUCCIÓN**

La exportación de Pesca Blanca en el Ecuador, representa una buena fuente de ingreso económico para las zonas costeras, tales como Manta, Esmeraldas, San Mateo, Puerto López, Santa Rosa y Anconcito. Actualmente, el Dorado (*Coryphaena hippurus*), ocupa el segundo lugar en las exportaciones de pesca blanca. Desde el punto de vista artesanal, es el recurso más importante, por los volúmenes que se capturan y porque su pesca es ampliamente conocida. Al nivel Industrial o para las Empacadoras de pesca blanca, es difícil definir la importancia del Dorado o de cualquier otra especie, pero si se puede afirmar que el Dorado representa al menos el 50% de libras totales exportadas en el año.

### **2.1.3. EXPORTACIÓN**

Una Empresa Exportadora de pesca blanca llegó a exportar en el 2004 alrededor de 2'000,000 de libras de dorado procesado (esta producción varía de temporada en temporada). El principal consumidor de esta especie, es los Estados Unidos (99% de participación) y Países Europeos, tales como Francia (1% de participación). El producto va destinado a Comisariatos y Restaurantes de dichos países.

El volumen en ventas, no está definido por el grado de aceptabilidad que ha tenido el Dorado en el mercado internacional, ya que el volumen es demasiado grande; más bien, dicho valor está definido por la disponibilidad de esta especie. Teniendo en cuenta que se trata de una especie de un elevado volumen de producción, pero solo por ciertos meses del año, las Empresas procesadoras de Pesca Blanca, utilizan como principal método de conservación a la congelación. Con este método, las Empresas mantienen disponible todo el año a la especie en cuestión. A parte de que este método, demanda un alto gasto energético, las características organolépticas del producto se ven

afectadas terriblemente (elevado grado de pérdida de textura y sabor). (Manual de INFOPECA).

## **2.2. CAUSAS Y EFECTOS DEL DETERIORO EN PORCIONES REFRIGERADAS**

Una porción fresca de Dorado (*Coryphaena hippurus*) es una fracción estandarizada obtenida del lomo del pescado fresco. El pescado fresco es aquel que, desde su captura, no ha sufrido ninguna operación para su conservación, excepto la adición de hielo troceado y temperaturas de refrigeración ( $T^{\circ} < 4^{\circ}C$ ). No se considera proceso conservador el descabezado, el desangrado o eviscerado.

Entre los elementos evidentes del deterioro en filetes o lomos frescos de Dorado se encuentran:

- Detección de olores y sabores extraños
- Formación de exudados
- Producción de gases
- Pérdida de color
- Cambios de Textura

Las causas de la alteración del pescado fresco pueden ser de dos tipos: microbiológica y no microbiológica. La pérdida inicial de frescura de las especies de pescado magras (Dorado) en su estado natural, con o sin refrigeración se debe a cambios autolíticos, mientras que el deterioro se debe principalmente a la acción bacteriana.

Los microorganismos son los agentes más importantes en la alteración del pescado fresco ya que son los que originan los sabores particularmente indeseables ligados a la alteración.

Por lo tanto, el control de la alteración es en gran parte, el control de los microorganismos.

Esta acción microbiana acarrea una secuencia de cambios en las sustancias odoríferas y sápidas. Inicialmente se forman compuestos con olor y sabor

ácido, a hierba o a fruta; más tarde aparecen sustancias amargas de aspecto gomoso y aroma sulfuroso y finalmente, en el pescado pútrido el carácter es amoniacal y fecal. Entre los compuestos volátiles producidos por la acción bacteriana y que son responsables de estos olores tenemos trimetilamina (TMA), compuestos sulfurosos volátiles, aldehídos, cetonas, ésteres, hipoxantina y otros compuestos de bajo peso molecular. Las enzimas proteolíticas segregadas por los microorganismos atacan a los componentes estructurales, las proteínas, ocasionando un ablandamiento gradual de la carne.

La acción continuada de los microorganismos afecta también a la apariencia y a las propiedades físicas. Las viscosidades existentes sobre la piel que originalmente son claras y acuosas, se transforman en oscuras y grumosas. La piel pierde su apariencia brillante, la tersura, tornándose débil, pálida y desagradable al tacto. (ISO, 2003).

### **2.2.1. LA HISTAMINA**

La histamina, se forma en algunas especies de pescado como atunes, sardinas, caballas y bonitos después de la muerte (formación post-mortem) cuando este no es mantenido en condiciones de refrigeración y se alcanzan temperaturas superiores a los 7°C. Si las personas consumen pescado con histamina pueden enfermar.

Las normativas establecen límites de 50 ppm (mg de histamina / 100 g de pescado) fijado por la FDA (Food and Drug Administration) y de 10 – 20 ppm (mg de histamina / 100 g de pescado) según la UE (Union Europea). Esta concentración puede doblarse en productos de la pesca madurados y salados.

Una vez que la histamina se forma en el pescado, es imposible eliminarla, ya que es resistente el tratamiento térmico incluso al que son sometidas las conservas durante su proceso de esterilización. La medida de prevención eficiente para impedir la formación de histamina consiste en refrigerar (0°C) el producto y mantener la temperatura durante todas las etapas de su proceso desde la captura hasta el consumo. (H.H. Huss, 2003).

### 2.2.2. POBLACIÓN MICROBIANA DEL DORADO FRESCO

Los microorganismos encontrados pertenecen a los géneros *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Shewanella* y *Pseudomonas*. También son frecuentes algunos géneros de las familias Vibrionaceae (*Vibrio* y *Photobacterium*) y Aeromonadaceae (*Aeromonas* spp.) mientras que, algunos microorganismos Gram positivos se encuentran en proporciones variables: *Bacillus*, *Micrococcus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* y corineformes.

De lo descrito hasta ahora se puede extraer que hay una variedad muy amplia y diferente número de microorganismos en el pescado. Resulta de gran interés saber la importancia de éstos en el deterioro del Dorado (*Coryphaena hippurus*) y determinar cómo puede controlarse mediante tecnologías de conservación. Puesto que los microorganismos presentes en el pescado deteriorado no tienen un efecto directo en la degradación (Huss, 1995), es importante conocer cuáles son realmente las bacterias específicas del deterioro. Huss (1994) presentó un resumen de las bacterias deteriorantes que prevalecían en la pesca blanca fresca cuando se conservaba en condiciones aerobias, al vacío a 0 y 5°C y cuando se almacenaba en condiciones aeróbicas a temperatura ambiente.

El principal y más específico microorganismo responsable del deterioro del Dorado procedente de aguas templadas, conservado con hielo en condiciones aeróbicas, es *Shewanella putrefaciens*.

Las alteraciones no microbianas son de dos clases: enzimáticas y no enzimáticas. Existen también enzimas alterantes del sabor. Los componentes responsables de los sabores característicos del pescado se ven alterados por la acción enzimática que en primera instancia produce compuestos de sabor neutro, presentando el pescado un sabor insípido y en lo posterior sustancias degradativas como la hipoxantina que produce un sabor amargo característico del pescado descompuesto .

De las alteraciones no enzimáticas la más significativa es el enranciamiento no enzimático. Esta alteración se debe a la oxidación de las superficies lipídicas

con ácidos grasos insaturados que existen en la carne y otros tejidos, produciendo olores y sabores desagradables. Sin embargo, el pescado blanco, como el Dorado, tiene un contenido de lípidos muy bajo, por lo que si se desarrolla oxidación lipídica no es fácilmente detectable en las piezas frescas debido a que se enmascara con otros sabores y olores que aparecen durante la alteración. (Özogul, 2009).

### **2.2.3 DESHIDRATACIÓN**

Esta alteración se observa frecuentemente en productos pesqueros congelados. Consiste en la pérdida de la humedad superficial del producto lo que le da un aspecto acorchado o apergaminado.

La forma de prevención de este defecto consiste en almacenar el pescado congelado (-18°C) en un empaque adecuado, hermético e impermeable a la humedad.

Debe mantenerse la temperatura del lugar de almacenamiento constante, evitando oscilaciones y nunca apagar los equipos cuando estos tengan producto.

### **2.2.4. ENRRANCIAMIENTO**

Se la puede observar con frecuencia en productos congelados o secos y secos-salados. Esta alteración consiste en la oxidación de las grasas o ácidos grasos poli-insaturados del pescado por contacto con la atmósfera.

El producto se presenta con coloraciones anormales con manchas amarillas anaranjadas de aspecto desagradable y un olor característico. La manera de prevenir esta alteración en los pescados salados consiste en utilizar un empaque adecuado, hermético e impermeable a la humedad.

En los productos secos o secos-salados donde prácticamente no se utiliza empaque para resguardar al producto lo recomendable es no utilizar especies excesivamente grasas para la elaboración de estos productos y Almacenar en

condiciones adecuadas, solamente por el tiempo necesario. (Arashiar, S.; Hisar, O.; Kaya, M.; Yanik, T, 2004).

### **2.2.5. ROJO O “VÉRMELO”**

Esta alteración muy específica de los productos salados se produce por la acción de bacterias halofílicas que producen un pigmento de color rojo característico.

El producto que presente esta alteración debe descartarse, además se debe realizar una desinfección enérgica de los lugares que estuvieron en contacto con la sal o el producto.

### **2.2.6. PECAS O “DUN”**

Esta alteración puede observarse en productos salados o ahumados. Es causada por hongos, que desarrollan su crecimiento en lugares de almacenamiento con elevada humedad. Se observa en el producto como manchas oscuras de forma redondeada generalmente agrupadas.

La forma de prevenir esta alteración consiste en conservar los productos en condiciones de baja humedad. El producto contaminado debe descartarse. (Orak, H. y H. Kayisoglu, S, 2008).

## **2.3. REFRIGERACIÓN**

El deterioro de la calidad de los alimentos es causado por reacciones físicas (tal como la movilidad de agua desde o hacia el alimento), químicas (rancidez oxidativa), enzimáticas (rancidez lipolítica, pérdida de sabor, ablandamiento, etc.) y microbiológicas (crecimiento o presencia de microorganismos infecciosos, toxigénicos o del deterioro), productos del metabolismo. Sin embargo, aunque una efectiva preservación apunta a todas las formas del deterioro de la calidad siempre es la principal prioridad minimizar la potencial presencia y crecimiento de microorganismos patógenos y del deterioro (ICMSF, 1996). Por lo tanto, las tecnologías de preservación se basan principalmente en la inactivación o prevención del crecimiento de microorganismos (ICMSF, 1980).

