



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA TILAPIA
ROJA (*Oreochromis* spp.) EN FILETES PROCESADOS POR
LIOFILIZACIÓN”**

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

PRESENTADO POR:

MARÍA JOSÉ VELÁSQUEZ PACCHA

**RIOBAMBA - ECUADOR
2012**

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico a Dios por ser protector, compañía y guiador durante todos los episodios de mi vida.

A mi madre Hortencia por su apoyo y motivación para alcanzar todas mis metas propuestas en mi vida durante mi carrera como estudiante con su amor, cuidado, paciencia y dedicación hacia mí y Karla.

A mi hermana Karla consejera y amiga incondicional que con paciencia, ayuda, compañía he podido también llegar a este momento.

A mi hermana Gina que aunque no está conmigo es un motivo para poder seguir adelante.

Agradecimiento

A Dios por brindarme muchas bendiciones y hacer de esto realidad.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Escuela de Bioquímica y Farmacia por impartirme sus conocimientos, orientación, formación académica y profesional.

A la Ing. Paola Arguello (Director de tesis), Dra. Olga Lucero (Colaboradora de tesis), Dr. Carlos Pilamunga (Docente de la Escuela de Bioquímica y Farmacia), Egresado Edwin Cedeño (Investigador) por haberme apoyado en la coordinación del trabajo con su ayuda incondicional así también compartiendo conocimientos los mismos que ayudaron para la elaboración de mi trabajo.

A mis Amigos (as) Tatiana, Glenda, Nataly, Janeth, Gabriel, German y Edwin por su apoyo amistad sincera.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación “EVALUACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp.*) EN FILETES PROCESADOS POR LIOFILIZACIÓN”, de responsabilidad de la señorita egresada María José Velásquez Paccha, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dra. Yolanda Díaz. DECANA FACULTAD DE CIENCIAS	_____	_____
Dr. Luis Guevara DIRECTOR DE ESCUELA	_____	_____
Ing. Paola Arguello DIRECTOR DE TESIS	_____	_____
Dra. Olga Lucero MIEMBRO DE TRIBUNAL	_____	_____
Tec. Carlos Rodríguez DIRECTOR CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	_____	_____
NOTA DE TESIS ESCRITA	_____	

Yo, María José Velásquez Paccha, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados
expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

MARÍA JOSÉ VELÁSQUEZ PACCHA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ADP	Adenosín difosfato
AMP	Adenosín monofosfato.
AOAC	Association of Oficial Analytical Chemist.
ATP	Adenin tri fosfato.
ATP-asa	Enzima trifosfatasa de adenosina sarcoplásmatica.
cm	Centímetros.
FAO	Organización de las Naciones unidas para la Agricultura y la Alimentación.
G	Gramos.
HSD	Diferencia Honestamente Significativa
APPCC	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.
IMP	Monofosfato de inosina.
mg/L	Miligramos por litro g/L.
MJ/kg	Megajulios de energía necesaria para hacer un kilogramo de producto
mL	Mililitros.
msnm	Metros sobre el nivel del mar.
NBV	Nitrógeno básico volátil
°C	Grados Celsius.
°F	Grados Fa.
P	Presión.
PER	Índice de eficacia proteica.
pH	Potencial de hidrógeno
PMA	Programa Mundial de Alimentos
ppm	Partes por millón
T	Temperatura
UFC/g	Unidades formadoras s de colonia por gramo de muestra

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
INTRODUCCIÓN	

CAPÍTULO I

1. PARTE TEÓRICA.....	- 1 -
1.1. PESCADOS	- 1 -
1.2. LAS TILAPIAS	- 1 -
1.3. TILAPIA ROJA “ <i>OREOCHROMIS SPP.</i> ”	- 2 -
1.3.1. MORFOLOGÍA EXTERNA	- 3 -
1.3.2. CARACTERES SEXUALES	- 4 -
1.3.3. HÁBITOS REPRODUCTIVOS.	- 4 -
1.3.4. HÁBITOS ALIMENTICIOS	- 8 -
1.3.5. REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES	- 8 -
1.4. TIPOS DE PESCADOS	- 9 -
1.4.1. CARACTERES MORFOLÓGICOS	- 9 -
1.4.2. ZONAS DE CAPTURA.....	- 9 -
1.4.3. COMPOSICIÓN	- 10 -
1.4.4. VALOR NUTRITIVO	- 10 -
1.4.5. COMPOSICIÓN: ASPECTOS NUTRITIVOS	- 11 -
1.4.5.1. Características sensoriales	- 11 -
1.4.5.2. Características físico-químicas y bromatológicas.....	- 12 -
1.5. MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL PESCADO	- 14 -
1.5.1. MÉTODOS SENSORIALES	- 14 -
1.5.1.1. Proceso sensorial.....	- 15 -
1.5.1.2. Tipos de métodos sensoriales.....	- 15 -
1.5.2. MÉTODOS FÍSICOS.....	- 15 -
1.5.2.1. Propiedades eléctricas	- 16 -
1.5.2.2. pH.....	- 16 -
1.5.2.3. Medida de la textura.....	- 16 -
1.5.3. MÉTODOS BIOQUÍMICOS Y QUÍMICOS.....	- 16 -
1.5.4. CAMBIOS POST MORTEM DEL PESCADO Y SU PAPEL EN LA “FRESCURA”	- 17 -
1.5.5. PRINCIPIOS GENERALES DEL PROCESAMIENTO DEL PESCADO	- 18 -
1.5.5.1. Deterioro.	- 19 -
1.5.5.2. Degradación de los compuestos nitrogenados	- 19 -

1.5.5.3.	Medidas para controlar las condiciones que influyen sobre la actividad de los microorganismos.....	- 20 -
1.5.5.4.	Procesamiento.....	- 21 -
1.5.5.5.	Proceso de fileteado.....	- 21 -
1.6.	CONGELACIÓN.....	- 22 -
1.6.1.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL PESCADO CONGELADO.....	- 22 -
1.6.1.1.	Influencia de la congelación sobre las proteínas.....	- 23 -
1.6.1.2.	Influencias de la congelación sobre las enzimas.....	- 23 -
1.6.1.3.	Influencia de la congelación sobre grasas.....	- 24 -
1.6.1.4.	Influencia de la congelación sobre las vitaminas.....	- 24 -
1.6.2.	DAÑOS POR EL DESCONGELAMIENTO A LOS ALIMENTOS CONGELADOS.....	- 25 -
1.7.	LIOFILIZACIÓN.....	- 26 -
1.7.1.	FUNDAMENTO DE LA LIOFILIZACIÓN.....	- 26 -
1.7.1.1.	EL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN.....	- 27 -
1.7.1.2.	Congelación del producto fresco.....	- 28 -
1.7.1.3.	Sublimación del hielo.....	- 29 -
1.7.1.4.	Rehidratación del producto procesado.....	- 31 -
1.7.2.	PARTES GENERALES DEL EQUIPO DE LIOFILIZACIÓN.....	- 32 -
1.7.2.1.	Cámara de secado.....	- 33 -
1.7.2.2.	Condensador.....	- 33 -
1.7.2.3.	Sistema frigorífico.....	- 34 -
1.7.2.4.	Sistema de vacío.....	- 34 -
1.7.2.5.	Panel de comando e instrumentación.....	- 34 -
1.7.3.	LAS DIFERENCIAS ENTRE UN SECADO CONVENCIONAL Y LA LIOFILIZACIÓN.....	- 35 -
1.7.3.1.	Secado convencional.....	- 35 -
1.7.3.2.	Liofilización.....	- 35 -
1.8.	ANÁLISIS PROXIMAL, BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO.....	- 35 -
1.8.1.	EXTRACTO ETÉREO.....	- 36 -
1.8.2.	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.....	- 36 -
1.8.3.	DETERMINACIÓN DE CENIZAS.....	- 37 -
1.8.4.	DETERMINACIÓN DE FIBRA.....	- 37 -
1.8.5.	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA.....	- 38 -
1.8.6.	pH.....	- 38 -
1.8.7.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	- 39 -
1.8.8.	AEROBIOS MESÓFILOS.....	- 39 -
1.8.9.	E. COLI.....	- 40 -
1.8.10.	COLIFORMES TOTALES.....	- 41 -
1.8.11.	STAPHYLOCOCCUS AUREUS.....	- 41 -
1.9.	PRUEBAS ESTADÍSTICAS.....	- 42 -
1.9.1.	ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA).....	- 42 -
1.9.2.	PRUEBA DE TUKEY.....	- 43 -

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL	- 44 -
2.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	- 44 -
2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	- 44 -
2.2.1. MATERIA PRIMA.....	- 44 -
2.2.2. EQUIPOS DE LABORATORIO	- 45 -
2.2.3. MATERIALES DE LABORATORIO.....	- 45 -
2.2.4. REACTIVOS	- 46 -
2.2.5. MEDIOS DE CULTIVO.....	- 46 -
2.3. MÉTODOS	- 47 -
2.3.1. PROCESO.....	- 47 -
2.3.2. OBTENCIÓN DE LOS FILETES <i>OREOCHROMIS SPP.</i>	- 48 -
2.3.3. PROCESO DE LIOFILIZACIÓN.....	- 48 -
2.3.4. DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL A PARTIR DE LAS DIRECTRICES DEL CODEX PARA PESCADO EN FILETES COCIDOS ...	- 49 -
2.3.5. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS DETERMINACIÓN DE LA PERDIDA POR CALENTAMIENTO.....	- 49 -
2.3.6. CÁRNICOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DETERMINACIÓN DE CENIZAS: MÉTODO DE INCINERACIÓN EN MUFLA	- 51 -
2.3.7. DETERMINACIÓN DE GRASA O EXTRACTO ETÉREO: MÉTODO DE SOXHLET.	- 52 -
2.3.8. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA MACRO-KJELDHAL.	- 53 -
2.3.9. DETERMINACIÓN DE pH. NTE INEN.....	- 55 -
2.3.10. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ.....	- 56 -
2.3.11. DETERMINACIÓN DE CLORUROS	- 57 -
2.3.12. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO BÁSICO VOLÁTIL	- 58 -
2.3.13. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PESCADO LIOFILIZADO CON MENOR ESPESOR.	- 60 -
2.3.13.1. Control Microbiológico: Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos	- 60 -
2.3.13.2. Determinación de la cantidad de microorganismos. <i>Staphylococcus aureus.</i> Método de recuento: siembra en placas petrifilm	- 62 -
2.3.13.3. Control microbiológico de los alimentos determinación de la presencia o ausencia de Coliformes (utilizando medio líquido)	- 63 -
2.3.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	- 64 -

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 66 -
---------------------------------	--------

3.1.	DETERMINACIÓN DEL ESPESOR ADECUADO DEL FILETE <i>OREOCHROMIS SPP.</i>	- 66 -
3.2.	ANÁLISIS SENSORIAL	- 68 -
3.3.	ANÁLISIS PROXIMAL DEL PESCADO LIOFILIZADO “ <i>OREOCHROMIS</i> <i>SPP.</i> ”	- 70 -
3.3.1.	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD	- 70 -
3.3.2.	DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA, GRASA Y CENIZA	- 71 -
3.3.3.	DETERMINACIÓN DE pH	- 72 -
3.3.4.	DETERMINACIÓN ACIDEZ Y CLORUROS	- 72 -
3.3.5.	DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO VOLÁTIL	- 73 -
3.4.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PESCADO LIOFILIZADO “ <i>OREOCHROMIS SPP.</i> ”	- 75 -
3.4.1.	AEROBIOS MESÓFILOS, <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> , COLIFORMES TOTALES Y <i>E COLI.</i>	- 76 -

CAPÍTULO IV

4.	CONCLUSIONES	- 77 -
----	--------------------	--------

CAPÍTULO V

5.	RECOMENDACIONES	- 79 -
----	-----------------------	--------

CAPÍTULO VI

6.	RESUMEN	- 79 -
----	---------------	--------

CAPÍTULO VII

7.	BIBLIOGRAFÍA	- 85 -
----	--------------------	--------

CAPÍTULO VIII

8.	ANEXOS	- 96 -
----	--------------	--------

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No. 1	CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LA TILAPIA ROJA - 2 -
TABLA No. 2	COMPOSICIÓN PROXIMAL (G/100 G) “ <i>OREOCHROMIS</i> SPP.”(BASE HÚMEDA)..... - 11 -
TABLA No. 3	CONTENIDO DE MINERALES (MG/100 G) “ <i>OREOCHROMIS</i> SPP.” - 11 -
TABLA No. 4	DIFERENCIA ENTRE CONGELACIÓN RÁPIDA Y LENTA.- 29 -
TABLA No. 5	COMPARACIÓN DE PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO TRAS 10 HORAS DE LIOFILIZACIÓN..... - 67 -
TABLA No. 6	RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL POR EL OLOR, SABOR Y TEXTURA..... - 68 -
TABLA No. 7	RESULTADOS DEL ANÁLISIS PROXIMAL Y pH..... - 70 -
TABLA No. 8	CONTENIDO DE CLORUROS Y ACIDEZ EN PESCADO “ <i>OREOCHROMIS</i> SPP.” (MG/100G) - 72 -
TABLA No. 9	RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO - 75 -

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No.1 CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO VOLÁTIL- 73 -

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA No.1	ANATOMÍA EXTERNA DE <i>OREOCHROMIS</i> SPP.....	- 3 -
FIGURA No.2	CARACTERES SEXUALES DE MACHO Y HEMBRA	- 4 -
FIGURA No.3	APARATO REPRODUCTOR DEL GÉNERO DE LA TILAPIA A) MACHO B) HEMBRA.	- 4 -
FIGURA No.4	NIDOS CONSTRUIDOS POR MACHOS DE TILAPIA.	- 5 -
FIGURA No.5	HEMBRA MADURA SEXUALMENTE, AL MOMENTO QUE ENTRA AL NIDO ESTIMULADA POR EL MACHO.	- 6 -
FIGURANO.6	PROCESO DE DESOVE Y EYACULACIÓN, HUEVECILLOS FERTILIZADOS.....	- 6 -
FIGURA No.7	LA HEMBRA RECOGE LOS HUEVECILLOS YA FERTILIZADOS Y LOS GUARDA EN LA CAVIDAD BRANQUIOSTEGA.....	- 7 -
FIGURA No.8	INCUBACIÓN EN LA BOCA DEL PEZ.	- 7 -
FIGURA No.9	LAS CRÍAS ABANDONAN Y RETORNAN A SU REFUGIO BUCAL.....	- 7 -
FIGURA No.10	ETAPAS DEL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN	- 30 -

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA No.1	LIOFILIZADOR DEL INIAP	- 33 -
FOTOGRAFÍA No.2	MUESTRAS DE PESCADO LIOFILIZADO POR 10 HORAS EN LAS 3 DIMENSIONES.....	- 68 -
FOTOGRAFÍA No.3	ASPECTOS DE LA LIOFILIZACIÓN EN LA MUESTRA 1,5CM.....	- 68 -
FOTOGRAFÍA No.4	FILETES BANDEJAS DE ALUMINIO EN LIOFILIZADOR DEL INIAP.....	- 71 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No. 1	MODELO DE LA FICHA DE ENCUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	- 96 -
ANEXO No. 2	FOTOGRAFÍA DONDE SE FILETEO Y COMO SE DEGOLLÓ EL PESCADO PREPARACIÓN DE LOS FILETES “ <i>OREOCHROMIS SPP.</i> ”	- 97 -
ANEXO No. 3	FOTOGRAFÍA DE FILETES LIOFILIZÁNDOSE EN LA ESPOCH, MUESTRAS PREPARADAS PARA LIOFILIZAR EN INIAP LIOFILIZACIÓN DE “ <i>OREOCHROMIS SPP.</i> ”	- 97 -
ANEXO No. 4	FOTOGRAFÍA PROCESO DE EMPAQUE DE MUESTRAS LIOFILIZADAS Y SELLADAS AL VACÍO EN INIAP.....	- 98 -
ANEXO No. 5	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE <i>OREOCHROMIS SPP.</i> ”	- 98 -
ANEXO No. 6	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE <i>OREOCHROMIS SPP.</i> ”	- 100 -

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, la humanidad se ha sustentado una lucha continua contra el hambre, que es y seguirá siendo uno de sus principales enemigos, convirtiéndose en una preocupación mundial. (61) La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, emitió un informe, en el que asegura que en América Latina se desperdician anualmente 70.000 toneladas de alimentos. La situación resulta alarmante pues hay 52 millones de personas que sufren hambre y otros nueve millones de niños que padecen desnutrición crónica.

Según el Programa Mundial de Alimentos (PMA) de Naciones Unidas en el 2009, Ecuador es el cuarto país de América Latina, tras Guatemala, Honduras y Bolivia, con peores índices de desnutrición infantil. Actualmente, el 26% de la población infantil ecuatoriana de cero a cinco años sufre de desnutrición crónica, una situación que se agrava en las zonas rurales, donde alcanza al 35,7% de los menores, y es aún más crítica entre los niños indígenas, con índices de más del 40%. (61)

Frente a este problema mundial, hambre y desnutrición, la tecnología de alimentos se ha desarrollado de tal forma que hoy en día presenta alternativas de conservación de alimentos como la liofilización, la que se desarrolló para superar las pérdidas de compuestos de los productos, los cuales se eliminaban en las operaciones convencionales de secado, siendo utilizado en sus inicios para uso clínico como antibióticos y materiales biológicos a gran escala en la década de 1940, para el caso de los alimentos, presenta otros beneficios, el producto tratado no cambia de forma y es fácilmente re-hidratable además conserva al máximo las características nutricionales y sensoriales. (52) (58)

La liofilización es una técnica que se puede aplicar a la Tilapia alimento de origen animal, que presenta un elevado valor nutricional, una ración de 100 gramos de este pescado cubre más del 50% de la ingesta diaria de proteínas recomendada por la FAO, estas proteínas son de elevado valor biológico, con una digestibilidad superior al 80% y

una eficiencia proteica similar o superior a la del patrón caseína; proporciona entre 10-20% de minerales, cantidades variables de vitaminas hidrosolubles y un porcentaje importante de las vitaminas liposolubles A, D y E. Respecto a los minerales la carne de pescado se considera una fuente valiosa de calcio y fósforo (42), sin embargo presenta el inconveniente de alta perecibilidad en fresco ya que contiene un porcentaje de humedad del 77,18 % con una actividad de agua de 0,95 volviéndolo propenso a degradaciones enzimáticas y microbianas. (29) (40)

La producción de pescado de agua dulce ha incrementado, especialmente de Tilapia Roja la cual ha tenido un alto crecimiento en el mercado mundial, su producción es considerada como una de las actividades más rentable. Ecuador ha alcanzado un lugar muy importante junto con otros países latinoamericanos en la exportación de éste producto, siendo su principal comprador Estados Unidos, donde se dirige el 95% de la producción, en la presentación de filetes frescos congelados y actualmente la demanda de este producto se ha extendido hacia países europeos.

En el presente trabajo se aplicará el proceso de liofilización a filetes de Tilapia Roja para incrementar su estabilidad, por el reducido contenido de agua, facilitando así su transporte y generando un producto de calidad con un tiempo mayor de vida útil evitando así la proliferación de microorganismos y, una serie de factores tales como enzimas, oxígeno y temperatura, mismos que influyen en la alteración del producto en fresco.

El objetivo general planteado para esta investigación fue: Realizar la evaluación del valor nutricional Tilapia "*Oreochromis* spp." en filetes deshidratados por liofilización comparándolo con filetes congelados. Los objetivos específicos fueron: evaluar las características sensoriales, físicas, químicas y microbiológicas de la Tilapia "*Oreochromis* spp." en muestra liofilizada y congelada.

Para lograr los objetivos propuesto en primer lugar se determinó el espesor del filete, para esto se evaluaron tres dimensiones (0.5cm, 1cm, 1.5cm) y con base en el porcentaje de humedad y las características sensoriales que presentaron después de la liofilización cuya duración fue de 10 horas, se seleccionó el espesor de 1 cm. La siguiente etapa consistió en liofilizar filetes con dicho espesor en el laboratorio del Área de desarrollo e

investigación de alimentos del INIAP, con una duración de 95 horas y posteriormente se realizaron los análisis correspondientes. Sin embargo ese tiempo no fue suficiente para alcanzar la humedad requerida lo que repercutió en la estabilidad del producto comparando el producto liofilizado con el producto congelado, que es como actualmente se conserva, no existió diferencia estadísticamente significativa en el valor nutritivo del producto liofilizado y congelado.

CAPÍTULO I

1. PARTE TEÓRICA

1.1. PESCADOS

La denominación genérica de pescados comprende a los animales vertebrados comestibles marinos o de agua dulce (peces, mamíferos, cetáceos y anfibios), los mismos que se pueden encontrar frescos o conservados por distintos procedimientos.

La clasificación de los pescados puede llevarse a cabo de acuerdo con diversos criterios. El mercado se distingue, en principio, entre peses de agua dulce o de agua salada, aunque algunas especies desarrollan etapas de su vida en ambos medios. (14)

1.2. LAS TILAPIAS

El término “tilapia” proviene de un género que contenía una gran cantidad de especies de peces africanos y del Medio Oriente. Luego las especies fueron separadas en tres agrupaciones según sus hábitos reproductivos. Las especies mayormente de interés en la acuicultura son clasificadas actualmente en el género *Oreochromis*, las tilapias que presentan una incubación bucal materna de los embriones y peces-larvas. A continuación se detallan algunas de las características importantes de las tilapias. Forman un género de peces de orden Perciformes, familia Cichlidae, son peces originarios del África y Palestina, pertenecen a la familia Cichlidae, esta familia es de distribución antropogénica,

se los encuentra en: África, América y Asia; son peces principalmente de agua dulce e incluye unas 1.200 especies.

Clase Osteichthyes; Orden Perciformes; Familia Cichlidae (caracterizados por tener su línea lateral separada en 2 partes; son peces distribuidos principalmente en África y en el Medio Oriente). Los Cíclidos nativos de Centro América son el guapote, la mojarra y el congó, etc. (45)

Las tilapias tienen una serie de ventajas como: son peces robustos con pocas exigencias respiratorias, soportan rangos variados de salinidad, tienen un crecimiento acelerado, resistentes a la acción de agentes patógenos y fáciles de transportar. Son excelentes peces para el consumo, con carnes de muy suave textura y una gran reducción ósea. (14) (30)

1.3. TILAPIA ROJA “*Oreochromis spp.*”

También llamada Mojarra Roja, Mojarra Cardenal, Pargo Rojo de agua dulce y Perca Dorada, esta especie, hasta donde se conoce, se originó en Taiwán a partir de un mutante blanco *O. mozambicus* con *O. Niloticus*, esto es un híbrido; se ha establecido cuatro patrones de coloración basados en la presencia y ausencia de rojo y rosa como melanismo en el cuerpo; rosa malteado de rojo, rojo y manchas de negro. Su clasificación taxonómica se muestra en la Tabla No.1. (31)

TABLA No. 1 CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA DE LA TILAPIA ROJA

División:	Chordata
Superclase:	Gnathostomata
Serie:	Piscis
Clase:	Actinopterygii
Orden:	Perciformes
Suborden:	Percoide
Familia:	Cichlidae
Género:	Oreochromis
Especie:	Oreochromis spp.

1.3.1. MORFOLOGÍA EXTERNA

Presenta un solo orificio nasal a cada lado de la cabeza, que sirve simultáneamente como entrada y salida de la cavidad nasal. El cuerpo es generalmente comprimido y discoidal, raramente alargado. La boca es protráctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos. Para su locomoción poseen aletas pares e impares. Las aletas pares las constituyen las pectorales y las ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales que tienen de 21 a 31 espinas, la caudal y la anal. (60) (61)

La parte anterior de la aleta dorsal y anal es corta, consta de varias espinas y la parte terminal de radios suaves, disponiendo sus aletas dorsales en forma de cresta. La aleta caudal es redonda, trunca y raramente cortada, como en todos los peces, esta aleta le sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al lanzarse en el agua como se muestra en Figura No.1. Generalmente, el macho se desarrolla más que la hembra.

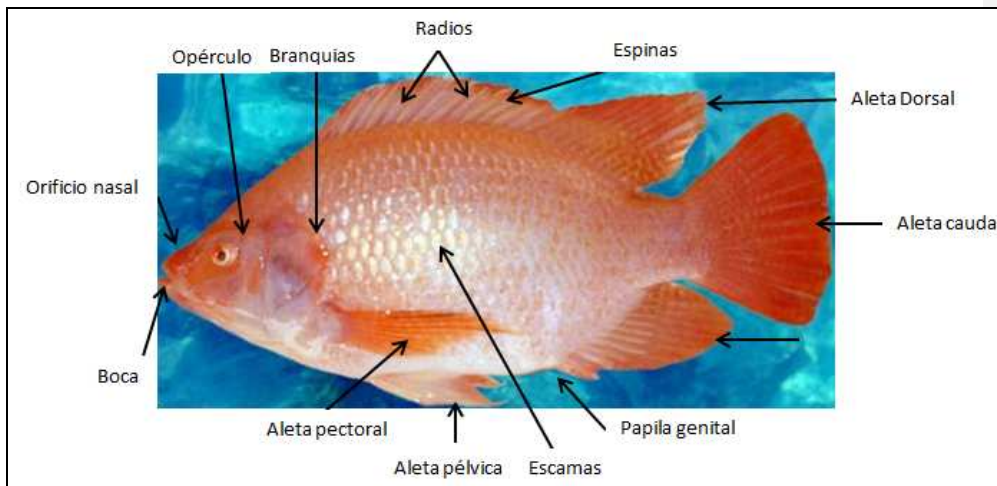


FIGURA No.1 ANATOMÍA EXTERNA DE *Oreochromis* spp.

1.3.2. CARACTERES SEXUALES

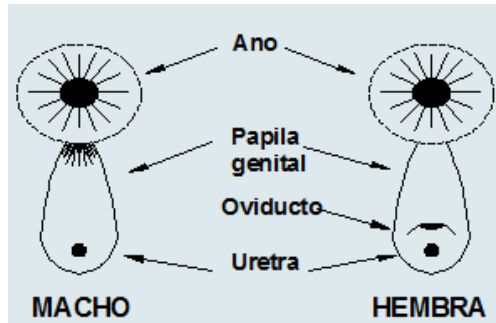


FIGURA No.2 CARACTERES SEXUALES DE MACHO Y HEMBRA

La diferenciación externa de los sexos se basa en que el macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario mostrado en la Figura No.2. El ano está siempre bien visible; es un agujero redondo. El orificio urogenital del macho es un pequeño punto. El orificio urinario de la hembra es microscópico, apenas visible a simple vista, mientras que el poro genital se encuentra en una hendidura perpendicular al eje del cuerpo Figura No.3. (60)



FIGURA No.3 APARATO REPRODUCTOR DEL GÉNERO DE LA TILAPIA A) MACHO B) HEMBRA.

1.3.3. HÁBITOS REPRODUCTIVOS.

Es una especie muy prolifera, a edad temprana y tamaño pequeño. Se reproduce entre 20-25 ° C (trópico). El huevo de mayor tamaño es más eficiente para la eclosión y fecundidad. La madurez sexual se da a los 2 ó 3 meses. En áreas subtropicales la temperatura de reproducción es un poco menor de 20°C - 23 ° C. La luz también influye

en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción. (44)

Tiene 7 etapas de desarrollo embrionario, después del desove completa 4 etapas. El tamaño del huevo indica cuál será el tamaño a elegir para obtener el mejor tamaño de alevín. A continuación se describe la secuencia de eventos característicos del comportamiento reproductivo (apareamiento):

- Después de 3 a 4 días de sembrados los reproductores se acostumbran a los alrededores.
- En el fondo del estanque el macho delimita y defiende un territorio, limpiando un área circular de 20 a 30 cm de diámetro forma su nido. En estanques con fondos blandos el nido es excavado con la boca y tiene una profundidad de 5-8 cm. Figura No.4. (44)

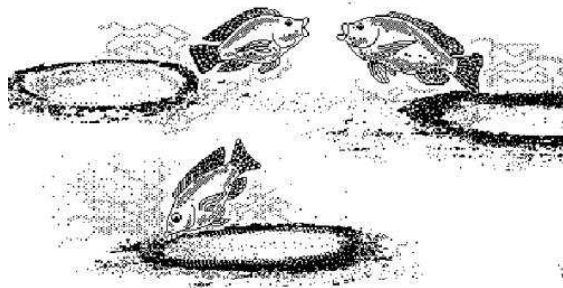


FIGURA No.4 NIDOS CONSTRUIDOS POR MACHOS DE TILAPIA.

- La hembra es atraída hacia el nido en donde es cortejada por el macho. Figura No.5.

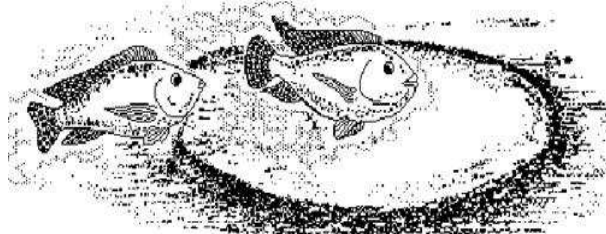


FIGURA No.5 HEMBRA MADURA SEXUALMENTE, AL MOMENTO QUE ENTRA AL NIDO POR EL MACHO.

- La hembra deposita sus huevos en el nido para que inmediatamente después sean fertilizados por el macho. (44)
- Después de una serie de cortejos rituales que realizan los machos, los cuales presentan su coloración acentuada y vistosa para llamar la atención de las hembras y estimularlas, las hembras ovopositan o desovan; esto significa que la hembra deposita los huevos en el piso del nido. En fracciones de segundo o instantes después de que la hembra ovopositó, el macho eyacula fertilizando los huevecillos Figura No. 6. (44)

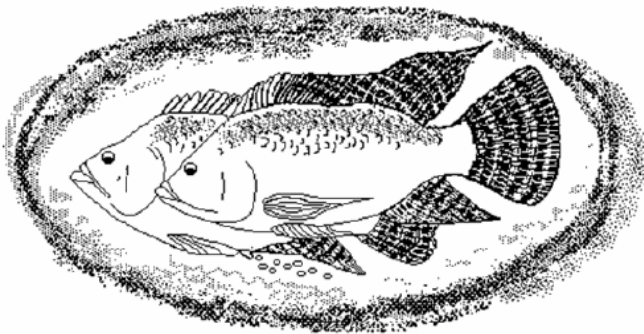


FIGURA No.6 PROCESO DE DESOVE Y EYACULACIÓN, HUEVECILLOS FERTILIZADOS

- La hembra recoge a los huevos fertilizados con su boca y se aleja del nido. El macho continúa cuidando el nido y atrayendo otras hembras con que aparearse. Para completarse el cortejo y desove requieren de menos de un día. Figura No7. (44)

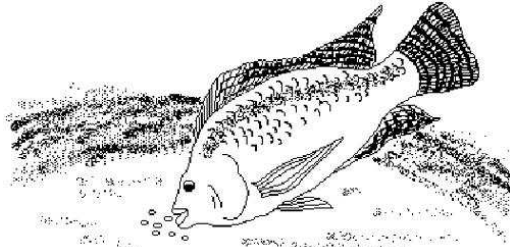


FIGURA No.7 LA HEMBRA RECOGE LOS HUEVECILLOS YA FERTILIZADOS Y LOS GUARDA EN LA CAVIDAD BRANQUIOSTEGA

- Antes de la eclosión los huevos son incubados de 3 a 5 días dentro de la boca de la hembra. Las hembras no se alimentan durante los periodos de incubación y cuidado de las larvas. Figura No.8.(44)

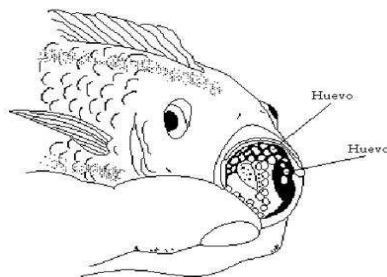


FIGURA No.8 INCUBACIÓN EN LA BOCA DEL PEZ.

- Las larvas jóvenes (con saco vitelino) permanecen con su madre por un periodo adicional de 5 a 7 días, escondiéndose en su boca cuando el peligro acecha. Figura No. 9. (44)

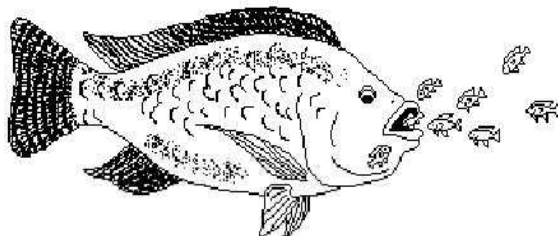


FIGURA No.9 LAS CRÍAS ABANDONAN Y RETORNAN A SU REFUGIO BUCAL.

- La hembra estará lista para aparearse de nuevo aproximadamente una semana después de que ella deja de cuidar a sus hijos. Después de dejar a sus madres los pececillos forman grupos (bancos) que pueden ser fácilmente capturados con redes de pequeña abertura (ojo) de malla. Bancos grandes de pececillos pueden ser vistos de 13 a 18 días después de la siembra de los reproductores. (44)

1.3.4. HÁBITOS ALIMENTICIOS

Todas las tilapias son más o menos herbívoras, pero lagunas prefieren plantas más altas mientras que otras se adaptan a la alimentación con plancton. Si los hábitos alimenticios de una especie, pueden ser determinados examinando las branquispinas, y si las tiene numerosas algas delgadas cercanas una de otra, indica que se alimentan de plancton; lo opuesto indica que un pez consume partículas grandes de alimento. Algunas tilapias son relativamente omnívoras y pueden alimentarse complementariamente con vegetales y en algunos casos aceptan alimento animal si no hay nada más disponible. (60)

1.3.5. REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES

Las tilapias han demostrado ser peces con rápida maduración y numerosos desoves anuales, reproduciéndose en los estanques a una temprana edad (dos a tres meses) y cada treinta días si las temperaturas son aptas. Las tilapias son peces de origen tropical, por lo que sus mejores crecimientos se obtienen a temperaturas entre los 24°C y los 30°C. Por encima o por debajo, tanto la reproducción como el crecimiento pueden disminuir hasta detenerse completamente, se deben evitar adicionalmente oscilaciones diarias de temperatura por encima de los 5°C. No es posible cultivar la tilapia en regiones donde la temperatura sea menor de 22°C, en cultivos a cielo abierto. (51)

Para el óptimo desarrollo de la tilapia se requiere que en el sitio de cultivo se mantengan los requerimientos medio ambientales en los siguientes valores:

- Temperatura: Los rangos óptimos de temperatura oscilan entre 20°C -30°C, pueden soportar temperaturas menores. A temperaturas menores de 15°C no crecen. La reproducción se da con éxito a temperaturas entre 26-29 ° C. Los límites superiores de tolerancia oscilan entre 37°C - 42°C.
- Oxígeno Disuelto: Soporta bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/L, e incluso en períodos cortos valores menores. A menor concentración de oxígeno el consumo de alimento se reduce, por consiguiente el crecimiento de los peces. Lo más conveniente son valores mayores de 2 ó 3 mg/L, particularmente en ausencia de luz.
- pH: Los valores óptimos de pH son entre 7 y 8. No pueden tolerar valores menores de 5, pero sí pueden resistir valores alcalinos de 11.
- Turbidez: Se deben mantener 30 centímetros de visibilidad.
- Altitud: 850 a 2,000 m.s.n.m.
- Luz o Luminosidad: La radiación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, dando origen a la productividad primaria, que es la cantidad de plantas verdes que se forman durante un período de tiempo.(60)

1.4. TIPOS DE PESCADOS

Los peces en ocasiones se clasifican de acuerdo con las diferencias anatómicas, algunas de las clasificaciones:

1.4.1. CARACTERES MORFOLÓGICOS

- Forma del cuerpo: se distingue entre peces redondos (por ejemplo, bacalao o meluza) y peces planos (lenguado, rodaballo...).
- Forma y número de aletas, escama, etc.(1)

1.4.2. ZONAS DE CAPTURA

Se diferencian entre pesca de altura, pesca de bajura y pesca en aguas interiores. Entre las especies marinas, según el espacio oceánico que ocupan, se suele diferenciar entre peces de fondo y peces pelágicos. (1)

1.4.3. COMPOSICIÓN

- Pescados magros o blancos: su porcentaje graso está comprendido entre un 0,1 y 1%.
- Pescados grasos o azules: posee entre un 5% y 25% grasa. En este grupo se incluyen los que posiblemente, son más consumidos por la población, es decir, los arenques, las sardinas y algunos peces de agua dulce.
- Pescados semigrasos: su proporción oscila entre 2% a 10%.(1) (18)

1.4.4. VALOR NUTRITIVO

El pescado es uno de los alimentos más completos por la calidad y cantidad de nutrimentos que aporta: una ración promedio de 100 gramos cubre más del 50% de la ingesta diaria de proteínas recomendada por la FAO. (30)

De 10-20% de minerales, cantidades variables de vitaminas hidrosolubles y un porcentaje importante de las vitaminas liposolubles A, D y E. Su contenido de grasa es muy variable, depende de la especie, el ciclo de maduración sexual, la disponibilidad de alimentos y de los hábitos alimenticios del pescado. Respecto a los minerales la carne de pescado se considera una fuente valiosa de calcio y fósforo, así como también de hierro y cobre, los peces de agua salada tienen un elevado contenido de yodo y un bajo contenido de sodio que lo hace apropiado para regímenes alimenticios hiposódicos. (30)

Los resultados obtenidos por Izquierdo, P (2000) de los análisis físico-químicos para los filetes de tilapia roja fueron los siguientes los que se muestran en la Tabla No.2 y No.3:

|

TABLA No. 2 COMPOSICIÓN PROXIMAL (g/100 g) “*Oreochromis spp.*”(BASE HÚMEDA)

Composición proximal “ <i>Oreochromis spp.</i> ”	
Humedad	72,36
Proteína	23,34
Grasa	2,26
Ceniza	1,94
Proteína	23,34
Grasa	2,26
Ceniza	1,94

FUENTE: ARCHIVOS NUTRICIÓN ACÍDOS ESENCIALES DOCE CARACAS- LATINOAMERICANOS DE ANÁLISIS PROXIMAL, PERFIL DE GRASOS, AMINOÁCIDOS Y CONTENIDO DE MINERALES EN ESPECIES DE PESCADO DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN VENEZUELA

Con formato: Fuente: (Predeterminado) Arial, 10 pto, Color de fuente: Automático

Con formato

Con formato

Con formato: Sin espaciado, Izquierda, Espacio Antes: 0 pto, Después: 0 pto

TABLA No. 3 CONTENIDO DE MINERALES (mg/100 g) “*Oreochromis spp.*”

Especie	Calcio	Hierro	Magnesio	Manganeso	Fósforo
“ <i>Oreochromis spp.</i> ”	41,00ab	1,76a	42,66a	0,012ab	322,22

FUENTE: ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN ANÁLISIS PROXIMAL, PERFIL DE ACÍDOS GRASOS, AMINOÁCIDOS ESENCIALES Y CONTENIDO DE MINERALES EN DOCE ESPECIES DE PESCADO DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN CARACAS- VENEZUELA

1.4.5. COMPOSICIÓN: ASPECTOS NUTRITIVOS

El pescado es una excelente fuente de proteínas para la dieta humana, de tanto valor como de la carne. La porción comestible es menor en comparación con los animales terrestres. Los desperdicios de pescado pueden suponer hasta un 50% o hasta un 10-15% si se trata de peces descabezados. Los más espinosos tienen más desperdicio, mientras los más grasos como la tilapia, salmón, ofrecen un mayor rendimiento. Aunque el contenido de proteínas del pescado es bastante constante, las proporciones de agua y grasa son mucho más variadas entre especies. (1) (8)

1.4.5.1. Características sensoriales

No existe uniformidad en cuanto a la textura, el sabor, el aspecto y el olor de los diferentes productos de la pesca, si no que cada uno presenta características particulares que lo diferencian del resto. No obstante en el pescado fresco, si es característico el olor a mar.