Temperaturas de refrigeración son aquellas próximas, pero superiores, al punto de congelación de los alimentos, habitualmente se consideran como tales las incluidas en el rango  $-1$  a  $7^{\circ}\text{C}$ . El efecto de la refrigeración sobre la microflora del pescado fresco depende de la temperatura y el tiempo de almacenamiento, así como de las características fisiológicas de los microorganismos implicados. A medida que la temperatura desciende por debajo del óptimo, el crecimiento se hace más lento y finalmente se detiene.

Las bajas temperaturas tienen una importante acción selectiva sobre las floras mixtas constituidas por mesófilos ( $^{\circ}\text{T}$  óptima:  $^{\circ}\text{T}$  ambiente) y psicrotrofos (mesófilos amantes del frío).

### **2.3.1. ENFRIAMIENTO DEL PESCADO CON HIELO**

Evidencias históricas demuestran que en la China milenaria se utilizaba hielo natural para preservar pescado, hace más de tres mil años atrás. Los antiguos romanos también empleaban hielo natural mezclado con algas marinas para mantener el pescado fresco. Sin embargo, fue el desarrollo de la refrigeración mecánica lo que hizo posible la utilización del hielo en la preservación del pescado.



El hielo es utilizado en la preservación del pescado por una u otra de las siguientes razones:

### **2.3.2. REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA**

Mediante la reducción de la temperatura en alrededor de 0 °C, el crecimiento de microorganismos del deterioro y de patógenos es reducido, abreviándose de esta forma la velocidad de deterioro y reduciendo o eliminando algunos riesgos de seguridad.

La reducción de la temperatura también disminuye la velocidad de las reacciones enzimáticas, particularmente las relacionadas a los primeros cambios *post mortem*, extendiendo el período de *rigor mortis*, si dicha reducción se aplica en forma apropiada.

La reducción de la temperatura del pescado es sin duda el más importante efecto de la utilización del hielo. Por lo tanto, cuanto más rápido se enfríe el pescado con hielo, tanto mejor. A pesar de que se han reportado reacciones de "choque" por el frío en algunas especies tropicales colocadas en hielo, ocasionando una disminución en el rendimiento de los filetes (Curran *et al.*, 1986), la ventaja del enfriado rápido generalmente sobrepasa otras consideraciones. El desarrollo de métodos *ad hoc* para la manipulación del pescado no está por supuesto excluido en el caso de especies que puedan presentar un comportamiento de "choque" por el frío.

- El hielo derretido mantiene la humedad del pescado. Esta acción previene principalmente la deshidratación superficial y reduce la pérdida de peso. El agua del hielo derretido también incrementa la transmisión de calor entre las superficies del pescado y del hielo (el agua es mejor conductor del calor que el aire): en la práctica la velocidad más rápida de enfriamiento se obtiene en una suspensión de agua y hielo (por ejemplo sistemas de agua de mar enfriada).

Si por alguna razón no se utiliza hielo inmediatamente después de capturado el pez, vale la pena mantener húmedo el pescado. El enfriamiento por evaporación generalmente reduce la temperatura de la superficie del pescado,

por debajo de la temperatura óptima de crecimiento de las bacterias comunes del deterioro y de las patógenas; aún cuando no previene el deterioro.

El hielo también debiera emplearse en relación con los cuartos de enfriamiento para mantener el pescado húmedo. Es aconsejable mantener la temperatura del cuarto de enfriamiento ligeramente por encima de 0 °C (por ejemplo entre 3 y 4 °C).

Sin embargo, el agua tiene un efecto de lixiviación y puede drenar pigmentos de la piel y de las branquias del pescado. El agua del hielo derretido también puede lixiviar micronutrientes en el caso de filetes; en el caso de algunas especies, como el calamar, puede extraer cantidades relativamente grandes de sustancias solubles.

Un procedimiento de manipulación *ad hoc* se justifica dependiendo de la especie, severidad de la lixiviación y requerimientos del mercado. En general, se ha encontrado que es recomendable incluir drenajes, para el agua del hielo derretido, en cajas y contenedores; la permanencia del pescado en agua de mar enfriada (AME), y en agua de mar refrigerada (AMR), debe ser determinada cuidadosamente cuando se desea evitar la lixiviación y otros efectos, como por ejemplo: la absorción de sal del agua de mar y el palidecimiento de ojos y branquias.

En el pasado hubo mucha discusión sobre el hecho de permitir el drenaje del agua de una caja de pescado a la siguiente y la consecuente reducción, o el incremento, de la carga bacteriana por el lavado con agua drenada. Hoy en día, dejando a un lado el hecho de que muchos diseños de cajas permiten el drenaje externo de cada caja de la pila, se ha reconocido que estos aspectos tienen menor importancia cuando se les compara con la necesidad de reducir rápidamente la temperatura.

### 2.3.3. PROPIEDADES FÍSICAS VENTAJOSAS DEL HIELO.

El hielo tiene algunas ventajas cuando se le compara con otros métodos de enfriamiento, incluyendo refrigeración con aire. Dichas propiedades pueden ser enumeradas según se indica a continuación:

(a) **El hielo tiene una gran capacidad de enfriamiento.** El calor latente de fusión del hielo está alrededor de las 80 Kcal/Kg. Esto significa que para enfriar un 1 Kg de pescado, es necesaria una cantidad relativamente pequeña de hielo.

Por ejemplo, para 1 Kg de pescado magro a 25 °C, se requieren alrededor de 0,25 Kg de hielo derretido para reducir su temperatura a 0 °C. En la práctica se requiere mucho más hielo debido, principalmente, a que el hielo derretido debe compensar las pérdidas térmicas.

La correcta comprensión de las características del hielo ha sido la razón principal para la introducción de contenedores aislados en la manipulación del pescado, particularmente en climas tropicales. El razonamiento es el siguiente: el hielo mantiene el pescado, y el contenedor aislado mantiene el hielo. La posibilidad de manipular el pescado con menor cantidad de hielo mejora la eficiencia y economiza la manipulación del pescado fresco (mayor volumen disponible para el pescado en contenedores, camiones y cuartos fríos, menos peso que transportar y manipular, reducción del consumo de hielo, menor consumo de agua y menor drenaje de agua).

(b) **El hielo, al derretirse, es en sí mismo un sistema de control de temperatura.** Al derretirse, el hielo cambia su estado físico (de sólido a líquido) y en condiciones normales esto ocurre a temperatura constante (0 °C).

Esta es una propiedad muy afortunada sin la cual sería imposible colocar pescado fresco de calidad uniforme en el mercado. El hielo que se derrite alrededor del pescado presenta esta propiedad en todos los puntos de contacto. En el caso de los sistemas de refrigeración mecánica (como aire y agua de mar refrigerada) se requiere de un control mecánico o electrónico (debidamente afinado); sin embargo, la temperatura controlada será siempre un promedio de la temperatura.

Dependiendo del volumen, del diseño y esquema de control de los sistemas de refrigeración mecánicos, pueden aparecer diferentes gradientes de temperatura en el cuarto de enfriamiento y en los sistemas de refrigeración con agua de mar, pudiéndose obtener pescado congelado muy lentamente en una esquina y pescado por encima de 4 °C en la otra. A pesar de que recientemente se ha hecho énfasis en la necesidad de mantener registros y controles apropiados de temperatura en los cuartos de enfriamiento, en relación con la aplicación del HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control, del inglés (Hazard Analysis Critical Control Point) a la manipulación del pescado fresco, resulta claro que el hielo derretido es el único sistema capaz de asegurar un control certero de la temperatura a escala local (como por ejemplo, una caja dentro del cuarto de enfriamiento).

El hielo fabricado con agua de mar se derrite a menor temperatura que el hielo elaborado de agua dulce, dependiendo de la concentración de sal. Teóricamente el hielo fabricado con agua de mar con un contenido de 3,5 por ciento de sal (el contenido promedio de sal del agua de mar) se derrite alrededor de los - 2,1 °C. Sin embargo, como el hielo elaborado con agua de mar es físicamente inestable (el hielo tiende a separarse de la sal), la salmuera tiende a lixiviar durante el almacenamiento, disminuyendo la temperatura global (por esta razón el hielo de agua de mar siempre parece húmedo). En estas condiciones, el pescado puede congelarse parcialmente durante el almacenamiento y puede ocurrir absorción de sal en el músculo del pescado. Por lo tanto, no resulta válido afirmar que el hielo elaborado a partir de agua de mar posee un sistema de autocontrol de temperatura apropiado.

Por debajo de 0 °C hay un estrecho intervalo de temperatura antes de que se inicie el proceso de congelación del músculo. El punto de congelación del músculo de pescado depende de la concentración de diferentes solutos en los fluidos de los tejidos: en el caso del bacalao y el eglefino, el intervalo de temperatura oscila de - 0.8 a - 1 °C, en el hipogloso de - 1 a - 1.2 °C, y para el arenque el intervalo se ubica alrededor de - 1.4 °C.

El proceso de mantener el pescado por debajo de 0 °C y por encima del punto de congelación es denominado superenfriamiento, y permite lograr un

dramático incremento en el tiempo total de mantenimiento. En principio, el superenfriamiento puede ser obtenido usando hielo elaborado con agua de mar o mezclas de hielo de agua de mar y agua fresca, o hielo elaborado con salmuera al 2 por ciento y/o refrigeración mecánica. Sin embargo, en grandes volúmenes resulta muy difícil controlar la temperatura en forma precisa, formándose gradientes de temperatura, que ocasionan el congelamiento parcial del pescado en algunas zonas, y por lo tanto, la pérdida de uniformidad en la calidad resulta inevitable.

#### **2.3.4. CONVENIENCIA DEL HIELO**

El hielo tiene propiedades prácticas que hacen ventajoso su uso, tales como:

(a) **Es un método portátil de enfriamiento.** Puede ser fácilmente almacenado, transportado y usado. Dependiendo del tipo de hielo, puede ser distribuido uniformemente alrededor del pescado.

(b) **La materia prima para producir hielo se encuentra ampliamente disponible.** A pesar de que cada vez resulta más difícil encontrar agua limpia y pura, aún es posible considerarla como una materia prima ampliamente disponible. Cuando no exista seguridad de que el agua fresca para producir el hielo posea los estándares del agua potable, deberá ser tratada apropiadamente, por ejemplo mediante clorinación.

El agua de mar limpia también puede ser empleada para producir hielo. El hielo elaborado con agua de mar es usualmente producido en lugares donde el agua fresca es costosa o escasa. Sin embargo, debe recordarse que el agua de los puertos es difícilmente aceptable para este propósito.

(c) **El hielo puede ser un método relativamente económico para preservar el pescado.** Esto es particularmente cierto cuando el hielo es apropiadamente producido (evitando desperdicio de energía en la planta de hielo), almacenado (para evitar pérdidas) y utilizado (no desperdiciado).

(d) **El hielo es una sustancia segura - grado alimenticio.** Si se produce apropiadamente y se emplea agua potable, el hielo resulta una sustancia

segura y no representa ningún peligro para los consumidores o los manipuladores. El hielo debiera ser manipulado como un alimento.

Prolongar la duración en almacén. Colocar el pescado fresco en hielo tiene como finalidad global prolongar su duración en almacén de una forma relativamente simple, en comparación con el pescado almacenado sin hielo a temperatura ambiente por encima de 0 °C (véase Capítulo 6). Sin embargo, prolongar la duración en almacén no es un fin en sí mismo, sino un medio para producir pescado fresco seguro de aceptable calidad.

La mayor parte del pescado desembarcado puede ser considerado un "commodity", es decir, un artículo de comercio. A diferencia de otros artículos de comercio, generalmente éste es altamente perecedero y, por lo tanto, es de interés para el vendedor y el comprador garantizar la seguridad del pescado, por lo menos hasta que sea consumido o procesado en un producto menos perecedero. El hielo y la refrigeración en general, permiten prolongar la duración del pescado en almacén, convirtiéndolo en un verdadero artículo de comercio tanto en el ámbito local como internacional.

El hielo es empleado para garantizar un pescado seguro y de mejor calidad a los consumidores. También es usado porque de otra forma el comercio de pescado, tanto local como internacionalmente sería imposible. La duración en almacén se prolonga por que existen fuertes razones económicas para hacerlo. Los pescadores y procesadores de pescado que fallan al manipular el pescado fresco en forma apropiada, ignoran la esencia de su negocio. La incapacidad en reconocer el pescado fresco como un artículo de comercio, es la raíz de los malos entendidos y las dificultades; así como también, los métodos de manipulación del pescado y la prevención de las pérdidas post cosecha.

### **2.3.5. TIPOS DE HIELO**

El hielo puede ser producido en diferentes formas; las utilizadas más comúnmente en el pescado son las escamas, las placas, los tubos y los bloques. El hielo en bloque es triturado antes ser utilizado para enfriar el pescado.

El hielo elaborado de agua dulce o de cualquier otra fuente es siempre hielo; las pequeñas diferencias en el contenido de sal o dureza del agua no tienen ninguna influencia práctica, incluso en comparación con el hielo elaborado de agua destilada. Las características físicas de los diferentes tipos de hielo se dan en el Cuadro 1.

La capacidad de enfriamiento es expresada por peso de hielo (80 kcal/Kg); por lo tanto, resulta evidente del Cuadro 1 que el mismo volumen de dos diferentes tipos de hielo no tienen la misma capacidad de enfriamiento. El volumen de hielo por unidad de peso puede ser más del doble que el del agua, esto es importante cuando se considera el almacenamiento del hielo y el volumen ocupado por el hielo en una caja o un contenedor. El hielo necesario para enfriar el pescado a 0 °C, o para compensar las pérdidas térmicas, siempre se expresa en kilogramos.

En condiciones tropicales el hielo comienza a derretirse muy rápidamente. Parte del agua derretida es drenada pero una parte es retenida en la superficie del hielo. A mayor superficie del hielo por unidad de peso, mayor es la cantidad de agua retenida en la superficie del hielo. Determinaciones calorimétricas directas muestran que a 27 °C el agua en la superficie del hielo en escamas, en condiciones estables de temperatura, representa alrededor del 12 - 16 por ciento del peso total y en el hielo triturado representa entre un 10 y un 14 por ciento. Para evitar este problema, el hielo puede ser subenfriado; sin embargo, en condiciones tropicales este efecto se pierde rápidamente. Por lo tanto, un determinado peso de hielo húmedo no tiene la misma capacidad de enfriamiento que el mismo peso de hielo seco (o subenfriado) y esto debiera ser tomado en consideración cuando se efectúen estimaciones de consumo de hielo.

<b>Tipos</b>	<b>Dimensiones Aproximadas (1)</b>	<b>Volumen específico (m<sup>3</sup>/t)(2)</b>	<b>Peso específico (t/m<sup>3</sup>)</b>
Escamas	10/20-2/3 mm	2.2-2.3	0.45-0.43
Placas	30/50-8/15 mm	1.7-1.8	0.59-0.55
Tubos	50(D)-10/12 mm	1.6-2.0	0.62-0.5
Bloques	Variable (3)	1.08	0.92
Bloques triturados	Variable	1.4-1.5	0.71-0.66

**Tabla 1. Características físicas del hielo utilizado para enfriar pescado. FUENTE: de Myers (1981)**

**Notas:**

(1) Dependen del tipo de máquina para fabricar hielo y del ajuste.

(2) Valores indicativos, es aconsejable determinarlos en la práctica para cada tipo de planta de hielo.

(3) Generalmente bloques de 25 o 50 Kg cada uno.

Existe siempre la pregunta sobre cuál es el "mejor" hielo para enfriar el pescado. No hay una única respuesta. En general, el hielo en escamas permite una distribución más fácil, suave y uniforme del hielo alrededor del pescado y dentro de la caja o contenedor; además, produce muy poco o casi ningún daño mecánico al pescado, a la vez que enfría mucho más rápidamente que los otros tipos de hielo. Sin embargo, el hielo en escamas tiende a ocupar más volumen de la caja o contenedor para una misma capacidad de enfriamiento; si está mojado, su capacidad de enfriamiento se reduce más que en otros tipos de hielo (dado que tiene una mayor área por unidad de peso).

Con el hielo triturado existe siempre el riesgo de que los pedazos grandes y afilados puedan dañar físicamente el pescado. Sin embargo, el hielo triturado generalmente contiene pequeños pedazos que se disuelven rápidamente sobre



la superficie del pescado y pedazos grandes que tienden a durar más tiempo y a compensar las pérdidas térmicas. Los bloques de hielo requieren menor volumen de almacenamiento para transporte, se derriten lentamente, y contienen menos agua al momento de ser triturado que las escamas o el hielo en placas. Por estas razones, muchos pescadores artesanales utilizan hielo en bloque (por ejemplo, en Colombia, Senegal y las Filipinas).

Probablemente el hielo en tubos y el hielo triturado sean los más apropiados para usar en sistemas de enfriamiento de agua de mar si el hielo está húmedo (como generalmente ocurre en condiciones tropicales), dado que ellos contienen menos agua en su superficie.

También existen aspectos económicos, y relativos al mantenimiento, que pueden desempeñar un papel importante en la decisión de escoger uno u otro tipo de hielo. Los tecnólogos pesqueros debieran estar preparados para analizar los diferentes aspectos involucrados.

### **2.3.6. VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO**

La velocidad de enfriamiento depende principalmente de la superficie por unidad de peso del pescado expuesto al hielo, o a la suspensión de hielo/agua. A mayor área por unidad de peso, mayor será la velocidad de enfriamiento y menor el tiempo requerido para alcanzar temperaturas alrededor de 0 °C en el centro térmico del pescado. Este concepto también puede ser expresado como "cuanto más grueso el pescado, menor es la velocidad de enfriamiento".

Las especies pequeñas como el camarón, las sardinas, las anchoas y la cabaña, se enfrían muy rápidamente si son manipuladas en forma apropiada (por ejemplo en AME o AE). Los pescados grandes (como el atún, el bonito, grandes tiburones) pueden requerir un tiempo considerable para su enfriamiento. Los pescados que presentan capas de grasa y piel gruesa toman más tiempo para enfriarse que los magros y de piel delgada, aún siendo del mismo tamaño.

En el caso de pescados grandes, es recomendable eviscerarlos y colocarles hielo dentro de la cavidad ventral, así como alrededor del animal. En el caso de

tiburones grandes, el eviscerado puede no ser suficiente para prevenir el deterioro durante el enfriamiento y, por lo tanto, es recomendable eviscerar el tiburón, desollarlo y cortar la carne en grandes porciones (como de 2 - 3 cm de grosor), las cuales deben ser enfriadas con la mayor brevedad. El agua de mar enfriada (AME) ofrece en este caso la ventaja de extraer parte de la urea presente en el músculo del tiburón (véase Sección 4.4). Sin embargo, este es un caso extremo, dado que generalmente los filetes mantenidos en hielo pierden sustancias solubles y duran menos tiempo que el pescado eviscerado o entero (debido a la inevitable invasión microbiana del músculo).

Las curvas de enfriamiento también pueden ser afectadas por el tipo de contenedor y la temperatura externa. Dado que el hielo se derrite para enfriar el pescado y simultáneamente compensar las pérdidas térmicas, pueden aparecer gradientes de temperatura en las cajas y en los contenedores. Este tipo de gradiente de temperatura puede afectar la velocidad de enfriamiento, particularmente en las cajas colocadas en el tope o a los lados de la pila y más generalmente con hielo en tubos y hielo triturado.

Resulta de utilidad para determinar el límite crítico, de la velocidad de enfriamiento, cuando se aplica HACCP a la manipulación del pescado fresco. Por ejemplo, al especificar un límite crítico para pescado enfriado "alcanzar 4.5 °C en el centro térmico en un máximo de 4 horas", solo puede ser logrado empleando hielo en escamas o AE (o AME).