Las sustancias principalmente implicadas en la aparición de uno u otros caracteres organolépticos son de dos tipos:

- Compuestos nitrogenados: Los aminoácidos libres, como la glicocola, la alanina, la serina y la treonina proporcionan ligero sabor a dulce mientras la arginina participa en el típico aroma marino; y la taurina acentúa la reacción Maillard. Por otro lado intervienen algunos dipéptidos. También hay nucleótidos, como el ATP, que son responsables del sabor apreciado por los chinos. Asimismo, encontramos compuestos de guanidina, como la creatinina y la arginina y sales de amonio cuaternario, como el óxido de trimetilamina, que procura un leve sabor a dulce.
- Compuestos volátiles: como ciertos aldehídos cetonas y alcoholes y compuestos sulfurados, responsables del peculiar aroma de los alimentos marinos.(15)

1.4.5.2. Características físico-químicas y bromatológicas

- *Agua.*-El contenido acuoso oscila entre el 60% y el 80%, puesto que el contenido proteico es bastante constante, las principales variaciones en cuanto al contenido hídrico tiene que ver con la mayor o menor proporción de grasa. (15)(9)
- *Lípidos.*-La grasa se distribuye de la siguiente manera: grasa subcutánea o periférica, la tienen todos los pescados sin excepción, en mayor o menor cantidad, debajo de la piel y en la línea lateral media, esta poco aparente en pescados magros en los que la mayor cantidad de grasa se encuentra en el hígado.

En los pescados semigrasos la grasa se localiza debajo de la piel, en la línea lateral media y en los músculos, no de manera uniforme, sino en partes, distribuida casi irregularmente. En pescados grasos, su localización es subcutánea, en la línea lateral media donde se ve fácilmente, ya que esta área tiene un color oscuro además de sabor amargos, y en los músculos, los cuales pueden ser de color grisáceo cuando los lípidos prevalecen, también tienen color achocolatado por la presencia de mioglobina, que tiene color rojo, lo que permiten que estas carnes son de sabor fuerte y buenas para ahumar. El contenido de grasa es extremadamente fluctuante, ya que a la gran variabilidad que existe entre peces hay que añadir las fluctuaciones que

se dan en el contenido graso de los peces que se dan a lo largo de las diferentes etapas fisiológicas que atraviesan durante el ciclo vital. (10) (17) (18)

- *Proteínas.*- El 10 -20 por 100 de las proteínas musculares de pescado son albuminas y el 70-80 por 100 son globulinas, miosina, actina y actomiosina y hay cantidades pequeñas de queratinas colágeno, etc. (2-4 por 100). La temperatura de coagulación es de los 40°C, lo que repercute en los procesos de cocción y deshidratación industriales. En el tejido del pescado, el sarcolema es menos importante que en las carnes y menos proporción en el tejido conectivo y de colágeno. Las proteínas se encuentran entre 15%-20% formando parte de la estructura muscular las características son muy similares a la de la carne.(18)

El contenido de tejido conjuntivo es menor en el musculo de pescado; las proteínas del estroma representan del 3 al 10% de las proteínas totales.

- a. La temperatura de gelatinización del colágeno del pescado es una decena de grados menor a la de la carne que va entre 30°C y 45°C, carece de reticulina y de elastina por lo que su carne es muy blanda y con un alto valor biológico.
- b. La miosina, que presenta el 40% de las proteínas totales, es difícil de separar de la actina (un 20%). Esta proteína es más sensible a la desnaturalización (calor- secado) y a la proteólisis que la miosina de los animales de sangre caliente.
- c. La rigidez cadavérica y su desaparición son muy rápidas en el pescado: a las cinco horas a una temperatura de 0°C, sobreviene la rigidez cadavérica, que desaparece a las 30 horas, respectivamente. El descenso postmortem del pH es menor, de 7 a 6,5-6,2 lo que confiere al pescado una inestabilidad microbiológica mayor. (15)(9)

- *Aminoácidos.*- Sobre la pauta de la FAO de 1973, las proteínas del pescado fresco, no tiene ningún aminoácido limitante. El índice de aminoácidos esenciales es de 80 para el pescado y de 84 para la carne; sin embargo el valor biológico experimental es de 85 y 76 respectivamente. Por el balance más equilibrado de los aminoácidos esenciales, en el caso del pescado. Su elevado contenido de lisina, las proteínas de la carne son muy propias para complementar a los cereales. Así la adicción de 2,5 por 100 de aquellas a una dieta de maíz aumenta el PER de estas de 1 a 2,44. (18)

- *Vitaminas*.-Liposolubles A, D, E. Hidrosolubles principalmente la B. Se debe hacer una diferencia entre pescados marinos que proporcionan la A₁ y los procedentes de aguas duces la vitamina A₂. (17)
- *Minerales*.- Los principales son: sodio, calcio, hierro, potasio, magnesio, fósforo, aluminio, cobalto, cromo, titanio, magnesio y otros más. Los más relevantes son calcio, fósforo y yodo. (17)

1.5. MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL PESCADO

Un método de determinación de la frescura o de la calidad de un pescado, debe ser rápido, fiable, coincidente con la apreciación sensorial y, preferiblemente, aplicable a todos los alimentos marinos. Debido a la gran variedad de especies y de modificaciones bioquímicas existentes, esto es fácil de lograr. En este sentido, se ha propuesto numerosos métodos de evaluación de la frescura y calidad del pescado: sensoriales, físicos, químicos y microbiológicos. (33)

1.5.1. MÉTODOS SENSORIALES

Con este método se evalúan los atributos sensoriales de la apariencia, textura, olor y sabor de las muestras de pescado utilizando los órganos del sentido. Este método da idea del grado de frescura o de alteración en una forma general. Durante los últimos años se han desarrollado muchos esquemas para el análisis sensorial del pescado. (4) (12)

En la actualidad existen instrumentos capaces de medir parámetros incluidos en el perfil sensorial son: el Instron y el Reómetro de Bohlin, para medir la textura y otras propiedades reológicas. Métodos microscópicos, combinados con el análisis de imágenes, son usados para determinar cambios estructurales y la "nariz artificial" permite evaluar el perfil de olor. (50)

1.5.1.1. Proceso sensorial

Puede ser dividido en tres pasos:

- Detección de un estímulo por el órgano del sentido humano
- Evaluación e interpretación mediante un proceso mental
- Respuesta del asesor ante el estímulo.

Diferencias entre individuos, en respuesta al mismo nivel de estímulo, pueden ocasionar variaciones y contribuir a una respuesta no definitiva de la prueba. Las personas pueden, por ejemplo, diferir ampliamente en sus respuestas al color (ceguera a los colores) y también en su sensibilidad a estímulos químicos. Algunas personas no son capaces de percibir el sabor rancio y algunas tienen una respuesta muy baja al sabor del almacenamiento en frío. (50)

1.5.1.2. Tipos de métodos sensoriales

Las pruebas analíticas objetivas, usadas en el control de la calidad, pueden ser divididas en dos grupos:

- *Pruebas discriminativas.*-son usadas para evaluar si existe una diferencia entre las muestras (prueba triangular, prueba de calificación/ordenación).
- *Pruebas descriptivas.*-se emplean para determinar la naturaleza e intensidad de las diferencias (perfiles y pruebas de la calidad). La prueba subjetiva consiste en una prueba emocional basada en una medición de preferencias o aceptación. (50)

1.5.2. MÉTODOS FÍSICOS

Los métodos físicos son generalmente no destructivos, sencillos y fáciles de aplicación, por lo que resulta muy útil, en la analítica de rutina y pueden utilizarse afuera del laboratorio. Sin embargo, la información que ofrecen es a menudo limitada y se suelen utilizar únicamente como complemento de otro tipo de técnica. (33)

1.5.2.1. Propiedades eléctricas

Desde hace tiempo se sabe que las propiedades eléctricas de la piel y de los tejidos cambian después de la muerte y podrían proporcionar un medio para medir los cambios post mortem o el grado de deterioro. Sin embargo, se han encontrado muchas dificultades para desarrollar un instrumento destinado a tal fin, por ejemplo: las variaciones de las especies; la variación dentro de un mismo lote de pescado; diferentes lecturas del instrumento cuando el pescado está dañado, congelado, fileteado, desangrado o no desangrado; y una correlación deficiente entre la lectura del instrumento y el análisis sensorial. (50)

1.5.2.2. pH

Se sabe que el pH de la carne de pescado proporciona valiosa información acerca de su condición. Las mediciones se llevan a cabo mediante un pH-metro, colocando los electrodos (vidrios calomel) directamente dentro de la carne o dentro de una suspensión de la carne de pescado en agua destilada. (50)

1.5.2.3. Medida de la textura

La textura es una propiedad muy importante del músculo de pescado, ya sea crudo o cocido. El músculo del pescado puede tornarse duro como resultado del almacenamiento en congelación, o suave y blando debido a la degradación autolítica. Se han desarrollado un método para evaluar el endurecimiento del músculo de pescado congelado, inducido por el formaldehído. (50)

1.5.3. MÉTODOS BIOQUÍMICOS Y QUÍMICOS

Los métodos químicos aportan generalmente, resultados objetivos, fiables y seguros. La mayoría de los métodos químicos utilizados en la evaluación de la calidad del pescado implican el análisis de una sola sustancia o de diferentes sustancias que pertenecen a la misma familia. Por ello, se consideran mejor determinar más de uno de estos parámetros. Estos métodos objetivos deben, mostrar correlación con las evaluaciones sensoriales de la calidad y, además, el compuesto químico a ser medido debe incrementar o disminuir de acuerdo al nivel de deterioro microbiológico o de autólisis. Sin embargo, presentan la ventaja respecto a otro tipo de métodos, de poder ser utilizados tanto para la evaluación de la frescura del pescado sin procesar, como de la frescura del pescado utilizando como materia prima para la obtención de derivados en los que los tratamientos tecnológicos aplicados frecuentemente modifican el sabor, olor y color. (33)(50)

1.5.4. CAMBIOS POST MORTEM DEL PESCADO Y SU PAPEL EN LA “FRESCURA”

El pescado es uno de los alimentos más perecederos por lo que necesita cuidados adecuados desde su captura hasta que es consumido o industrializado; su manejo determina la intensidad con que se presentaran los cambios post mortem, los cuales pueden ser: Físicos, Químicos y Microbiológicos. Al morir el pez, el corazón se detiene, cesa la circulación sanguínea y se agota la disponibilidad de oxígeno en los tejidos. El glicógeno no se oxida completamente a CO₂ y agua, en su lugar se inicia el metabolismo anaerobio, lo que resulta en la conversión del glicógeno en ácido láctico. (34)

Como consecuencia de estos cambios, el pH baja; cuando ha alcanzado valores de 6,7 a 6,8 el fosfato de creatina (reserva de enlaces energéticos de fosfato) se encuentra en un 30% de su valor original en el músculo y hay un equilibrio entre el trifosfato de adenosina (ATP) consumido y la síntesis por medio del ciclo glicolítico. La maduración de este periodo depende del porcentaje de ácido láctico formado y por lo tanto del contenido de glicógeno en los tejidos musculares. (34)

Eventualmente con la continua actividad de la enzima trifosfatasa de adenosina sarcoplásmica (ATP-asa) y con la desaparición del fosfato de creatinina la concentración de ATP disminuye. La glicolisis post mortem continua para sintetizar

ATP, pero al bajar la concentración de ATP, la actina y la miosina (proteínas musculares), gradualmente se asocian formando actomiosina inextensible, lo que da como resultado la condición de rigidez referida al rigor mortis. la degradación del pescado aparece con un patrón similar al que se observa en los mamíferos, en el que el ATP se convierte rápidamente en difosfato de adenosina (ADP) por la ATP-asa sarcoplásmica, que se hidroliza luego en monofosfato de adenosina (AMP), por medio de la enzima mioquinasa, el AMP se degrada después, lo que resulta en una acumulación de monofosfato de inosina (IMP) por la acción de la desaminasa (Eskin y Henderson, 1971); este nucleótido se conoce porque contribuye al sabor agradable del pescado fresco. Posteriormente el monofosfato de inosina es desfosforilado a inosina; esta a su vez se puede degradar por dos caminos, en uno participa la hidrolasa de nucleósido dando como resultado ribosa más hipoxantina y en el otro participa la fosforilasa de nucleósido que resulta en ribosa 1-fosfato más hipoxantina (Jones y Murray, 1964). El pH del pescado vivo esta alrededor de 7,0 sin embargo, al haber una acumulación post mortem de ácido láctico, se registran valores de pH entre 5.8 y 6.2 en el momento más intenso del rigor mortis. El pH mínimo que se alcanza, varía con la especie del pescado y está en función del contenido de glucógeno, la capacidad buffer de los componentes de los tejidos y del ritmo de las diversas reacciones que tiene lugar post mortem y que dan como resultado no solo una acumulación de ácido láctico, sino también su consiguiente oxidación y desaparición. (32)(34) (37)

Sumado a lo anterior se presentan también los siguientes efectos postmortem:

- La actividad de los microorganismos (bacterias, enmohecimiento y fermentación)
- El deterioro químico originado por otros factores (descomposición de aceites y grasas rancidez, actividad enzimática.
- El ataque de los insectos (infestación por escarabajos y moscas) y sabandijas (con este términos nos referimos a varios animales carroñeros tales como gatos, perros, ratas, pollos, cuervos. (22)

1.5.5. PRINCIPIOS GENERALES DEL PROCESAMIENTO DEL PESCADO

1.5.5.1. Deterioro.

El deterioro del pescado se debe principalmente a tres factores:

El pescado tiene un contenido alto en nitrógeno no proteico y los cambios autolíticos causados por sus propias enzimas aumentan todavía más la reserva de nutrientes nitrogenados por ejemplo, aminoácidos, aminos y la glucosa necesaria para el crecimiento bacteriano finalmente, sulfuro de hidrógeno y otros sulfuros. A partir de estos compuestos, las bacterias producen trimetilamina, amoníaco, aminos (como putrescina y cadaverina) ácidos grasos inferiores aldehídos, mercaptanos e indol, que son compuestos indicadores de putrefacción.(63) (64)

Desde el momento en que el pescado muere, empieza a deteriorarse. Este proceso natural es irreversible; el principio de la preservación es retardar el deterioro, incrementando la calidad total y el tiempo posible del almacenado del producto. Mientras más rápidamente se tomen las medidas preventivas después de la captura del pescado, mayores oportunidades habrá de reducir las pérdidas. (49)

1.5.5.2. Degradación de los compuestos nitrogenados

La degradación de estos compuestos va a producir alteraciones organolépticas importantes en el pescado. Para una mejor comprensión de los mecanismos que aquí intervienen, los dividiremos en las alteraciones sufridas por el Nitrógeno proteico y las que suceden sobre el Nitrógeno no proteico. (49)

- *Nitrógeno proteico* los cambios autolíticos de las proteínas, están debidos a la acción de catepsinas (enzimas proteolíticas que se encuentran localizadas en los lisosomas). Éstas producen la degradación (hidrólisis) de la proteína a péptidos y a aminoácidos. El aumento de la concentración de aminoácidos libres en el músculo, constituye un medio adecuado para el crecimiento microbiano. Por acción enzimática producida

por estas bacterias se degradan los aminoácidos, descarboxilando o desaminando, originando de esta manera, diferentes aminas biógenas que se acumulan o entran en proceso de putrefacción. (60)

Estos productos finales van a influir fundamentalmente en el olor que vamos a percibir en el examen organoléptico. A modo de ejemplo de algunos compuestos finales de la degradación de los aminoácidos mencionamos: arginina dará como producto final NH_3 , histidina dará como producto final histamina, lisina dará como producto final cadaverina y glutamina dará como producto final putrescina. (60)

- *Nitrógeno no proteico.*- La determinación de estos compuestos tiene amplia aplicación práctica, ya que éstos, son indicadores de frescura. En el pescado de mar existe el Óxido de trimetilamina (compuesto que tendría funciones de osmoregulator) que por reducción bacteriana, pasa a Trimetilamina y luego por acción enzimática (no necesariamente bacteriana), se reduce a Dimetilamina, Monometilamina y Amoníaco. Todos estos compuestos son volátiles y se les conoce como Bases Nitrogenadas Volátiles Totales (BNVT), y su determinación en una muestra analizada indica la frescura de la misma, cuánto más fresco esté el producto más bajos serán los valores de BNVT. Los compuestos nitrogenados no proteicos tienen un valor adicional ellos tienen un papel sumamente importante en las características organolépticas del pescado, son los responsables del famoso "Olor a Pescado" (este es debido a la Trimetilamina) es decir ese olor fuerte que caracteriza a ciertos puestos de venta. Por otra parte se le atribuyen efectos secretagogos positivos para los jugos gástricos preparando a nuestro tracto digestivo para digerir a los alimentos. El responsable de este efecto es el Óxido de Trimetilamina que es el responsable del "Olor a mar" del pescado fresco.(49)

1.5.5.3. Medidas para controlar las condiciones que influyen sobre la actividad de los microorganismos.

Estas condiciones incluyen:

Protección contra infestación de insectos, Buenas prácticas de manipulación y Buenas prácticas de envasado y empaque almacenado y transporte.

Las buenas prácticas de manipulación a bordo de las embarcaciones pesqueras y en los muelles y embarcaderos como: Mantener una higiene adecuada; extraer las entrañas y agallas, lavar y limpiar con agua de buena calidad. (16)

En las plantas debe ser el procesamiento rápido y efectivo que se puede lograr a través de la reducción del contenido de humedad del pescado (por ejemplo secarlo, salarlo, ahumarlo), disminución de la temperatura (usar hielo, mantenerlo en la sobra), por cocción (por ejemplo, hervirlo, freírlo), variando el nivel de pH mediante la creación de condiciones ácidas (por ejemplo fermentación. (16)(52)

1.5.5.4. Procesamiento

Producción de tilapia se realiza en dos etapas:

1. Finca o producción biomasa, que incluye las etapas de reproducción, crecimiento, pre-engorde y engorde, las cuales se desarrollan en lagunas o jaulas.
2. Procesamiento o planta empacadora. Los peces son cosechados de las lagunas o jaulas de engorde y son transportados vivos a la planta empacadora. El producto para exportación debe cumplir con todas las regulaciones establecidas por las autoridades sanitarias correspondientes y adicionalmente deben cumplir con los requerimientos de calidad establecidos para esta industria, que incluyen:
 - Buenas prácticas de manufactura.
 - Sistema APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)
 - Certificaciones especiales cuando el cliente las requiera. (42) (53)

1.5.5.5. Proceso de fileteado.

El proceso de fileteado se divide en los siguientes pasos: matanza y degollamiento.

Esto consiste en seleccionar y preparar un pescado que cumpla los requisitos de calidad e inocuidad para fileteo, inicia con la recepción de la materia prima (tilapia), luego pesado, clasificado, degollado, desangrado, descamado y fileteado. (53)

- Fileteo.- Es necesario filetear el pescado para obtener un producto que cumpla los requisitos de calidad e inocuidad requeridos. Para ello, se cortan ambos lados del pescado, se sacan ambos filetes, si se rompen viseras; lavar tabla cuchillo y manos con agua clorada (1-5 ppm).
- Eliminación de la piel.- Consiste en remover la piel para ello se debe pasar el filete por despieladora.
- Terminado o maquillado del filete.- Recortar el filete quitándole las orillas, colocar en bandejas que son trasladadas al para el área de clasificación.
- Almacén.- Las temperaturas de almacenamiento deben ser cercanas a los -6°C para mantener el filete fresco y de 15 a 20°C para el filete congelado.
- Embarque.- El filete de tilapia se debe mantener a una temperatura de -1°C .(53)

1.6. CONGELACIÓN

La congelación es un procedimiento que consiste en bajar la temperatura de un producto hasta un nivel en que la mayor parte del agua de constitución se transforma en cristales de hielo más o menos grandes. Las temperaturas de conservación de los productos congelados están comprendidas entre -10°C y -30°C y la duración de su conservación está sujeta a la naturaleza del producto y a su temperatura de almacenamiento. La congelación ha sido objeto de una reglamentación muy estricta y precisa. (20)

1.6.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DEL PESCADO CONGELADO

La aplicación de la congelación al pescado tiene una gran importancia desde el punto de vista comercial, al ser un producto que se altera rápidamente a temperatura ambiente o en estado refrigerado y que, además, se captura en sitios alejados de los lugares de consumo. El pescado se congela en buques-factoría o en tierra para ser “elaborado” posteriormente

después de descongelar o para ser transformado en productos acabados. El periodo de congelación para el pescado oscila entre 2 a 3 meses de duración. La calidad y la duración posible de conservación del pescado congelado depende de muchos factores, y los más importantes los analizaremos seguidamente:(10)

1.6.1.1. Influencia de la congelación sobre las proteínas

Las proteínas son excesivamente alteradas debido a la desnaturalización provocada por la congelación y el almacenamiento y depende de la temperatura. El desarrollo es más rápido en la banda -1°C a -5°C y muy lento a temperaturas bajas. Esto puede verse en la coagulación de los materiales proteínicos, especialmente durante la congelación provocando una tendencia creciente al endurecimiento y pérdida del agua durante las descongelaciones por el pH bajo que adquiere durante este proceso. Mientras que el valor biológico de las proteínas desnaturalizadas, como un alimento para el hombre, no requiere necesariamente diferir de las proteínas nativas, la apariencia y la calidad del material alimenticio pueden ser dañadas seriamente por tales tratamientos si las enzimas no son inactivadas. Un ejemplo de la desnaturalización de las proteínas se da en los pescados planos, tales como el lenguado que se conservan, en general, mucho más tiempo en estado congelado que los pescados redondos como el arenque o caballa.(7)(10)

1.6.1.2. Influencias de la congelación sobre las enzimas

Las enzimas son complejas y específicas en producir sólo una reacción química ya sea por el resultado de su acción o por la sustancia donde actúan. De hecho, las enzimas son las más responsables del deterioro y descomposición de todos los materiales orgánicos, como por ejemplo la putrefacción del pescado. En pescados grasos no se prestan muy bien a la congelación fuera de su período de alimentación en razón de la concentración elevadas de enzimas en las vísceras. Esta actividad enzimática no se anula por la congelación y puede provocar, en pescados sabores desagradables. (7) (11)

La actividad de una enzima puede ser destruida a temperaturas cercanas a 200°F. Las enzimas retienen alguna actividad a temperaturas tan bajas como -100°F, aunque las velocidades de reacción son extremadamente bajas a esa temperatura. (10) (11)

La congelación detiene la actividad microbiológica. La actividad enzimática solamente se retarda por las temperaturas de congelación. El control enzimático es obtenido fácilmente destruyendo las enzimas mediante un corto tratamiento térmico (blanqueado) anterior a la congelación y almacenamiento. (10)

A temperaturas mayores 15°F, pero menores que el punto de congelación para el alimento (29°F), permiten que sufran daños severos la calidad de los alimentos, no solamente en apariencia, sino también en pérdidas de nutrientes. Los largos periodos de almacenamiento a 20°F producen alimentos inaceptables. (10)

1.6.1.3. Influencia de la congelación sobre grasas

La descomposición por las oxidaciones de las grasas y aceites no es rara en los alimentos congelados ricos en nutrientes y pueden influenciar netamente la estabilidad del producto durante el almacenaje. La descomposición en el pescado graso es notable por que contienen elementos de cadena larga no saturados. El enranciamiento del pescado graso puede empezar antes de la congelación, pero es sobre todo, durante el almacenamiento en estado congelado, particularmente, cuando se produce más intensamente; es por eso que se aconseja utilizar un sistema de congelación que produzca una atmósfera inerte (nitrógeno líquido), una temperatura baja para preservar la calidad y un buen embalaje.

Las grasas en los tejidos de pescados congelados tienen a volverse rancias más rápidamente que en las grasas de los tejidos animales congelados. Las grasas rancias tienden a tener valores nutritivos más bajos que las grasas frescas y dulces. (10) (11)

1.6.1.4. Influencia de la congelación sobre las vitaminas

En sí mismo el proceso de congelado no destruye nutrientes y mientras más baja sea la temperatura, mayor la retención. Sin embargo, durante las operaciones previas al

congelado hay pérdidas de vitaminas, por ejemplo, durante el escaldado, molienda, lavado, exposición al aire. Por ejemplo la tiamina, por ser termolábil, es destruida en parte durante el escaldado y sólo experimenta una reducida pérdida en el almacenamiento congelado a temperaturas bajo cero. La riboflavina también puede disminuir en relación a la cantidad original del alimento fresco durante los procesos previos a la congelación, pero prácticamente no sufre variación en la etapa de almacenamiento congelado. (55)

1.6.2. DAÑOS POR EL DESCONGELAMIENTO A LOS ALIMENTOS CONGELADOS

La descongelación y recongelación de una masa de alimentos puede dar como resultado cambios importantes en la calidad ya que si no se lo hace de manera apropiada habrá pérdida de (sales, humedad y otros componentes) hace que los productos no logren recuperar las características iniciales. Por su puesto depende mucho del método de congelación (rápido o lento) utilizado lo que determinara la formación de cristales de hielo y el daño mecánico sobre la estructura celular de los alimentos. (3) (21)

La etapa de la descongelación es un proceso más lento que la congelación, la formación de una capa acuosa líquida en la superficie del producto que se está descongelando forma una barrera que mantiene el producto un largo tiempo a 0°C; los alimentos a temperatura ambiente se descongelan mucho antes que en el interior, aumentando la disponibilidad del agua en la superficie del mismo, lo que facilita el crecimiento microbiano (47)

En pescado la pérdida del fluido de los tejidos ocurre durante la descongelación y pueden demostrarse puntos de congelación alterados con los tejidos descongelados, esto se puede evitarse si se cocina inmediatamente antes de ser completamente descongelado. (10)

Para evitar estos problemas en el descongelado, las empresas dedicadas a la fabricación de platos precocinados congelados, prefieren los productos de un tamaño tal que permita su cocinado de forma directa, sin necesidad de descongelación previa. (47)

1.7. LIOFILIZACIÓN

La liofilización es una técnica de conservación aplicada a productos químicos, farmacéuticos, médicos, biológicos y alimenticios. El proceso es también llamado criodesecación por que consiste en congelar a un producto húmedo y luego vaporizar directamente el hielo a baja presión. De las diversas técnicas de deshidratación, la liofilización es la que ofrece una mejor calidad en el producto final pero también la más costosa. Lo anterior se debe a la lentitud relativa del proceso de sublimación y gasto energético involucrando en la congelación, el mantenimiento de baja presión y el suministro simultáneo de calor. Sin embargo, esta tecnología, asociada al envasado en gases inertes o al vacío empleando materiales adecuados, que permitan la conservación, sin que sufran prácticamente modificaciones importantes en sus propiedades y cualidades originales. (61)

Varios autores han estudiado la pérdida de compuestos volátiles o la retención de los aromas por ejemplo en alimentos sometidos a la liofilización, igualmente estudiaron y analizaron la respuesta de los principales factores que afectan tanto la cinética de la deshidratación como la calidad final del producto liofilizado particularmente evaluaron aspectos de color textura, apariencia y rehidratación. (61)

1.7.1. FUNDAMENTO DE LA LIOFILIZACIÓN

Es la desecación producida al sublimar un sólido en un recipiente evacuando a una presión absoluta aproximada de un milibar. Se debe de trabajar a una presión y temperatura por debajo del punto triple. $T < 0,0099^{\circ}\text{C}$ y $P < 610,5 \text{ Pa}$, si en estas condiciones se aporta el calor latente de sublimación unos 2,84 MJ/kg el hielo se transforma directamente en vapor. (4)(47)

Según Caps, A (2012) la liofilización presenta una serie de ventajas, entre las cuales se citan las siguientes:

- La temperatura de trabajo es muy baja, y por lo tanto los productos termolábiles no se alteran.
- No existe peligro de oxidación
- La coagulación de los productos es mínima y especialmente se evita la desnaturalización de las proteínas.
- No hay agua libre por lo tanto no hay peligro de hidrólisis ni de crecimiento microbiano
- Al evaporarse el hielo, quedan poros que permiten una rehidratación o reconstitución rápida
- La humedad residual es baja
- La duración de conservación es larga
- Son productos de peso ligeros que no necesitan cadenas de refrigeración por su distribución (6)

De igual manera una serie de inconvenientes:

- Gran inversión en equipamiento (alrededor de tres veces el de los otros métodos)
- Altos costes de energía (también alrededor de tres veces el de los otros métodos)
- Proceso largo y lento (ente 4 y 10 horas por ciclo de secado)
- Posibles daños a productos, debido al cambio de pH que se produce cuando se concentran los solutos, como consecuencia que el agua pura se convierte en hielo.(6)

Con formato: Párrafo de lista,
Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría
francesa: 0,75 cm, Con viñetas +
Nivel: 1 + Alineación: 0,63 cm +
Sangría: 1,27 cm

1.7.1.1. EL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN

La liofilización comprende 3 etapas que son:

- Congelación del producto fresco
- Sublimación del hielo
- Rehidratación del producto procesado.

1.7.1.1.1.7.1.2. Congelación del producto fresco.

La etapa de congelación es de extrema importancia y gran interés. El objetivo es congelar el agua libre del producto para ello se trabaja a temperaturas de -20°C y -40°C . Aquí se efectúa la primera modificación en el producto y condicionan todas las etapas sucesivas. En el proceso normal de secado por evaporación, las moléculas de agua tienen solo una vía de escape, es decir por la superficie, y por lo tanto para ser removidas tienen que transportarse desde donde se hallan, hasta la superficie; en cambio en el proceso de liofilización, cada núcleo cristalino formado durante el curso de la congelación inicial se vuelve en un centro donde las moléculas de agua convergen de los alrededores. El producto está así dividido en pequeñas y numerosas áreas desde donde pueden partir las moléculas más rápidamente hasta los cristales de hielo, y el proceso de congelación es realmente un proceso de deshidratación. (47)

Como consecuencia de este modo de acción, en este caso solo existe desuniformidad de concentración entre los espacios o núcleos de hielo en contraste con la acumulación de solubles en la superficie que sucede en el caso de evaporación. El número y tamaño de estos cristales de hielo dependen de la velocidad de congelación. La congelación lenta tiene a la formación de pocos cristales intercelulares de gran tamaño que le dan al producto una estructura gruesa y esponjosa, mientras que la congelación rápida forma numerosos cristales pequeños, e intracelulares, formando una estructura finamente porosa. Esto tiene particular importancia en el caso de tratar con material biológicamente pues la muerte de las células se debe en muchos casos a la coagulación del protoplasma como resultado de la remoción del agua al formarse los cristales de hielo en los espacios intercelulares. (47)

La congelación rápida, conocida como “quick-freezing”, presenta además las ventajas de que al ser tan corto el periodo de congelación, hay menos tiempo disponible para la difusión de sales y la separación del agua en forma de hielo. Al ser el producto enfriado rápidamente bajo la temperatura en la cual ocurre el crecimiento de microorganismos durante el periodo de congelación. Natural. (2)(47)

Para la optimización de este proceso es fundamental conocer y controlar:

- La temperatura en la que ocurre la máxima solidificación
- La velocidad optima de enfriamiento
- La temperatura mínima de fusión incipiente.(19)

Con esto se busca que el producto congelado tenga la estructura sólida, sin que haya líquido concentrado, de manera que el secado ocurra únicamente por sublimación. De acuerdo a la velocidad de congelación se obtiene diferentes características Tabla No.4.

TABLA No. 4 DIFERENCIA ENTRE CONGELACIÓN RÁPIDA Y LENTA.

CONGELACIÓN RÁPIDA	CONGELACIÓN LENTA
<ul style="list-style-type: none">- La temperatura de los alimentos desciende aproximadamente unos 20°C en 30 minutos.- Cristales pequeños.- Al rehidratarse conservan textura y sabor original.- Apariencia clara del producto seco.- Se aplica en alimentos sólidos, ya que evita la ruptura de la membrana o pared celular y estructuras internas	<ul style="list-style-type: none">- La temperatura deseada se alcanza en 3 a 72 horas (aparatos domésticos de congelación).- Cristales grandes. En su formación causan ruptura de la membrana o pared celular y estructuras internas.- Al hidratarse presentan textura y sabor diferente al original.- Apariencia oscura del producto seco.- Se aplica en líquidos, ya que la formación de cristales grandes favorece la presencia de canales para el movimiento del vapor de agua.

FUENTE: TECNOLOGÍAS PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA LIOFILIZACIÓN DE ALIMENTOS FICHA N° 3

1.7.1.2;1.7.1.3. Sublimación del hielo

El proceso de secado como tal puede ocurrir o no a bajas presiones pero en tales condiciones mucho más eficientes el proceso difusivo. El paso de hielo a vapor requiere gran cantidad de energía que suministra en alto vacío pues la interface de secado se mueve hacia el interior de la muestra y el calor tiene que atravesar capas congeladas (sistemas liofilizados en bandeja, sin granular) o secas (en granulosos), generándose un considerable riesgo de difusión del material intersticial o quemar la superficie del producto que ya está seco. Cuando se realiza el secado mediante la liofilización se

distinguen tres fases o etapas que se esquematizan en la (Figura No.10). Cuando el proceso de liofilización se comienza el calentamiento empieza a formarse una frente de sublimación o interface entre la capa seca y la capa congelada de la muestra el cual avanza progresivamente, y, para un determinado instante, a una temperatura de interface (T) le corresponde una determinada Presión de saturación (P_i).

La transferencia de masa ocurre por la migración de vapores a través de la capa seca de la muestra bajo la acción de una diferencia de presión, esta transferencia es alta cuando la diferencia de presión es grande. (19)



FIGURA No.10 ETAPAS DEL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN

Fase 1: Llamada etapa conductiva. Inicialmente, por el calentamiento de la muestra, la velocidad de sublimación crece rápidamente hasta llegar a un máximo. El tiempo para agotar esta fase es relativamente corto; en ella se lleva a cabo la mayor parte de remoción de agua del producto (entre un 70-90%), siendo el mecanismo preponderante la transferencia de calor por conducción.

Fase 2: Primera etapa difusiva, Muestra un descenso importante de la velocidad de sublimación debido a la formación de una capa de material seco que opone resistencia creciente al flujo de calor y al vapor a medida que procede el secado. (19)

Fase 3: Segunda etapa difusiva. La velocidad de sublimación continúa decreciendo de forma que se aproxima a cero. Esto debido a que el calor es necesario para retirar el agua ligada es más alto que el calor de sublimación. Puesto que la difusividad de los aromas disminuye sensiblemente cuando la humedad es pequeña es posible en esta etapa

incrementar la temperatura de la calefacción y del producto hasta valores del orden de 50°C, dependiendo del material que se trate. (19)

La curva de velocidad de sublimación de la figura, indica solo la transferencia de masa, como todo proceso de secado, coexisten los fenómenos de transferencia de masa y calor, la curva de transferencia de calor en función del tiempo se obtiene multiplicando la cantidad de agua sublimada por su correspondiente calor de sublimación o desorción.(19) En la transferencia de calor y masa combinan la acción de la temperatura y los gradientes de presión como fuerzas impulsoras, que deben vencer las resistencias puestas por el espesor de la muestra y sus características físicas. El espesor es importante, mientras este es más delgada hay mayor resistencia para que flujo de calor y masa pase a través de la muestra.