En la mayoría de los casos la demora en alcanzar 0 °C, en el centro térmico del pescado, puede no tener mucha influencia en la práctica debido a que la temperatura de la superficie del pescado está a 0 °C. Por otra parte, el "calentamiento" del pescado ofrece un riesgo mucho mayor porque la temperatura de la superficie (que constituye en realidad el punto de mayor riesgo) alcanza casi inmediatamente la temperatura ambiente, proporcionando un medio idóneo para el deterioro. Como los pescados grandes se calientan más lentamente que los pequeños y, además, tienen menor área de superficie (donde se inicia el deterioro) por unidad de volumen que los pescados pequeños, los pescados grandes generalmente se deterioran más lentamente que los pequeños. Esta circunstancia ha sido ampliamente usada (y abusada)

en la práctica, en la manipulación de grandes especies (como el atún y la percha del Nilo).

Las especies pequeñas se calientan muy rápidamente y definitivamente más rápidamente que las grandes (la misma razón por la cual se enfrían más rápido). Aunque los estudios sobre el calentamiento del pescado fresco han recibido poca atención en el pasado, ellos se encuentran necesariamente dentro del esquema HACCP, para determinar los límites críticos (como por ejemplo: el tiempo máximo que el pescado puede ser manipulado sin hielo en la línea de procesamiento).

Con la aplicación de HACCP y sistemas basados en HACCP, los termómetros incluyendo los termómetros electrónicos, debieran ser herramientas normales en las plantas procesadoras de pescado. Por lo tanto, es recomendable efectuar pruebas sobre el enfriamiento y el calentamiento del pescado en condiciones reales.

### **2.3.7. METODOS Y ENVASES DE ALMACENAMIENTO**

El pescado demersal ha sido tradicionalmente almacenado en anaqueles o cajas. Las cajas presentan una gran ventaja con respecto al almacenamiento en anaquel porque reducen la presión estática sobre el pescado y también facilitan la descarga.

El almacenamiento en anaquel se hace alternando una capa de hielo y otra de pescado (25 cm entre anaquel) hasta formar capas de hielo/pescado de 100 cm de profundidad. En la práctica, el anaquel generalmente permite un mejor control de la temperatura que las cajas y, por lo tanto, también una mayor duración del producto en almacén. Debido a que la excesiva manipulación durante la descarga y el exceso de presión sobre el pescado tienen un efecto negativo en la calidad (por ejemplo, la apariencia), es preferible colocar el producto en cajas en lugar del anaquel, añadiendo la cantidad de hielo adecuada.

En las pesquerías de pelágicos, el pescado en cajas permanece sin ser manipulado hasta su procesamiento, pero en las pesquerías demersales la

captura generalmente solo se clasifica por especie a bordo, pero no por tamaño y peso. Estas operaciones son efectuadas después del desembarco antes de la subasta, con lo cual se pierden algunas ventajas de las cajas como su manipulabilidad y la calidad.

En el futuro cercano cuando se hayan introducido sistemas integrados de aseguramiento de la calidad, estas unidades operativas serán ejecutadas a bordo del barco y una etiqueta en cada caja proporcionará los detalles sobre factores de importancia para la primera venta del pescado (incluyendo frescura).

La relación adecuada de hielo, equivalente al manejo del pescado es 1-1. Es decir que para enfriar un kilo de pescado se requiere un kilogramo de hielo. La temperatura óptima de mantenimiento de la frescura y calidad del producto, es no mayor a los 4°C. Los pescados enteros deben estar rodeados y cubiertos de hielo, para mantenerse a temperaturas adecuadas (entre 0 y 4°C).

Si vamos a colocar el pescado entero en caja, entonces estibarlos de la siguiente manera:

-Colocar una capa de hielo de 5cms. de espesor en la parte inferior de la caja, seguido de una capa de pescado.

-A continuación se agrega otra capa de hielo, que se entremezcle con el pescado y lo cubra con 5cms. de espesor.

En el caso de los filetes de pescado, no pueden estar en contacto directo con el hielo, ya que estos pueden perder algunos nutrientes y sabor, además de producirse ablandamiento de la textura y la alteración del aspecto físico superficial.

El acondicionamiento del pescado post-captura o post-cosecha se debe hacer de la siguiente forma:

- Lavado (eliminar suciedades y fango).
- Separación de agallas.
- Cuidadosa evisceración.

- Lavado en agua limpia para eliminar sangre, mucosidad, etc.
- Almacenamiento o estibado adecuado.

Mantener la altura de estibas. En ésta altura, alternado con hielo, el pescado no debe exceder los 45cms en total. (Hans Henrik Huss, 2003)

## **2.4. CONGELACIÓN**

Un hecho importante es que en el pescado que ha sido congelado se producen una serie de fenómenos irreversibles que se ponen de manifiesto cuando este producto se descongela.

El pescado es más sensible que la carne al ataque de bacterias. Enfriado a temperaturas cercanas a 0 °C tiene una vida útil de pocos días. Como ejemplo: bacalao y salmón 3 días, camarón 2, atún y arenque 1. No queda tiempo para el mercadeo. El procedimiento normal es congelar a -18 °C o más bajo.

Una práctica frecuente es luego que el pescado o sus productos (entero, eviscerado, filetes, etc.) es congelado someterlo a un proceso conocido como “glaseo”, que consiste en sumergirlo individualmente en agua potable a 0°C durante algunos segundos. Esta inmersión tiene por efecto la formación de una película de agua congelada rodeando el producto produciendo una delgada lámina de hielo que tiene por objetivo proteger al producto de la deshidratación y el enranciamiento por evitar el contacto con el oxígeno atmosférico.

Porciones de pescado selladas al vacío o en fundas especiales que se empaca en cajas de cartón y esta se almacenan en la cámara frigorífica a -18 °C, inhibiendo los microorganismos si se diera el caso por mala manipulación en el proceso de corte, clasificación de porciones, glaseo, etc. Es decir que un mal manejo de la materia prima podría acarrear problemas microbianos cuando este sea empacado y congelado como producto final.

## **2.4.1. TIPOS DE CONGELACIÓN**

### **2.4.1.1 CONGELACIÓN POR SALMUERA**

Este sistema es utilizado para especies de gran porte como lo son los atunes y es utilizada a bordo de los buques pesqueros. La congelación por salmuera consiste en la inmersión del pescado en una solución congelante de cloruro de sodio que se encuentra a una temperatura de  $-21^{\circ}\text{C}$ .

Una característica de este tipo de congelación es que constantemente se produce penetración de sal al producto.

### **2.4.1.2. CONGELACIÓN POR AIRE FORZADO**

Este método se basa en someter a el pescado o sus productos a una fuerte corriente de aire, lo frecuente es trabajar con temperaturas de  $-40^{\circ}\text{C}$  y a una velocidad de aire de 4 metros por segundo.

El equipo donde se realiza consiste en un túnel con aislamiento térmico, por donde circula el aire con las características descritas. El pescado es introducido en el túnel en carros diseñados especialmente y el tiempo de congelación con este sistema es de unas 4 horas.

Una práctica frecuente es luego que el pescado o sus productos (entero, eviscerado, filetes, etc.) es congelado someterlo a un proceso conocido como "glaseo", que consiste en sumergirlo individualmente en agua potable a  $0^{\circ}\text{C}$  durante algunos segundos. Esta inmersión tiene por efecto la formación de una película de agua congelada rodeando el producto produciendo una delgada lámina de hielo que tiene por objetivo proteger al producto de la deshidratación y el enranciamiento por evitar el contacto con el oxígeno atmosférico.

### **2.4.1.3. CONGELACIÓN POR CONTACTO**

Como su nombre lo indica el método consiste en congelar el pescado mediante contacto con una superficie metálica que se encuentra a  $-40^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

Se utiliza frecuentemente para filetes o pulpas de pescado que para la congelación son acomodados en moldes metálicos de forma prismática. El equipo de congelación consiste en un "armario de congelación".

Una vez colocado el producto en el molde es introducido en el armario quedando comprimido entre las placas congelantes. El proceso de congelación dura unas 3 a 4 horas, luego se retira el producto del armario, se extrae del molde, se empaca y se almacena.

Normalmente este tipo de producto lleva un empaque de nylon o cartón parafinado, para brindarle protección y una forma de presentación agradable.

### **2.4.1.4. ULTRA-CONGELACIÓN**

Este método de congelación consiste en congelar rápidamente a el producto mediante una aspersion de nitrógeno líquido que se encuentra a una temperatura de  $-198^{\circ}\text{C}$ . Es un sistema muy caro, que se realiza solamente cuando el valor del producto lo justifique. Una característica es que las piezas a congelar deben ser pequeñas ya que si no estallarían por la brusca dilatación que se produce durante el congelado.

### **2.4.2. ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS CONGELADOS**

Una vez que el pescado o sus productos han sido congelados y correctamente empacados deben ser almacenados a una temperatura no superior a los  $-18^{\circ}\text{C}$ , los sistemas van desde las enormes cámaras de las industrias procesadoras hasta los freezers de la venta minorista.

La permanencia de los productos en las cámaras no es ilimitada, ya que continúan los fenómenos de desnaturalización proteica, deshidratación

enranciamiento. Se puede estimar que la duración de un producto almacenado en condiciones adecuadas es de unos 6 a 8 meses.

Un elemento importantísimo para el mantenimiento de la calidad y la duración del producto congelado es que no debe haber oscilaciones de la temperatura durante el almacenamiento, por tal motivo debe evitarse la mala práctica que tienen algunas empresas de apagar los equipos durante la noche.

Varían el tipo de preservación y tiempos de mantenimiento en cámara de acuerdo al tipo de presentación del producto:

#### **2.4.2.1.1 IQF**

En un túnel de congelado con malla de acero inoxidable se colocan pescados o filetes que caen congelados al otro extremo por corriente de aire a temperatura fijada. Un factor importante para determinar el tiempo de la congelación es el espesor. La velocidad del aire no tiene mucha influencia en la velocidad del descenso de la temperatura según el espesor del pescado. El tablero de comando del túnel permite variar los diferentes parámetros (velocidad de la cinta, velocidad del aire).