La transferencia de calor se hace por conducción, conversión gaseosa y radiación (o una combinación de ambos mecanismos) siendo esta última la preponderante cuando se opera a muy baja presión. (19)

1.7.1.3.1.7.1.4. Rehidratación del producto procesado

La propiedad de un producto para deshidratarse y subsecuentemente ser reconstituido con agua depende entre otras cosas, de la formación de una estructura porosa, libre de barreras, impermeables.

Frecuentemente, un producto puede ser liofilizado sin dificultad pero es de limitado valor por su inadecuada reabsorción de agua, y esto sucede por ejemplo con salchichas y hongos enteros que no han sido propiamente congelados. Existen otros obstáculos para la penetración del fluido rehidratante, como son la superficie repelente al agua, una membrana impermeable, burbujas de aire atrapadas, etc. (19)

Algo importante en el aspecto de rehidratación es el efecto que tiene la temperatura del agua sobre el grado de rehidratación, con esto se quiere mencionar que a mayor temperatura del agua de rehidratación menor será el grado de esta. (19)

Fenómeno de la rehidratación existen tres procesos simultáneos:

- La absorción de agua dentro del material deshidratado
- La lixiviación de solutos
- El hinchamiento del material.

Donde el cambio de volumen del producto deshidratado es proporcional a las cantidad de agua absorbida, aumentado o recuperando su tamaño y volumen inicial. Las variables operacionales del secado (temperatura, velocidad de aire, humedad relativa y tiempo) afectan significativamente la calidad final del producto rehidratado, por lo que es común utilizar índices numéricos para observar este efecto, entre estos indicadores destacan la capacidad de rehidratación y la capacidad de retención de agua, que tienen que ver con la estructura, el tejido y la capacidad de mantener el agua absorbida por el alimento. Estos índices pueden disminuir o aumentar, ya sea por una desnaturalización y/o agregación de proteínas bajo el efecto calor, concentración de sales, desorción de agua, destrucción de pectinas y membranas celulares. (19)

Los alimentos liofilizados, necesitaran de un periodo de rehidratación, más o menos largos, según sea el uso que se destinen y el nivel de secado al que fue sometido en origen. La forma de actuar será la inmersión en agua, fría o tibia según el producto. (19)

1.7.2. PARTES GENERALES DEL EQUIPO DE LIOFILIZACIÓN

Un liofilizador típico, con un condensador externo. Éste tiene 5 componentes principales a continuación una descripción del mismo:



FOTOGRAFÍA No.1 LIOFILIZADOR DEL INIAP

1.7.2.1. Cámara de secado

Es la que contiene los estantes sobre los cuales se coloca el producto (en frascos o a granel en bandejas) a liofilizar. Algunos liofilizadores poseen dentro de la misma un pistón que elevando o bajando los estantes permite el taponado de los frascos. La Puerta o Tapa generalmente es de acrílico cristal transparente, de diseño flotante, que permite un asentamiento uniforme del sello. La cámara se conecta al condensador a través de una válvula para alto vacío, lo que hace mínima la resistencia al pasaje de los vapores de la sublimación del producto. (38) (57)

- *Estantes.*-Dentro de la cámara de secado irán dispuestos los estantes para colocación del producto, con circuitos para calefacción y enfriamiento. Los estantes son planos y rectificadas, logrando de ésta forma un mejor contacto de la base de las bandejas con frascos o producto que se depositan sobre ellos
- *Enfriamiento y calefacción de los estantes.*-Los mismos se producen por medio de intercambiador con fluido vector o por medio de circulación directa de freón porserpentina (expansión directa) y resistencias propias dentro de los estantes para calefacción. (38) (57)

1.7.2.2. Condensador

Condensador de los vapores de sublimación, independiente de la cámara, construido en Hierro con revestimiento interior de pintura epoxy y dispuesto en forma vertical. Incluye en su interior una serpentina de cobre tratado, condensador de los vapores, cuyo enfriamiento se obtiene por expansión directa del gas refrigerante, con obtención de temperatura del orden -60°C . La aislación térmica es realizada con poliuretano en espesor adecuado a las temperaturas de trabajo y recubierta en chapa de aluminio. (38) (57)

1.7.2.3. Sistema frigorífico

El sistema frigorífico, permite el enfriamiento de los estantes ubicados en la cámara de secado y de la serpentina evaporadora del condensador. (38) (57)

1.7.2.4. Sistema de vacío

El vacío principal se logra mediante una bomba de vacío con sello de aceite. Completan el sistema las válvulas de alto vacío y la cañería de interconexión. (38) (57)

1.7.2.5. Panel de comando e instrumentación

El equipo es de accionamiento Automático o manual, el panel de comando, posee un control eléctrico individual para cada operación del proceso, con llave, protección térmica y señalización luminosa. La operación Automática se compone de un PLC para la realización de las tareas de programación de procesos y comienzo y fin de los mismos. Para el registro de procesos de Liofilizado se cuenta con un Impresor de Registro. Para el registro digital se provee un Software de Telemetría a instalar en una PC (PC no provista) que permite tanto la visualización en tiempo real de las variables de procesos como el salvado de registros históricos para su posterior visualización o impresión. Se podrá también visualizar en forma gráfica e imprimir las curvas de todas las variables. (38) (57)

1.7.3. LAS DIFERENCIAS ENTRE UN SECADO CONVENCIONAL Y LA LIOFILIZACIÓN

1.7.3.1. Secado convencional.

- Recomendado para tener alimentos secos (verduras y granos)
- Es poco satisfactorio para carne.
- Rango de temperatura 37- 93°C.
- Presiones atmosféricas.
- Se evapora el agua de la superficie del alimento.
- Movimiento de solutos, lo que causa algunas veces endurecimiento.
- Las tensiones en alimentos sólidos causan daño estructural y encogimiento.
- Olor y sabor frecuentemente anormal.
- Color frecuentemente anormal.
- Color frecuentemente más oscuro.(56)

1.7.3.2. Liofilización

- Cambios estructurales o encogimientos mínimos.
- Rehidratación completa y rápida.
- Olor y sabor normalmente intensificado.
- Color normal.
- Nutrientes retenidos en gran porcentaje.
- Recomendado para la mayoría de los alimentos, pero se ha limitado a aquellos que son difíciles de secar a través de otros métodos.
- Recomendado para carnes crudas y cocidas.
- Temperaturas debajo del punto de congelación.
- Presiones reducidas (27-133Pa).
- Se sublima el agua del frente de congelación.(56)

1.8. ANÁLISIS PROXIMAL, BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO.

Entendemos por Análisis Básico (proximal), la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas. Comprende la determinación del contenido de humedad, proteína, grasa (extracto etéreo), cenizas y fibra; las sustancias extractibles no nitrogenadas (ELnN) se determinan por cálculo restando la suma de estos 5 componentes de 100% para subrayar que se trata de grupos de sustancias más o menos próximas y no de compuestos individuales, los analistas suelen usar el término bruta y/o cruda detrás de proteína, grasa o fibra. (13)

Como todas las determinaciones son empíricas es preciso indicar y seguir con precisión las condiciones de agua está muy influido por la temperatura y el tiempo de calentamiento.

Cualquier error cometidos en las determinaciones de los cinco componentes citados aumenta la cifra de las sustancias extractibles no nitrogenadas. (13)

1.8.1. EXTRACTO ETÉREO

El método Soxhlet utiliza un sistema de extracción cíclica de los componentes solubles en éter que se encuentran en el alimento. Insoluble en agua y soluble en disolventes orgánicos. Proporcionan energía y son la principal reserva energética del organismo. (13)

Fuente de ácidos grasos esenciales, transporte de combustible metabólico y disolvente de algunas vitaminas. Influyen en la absorción de las proteínas y en la calidad de la grasa que se deposita en el cuerpo y de los productos grasos que se obtienen. (13)

1.8.2. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

En general, el contenido de humedad de un alimento es el agua total que contiene, sin considerar que en la mayoría de los alimentos existen zonas o regiones macroscópicas que, debido a su composición química, no permiten la presencia de agua, lo cual provoca una distribución heterogénea a través del producto. (13)

El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad o evaporación o secado. (13)

El agua ni sólo contribuye a las propiedades reológicas y de textura de un alimento, sino que a través de sus interacciones con los diferentes componentes determinan el tipo de reacciones químicas que se pueden suscitar en el alimento (13)

1.8.3. DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

El concepto de residuo de incineración o cenizas se refiere al residuo que queda tras la combustión (incineración) completa de los componentes orgánicos de un alimento en condiciones determinadas. Una vez que se eliminan otras impurezas posibles y partículas de carbono procedentes de una combustión incompleta, este residuo se corresponde con el contenido de minerales del alimento. La determinación de cenizas es importante porque:(13)

- Nos da el porcentaje de minerales presentes en el alimento.
- Permite establecer la calidad comercial o tipo de harina.
- Da a conocer adulteraciones en alimentos, en donde se ha adicionado sal, talco, yeso, cal, carbonatos alcalinos, etc., como conservadores, material de carga, auxiliares ilegales de la coagulación de la leche para quesos, neutralizantes de la leche que empieza a acidificarse, respectivamente.
- Establece el grado de limpieza de materias primas vegetales (exceso de arena, arcilla).
- Sirve para caracterizar y evaluar la calidad de alimentos.(13)

1.8.4. DETERMINACIÓN DE FIBRA

La fibra cruda o bruta representa la parte fibrosa e indigerible de los alimentos vegetales, químicamente está constituida por compuestos poliméricos fibrosos carbohidratados (celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, mucílagos) y no carbohidratados (lignina, polímero del fenilpropano). El organismo humano carece de sistemas enzimáticos que degraden estos polímeros y por ello aparecen inalterados en el intestino grueso (colon) y ejercen una acción reguladora del peristaltismo y facilitan la evacuación de las heces fecales. (13)

El AOAC define a la fibra cruda como “la porción que se pierde tras la incineración del residuo seco obtenido después de digestión ácida-alcalina de la muestra seca y desengrasada en condiciones específicas”. La fibra contribuye a la textura rígida, dura y a la sensación de fibrosidad de los alimentos vegetales. (13)

1.8.5. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

Hasta hace poco, el contenido total de proteínas en los alimentos se determinaba a partir del contenido de nitrógeno orgánico determinado por el método Kjeldahl. En la actualidad, existen varios métodos alternativos físicos y químicos, algunos de los cuales han sido automatizados o semiautomatizados. El método Kjeldahl, sigue siendo la técnica más confiable para la determinación de nitrógeno orgánico. (13)

1.8.6. pH

La acidez medida por el valor de pH, junto con la humedad son, probablemente, las determinaciones que se hacen con más frecuencia. El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en múltiples procesos de alteración y estabilidad de los alimentos, así como en la proliferación de microorganismos. (13)

Se puede determinar colorimétricamente mediante los indicadores adecuados, pero, para su mayor exactitud, se ha de recurrir a métodos eléctricos mediante el uso de pH-metros.

1.8.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico es importante ya que está relacionado con la inocuidad y deterioro de los alimentos, determina el grado de contaminación al que está expuesto éste en sus diferentes etapas. Al multiplicarse los microorganismos en el alimento, pueden producir cambios en sus características organolépticas y en su pH, lo que se traduce en alteraciones fáciles de constatar, como rancidez, acidez o alcalinización, putrefacción y aparición de manchas en la superficie. Pero puede ser también que el alimento no presente alteración apreciable, y sin embargo estar contaminado, representando así un riesgo para el consumidor.

El examen microbiológico de alimentos comprende la investigación de especies, familias o grupos de microorganismos cuya presencia refleja las condiciones higiénico sanitarias de estos productos ya sean naturales, elaborados en la industria, elaborado artesanalmente o sea que se trate de comidas preparadas. (5)

Al aplicar las diversas pruebas se obtiene información que permite: conocer las fuentes de contaminación del alimento que se analiza, evaluar las normas de higiene utilizadas en la elaboración y manipulación de los alimentos, detectar la posible presencia de patógenos que supongan un riesgo para la salud del consumidor, establecer cuando se producen alteraciones en los distintos alimentos, con la finalidad de delimitar su período de conservación. Precisamente uno de los objetivos más importantes de la Microbiología de alimentos es detectar la presencia de flora patógena para evitar riesgos en la salud del consumidor. (5)

1.8.8. AEROBIOS MESÓFILOS

La enumeración de gérmenes aerobios mesófilos es el indicador microbiano más común de la calidad de los alimentos. (42)

Esta determinación sirve para:

- Conocer el nivel de microorganismos presentes en un producto, sea este preparado, precocido, refrigerado o congelado.

- Conocer las fuentes de contaminación (aire, agua, materia prima, etc.) durante la elaboración de los alimentos.
- Verificar la eficacia de los sistemas de limpieza y desinfección.
- Conocer si se inicia la alteración de los alimentos y su probable vida útil.
- Conocer si han ocurrido fallos en el mantenimiento de las temperaturas de refrigeración en los alimentos refrigerados.

La determinación de mesófilos es de valor muy dudoso en el análisis de productos pesqueros congelados. Durante la congelación y almacenamiento frigorífico se puede producir una destrucción o daño desconocido e incontrolado de las bacterias. Por tanto, un recuento “total” muy bajo puede llevar a conclusiones falsas sobre la higiene del producto. Este ensayo pueden ser útiles para medir las condiciones de las materias primas, la eficacia de los procesos (es decir, el tratamiento térmico) y las condiciones higiénicas durante la elaboración, las condiciones sanitarias de los equipos y los utensilios, y el perfil tiempo x temperatura durante el almacenamiento y la distribución. No obstante, para que sea útil y se haga una correcta interpretación de los resultados es esencial poseer un conocimiento profundo de las condiciones de manipulación y elaboración antes del muestreo. (43)

Existen algunos métodos para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos tales como el de la placa pobre, de siembra por extensión en superficie, siembra por gotas en superficie, filtración a través de membrana, además de métodos automatizados. Cada método debe especificar la temperatura de incubación. (42)

1.8.9. *E. coli*

El hábitat natural de este organismo es el intestino del hombre y de los animales vertebrados. En aguas templadas este organismo no se encuentra ni en el pescado ni en los crustáceos en el momento de la captura (excepto en aguas fuertemente contaminadas). Además, los productos de la pesca deben mantenerse siempre a temperaturas inferiores a las que favorecen su desarrollo.

La contaminación de los alimentos por *E. coli* significa riesgo de que uno o más patógenos entéricos puedan haber tenido acceso al alimento. (43)

1.8.10. COLIFORMES TOTALES

Aunque las pruebas de presencia o ausencia de coliformes en general son muy útiles, es deseable contar todos los coliformes presentes por su aplicabilidad como microorganismos indicadores. La presencia de niveles considerables de coliformes en los alimentos que han recibido algún tratamiento para garantizar su sanidad indica: tratamiento inadecuado, fallos en el tratamiento industrial, contaminación posterior al proceso, mala calidad higiénica en el proceso, falta de higiene en el manejo y no necesariamente una contaminación de origen intestinal. (35) (54)

Las bacterias coliformes tradicionalmente han sido consideradas como indicadores de contaminación fecal de aguas y alimentos antes que patógenos que contaminan los alimentos, pero evidencias recientes requieren una reconsideración de este concepto.

Algunos miembros de las especies *E. coli*, *Aeromonashydrophila*, *Enterobactercloacae*, *Klebsiellapneumóníay* el género *Citrobacter* han sido asociados con procesos de gastroenteritis o poseen atributos de entero-patogenicidad frecuentemente asociados con plásmidos. (54)

1.8.11. *Staphylococcus aureus*

Es un microorganismo muy resistente a las condiciones ambientales y extremadamente difíciles de erradicar. Pese a que no es esporulado (formas de resistencia elaboradas de forma natural por algunos microorganismos), soporta bien condiciones extremas aunque se inactiva a temperatura de congelación y puede eliminarse con una cocción correcta. (66)

Se puede localizar en cualquier alimento y produce una intoxicación muy aguda. Ésta aparece entre las 2 y 12 horas después de la ingestión de la toxina que genera el patógeno y provoca vómitos intensos e incontrolados, aunque no fiebre. Es una intoxicación leve y

desaparece en 24 horas. El responsable del problema es una toxina de carácter termoestable, lo que permite que en alimentos cocinados se mantenga la toxina, aun cuando no esté presente el microorganismo. Por ello, el control exclusivo de la presencia de la bacteria no es suficiente, sobre todo si el alimento se ha cocinado previamente. En estos casos hay que proceder a controlar la toxina, ya que en caso contrario podría no localizarse un riesgo que hay que calificar de moderado a alto. (66)

Esta bacteria se encuentra en la piel de los animales, pero también de las personas, así como en su garganta y fosas nasales, hasta el punto que la casi totalidad de la población humana podrá ser portadora del microorganismo a lo largo de su vida. Por ello, la probabilidad de contaminar los alimentos es muy alta, no sólo por los manipuladores, también por los clientes al tocar u oler los alimentos. (66)

La enfermedad estafilocócica transmitida por alimentos, resulta de la ingestión de enterotoxinas termoestables preformadas por una cepa toxigénica de *Staphylococcus aureus* que contaminó y desarrolló en el alimento. (66)

1.9. PRUEBAS ESTADÍSTICAS

1.9.1. ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

En estadística, análisis de varianza (ANOVA, según terminología inglesa) es una colección de modelos estadísticos y sus procedimientos asociados. El análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro más conjunto de datos. (65)

Para la utilización de esta técnica, se deben calcular las varianzas de cada muestra, plantearse una hipótesis nula, hipótesis alternativa y luego realizar los cálculos y responder cuál de las dos hipótesis se cumple para aceptar o rechazar el ANOVA. (65)

1.9.2. PRUEBA DE TUKEY

Las pruebas múltiples de medias son útiles para seleccionar él o los tratamientos, y se aplican cuando los Análisis de Varianza declaran diferencias significativas. Se denominan pruebas múltiples de medias, porque simultáneamente se comparan varios promedios de los tratamientos. (65)

Una severidad alta hace referencia a que se necesitan diferencias de promedios altas, para poder declarar diferencias significativas entre los tratamientos.

Para obtener los valores de prueba de Tukey se debe realizar:

Obtener el valor del comparador WP

$$WP = q_{\alpha} \cdot S\bar{x}$$

q_{α} (P, glee), donde P= número de medidas a comparar: glee= grados de libertad de error.