#### **2.4.2.2. EMPACADO AL VACÍO**

Las congeladoras domésticas están programadas para mantener una temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $0\text{ }^{\circ}\text{F}$ ), suficiente para la compra de pescado y filetes congelados empacados al vacío. Al salir de la cinta o del cuarto de congelado se embolsan en plástico impermeable a los gases. Se hace el vacío en la bolsa y se sella. (FAO documento técnica de pesca 334)



## **2.5. NECESIDAD DE TECNOLOGÍAS ADECUADAS PARA LA MANIPULACIÓN DEL PESCADO**

Enfriar y mantener el pescado con hielo es una técnica muy simple. Una situación más complicada emerge cuando se analizan los sistemas actuales de manipulación del pescado, incluyendo el aspecto económico.

En un estudio comparativo sobre la misma operación de manipulación de pescado, empleando hielo y contenedores con aislamiento, llevado a cabo tanto en países desarrollados como en países en desarrollo, se observó lo siguiente: en los países desarrollados, la tecnología más apropiada está centrada en reducir los costos salariales (como tolvas para manipular el hielo y el pescado, mesas especiales para manipular los contenedores, así como cajas y cintas transportadoras para moverlos; máquinas que mezclen el hielo y el pescado automáticamente); en los países en desarrollo el interés principal está en reducir el consumo de hielo y en incrementar la relación pescado: hielo dentro de los contenedores

En el mismo estudio se detectó que una diferencia veinte veces mayor en el costo salarial, entre los países en desarrollo y los países desarrollados, no puede compensar una diferencia diez veces mayor en el costo del hielo. Los bajos salarios de los países en desarrollo no proporcionan una "ventaja comparativa" en la manipulación del pescado fresco. La avanzada tecnología en manipulación de pescado de los países desarrollados puede hacer el trabajo más fácil para el personal de los países en desarrollo, pero quizá no mejore la economía de la operación como un todo.

No existe, obviamente, una solución única a los problemas discutidos anteriormente. Sin embargo, resulta claro que éste es el problema a resolver la próxima década en el campo de la manipulación del pescado fresco. Habiendo alcanzado una estabilización en las capturas totales, las pérdidas ocasionadas por la falta de hielo pueden resultar inadmisibles, pues los países en desarrollo y particularmente los pescadores artesanales no debieran ser privados de las oportunidades potenciales del mercado. (Guía de buenas prácticas pesqueras, Peru).

## **CAPITULO III**

### **III. HIPÓTESIS.**

En el estudio realizado se podrá obtener un producto de mejor calidad para el consumo humano, optimizando su conservación, mediante controles de tiempos de almacenamientos, temperatura, análisis físico-químicos y microbiológicos en los laboratorios de Control de Calidad de FRESCODEGFER S.A.

## **CAPITULO IV**

### **IV. OBJETIVOS**

#### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la optimización de la congelación y refrigeración del dorado (*Coryphaena hippurus*) congelado-descongelado y dorado fresco en la empresa FRESCODEGFER S.A como materia prima.

#### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Determinar el tiempo de mantenimiento y congelación, que tienen efecto sobre los parámetros físico-químicos y microbiológicos.
- Establecer los límites referenciales de tiempo máximo para el almacenamiento del producto sin alterar los niveles de calidad.

# CAPITULO V

## V. METODOS Y MATERIALES

### 5.1 UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la empresa FRESCODEGFER S.A. la misma que está ubicada en el kilómetro 5 ½ de la vía Manta- Rocafuerte en el área de control de calidad.

### 5.2 VARIABLES EN ESTUDIO

#### 5.2.1. Variables Independientes

- Temperatura
- Tiempo

#### 5.2.2. Variables Dependientes

- Análisis Microbiológico
- Análisis Físico-Químico

### 5.3 UNIDAD EXPERIMENTAL

La materia prima de partida fue dorado (*Coryphaena hippurus*) procedente de las costas Manabitas, de talla 12 up. El transporte se realizó furgón térmico en cama y cobertura de hielo.

Se trabajó con dos lotes. El lote 1, compuesto por 30 muestras, se destinó al estudio de congelación, mientras que el lote 2, formado por 18 muestras, se destinó al estudio de la refrigeración y vida útil del pescado fresco.

## **5.4. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se aplicó un diseño experimental de muestras de dorado (*Coryphaena hippurus*) completamente al azar donde se evalúan las U.F.C (unidades formadoras de colonias) junto con los resultados de histamina en determinadas temperaturas y tiempos para lograr establecer cuál es el límite máximo de congelación en relación al tiempo de preservación del producto para su exportación y consumo.

## **5.5. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS**

Con el objeto de ver si el tiempo de almacenamiento en congelación y el número de ciclos de congelado tenían efecto sobre los parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados, se llevó a cabo un Análisis Estadístico Simple, para cada parámetro, tomando como factor la temperatura, el tiempo de almacenamiento en congelación (0, 15, 30, 60 días) y como variables cada uno de los parámetros estudiados.

Para evaluar el efecto del tiempo de almacenamiento en refrigeración sobre la calidad del dorado, se llevó a cabo un Análisis Estadístico Simple, para cada parámetro tomando como factor la temperatura, el tiempo de almacenamiento en refrigeración (día 0, 2, 4, 7, 9 y 11) y como variables cada uno de los parámetros estudiados. Este análisis se hizo en el estudio de vida útil de dorado congelado-descongelado y en el de dorado fresco.

Para evaluar si la congelación tenía efecto sobre la vida útil del dorado almacenado en refrigeración se llevó a cabo un Análisis Estadístico Simple, para cada uno de los parámetros a cada tiempo de almacenamiento, siendo el factor el tipo de muestra (congelado-descongelado o fresco) y las variables los parámetros evaluados.

## 5.6. METODOLOGIA UTILIZADA

**a) Determinación de Histamina.-** se la realiza por medio de la norma europea (AOAC-RI 070703 - VERATOX 9505), con el Kit Veratox Histamine Tuna Pack con la técnica de ELISA. Con los pasos a seguir:

- Se pesaban 10 gr de la muestra y se lo licuaba en 90 ml de agua destilada. Se tomaba la muestra de la parte del cachete cercano a la cabeza. Trituramos y homogenizamos la muestra. Extraemos y pesamos 10gr de muestra. Mezclamos la muestra con 90 ml de agua destilada, licuar por 30 segundos a velocidad alta y filtrar (papel filtro).
- Tomamos 100  $\mu$ l (microlitros) de la muestra filtrada y la diluimos en vasos que tienen 10 ml de diluyente de histamina, mezclamos y agitamos luego esperamos 5 min para luego extraer.
- En los pocillos ROJOS adicionar 100  $\mu$ l (microlitros) de conjugados con la micro pipeta.
- Adicionar 100 100  $\mu$ l (microlitros) de los controles para estándares en el orden de 0,2.5, 10, 20, 50 y seguido continuar con la extracción de 100  $\mu$ l (microlitros) de cada vaso, según las muestras que anteriormente fueron diluidas en los envases que contienen los 10 ml de la mezcla con el diluyente.
  - Mezclamos con las puntas tres veces en cada pocillo
  - Transferimos 100  $\mu$ l a los pocillos de prueba.
- Incubar 10 min (10 minutos (a temperatura ambiente) agitando constantemente, tratando de no hacer que las muestras salpiquen y se pierda líquido.
  - Una vez cumplido los 10 min desechar el líquido de los pocillos transparentes.
  - Lavar los pocillos 5 veces con el buffer de lavado, utilizando la pisceta.

- Secar bien cada pocillo antes de seguir.
  - Adicionar 100  $\mu$ l de sustrato.
- Incubar 10 min (10 minutos (a temperatura ambiente) agitando constantemente, tratando de no hacer que las muestras salpiquen y se pierda líquido.
- Adicionar 100  $\mu$ l de red stop.
- Leer con filtro 650 nm del equipo de medición **Stat Fax 303 Plus**.

**b) Para determinar la pérdida por goteo.-** Se eliminaba el film plástico que envolvía a las muestras conteniendo el exudado, las muestras se secaban con un papel absorbente y se pesaban. La pérdida por goteo se calculaba por diferencia entre el peso inicial y final del pescado, y fue expresada en % exudado (g perdidos por 100 g de pescado).

**c) Determinación para análisis microbiológicos.-** Se la realizaba a partir de las muestras de pescado, se prepararon diluciones decimales, tal y como se describe en cada uno de los métodos de ensayo:

- El recuento de aerobios totales, se hizo mediante siembra en petrifilmrehidratable3M, después de 48h de incubación a 35°C (AOAC 18th 990.12).
- En el recuento de coliformes y E. coli, se hizo mediante siembra en petrifilm rehidratable 3M, después de 24h de incubación a 35°C (AOAC 991.14 18th).
- Para el recuento de enterobacterias, se hizo mediante siembra en petrifilm rehidratable 3M, después de 24h de incubación a 35°C (AOAC Método Oficial 2003.01). Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

Análisis que se realizaban de la siguiente manera:

- Si se utilizan medios de cultivo preparados previamente al análisis y están refrigerados, dejarlos que tomen la temperatura ambiente antes del

momento de la siembra, por lo que utilizarlos fríos puede causar variación en la interpretación de los resultados.

Una vez que la muestra ya ha sido homogenizada y preparada, pesar 25g de muestra y colocarlos en 225ml del medio diluyente estéril.

- Ponga el petrifilm sobre una superficie plana. Levante el plástico del film e inocule 1ml de la muestra a analizar en el centro del film. Cuidadosamente, regrese el plástico a la posición inicial quedando éste sobre el inóculo.
- Distribuya el inóculo en el film ayudándose del dispositivo de plástico esparcidor presionando el centro del mismo. Deje el film aproximadamente 1 minuto para permitir que se solidifique el gel.
- Incubar  $48 \pm 3h$  a  $35 \pm 1^{\circ}C$ . Ubicar los films en la incubadora en posición horizontal, no excediendo de 20 unidades. Contar las placas después del período de incubación.
- Contar todas las colonias en un rango de 10 a 300 colonias.

Para reportar, multiplicar el número total de colonias por placa por el factor de dilución utilizado. Contajes estimados, pueden ser realizados en placas petrifilm que tengan más de 300 colonias y deben ser reportados como contajes estimados (Guías para placas petrifilm 3M).

## **5.7. MATERIALES**

- Piscetas de 500 ml
- Cronometro
- Placas 3m
- Frasco de dilución
- Tijeras y pinzas
- Mechero
- Probetas graduadas de 100 ml
- Pera de succión
- Equipo de medición Staf fax 303 plus



- Procesador de alimentos triturador o licuadora
- Balanza gramera de precisión 0.01g
- Micropipeta y puntas estériles de 100  $\mu$ l
- Vasos de plásticos de 250 ml
- Embudos plásticos
- Papel filtro
- Matraz volumétrico de 1000 ml
- Frasco ámbar
- Pipetas graduadas de 10 ml
- Kit Veratox de histamina Neogen
- Agua destilada
- Petrifilm

## CAPITULO VI

### VI. RESULTADOS

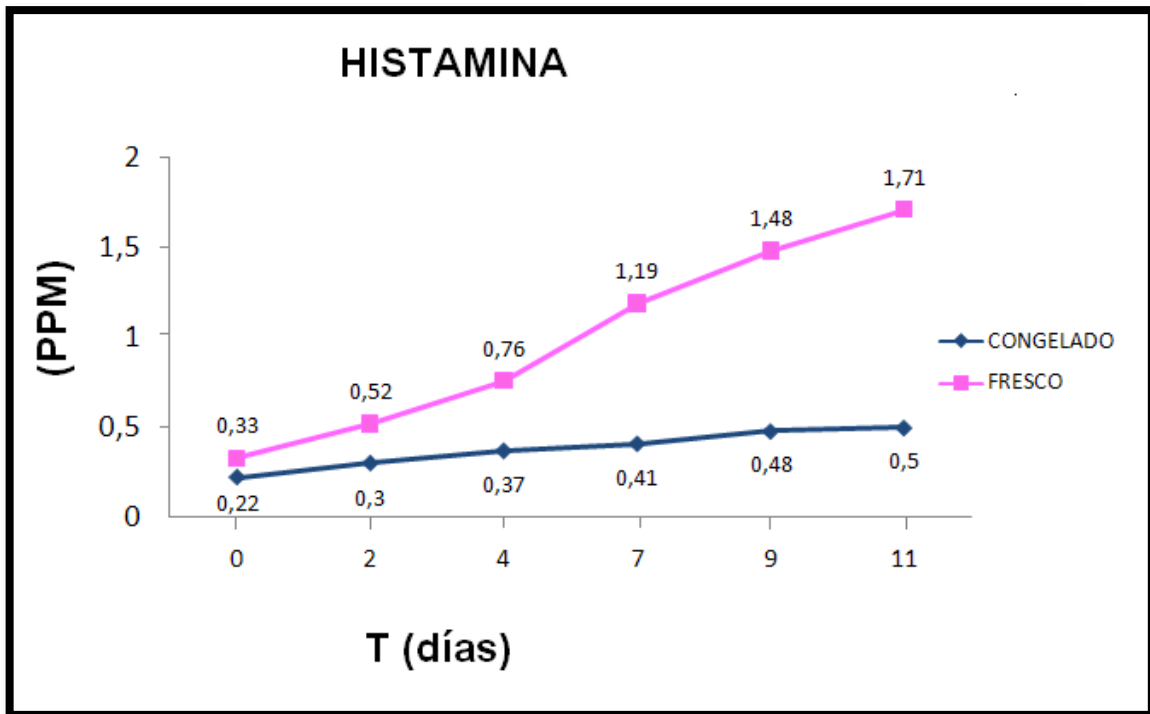
#### 6.1. DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

En la tabla 2 se muestran los valores correspondientes a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados para dorado fresco (día 0 -11) y almacenada en congelación (día 0 – 60).

<b>Tiempo en congelación (días)</b>					
<b>PARÁMETROS</b>	<b>INICIO (AMBOS)</b>	<b>FRESCO (4°C)</b>	<b>CONGELADO (-18°C)</b>		
	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>60</b>
<b>FISICO - QUIMICO</b>					
Histamina (ppm)	0,33 ± 0,086	1,71 ± 0,036	0,50 ± 0,075	0,87 ± 0,076	0,96 ± 0,096
Pérdida goteo (%)	0,0 ± 0,0	2,213 ± 0,300	1,333 ± 0,389	1,589 ± 0,292	1,687 ± 0,150
<b>MICROBIOLOGICOS (log ufc/g)</b>					
Aerobios Totales	2,533 ± 1,131	2,463 ± 0,199	2,307 ± 0,100	2,377 ± 0,180	2,387 ± 0,085
Enterobacterias	0,0 ± 0,0	2,030 ± 0,030	0,0 ± 0,0	0,150 ± 0,260	1,048 ± 0,074
Coliformes Totales	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0
E. coli	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

**Tabla 2.** Resultados fisicoquímicos y microbiológicos para dorado fresco (día 0 -11) y almacenada en congelación (60 días). Media ± desviación estándar (n=3).

## 6.2. RESULTADOS DE HISTAMINA



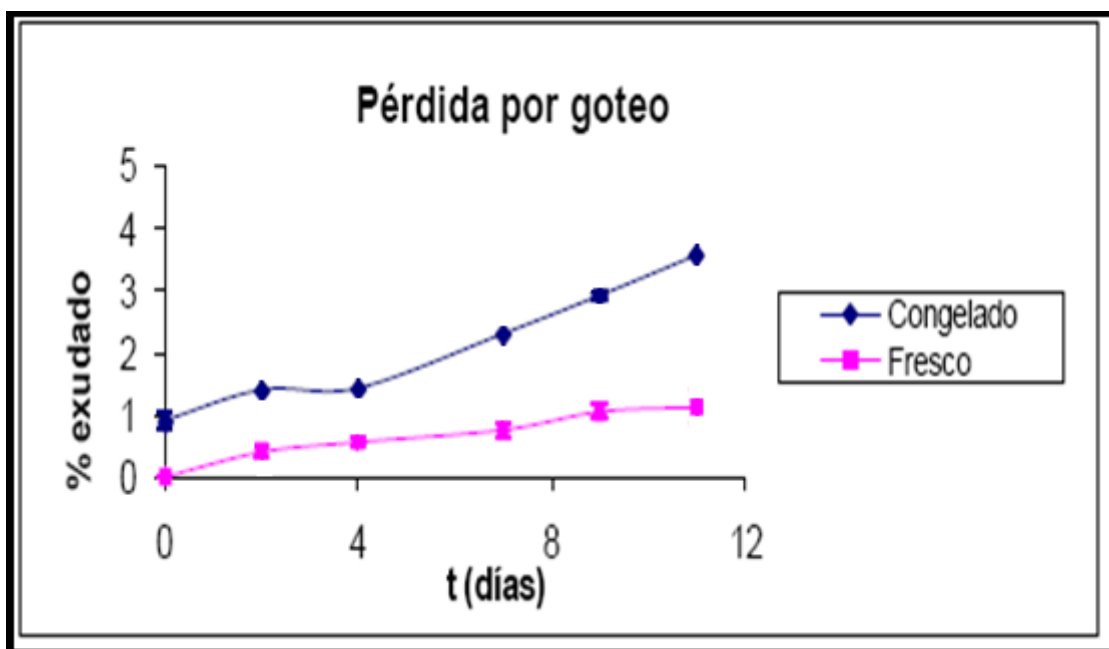
**Cuadro 1.** Evaluación de Histamina durante el almacenamiento en refrigeración del dorado fresco.

Los valores de Histamina presentaron un ligero aumento con el tiempo de almacenamiento en refrigeración a 4°C; en el último día de estudio (día 11) el resultado alcanzó los 1.71 ppm; los cuales están en un rango aceptable para su respectivo procesamiento y exportación, ya que el rango máximo en producto fresco es <17 ppm. En comparación al producto congelado a -18°C que no tienen una diferencia significativa, ya que las bajas temperaturas ralentizan el aumento de la histamina. En relación a la textura, hay que destacar la disminución significativa de la dureza por efecto del tiempo. Estos datos confirman que el músculo de pescado sufre cambios debido a la desnaturalización de proteínas, que afectan directamente a la capacidad de retención de agua y a la textura del músculo.

### 6.3. RESULTADOS DE PÉRDIDA POR GOTEO

La formación del goteo se observa como la pérdida de líquido del pescado al descongelarse y es inevitable, sin embargo puede disminuirse sensiblemente si se pasa la zona de congelación entre los 0°C y los -5°C lo más rápidamente posible. Esta zona es conocida como “zona crítica” y es la zona donde se cristaliza el 85% del agua contenida en el pescado.

En el cuadro 2 se puede observar la evaluación del parámetro por goteo a lo largo del almacenamiento en refrigeración de dorado congelado-descongelado y dorado fresco.



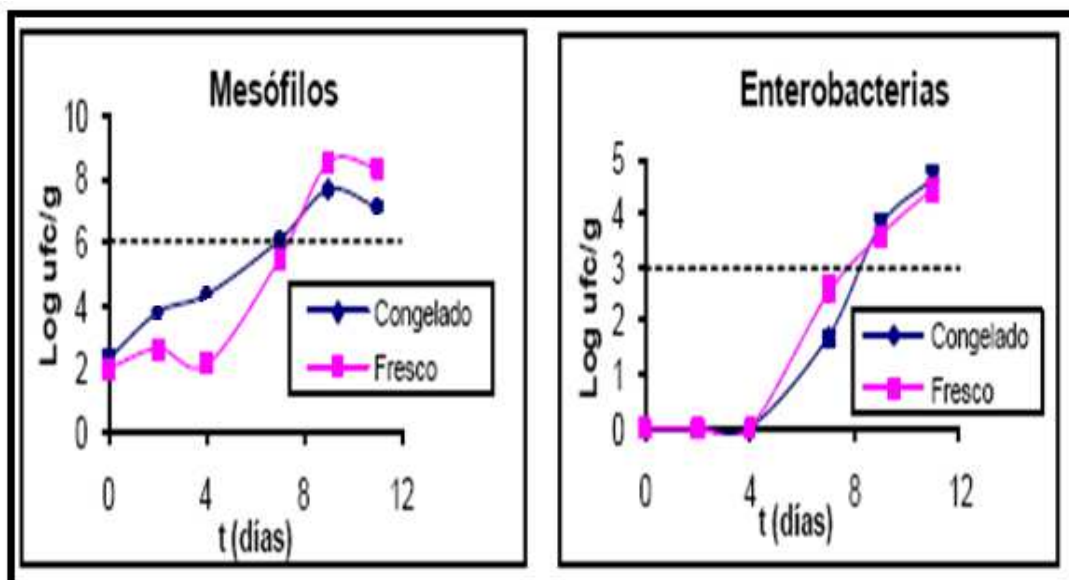
**Cuadro 2.** Evaluación de pérdida por goteo durante el almacenamiento en refrigeración del dorado fresco y congelado.