El valor se busca en la tabla correspondiente

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{CM_{ee}}{r}}$$

Error experimental ajustado por el tamaño de la muestra (Número de repeticiones).

Ordenar los promedios de los tratamientos en forma descendente horizontalmente entre ellos

Regla de Decisión: si la diferencia entre dos promedios es mayor que el comparador WP, los promedios son estadísticamente diferentes. Si la diferencia entre dos promedios es menor o igual que WP, los promedios son iguales y se identifican con el mismo literal.

(65)

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

Los análisis físico-químicos y microbiológicos se realizaron en los laboratorios de: Alimentos, Seguridad Alimentaria y Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

La etapa de liofilización de las muestras una vez definido su grosor en el liofilizador de la Facultad de Ciencias se llevó a cabo en el liofilizador del Laboratorio del Área de Desarrollo e Investigación de Alimentos perteneciente al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”.

2.2. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

2.2.1. MATERIA PRIMA.

La materia prima fue obtenida el 31 de marzo de 2012 en las instalaciones del Proyecto de Desarrollo Piscícola Jacalurco del Consejo Provincial de Pastaza, localizado en la Comunidad Putuime, Parroquia Madre Tierra, Cantón Puyo, que se encuentra a cargo del Sr. Carlos Turqueres, inmediatamente se obtuvieron los filetes de Tilapia Roja (*Oreochromis spp.*) de una dimensión de 5cm x 10cm x 1cm.

2.2.2. EQUIPOS DE LABORATORIO

- Autoclave
- Balanza analítica AE Adam
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Desecador
- Equipo Kjeldhal Gerhardt Vapodest y Turbotherm
- Equipo Soxhlet
- Estufa Memmet
- Incubadora
- Licuadora Osterizer
- Liofilizador LABCONCO FreezeDrySystem
- Liofilizador ThermoScientific - FreezeDryer.
- Moldes
- Mufla VulcanASSO
- pHmetro HANNA instruments
- Refrigeradora INDURAMA

2.2.3. MATERIALES DE LABORATORIO

- Balones aforados
- Bureta
- Cápsulas de porcelana
- Espátula
- Mangueras
- Matraces volumétricos
- Matraz de Erlenmeyer
- Papel filtro
- Pinzas de bureta
- Pinzas de cápsula
- Pipetas volumétricas

- Probeta graduada
- Reverbero
- Soporte universal
- Varilla de vidrio
- Vasos de precipitación

2.2.4. REACTIVOS

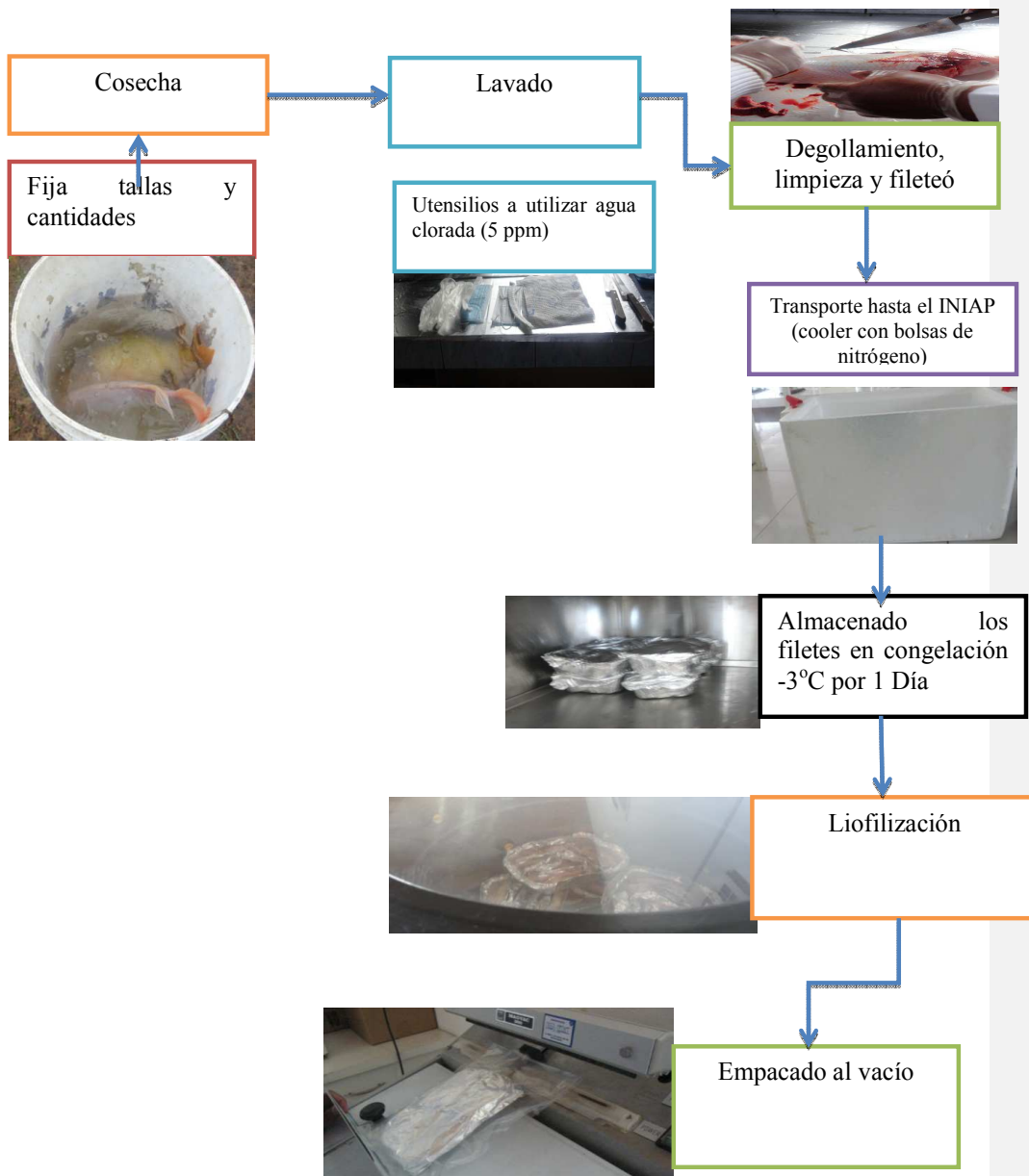
- Ácido Bórico
- Ácido Clorhídrico
- Ácido Fosfórico
- Ácido nítrico
- Ácido Sulfúrico
- Agua bidestilada, desionizada
- Alcohol n-amílico
- Verde de bromocresol
- Azul de metileno
- Etanol
- Éter etílico
- Hidróxido de Sodio
- Nitrato de plata
- Oxido de magnesio
- Rojo de metilo
- Solución de Carrez I y II
- Sulfato de sodio
- Sulfato férrico amoniacal
- Tiocianato de Potasio

2.2.5. MEDIOS DE CULTIVO

- Agar PCA (PlateCount agar) aerobios mesófilos
- Caldo Lauril Sulfato Triptosa para Coliformes y Coliformes totales.

2.3. MÉTODOS

2.3.1. PROCESO



2.3.2. OBTENCIÓN DE LOS FILETES *Oreochromis* spp.

Se capturó los peces de las piscinas con mallas y se seleccionó peces maduros al menos de 30 cm de largo. Se transportó la materia prima en recipientes plásticos hasta el lugar de procesamiento. Se procedió al fileteado previamente lavado y desinfectado la tabla, cuchillo y manos con agua clorada (5 ppm),

Se descamó, firmemente y se realizó una incisión a la altura de su bajo vientre, hasta la altura debajo de la boca. Se retiró todas las vísceras y branquias dejando vacía toda la cavidad abdominal del pez, se cortó la cabeza justo detrás de las agallas y la cola del pez dejándose desangrar. Se debe recordar que una buena sangría del pescado permite obtener un color blanco de muy buena apariencia, se señala una buena sangría de 20 minutos, a temperatura de refrigeración, es suficiente para obtener un producto bastante blanco.

Se fileteó, pegado al espinazo y recortando los filos hasta una dimensión 1x5x10 cm quitando las orillas, se colocó en bandejas y se trasladó en un cooler con nitrógeno líquidos para evitar degradación y se trasladó hasta los laboratorios del INIAP estación Santa Catalina.

2.3.3. PROCESO DE LIOFILIZACIÓN

Una vez obtenidos los filetes de Tilapia Roja, se colocaron las muestras en bandejas de aluminio, separadas una de otra con papel aluminio. Éstas fueron congeladas -1°C la mitad de los filetes se conservaron en congelación y la otra se liofilizó.

Se desarrolló el proceso de liofilización colocando las muestras en la cámara de secado, inmediatamente se procedió a cerrar el equipo. La liofilización se debería realizar hasta obtener una humedad deseada, sin embargo, esto no se pudo lograr por límite en el tiempo del uso del equipo en el laboratorio.

Después se liofilizados se empacaron al vacío en fundas de polipropileno de alta densidad para evitar contacto con el aire y que se produzca un incremento de humedad en el producto, el mismo procedimiento se realizó para los filetes congelados.

La muestra congelada se almacenó a temperatura -3°C y la muestra liofilizada a temperatura ambiente para empezar a analizar las muestras durante 1 mes.

2.3.4. DETERMINACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL A PARTIR DE LAS DIRECTRICES DEL CODEX PARA PESCADO EN FILETES COCIDOS

Se aplicó el método descriptivo de análisis sensorial con una escala estructural, aplicada a cinco jueces, Chefs profesionales de la Escuela de Gastronomía de la Facultad de Salud Pública de la ESPOCH. Se realizó la prueba a los 3 días después de someter los filetes a un tratamiento (liofilización y congelado). Al panel de evaluación sensorial se les proporcionó la planilla que consta en las directrices del CODEX para la evaluación sensorial del pescado y mariscos en el laboratorio. (Anexo No.1).

Las muestras fueron evaluadas, después de su cocción a vapor con una temperatura entre 65 a 70°C durante 25 minutos, y codificadas.

La prueba consistió en analizar cada atributo en una escala estructurada, cada juez marcó una cruz donde él consideró que correspondía la calificación otorgada al producto para un atributo particular.

2.3.5. CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS DETERMINACIÓN DE LA PERDIDA POR CALENTAMIENTO NTE INEN 777

Principio

Consiste en secar la muestra en la estufa de $103 \pm 3^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante, el secado tiene una duración de 2-3 horas.

Procedimiento

1. Secar la cápsula que contiene aproximadamente 35g arena y la varilla de vidrio, en la estufa a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, durante 60 minutos.

2. Dejar enfriar la cápsula y su contenido en el desecador hasta temperatura ambiente y luego pesar con aproximación a 1 mg.
3. Pesar 1-10 gramos muestra (previamente realizado su desmuestre) en un vidrio papel aluminio o chocolatín; o directamente en cápsula de porcelana previamente tarada, repartir uniformemente en su base.
4. Añadir 10 cm³ de etanol y mezclar perfectamente utilizando la varilla de vidrio, la misma que debe permanecer en la capsula.
5. Colocar la capsula en baño de agua a 70°a± 5°C, evitando toda proyección, hasta que el etanol se haya evaporado, agitando esporádicamente.
6. Transferir la cápsula con su contenido a la estufa y proceder a secarla durante dos horas a 103± 2 ° C. Luego retirar la cápsula de la estufa y colocarla en el desecador para enfriamiento hasta temperatura ambiente.
7. Pesar la capsula y su contenido con aproximación 1 mg.
8. Repetir las operaciones de enfriamiento, calentamiento y pesada, hasta que los resultados de dos pesadas sucesivas efectuadas con una misma hora de diferencia no difieran en más del 0,1 % de la muestra utiliza.

Cálculos

$$H = \left[\frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m)} \right] \times 100$$

Siendo:

H= contenido de la pérdida por calentamiento, en porcentaje masa

m= masa de la cápsula con la arena y la varilla de vidrio, en gramos

m₁=masa de la cápsula con la arena y la varilla de vidrio y la muestra antes desecado, en gramos

m₂= masa de la cápsula con la arena y la varilla de vidrio y la muestra después del secado, en gramos

2.3.6. CÁRNICOS Y PRODUCTOS CÁRNICOS. DETERMINACIÓN DE CENIZAS: MÉTODO DE INCINERACIÓN EN MUFLA NTE INEN 786. (26)

Principio

Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO_2 y agua; las sustancias inorgánicas (sales minerales) se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.

Procedimiento

1. La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
2. Colocar el crisol de porcelana perfectamente limpio en la mufla y alentarla a 525°C durante 20 min. Dejar que se enfríe en el desecador y pesar con aproximación de 1mg.
3. Transferir al crisol pesado, aproximadamente 5g de muestra y unas pocas gotas de aceite puro de oliva; calentar suavemente sobre un plato eléctrico a bajo la luz de una lámpara infrarroja hasta que su contenido carbonice.
4. Transferir el crisol y su contenido a la mufla con la temperatura regulada de 525°C , evitando la pérdida de material al inicio de la incineración y mantener el crisol en la mufla, hasta obtener cenizas.
5. Retirar el crisol de la mufla y colocar en el desecador, dejar enfriar hasta temperatura ambiente. Pesar el crisol con su contenido, con aproximación de 1mg.
6. Regresar el crisol a la mufla y calentar a 525°C durante 30 min. Repetir la operación 5.
7. Si la ceniza contiene cantidad de carbón no totalmente quemada, enfriar el crisol, añadir unas gotas de agua, llevar a sequedad sobre un baño de agua o estufa y trasladar nuevamente el crisol a la mufla y terminar la incineración.

Cálculos

$$\% C = \{(m_2 - m) / (m_1 - m)\} \times 100$$

Siendo:

%C=contenido de cenizas en porcentaje de masa.

m =masa de la cápsula vacía en g

m₁ =masa de cápsula con la muestra antes de la incineración en g

m₂ =masa de la cápsula con las cenizas después de la incineración en g porcentaje de

masa. ~~M = masa en gramos de la porción de análisis.~~

2.3.7. DETERMINACIÓN DE GRASA O EXTRACTO ETÉREO: MÉTODO DE SOXHLET. Técnica utilizada en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias ESPOCH. (36)

Principio

Los lípidos son insolubles en el agua y menos densos que ella. Se disuelven bien en disolventes no polares, tales como el éter sulfúrico, sulfuro de carbono, benceno, cloroformo y en los derivados líquidos del petróleo. El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasa neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se pueden determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y residuo a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en una aparato de extracción continua.

Procedimiento

1. Pesar 2 gramos de muestra seca y colocar en el dedal, luego introducirlo en la cámara de sifonación.

2. En el balón previamente tarado, adicionar 50 mL de éter etílico o éter de petróleo (se puede usar también hexano) o la cantidad adecuada dependiendo del tamaño del equipo embonar la cámara de sifonación al balón.
3. Colocar el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación.
4. Encender la parrilla, controlar la entrada y salida de agua y extraer por 8 a 12 horas.
5. Al terminar el tiempo, retirar el balón con el solvente más el extracto graso y destilar el solvente.
6. El balón con la grasa bruta o cruda colocar en la estufa por media hora, enfriar en desecador y pesar.

Cálculos

$$\%G (\%Ex.E) = [(P_1 - P)/m] \times 100$$

Dónde:

%G=grasa cruda o bruta en muestra seca expresado en porcentaje en masa

P₁ =masa del balón más la grasa cruda bruta extraída en gramos

P =masa del balón de extracción en gramos

m =masa de la muestra seca tomada para la determinación en gramos

- 2.3.8. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA MACRO-KJELDHAL. Técnica utilizada en el laboratorio de alimentos de la Facultad de Bioquímica y Farmacia de Ciencias ESPOCH (36)

Principio

Sometiendo a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar CO₂ y agua, la proteína se descompone con la formación del amoníaco, que es retenido por el ácido sulfúrico formando sulfato de amonio; que por adición de una base fuerte NaOH al 40%

desprende el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco es retenido en una solución de ácido bórico al 4% con indicador mixto (verde de bromocresol y rojo de metilo) y titulado con HCl 0,1 N.

Procedimiento

1. Pesar el papel aluminio, añadir 0,5 g de la muestra, se registra el peso del papel solo y del papel más la muestra. En este contenido del papel más la muestra se añade 1.8 g de sulfato de sodio más 0,2 g de sulfato cúprico llamada también muestra catalizadora.
2. Todo este contenido se coloca en cada balón al cual se añade 20mL de H₂SO₄ concentrado (grado técnico).
3. Agitar el contenido de cada balón y llevado al Macro Kjeldahl para su digestión, a una temperatura graduada en 2.9°C por un tiempo de 45 minutos a partir del momento que se clarifica la digestión.
4. Luego de este tiempo son enfriados.
5. Una vez terminada la fase de digestión se procede a preparar la etapa de destilación para lo cual colocamos en los matraces Erlenmeyer 250 cm³. colocar 25 cm³ de ácido bórico al 4% más indicador mixto (rojo metilo y verde de bromocresol) y colocamos en cada una de las terminales del equipo de destilación.
6. En cada tubo con la muestra clarificada se coloca 25cm³. de agua destilada
7. Se enciende el equipo para iniciar la destilación que dura hasta que el contenido del matraz adquiriera un color verde esmeralda este proceso dura aproximadamente 30segundos Se retira los tubos con su contenido.
8. Para la fase de titulación se arma el soporte universal con la bureta con HCl al 0.1N.
9. Se titula hasta obtener un color grisáceo rosado casi transparente que es el punto final de la titulación.
10. El número de cm³. de HCl al 0.1 N. gastado se registra para el cálculo respectivo.

Cálculos

$$\text{Porcentaje de Proteína} = \frac{\text{NHCl} \times 1,4 \times 6,25 \times \text{cm}^3 \text{HCl}}{m}$$

Dónde:

%PB =% Proteína Bruta

m =peso de la muestra en g.

0,014 = mil equivalentes del N₂

6.25 =factor para convertir el % del N₂ a % de proteína

cm³ HCl =cm³ de ácido clorhídrico utilizados para titular

$$\text{Proteína en Base Seca} = \frac{100 \times \%PB}{\%MS}$$

Dónde:

%PBS= Proteína en Base Seca

%PB= % Proteína en Base Fresca

%MS= % Materia Seca

2.3.9. DETERMINACIÓN DE pH. NTE INEN 181. (23)

Principio

El pH de un alimento se mide con un indicador de color o un pHmetro que tiene un electrodo en forma de varilla sumergible. Estos medidores determinan la diferencia de potencial entre un electrodo de vidrio y un electrodo estándar de calomel, que forman parte de un electrodo de combinación, y se calibran con soluciones amortiguadoras preparadas o comerciales de pH preciso y conocido.