En relación a la pérdida por goteo, se puede apreciar un aumento progresivo del porcentaje de exudado a lo largo del almacenamiento en refrigeración, siendo este incremento significativamente mayor con el tiempo. Las muestras de fresco parten de 0 y no hay una diferencia significativa, mientras que las de congelación el porcentaje de pérdida son mayores. Estos resultados son debidos a la desnaturalización de proteínas del músculo de pescado ocasionada por las bajas temperaturas, que se traduce en una pérdida de la

capacidad de retención de agua y, por tanto, en una mayor liberación de líquido durante el almacenamiento.

#### 6.4. RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

El análisis microbiológico mostró una excelente calidad higiénico-sanitaria de la materia prima. La preservación a 4 °C y -18°C no afectó a los recuentos de aerobios mesófilos, coliformes, E. coli y enterobacterias; sin embargo, las muestras con el tiempo presentaron niveles de enterobacterias superiores, aunque seguían siendo bajos. Sin embargo, se sabe que las muestras eran microbiológicamente inaceptables a partir del 7 día de almacenamiento.



**Cuadro 3.** Evolución de los recuentos de mesófilos y enterobacterias durante el almacenamiento en refrigeración de dorado congelado-descongelado y fresco.

En relación a la evolución microbiana en la figura 3 se muestran los recuentos de aerobios mesófilos y enterobacterias. Los recuentos de ambos microorganismos fueron bajos al inicio del estudio, lo que pone de manifiesto la excelente calidad higiénico-sanitaria de las muestras de Dorado (*Coryphaena hippurus*). El límite de aceptabilidad para mesófilos se puede establecer en 106 ufc/g (CEE, 2005a), ya que si se supera este valor el pescado está deteriorado o cerca del deterioro (Arashisar et al., 2004; Özogul et al., 2004). El nivel de

mesófilos aumentó durante el almacenamiento de forma progresiva. Durante los primeros días de estudio el dorado fresco presentó recuentos menores de mesófilos; sin embargo, a partir del día 7, tanto las muestras de pescado congelado-descongelado como las de pescado fresco alcanzaron el límite de los 6 ciclos logarítmicos. En el caso del recuento de enterobacterias, el aumento observado a partir del día 4 fue similar para ambos tipos de muestras de dorado, que alcanzaron el límite de aceptación de 3 ciclos logarítmicos empleado en otros estudios (Fuentes et al., 2011) a partir del día 8 de almacenamiento. Estos resultados indican que, de acuerdo a la calidad microbiológica de las muestras, la vida útil de la dorado fresco sería del mismo orden que el dorado que había sido previamente congelada. Ni el tiempo de congelación ni el número de ciclos de congelado tuvieron efecto sobre estos parámetros, lo que indica una buena estabilidad de las muestras durante el almacenamiento a -18 °C.

## CAPITULO VII

### VII. DISCUSIÓN

Se puede apreciar un aumento progresivo del porcentaje de exudado a lo largo del almacenamiento en refrigeración, siendo este incremento significativamente mayor en el caso de las muestras que habían sido previamente congeladas. Estos resultados son debidos a la desnaturalización de proteínas del músculo de pescado ocasionada por la congelación, que se traduce en una pérdida de la capacidad de retención de agua y, por tanto, en una mayor liberación de líquido durante el almacenamiento.

El análisis microbiológico mostró una excelente calidad higiénico-sanitaria de la materia prima. La congelación no afectó a los recuentos de mesófilos y enterobacterias; sin embargo, las muestras que habían sido sometidas a los ciclos de congelación presentaron niveles de enterobacterias superiores al resto, aunque seguían siendo bajos (2,03 ciclos logarítmicos).

En los parámetros físicos al día 0 la muestra fresca presentó valores significativamente mayores de dureza, gomosidad, masticabilidad y resiliencia, lo que vuelve a corroborar el efecto de la congelación sobre la estructura del músculo. El dorado fresco experimentó una pérdida de dureza a lo largo del tiempo de almacenamiento, mientras que los valores de la muestra descongelada no mostraron diferencias significativas con el tiempo. Este comportamiento podría indicar que en las muestras descongeladas los cambios en la textura que ocasionó el proceso de congelado-descongelado fueron de tal magnitud que el almacenamiento en refrigeración no afectó a la estructura ya deteriorada del músculo. Sin embargo, la textura del dorado fresco, que inicialmente evidenciaba una estructura más compacta del músculo, fue deteriorándose con el paso del tiempo en refrigeración. De esta forma, al final del almacenamiento casi todos los parámetros de textura evaluados mostraron valores similares en ambos tipos de muestra.

## CAPITULO VIII

### VIII. CONCLUSIONES

Actualmente la empresa FRESCODEGFER S.A está certificada con las normas BRC Global Standards, BASC Y HCCP; en el cual mediante este estudio realizado se pudo optimizar los procesos de refrigeración y congelación determinando parámetros idóneos de temperatura y el tiempo de vida útil de la materia prima que son de 7 días en cámaras frigoríficas a 4°C y -18°C.

La congelación no tuvo efecto sobre la calidad microbiológica; sin embargo provocó una ligera degradación en la oxidación del músculo, así como cambios en la estructura del dorado (*Coryphaena hippurus*) que se tradujeron en una disminución de la dureza del músculo.

De acuerdo a la calidad microbiológica de las muestras, la vida útil del dorado fresco sería del mismo orden que el dorado que había sido previamente congelado. Ni el tiempo de congelación ni el número de ciclos de congelado tuvieron efecto sobre estos parámetros, lo que indica una buena estabilidad de las muestras durante el almacenamiento a -18 °C. Sin embargo, el deterioro microbiológico se alcanzó prácticamente a los 7 días de almacenamiento en ambos tipos de muestra (congelado y refrigerado).

En los parámetros físico-químicos estudiados (histamina y pérdida por goteo) evidenciaron un mayor grado de deterioro en la composición física durante el almacenamiento en refrigeración a 4°C, en comparación a las muestras de dorado congelado-descongelado a -18°C, los valores de histamina presentaron un ligero aumento con el tiempo de almacenamiento en refrigeración pero seguían siendo aceptables para su procesamiento. En relación a la pérdida por goteo, se puede apreciar un aumento progresivo del porcentaje de exudado a lo largo del almacenamiento en refrigeración, siendo este incremento significativamente mayor con él tiempo, debido a la desnaturalización de proteínas del músculo del pescado ocasionada por las bajas temperaturas, que se traduce en una pérdida de la capacidad de retención de agua y, por tanto, en una mayor liberación de líquido durante el almacenamiento a -18°C.



## **CAPITULO IX**

### **IX. RECOMENDACIONES**

Establecidos los parámetros de congelación y refrigeración la empresa FRESCODEGFER S.A obtuvo la adecuada manipulación de productos frescos-congelados y las alternativas para preservar la calidad de sus productos, determinándolos en el plan HACCP, BPM y POES. Redujo las pérdidas económicas, por el deterioro de productos pesqueros que no fueron adecuadamente manejados, y que los consumidores reciban productos en óptima calidad. Ya que los resultados obtenidos en los ensayos son óptimos, confiables y en el cual este proyecto es viable para la optimización de procedimientos a seguir en la preservación de la materia prima.

Es importante recalcar que se sigan realizando distintos estudios basados en la preservación de los productos pesqueros frescos y congelados ya que estos son la mayor fuente de ingreso en las empresas de nuestra ciudad.

## CAPITULO X

### X. BIBLIOGRAFÍA

- Arashiar, S.; Hisar, O.; Kaya, M.; Yanik, T. (2004). Efectos de la atmósfera modificada y envasado al vacío en las propiedades microbiológicas y químicas de los filetes de trucha arco iris (*Oncorynchus mykiss*). Revista Internacional de Microbiología de Alimentos 97:209-214 ..
- JM Barat; Gil L.; Breijo E.; Aristoy MC; Toldrá F.; Martínez R., J. Soto (2008). Monitoreo Frescura de dorada (*Sparus aurata*) con un sensor potenciométrico. Food Chemistry, 108: 681-688.
- CEE (2005b). Reglamento (CE) nº 2073/2005 de la Comisión de 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios. . Diario Oficial de la Unión Europea, L338, 1.
- Empaques de productos pesqueros en materiales plásticos flexibles y bandejas especiales. INFOPECA Proyecto TCP/RAS/6653.
- Fuentes, A., Fernández-Segovia, I.; Barat, JM; Serra, JA (2011). Influencia de la sustitución de sodio y envasado en la calidad y la vida útil de lubina ahumada (*Dicentrarchus labrax* L.). LWT-Food Science and Technology, 44: 917-923.
- Guía de buenas prácticas pesqueras, Produce - Ministerio de la producción. Perú.
- Hans Henrik Huss, El pescado fresco su calidad y cambios de calidad
- H.H. Huss, Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros, FAO Documento Técnico de pesca 334
- ISO (2003). Norma ISO 4833:2003. Microbiología de los alimentos para el consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30°C.