Procedimiento

1. Tomar una cantidad de muestra, en un vaso de precipitación, introducir los electrodos limpios y tomar la lectura directa, que da el potenciómetro.
2. Una vez determinado el pH se lavan los electrodos con agua destilada.

3. Los resultados se aproximan hasta la décima, la diferencia de dos determinaciones realizadas simultáneamente o en rápida sucesión por el mismo analista, no será mayor que 0,1 unidades de pH

2.3.10. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ. Técnica del Ing. Claudio Pichardo. (48)

Según método planteado por Pichardo C, (2001) el método se basa en determinar el volumen de NaOH estándar necesario para neutralizar el ácido contenido en la alícuota que se titula, determinando el punto final por medio del cambio de color que se produce por la presencia del indicador ácido-base empleado.

Procedimiento

1. Pesar 10 g de carne o producto cárnico y colocarlo en un vaso de licuadora. Moler junto con 200 mL de agua destilada.
2. Filtrar la muestra en manta de lino para eliminar el tejido conectivo. Colocar el filtrado en un matraz de 250 mL y aforar con agua destilada.
3. Tomar 25 mL de esta solución y colocarla en un matraz Erlenmeyer de 150 mL. Añadir 75 mL de agua destilada.
4. Titular con NaOH 0.01 N, usando fenolftaleína como indicador. Esta determinación debe hacerse por triplicado.
5. Se prepara un blanco usando 100 mL de agua destilada.
6. Informar como porcentaje de ácido láctico.

Cálculo

$$\% \text{ Ácido láctico} = \frac{V_{(\text{NaOH})} \times N_{(\text{NaOH})} \times \text{Meg}(\text{ac. láctico}) \times f}{m}$$

Donde

V_{NaOH} = mL de NaOH gastados en la titulación.

N_{NaOH} = concentración del NaOH utilizados en la titulación

f = factor de dilución

m = masa utilizada para la determinación

2.3.11. DETERMINACIÓN DE CLORUROS NTE INEN 181. (23)

Fundamento

Este método de titulación se usa para la determinación de cloruros contenidos en una alícuota que reaccionan con el ion Ag^+ (AgNO_3) en exceso para formar cloruro de plata (precipitado blanco), se valora por retroceso el exceso de Ag^+ , con solución patrón de tiocianato de potasio; el indicador es el alumbre férrico Fe^{+3} , que proporciona color rojo a la solución.

Procedimiento

1. Preparación de muestra: se toma porciones de diferentes zonas del producto, separando las espigas presentes, y se pasa a través de una maquina moledora o batidor eléctrico, mezclando bien la masa obtenida hasta su completa homogenización
2. La determinación efectuar por duplicado sobre la misma muestra preparada, y conveniente homogenizada
3. Se pesan 10 gramos de muestra preparada, con aproximación a 0.0001 g. y se transfiere cuantitativamente a un matraz volumétrico de 250 cm^3 .
4. Desproteización
 - Se adicionan 100 cm^3 de agua caliente sobre la muestra. Se calienta el matraz con su contenido por 15 minutos en agua caliente, agitándolo en forma continua.
 - Se enfría el matraz y su contenido hasta temperatura ambiente, y se adicionan sucesivamente 2 cm^3 del reactivo 1, más 2 cm^3 del reactivo Carrez II, mezclando completamente después de cada adición.
 - Se deja en reposo el matraz por 30 minutos, hasta lograr que su temperatura sea igual a la del ambiente.

5. Se diluye el contenido del matraz con agua hasta el enrase, se mezcla por agitación y se filtra a través de papel filtro plegado.
6. Se transfiere 20 cm³ del filtrado en un elermeyer de 250 cm³, por medio de una pipeta volumétrica y se agregan 5cm³ de solución de ácido nítrico y 1cm³ de solución indicadora (sulfato férrico amoniacal, solución saturada en agua, con 5,0% de ácido nítrico), se añade por medio de una pipeta volumétrica de 20 cm³ de solución valorada de nitrato de plata y luego, 3 cm³ de nitro benceno y se mezclan completamente.
7. Se precipita fuertemente el matraz, para coagular el precipitado y se titula el contenido con la solución valorada de tiocianato de potasio, hasta lograr un color pardo rojizo.

Cálculos

$$\% \text{ Cloruros} = \frac{(20 - V_2) \times 0,1 \text{ NKCNS} \times 58,5 \times V_f}{20\text{cm}^3 \times m}$$

En donde:

%Cloruros= contenido de cloruros, en porcentaje de la mas en cloruro de sodio.

58,5 =g de hidróxido de sodio correspondientes a 1 cm³ de AgNO₃ 0,1 N

Vf =factor de dilución

20 =volumen en cm³ solución de nitrato de plata 0,1 N añadido.

V₂ =volumen en cm³ solución de tiocianato de potasio 0,1 N añadido.

m =masa en gramos de la porción de análisis.

2.3.12. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO BÁSICO VOLÁTIL NTE INEN 182.

(24)

Principio

La determinación de bases volátiles totales (NBV) es la medición de trimetilamina (producida por deterioro bacteriano), dimetilamina (producida por enzimas autolíticas durante el almacenamiento en congelación), amoniaco (producido por desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos) y otros compuestos nitrogenados básicos volátiles asociados con el deterioro de los productos pesqueros.

Procedimiento

1. Se pesa de 5 a 10 gramos de la muestra preparada, y se transfieren cuantitativamente al balón de destilación.
2. Se agrega sobre la muestra 300 cm³ de agua destilada, 1 a 2 gramos de óxido de magnesio y unas gotas de alcohol octílico para evitar la formación de espuma.
3. Se conecta inmediatamente el balón al condensador y se destila por 25 minutos. El extremo de salida del condensador debe estar sumergido en 50 cm³, a la cual se le debe agregar unas gotas del indicador rojo de metilo.
4. Una vez terminada la destilación, comprobada con el papel indicador, se procede a titular el exceso de ácido contenido el matraz Erlenmeyer con una solución valorada de hidróxido de sodio 0,1N.
5. Se debe realizar un ensayo en blanco con todos los reactivos, siguiendo el mismo procedimiento.

Cálculos

$$\text{N.B.V.} = 14 \frac{N_1(V_1 - V_3) - N_2(V_4 - V_2)}{m} \times 100$$

Dónde:

N.B.V.=contenido de nitrógeno básico volátil expresado mg en nitrógeno por 100 gramos.

N₁ =normalidad de la solución de ácido sulfúrico

- V_1 =volumen de la solución de ácido sulfúrico, en cm^3 empleado para recoger el destilado de la muestra
- N_2 =normalidad de la solución de hidróxido de sodio.
- V_2 =volumen de la solución de hidróxido de sodio, en cm^3 empleado para la titulación.
- V_3 =volumen de la solución de ácido sulfúrico, en cm^3 empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco.
- V_4 =volumen de la solución de hidróxido de sodio, en cm^3 empleado en la titulación en el blanco.
- m =masa de la muestra en gramos.

2.3.13. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PESCADO LIOFILIZADO CON MENOR ESPESOR.

2.3.13.1.Control Microbiológico: Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos **NTE INEN 1529-5.** (27)

Procedimiento

1. Se pica la muestra en una superficie estéril, cortar en cubos de 1 cm^3 , se coloca en un frasco estéril y homogenizar
2. Pesar en una funda plástica 10g. Añadir 90cm^3 de diluyente (peptona) a la temperatura adecuada (dilución 10^{-1})
3. Para cada dilución el ensayo se hará por duplicado. En cada una de las cajas Petri bien identificadas se depositarán 1 cm^3 de cada dilución. Para cada depósito se usará una pipeta distinta y esterilizada.
4. Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas, aproximadamente 20 cm^3 de agra- PCA, fundido y templado a $45 \pm 2 \text{ }^\circ \text{C}$. La adición del medio de cultivo no debe pasar más de 45 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.
5. De cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en sentido contrario a las agujas de reloj y cinco veces en el contrario.

6. Como prueba de esterilidad verter agar en una caja que contenga el diluyente sin inocular. No debe haber desarrollo de colonias
7. Dejar las placas en reposo hasta que solidifique el agar
8. Invertir las placas e incubarlas entre 30 a 45± 1 ° C, por 48 a 75 horas.
9. No apilar las cajas más de 6 placas. las pilas de placas deben estar separadas entre sí, de las paredes y del techo de la incubadora.
10. Pasando el tiempo de incubación seleccionar las placas de dos diluciones consecutivas que presenten entre 15 y 300 colonias y utilizando un contador de colonias, contar todas las colonias que hayan crecido en el medio, incluso las pequeñas, pero se deben tener cuidado para no confundirlas con las partículas de alimentos o precipitados, para esto, utilizar lupas de mayor aumento.
11. Las colonias de crecimiento difuso deben considerarse como una sola colonia si el crecimiento de este tipo de colonias cubre menos de un cuarto de la placa; si cubre más la caja no será tomada en cuenta el ensayo.
12. Anotar el número de colonias y la representativa dilución

Cálculos:

Caso general (placas que contienen entre 15 y 300 colonias)

Calcular el número de N de microorganismo por el gramo o cm³ de producto como la media.

$$N = \frac{\sum c}{V(n_1 + 0,1m_2d)}$$

Dónde:

$\sum C$ = suma de las colonias contadas en todas las placas seleccionadas.

v = volumen del inoculado en la caja Petri.

n₁ = número de placas en primera dilución seleccionada.

n₂ = número de placas en la segunda dilución seleccionada

d =factor de dilución de la primera dilución seleccionada (d= 1 cuando se ha inoculado la muestra líquida sin diluir).

2.3.13.2.Determinación de la cantidad de microorganismos. *Staphylococcus aureus*.
Método de recuento: siembra en placas petrifilm

Procedimiento

1. Prepare al menos una dilución de 1:10 de la muestra. Pese o pipetee la muestra en una funda o bolsa de Stomacher, botella de dilución o cualquier otro contenedor estéril apropiado.
2. Adicione la cantidad apropiada de uno de los siguientes diluyentes estériles: tampón Butterfield (tampón IDF fosfato, 0.0425 g/L de KH₂ PO₄ y con pH ajustado a 7.2); agua de peptona al 0.1%; diluyente de sal peptonada (método ISO 6887); *buffer* de agua de peptona (método ISO 6579); solución salina (0.85 a 0.90%); caldo letheen libre de bisulfato o agua destilada.
3. Mezcle u homogenice la muestra mediante los métodos usuales.
4. Coloque la Placa Petrifilm en una superficie plana y nivelada. Levante la lámina semitransparente superior.
5. Con la pipeta perpendicular a la Placa Petrifilm, coloque 1 mL de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior.
6. Deslice cuidadosamente la película superior hacia abajo para evitar atrapar burbujas de aire. No deje caer la película superior.
7. Aplique suavemente presión con el esparcidor para distribuir el inóculo sobre el área circular antes de que se forme el gel. Levante el esparcidor sin doblarlo o deslizarlo. Espere por lo menos un minuto para que se solidifique el gel.
8. Incube las placas cara arriba en grupos de hasta 20 unidades. Puede ser necesario humectar el ambiente de la incubadora con un pequeño recipiente con agua estéril, para minimizar la pérdida de humedad.
9. Si no hay colonias presentes después de 24 ± 2 horas de incubación, el recuento es de cero y la prueba se considera terminada.

10. Cuente las colonias rojo-violetas como *S. aureus*. Las Placas Petrifilm pueden ser contadas en un contador de colonias estándar u otro tipo de lupa con luz. Consulte la guía de interpretación para leer los resultados.

Cálculos:

$$C = n \times f$$

Dónde:

C = UFC de colonias de *S aureus* /g o mL de alimento

n = Número de colonias contadas en la placa Petri

f = Factor de dilución.

- 2.3.13.3. Control microbiológico de los alimentos determinación de la presencia o ausencia de Coliformes (utilizando medio líquido) NTE INEN 1529-9. (28)

Procedimiento

1. Se pica la muestra en una superficie estéril, cortar en cubos de 1 cm^3 , se coloca en un frasco estéril y homogenizar
2. Pesar en una funda plástica 10g. Añadir 90 cm^3 de diluyente(peptona) a la temperatura adecuada (dilución 10^{-1})
3. Con una pipeta estéril transferir 10 cm^3 de la dilución 10^{-1} a un tubo que contenga 10 cm^3 de caldo verde brillante-bilis. lactosa (BGBL) o similar de concentración doble y un tubo Durhan. (no debe transcurrir más de 15 minutos entre la preparación de las diluciones y la siembra). Este inóculo corresponde a 1 g de muestra.
4. Con otra pipeta estéril transferir 1 cm^3 estéril transferir 1 cm^3 de la dilución 10^{-1} a un tubo que contenga 10 cm^3 del caldo BGBL de la concentración simple y un tubo Durhan. Este inóculo corresponde a $0,1 \text{ g}$ o cm^3 de muestra
5. Con una nueva pipeta estéril transferir 1 cm^3 de la dilución 10^{-2} a otro tubo que contenga 10 cm^3 de caldo BGBL de concentración simple y un tubo Durhan. Este inóculo corresponde a $0,01 \text{ g}$ o cm^3 de muestra

6. Si es necesario, continuar de esta manera con otras diluciones. En general, se debe sembrar las diluciones necesarias a fin de obtener un resultado negativo en la dilución más alta.
7. Inocular los tubos por lo menos 24 horas a 30 ± 1 ° C para productos refrigerados y a 35 ± 1 ° C para productos que se mantienen a temperatura ambiente. Al analizar productos mantenidos en refrigeración es conveniente prolongar 24 horas más.
8. Al acabo del periodo de inoculación anotar la dilución más alta que presente gas la presencia de éste en las diluciones indica en qué cantidad de muestra se ha podido detectar bacterias Coliformes.
9. Para el control de rutina en la planta, en general no es necesario realizar ensayos confirmatorios. Pero es necesario, especialmente si se trata de alimentos que contengan otros azúcares que la lactosa, realizar el ensayo confirmatorio según el numeral 7.5 de la Norma INEN 1529-6

2.3.14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron sometidos al análisis de ANOVA de un factor (PASW Statistics 18), cuando aparecieron diferencias significativas a $P \leq 0,05$ se empleó el Test HSD de Tukey para comparación de media.

Con formato: Título 1

Con formato: Fuente: Español (alfab. internacional)

Con formato: Interlineado: sencillo, Ajustar espacio entre texto latino y asiático, Ajustar espacio entre texto asiático y números

Con formato: Centrado, Interlineado: sencillo, Ajustar espacio entre texto latino y asiático, Ajustar espacio entre texto asiático y números

Con formato: Normal, Centrado

CAPÍTULO III

III

Con formato: Sin espaciado

3. ANÁLISIS
SENSORIAL

13.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.1.

Con formato: Sin espaciado, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración

13.1.3.1. DETERMINACIÓN DEL ESPESOR ADECUADO DEL FILETE *Oreochromis* spp.

En la Tabla No.5 se observa los espesores de los filetes utilizados en el proceso de liofilización y el % de humedad obtenido tras 10 horas de liofilización. El contenido de humedad de los dos tratamientos con un espesor de 0,5 y 1 cm presentó diferencia estadísticamente significativa con la muestra fresca, en tanto que el tratamiento de 1,5 cm con una humedad de $73,0 \pm 0,1\%$, no fue diferente, observar Fotografía No.3.

Con formato: Fuente de párrafo predeter., Fuente: Sin Negrita, Español (Ecuador)

Por tanto, para decidir el grosor del filete a utilizar en la siguiente etapa se consideró los dos tratamientos (0,5cm y 1cm) por su textura y % de humedad. Como se observa en la Fotografía No.2 la textura del filete con 0,5 cm es bastante quebradiza, pudiendo no ser aceptado como un filete después de la rehidratación por su espesor, mientras que la de 1cm presenta mejores características, no afectando negativamente la textura del producto liofilizado y rehidratado, esto concuerda con los estudios realizados por Paredes, E (1983), en liofilización de camarón, donde indica que tamaños grandes de muestra alargan notablemente el ciclo de secado durante la liofilización, por lo que la muestra 1.5cm fue descartada por el porcentaje de humedad obtenido tras las 10 horas de liofilización la cual vario de cuerdo a los valores del original.

Las muestras tras dicho proceso disminuyeron la humedad al igual que sus características de textura, como se observa en la Fotografía N°2. La muestra que contenía 0,5cm se

~~puede apreciar que su textura es muy fina pudiendo no ser aceptado como un filete después de la rehidratación por su finura, 1cm se observa una textura muy buena ya que su humedad se redujo hasta un 47% pudiendo ser aceptable al mercado e inclusive el numero de horas faltantes para llegar a una humedad 13% es muy poco y la muestra 1,5cm su humedad es muy alta como se observa en la Fotografía N°4 la textura casi tiene las mismas características que el fresco por lo que necesitara muchas más horas de liofilización y demandara mas tiempo, lo que no sucederia con la muestra 1cm además estudios realizados por Paredes, E. en el camarón “reafirma que tamaños grandes de muestra alargan notablemente el ciclo de secado durante la liofilización”~~

TABLA No. 5 COMPARACIÓN DE PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO TRAS 10 HORAS DE LIOFILIZACIÓN

Dimensión	Humedad tras 10 horas de Liofilización
0,5 cm	20,5±0,1 ^a %
1 cm	39,47±0,1 ^b ,5 %
1,5cm	73,00±0,2 ^c ,2%

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (p< 0,05)

FUENTE: TESISTA MARIA JOSÉ VELÁSQUEZ PACCHA



FOTOGRAFÍA No.2 MUESTRAS DE PESCADO LIOFILIZADO POR 10 HORAS EN LAS 3 DIMENSIONES



FOTOGRAFÍA No.3 ASPECTOS DE LA LIOFILIZACIÓN EN LA MUESTRA 1,5cm

~~Se tomo nuevamente la humedad obteniendo los siguientes resultados:~~ **ANÁLISIS SENSORIAL**

13.2.3.2. **ANÁLISIS SENSORIAL**

TABLA No. 6 **RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL POR EL OLOR, SABOR Y TEXTURA**

OLOR						
DESCOMPOSICIÓN						
Muestra	Marino	Fresco	Neutro	Agrio	Descompuesto	
Congelado	1	2	1	1	0	
Liofilizado	3	1	1	0	0	

OLORES EXTRAÑOS						
Muestra	Ninguno	Desinfectante	Aceite	Combustible	Sustancias químicas	Sulfuros
Congelado	2	0	3	0	0	0
Liofilizado	5	0	0	0	0	0

SABOR						
--------------	--	--	--	--	--	--

Con formato: Epígrafe, Interlineado: sencillo

Con formato: Epígrafe, Izquierda, Interlineado: sencillo

Con formato: Epígrafe, Sin viñetas ni numeración

Con formato: Fuente: Negrita, Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

Con formato: Fuente: Negrita, Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

Con formato: Fuente: (Predeterminado) Arial, 10 pto, Color de fuente: Automático

DESCOMPOSICIÓN									
Muestra	Dulce	Creemos	Aceite	Fresco	Neutro	Mohos	Oxidación	Fermentado	Rancio
Congelado	0	0	0	1	2	0	1	1	0
Liofilizado	0	1	1	0	1	0	1	1	0

SABORES EXTRAÑOS								
Muestra	Ninguno	Desinfectante	Aceite	Combustible	Amargo	Alcalino	Polifosfatos	
Congelado	5	0	0	0	0	0	0	
Liofilizado	5	0	0	0	0	0	0	

TEXTURA						
Muestra	Jugosa	Firme	Blanda	Pastosa	Gelatinosa	Seca
Congelado	3	1	0	0	1	0
Liofilizado	1	4	0	0	0	0

FUENTE: TESIS MARIJA JOSÉ VELÁSQUEZ PACCHA

En [la Tabla No.6](#) se observan los resultados obtenidos a partir de [las directrices del CODEX para pescado en filetes cocidos](#) aplicadas en [el análisis organoléptico](#) de los tratamientos congelado y liofilizado, de las características de olor, sabor y textura, dentro de estas se evaluaron también si existe olores y sabores extraños. En el aspecto de olor para la muestra congelada, de los 5 catadores, uno evaluó como olor a agrio, mientras que para el liofilizado todas las evaluaciones la colocaron con un olor característico a un producto fresco y no encontraron olores extraños en ninguno de los tratamientos.