- J. Gram., W.A. Johnston y F.J. Nicholson. El Hielo en las pesquerías. FAO Documento Técnico de pesca 331
- Manual para Trabajadores de la Industria Pesquera – Nelson Avdalov, CFC/FAO/Infopesca. 2003
- Orak, H. y H. Kayisoglu, S. (2008). Cambios de calidad, en tres especies enteras eviscerado y fileteado de pescado (*Gadusexinus*, *Mugilcephalus*, *Engraulisencrasicholus*) en período de almacenamiento congelado (-26 ° C). *Acta Scientiarum Polonorum - Tecnologia Alimentaria*, 7 (3), 15-28.
- Özogul, K.; Özyurt, G.; Kuley, E.; Özkutuk, S. (2009). Evaluación sensorial, microbiológica y química de la frescura de los salmones (*Mullusbarbatus*) y goldband de salmones (*Upeneusmoluccensis*) durante el almacenamiento en hielo. *FoodChemistry*, 114, 505-510.
- Pascual, M.R. y Calderón V. (2000). *Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos y bebidas*. Díaz de Santos, Madrid, España.
- Programa de Capacitación FAO/DANIDA en tecnología y control de calidad. Roma 1988.
- [www.cfsan.fda.gov/~frf/rfe0.html](http://www.cfsan.fda.gov/~frf/rfe0.html)
- [www.codexalimentarius.net/web/index\\_es.jsp](http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp) [www.fao.org](http://www.fao.org)
- [www.fda.gov/oc/spanish](http://www.fda.gov/oc/spanish)
- [www.fis.com/index.asp?l=s](http://www.fis.com/index.asp?l=s)
- <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/default.htm>
- <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Markets/marketstudies.htm>
- <http://www.infopesca.org>
- [http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir3230/pdf/guia\\_peix\\_cast.pdf](http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir3230/pdf/guia_peix_cast.pdf)

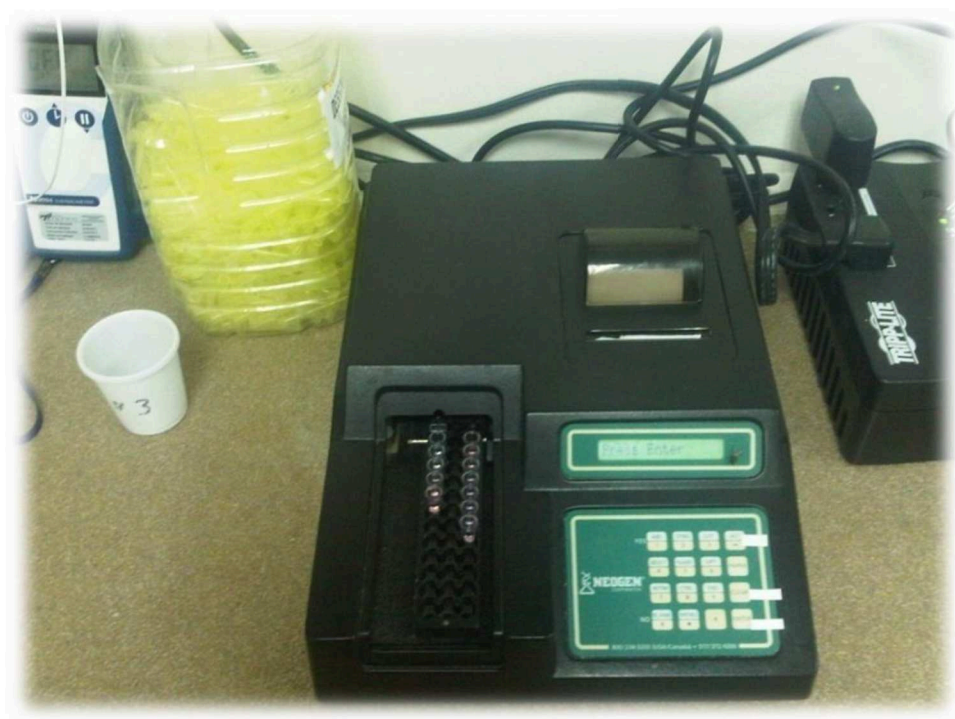
- <http://www.3m.com>

## REFERENCIAS

- Fish and fishery
- Microbiología general
- Hielo en la pescadería

# ANEXOS

## ELISA O MICROELISA



## KIT VERATOX DE HISTAMINA



## MUESTRAS DE DORADO ANTES DEL PROCESO PARA REFRIGERACION



**MUESTRAS DE DORADO EN CAMARAPARA SU RESPECTIVO ANALISIS**



**ASPECTO FÍSICO DE UNA MUESTRA AL TERCER DÍA EN CÁMARA FRIGORÍFICA.**





**ASPECTO FÍSICO VENTRAL DE UNA MUESTRA AL TERCER DIA EN CÁMARA FRIGORÍFICA.**



**ASPECTO FÍSICO DE UNA MUESTRA AL OCTAVO DIA EN CÁMARA FRIGORÍFICA.**





**ASPECTO FÍSICO VENTRAL DE UNA MUESTRA AL OCTAVO DÍA EN  
CÁMARA FRIGORÍFICA.**



**EXTRACCION DE MUESTRAS CONGELADAS EN CAMARA FRIGORICA**



**MUESTRAS DE FILETES DE DORADO  
CONGELADAS-DESCONGELADAS**



**PRUEBA DE LABORATORIO PARA ANALISIS DE HISTAMINA**

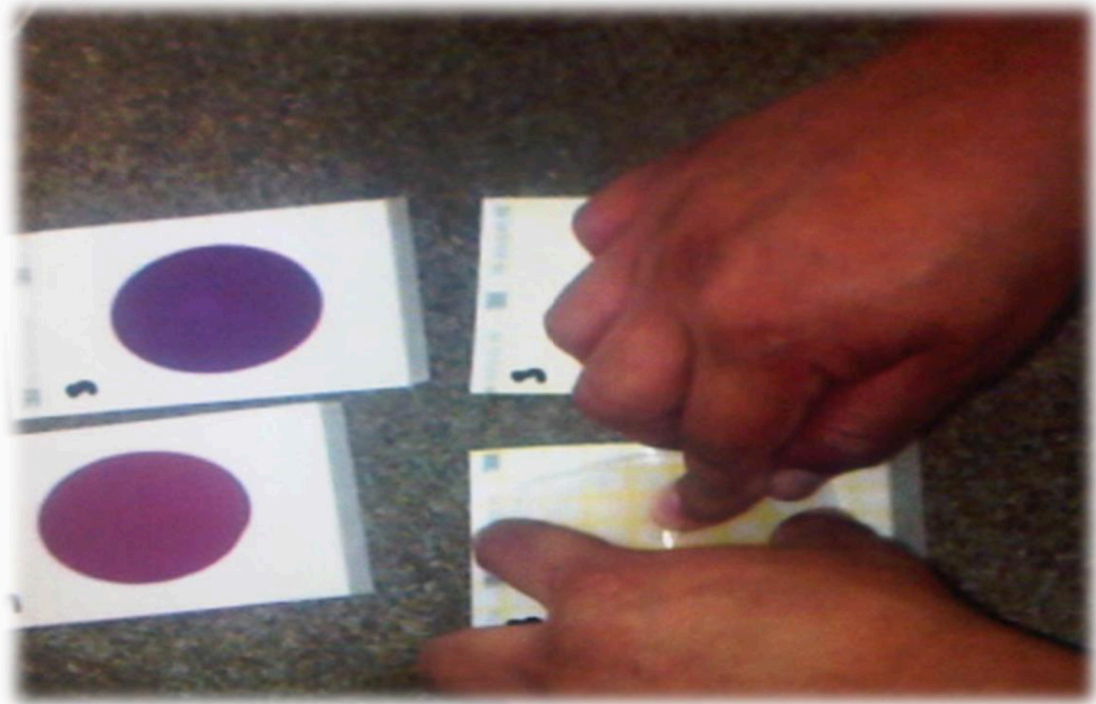


**PRUEBA DE LABORATORIO PARA ANALISIS DE HISTAMINA**





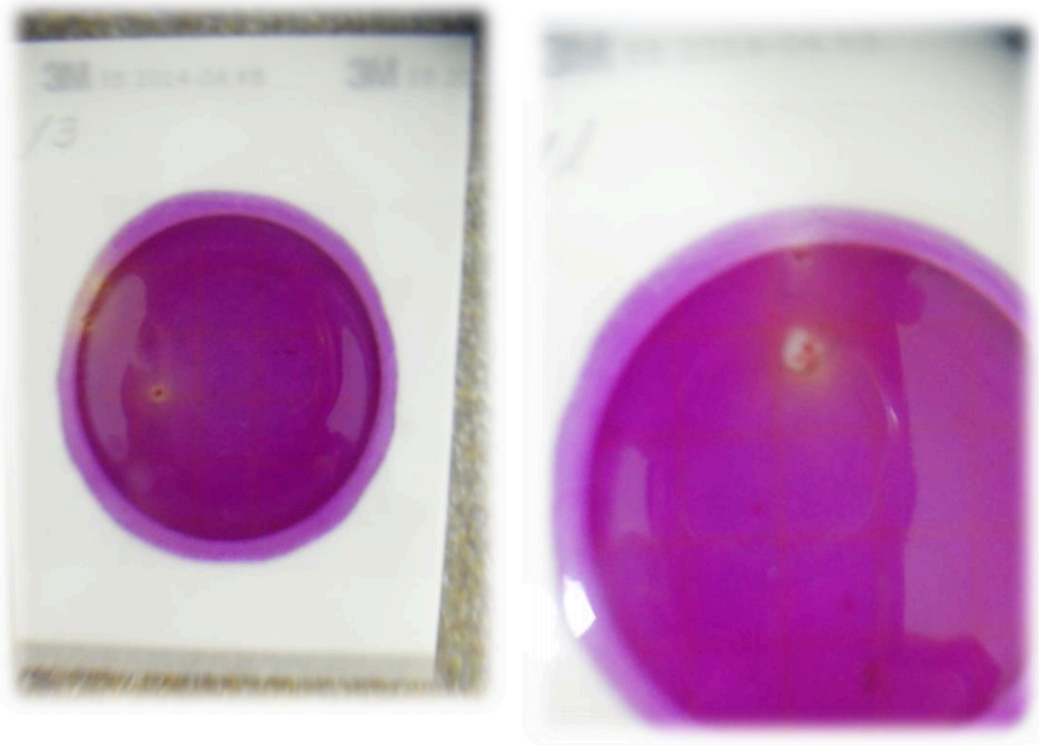
## SIEMBRA DE MUESTRAS MICROBIOLÓGICAS EN EL LABORATORIO



## INCUBACION DE PLACAS PETRIFILM



**RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE ENTEROBACTERIAS**



**RESULTADO MICROBIOLÓGICO DE E. COLI**