En cuanto al sabor los catadores entrenados evaluaron de la misma manera a los dos tratamientos, tres de ellos colocaron en aspectos característicos al producto fresco mientras que dos lo colocaron en un proceso de descomposición, sin embargo no encontraron sabores extraños, da como resultado una contradicción entre los catadores ya que si encuentran sabores en descomposición también hubiesen encontrado sabores extraños por lo que no hay concordancia entre los resultados durante la degustación de las muestras en la característica organoléptica del sabor.

Con formato: Normal, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración

Los cinco catadores evaluaron de manera positiva la textura de la muestra liofilizada, mientras que existe una valoración negativa para la muestra congelada. Según Larrañaga I. (1999) una vez cocinado el pescado previo proceso, resulta ligeramente duro a presión y con desprendiendo de olores aromáticos, por tanto, el tratamiento de liofilización fue el mejor evaluado por las característica de textura información proporcionada mediante la evaluación sensorial.

1.2.3.3. ANÁLISIS PROXIMAL DEL PESCADO LIOFILIZADO “*Oreochromis spp.*”

TABLA No. 7 RESULTADOS DEL ANÁLISIS PROXIMAL Y pH

TRATAMIENTO	HUMEDAD%	PROTEÍNA%	GRASA%	CENIZA%	pH%
FRESCO(*)	75±1,b	*77±10 ^a	*8±0,2a	5,2±1,6a	6,6±0c
CONGELADO	75±0,6 b	80±0,3 ^a	8,1±0,0a	5±0,2a	6,4±0,1b
LIOFILIZADO	15±3,5 a	81±0,3 ^a	8,2±0,1a	4,9±0,0a	5,7±0a

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (p < 0,05)

Tabla N° 4. COMPARACIÓN DE PERDIDA POR CALENTAMIENTO EN DIFERENTES MUESTRAS DE PESCADO “*Oreochromis spp.*”

Muestra	Porcentaje de Humedad (%)
Liofilizado	13±0,9
Congelado	75±0,6
Fresco (teórico)*	72.9-76.9%

FUENTE: (*) ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN. ANÁLISIS PROXIMAL, PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS, AMINOÁCIDOS ESENCIALES Y CONTENIDO DE MINERALES EN DOCE ESPECIES DE PESCADO DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN VENEZUELA Y TESISISTA MARIA JOSÉ VELÁSQUEZ

~~acción se debe tomar muchas precauciones. No ocurre lo mismo con la liofilizada ya que inclusive tiene una actividad de agua 0,4 y según bibliografía~~

~~1.3.2.1.3.3.1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.~~

~~FUENTE: DATOS DE TESISISTA MA. JOSÉ VELÁSQUEZ~~

~~(*) [HTTP://WWW.ALANREVISTA.ORG/EDICIONES/2008-1/CARACTERIZACION_NUTRICIONAL_PESCADOS.ASP](http://www.alanrevista.org/ediciones/2008-1/caracterizacion_nutricional_pescados.asp)~~

~~TABLA N° 5. COMPARACIÓN DEL TRATAMIENTO FRENTE A LA HUMEDAD POR TUKEY~~

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
-------------	---	------------------------------

Con formato: Normal, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración

Con formato: Título 2, Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría francesa: 1,5 cm, Esquema numerado + Nivel: 2 + Estilo de numeración: 1, 2, 3, ... + Iniciar en: 1 + Alineación: Izquierda + Alineación: 0,63 cm + Sangría: 1,27 cm

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

Con formato: Epígrafe, Centrado, Sangría: Izquierda: 0 cm

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm, Primera línea: 0 cm, Interlineado: sencillo, Punto de tabulación: No en 3,25 cm + 14,75 cm

		1	2
3	3	13,242367	
2	3		75,368500
1	3		75,480000

FUENTE: DATOS DE TESIS MA. JOSÉ VELÁSQUEZ

Con formato: Español (Ecuador)

En De acuerdo a la Tabla No. N^o 4 y 57, se observa el porcentaje de la humedad tanto de las desde los dos tratamientos muestras analizadas (congelada y liofilizada) y del filete la teoría (fresco) pescado. El porcentaje de humedad del tratamiento liofilizado presenta diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento congelado y la muestra fresca. Es importante analizar la variación en la humedad de los filetes que fue de $15 \pm 3,5\%$, esta amplia desviación estándar se debe a las características del equipo utilizado ya que las muestras se colocaron en la cámara del liofilizador adaptando bandejas y dentro de estas un filete tras otro como se observa en la Fotografía No.4, por tanto, las muestras del centro presentaron mayor contenido de humedad que las externas, sumado a esto, se detuvo el proceso a las 95 horas por la falta de disponibilidad del equipo en el INIAP.



FOTOGRAFÍA No.4 FILETES BANDEJAS DE ALUMINIO EN LIOFILIZADOR DEL INIAP

3.3.2. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA, GRASA Y CENIZA

En cuanto al porcentaje de proteína, grasa y ceniza para los tratamientos congelado y liofilizado (Tabla No.7), no muestran diferencias estadísticamente significativas.

Con formato: Normal, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

Con formato: Fuente: Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

Estos datos son coherentes porque el tratamiento de liofilización no afecta los parámetros de proteína y ceniza (Caps A, 2012). El tratamiento de congelación podría desnaturalizar las proteínas durante el almacenamiento, pero no generaría cambios en el contenido de ceniza, se debe considerar que estos análisis fueron realizados aproximadamente a los 3 días después de tratados, razón por la cual no hubo degradación en ningún parámetro del análisis bromatológico.

1.2.1.—El parámetro de grasa tampoco se vio afectado en ninguno de los tratamientos ya que los filetes liofilizados estuvieron empacados al vacío y los congelados se analizaron de igual forma a los 3 días tiempo de almacenado. El contenido de grasa fue de 8,1 a 8,2%, categorizándolo como un pescado magro según Mendoza, E (2010), ya que está en el rango de 2% a 12% en base seca. Como los tratamientos y el tiempo de almacenamiento no alteraron el contenido de los parámetros analizados se pueden comparar con el contenido en filete fresco, ya que resultados similares fueron encontrados por Perce et al (2007) para la misma especie analizada en este estudio. DETERMINACIÓN DE CLORUROS

Con formato

1.2.2.— DETERMINACIÓN DE pH Y ACIDEZ

3.3.3. DETERMINACIÓN DE pH

Con formato: Normal, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

Los resultados de la medición de pH en las muestras después de 5 días de tratadas, presentan diferencias estadísticamente significativas (Tabla No.7). El pH de pescado descende de manera paulatina aún más después de ser liofilizados. Cabe señalar que los dos tratamientos en el parámetro de pH se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma INEN 184 (25), que da como referencia valores entre 5,5 y 6,5.

Con formato: Normal, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

3.3.4. DETERMINACIÓN ACIDEZ Y CLORUROS

Con formato: Fuente: (Predeterminado) Arial, 10 pto, Negrita, Sin Cursiva, Color de fuente: Automático

TABLA No. 8 CONTENIDO DE CLORUROS Y ACIDEZ EN PESCADO “*Oreochromis spp.*” (mg/100g)

Con formato: Fuente: (Predeterminado) Arial, 10 pto, Color de fuente: Automático

Muestra	Congelado	Liofilizado
Cloruros	0,36 ±0 a	0,56 ±0,01 a
Acidez	51±1 ^a	118±2,5b

Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (p< 0,05)

FUENTE: TESISISTA MARIA JOSE VELÁSQUEZ

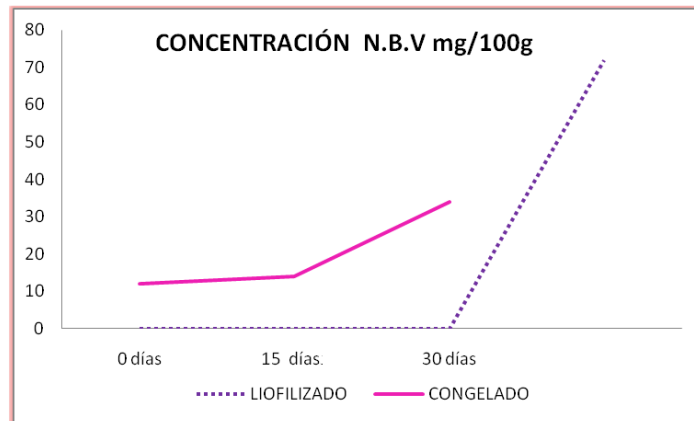
Con formato: Normal, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

Con formato: Default, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

La Tabla No.8, muestra el contenido de cloruros los cuales se encuentran de acuerdo a las normas INEN 184 (25), donde coloca un máximo del 2,5% de cloruros. Según Kubitz, (1999) el acúmulo de ácido láctico lleva a la disminución del pH en los peces, retardando el desarrollo de las bacterias y aumentando la vida útil del producto almacenado.

1.2.3.3.5. DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO VOLÁTIL

Con formato: Título 3, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm



1.2.4.

GRÁFICO No.1 CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO VOLÁTIL

Con formato: Normal, Centrado, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

1.2.5. En el gráfico 1 se observa los resultados para NBV para los dos tratamientos a los 0, 15 y 30 días. Los resultados para el tratamiento liofilizado muestran un incremento elevado a los 30 días de 72mg/100g mientras que a los 0 y 15 tuvo una concentración de cero, para el tratamiento de congelación hubo un incremento constante partiendo de 12 hasta llegar 32 a los 30 días lo cual es aceptado según la norma INEN 182 (25), que permite como máximo 50mg/100g.

Con formato: Normal, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

Con formato: Normal, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

Estos resultados tienen relación con el análisis microbiológico ya que a mayor recuento mayor degradación de los compuestos nitrogenados no proteicos, lo que aumenta el valor de NVB debido a la degradación del nitrógeno; sumado a esto la variación de humedad ya analizada anteriormente, muestra que a mayor humedad mayor proliferación de microorganismos ya que el agua que se encuentra aún en el alimento permite el crecimiento de éstos, cabe destacar que las muestras liofilizadas fueron empacadas al vacío pero almacenadas a temperatura ambiente

Según Olivera, C (2012) habla del deterioro enzimático que produce la degradación de la proteína a péptidos y a aminoácidos. El aumento de la concentración de aminoácidos libres en el músculo, constituye un medio adecuado para el crecimiento microbiano. Por acción enzimática producida por estas bacterias se degradan los aminoácidos, descarboxilandose o desaminando, originando de esta manera, diferentes aminas biógenas que se acumulan o entran en proceso de putrefacción, lo que aumenta el NBV.

Se debe considerar que la concentración de N.B.V. del liofilizado, debe a que su humedad fue de $15 \pm 0,9\%$, por lo que fue propensa a un incremento de mesófilos, que actuaron directamente en la degradación de proteínas y aminoácidos, esto no hubiese ocurrido con una humedad de 13% en donde la actividad microbiana disminuye. ~~GRÁFICO NO. 1 RELACIÓN DE CONTENIDO DE GRASA “*Oreochromis* spp.” ENTREMUESTRA LIOFILIZADA Y CONGELADA~~

~~Como se observa en el Gráfico No. 1 la grasa del liofilizado es de 9,5301% y del congelado es de 6,4036. Existe una diferencia muy grande entre estos dos resultados debido a que durante la congelación según Desrosier, N expresa “Las descomposiciones por oxidaciones de las grasas no son raras en alimentos y en pescado graso es notable ya que en las grasas de los tejidos de pescado congelados tienden a volverse mas rancias. Las enzimas también son asociadas a la hidrólisis, oxidación y descomposición de las grasas, para evitar se deberá realizar un escaldado previo a la congelación” pero sería un método inapropiado por que la pérdida de vitaminas liposolubles sería una consecuencia. Por otra parte en productos liofilizados la actividad de agua es muy baja por lo que no puede permitir alteraciones en la grasa además el contacto con el aire se puede prevenir~~

~~empacando al vacío para evitar, así prevenir la auto oxidación, enranciamiento enzimático.~~

~~1.2.6. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS~~

GRÁFICO NO. 2 RELACIÓN DE CONTENIDO DE PROTEÍNA "Oreochromis spp." ENTRE MUESTRA LIOFILIZADA Y CONGELADA

~~Como se observa en el Gráfico No. 1 la grasa del liofilizado es de 9,5301 % y del congelado es de 6,4036. Existe una diferencia muy grande entre estos dos resultados debido a que durante la congelación según Desrosier, N expresa "Las descomposiciones por oxidaciones de las grasas no son raras en alimentos y en pescado graso es notable ya que en las grasas de los tejidos de pescado congelados tienden a volverse mas rancias. Las enzimas también son asociadas a la hidrolisis, oxidación y descomposición de las grasas, para evitar se deberá realizar un escaldado previo a la congelación" pero seria un método inapropiado por que la pérdida de vitaminas liposolubles seria una consecuencia. Por otra parte en productos liofilizados la actividad de agua es muy baja por lo que no puede permitir alteraciones en la grasa además el contacto con el aire se puede prevenir empacando al vacío para evitar, así prevenir la auto oxidación, enranciamiento e~~

~~13.3.3.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PESCADO LIOFILIZADO "Oreochromis spp."~~

TABLA No. 9 RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Determinaciones	Congelado	Liofilizado		
		0 días	15 días	30 días
<u>Aerobios mesófilos UFC/g</u>	*5x10 ⁵	0	240	100
<u>Coliformes fecales y E coli NMP/g</u>	*5 x10 ²	0	0	0
<u>Staphylococcus aureus UFC/g</u>	*5 x10 ²	0	0	0

~~+~~ FUENTE: *<http://es.scribd.com/doc/59306536/CER-NT2-7> Y TESIS TA MARIA JOSÉ VELÁSQUEZ

Con formato: Normal, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

Con formato: Normal, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración, Punto de tabulación: No en 1,5 cm

13.3.1.	13.3.3.
	13.3.4.
	13.3.5.

3.4.1. AEROBIOS MESÓFILOS, *Staphylococcus aureus*, COLIFORMES TOTALES Y *E coli*.

El recuento inicial para bacterias mesofilas aerobias en el filete liofilizado es de cero, lo que indica una buena calidad, sin embargo el recuento a los 15 y 30 días fue mayor a cero, pero aún menor comparado con los resultados encontrados por el Departamento de Sanidad Pesquera Chile (2010), para pescado congelado Tabla No.9. La disminución de UFC/g es menor a los 30 días que a los 15 debido a la variación considerable de humedad, las muestras analizadas a los 30 días, tenían menor porcentaje de humedad.

1.3.1.

No hay presencia de *Staphylococcus aureus*, ni de Coliformes fecales y *E. coli* en las muestras analizadas indicando que no existió contaminación cruzada, las muestras fueron manipuladas correctamente.

Con formato: Fuente: Color de fuente: Automático, Español (alfab. internacional)

Con formato: Fuente: Color de fuente: Automático, Español (alfab. internacional)

Con formato: Normal, Interlineado: 1,5 líneas, Sin viñetas ni numeración

Con formato: Color de fuente: Automático, Español (alfab. internacional)

Con formato: Fuente: Color de fuente: Automático, Español (alfab. internacional)

Con formato: Fuente: Color de fuente: Automático, Español (alfab. internacional)

Con formato: Fuente: Color de fuente: Automático, Español (alfab. internacional)

Con formato: Fuente: Color de fuente: Automático, Español (alfab. internacional)

Con formato: Fuente: Color de fuente: Automático, Español (alfab. internacional)

Con formato: Normal, Sin viñetas ni numeración

Con formato: Normal, Centrado

~~13.3.6.~~ **CAPÍTULO IV**

~~3.1.~~ TABULACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL

~~13.3.7.~~ ~~3.2.~~ ANÁLISIS DEL VALOR NUTRITIVO ENTRE EL PESCADO CONGELADO Y LIOFILIZADO

~~13.3.7.1.3.2.1.~~ DETERMINACIÓN DE GRASA

Estadísticos

		Congelado	Liofilizado
N	Válidos	3	3
	Perdidos	0	0
Media		6,471167	9,530100
Mediana		6,415600	9,511500
Desv. típ.		,0987664	,1048448
Varianza		,010	,011

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Sin espaciado

~~14.4.~~ **4. CONCLUSIONES**

1. De los tres espesores de filetes evaluados, el de mejor características analizando el porcentaje de humedad y las propiedades sensoriales, fue de 1cm, siendo inversamente proporcional el grosor al tiempo de liofilización.
2. Mediante el análisis sensorial se pudo determinar que no existe diferencia tanto en el filete congelado y liofilizado a los 3 días de procesados, en este tiempo no hubo alteración en el producto confirmándose con el análisis microbiológico y el N.B.V.

~~✓3.~~ Los tratamientos de congelación y liofilización no alteraron el valor nutritivo del producto al no existir diferencia estadísticamente significativa en los valores de proteína, grasa y cenizas para los dos tratamientos.

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría francesa: 0,75 cm, Espacio Después: 0 pto, Numerado + Nivel: 1 + Estilo de numeración: 1, 2, 3, ... + Iniciar en: 1 + Alineación: Izquierda + Alineación: 0,63 cm + Sangría: 1,27 cm

4. El tratamiento de liofilización no afectó el pH al igual que el tratamiento de congelación, ya que los valores se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma INEN 184 que da como referencia valores entre 5.5 y 6.5.

3.5. La vida útil del producto liofilizado fue limitada debido al alto porcentaje de humedad que influyó en los resultados del análisis microbiológico y la medición del Nitrógeno básico volátil.

CAPÍTULO VI

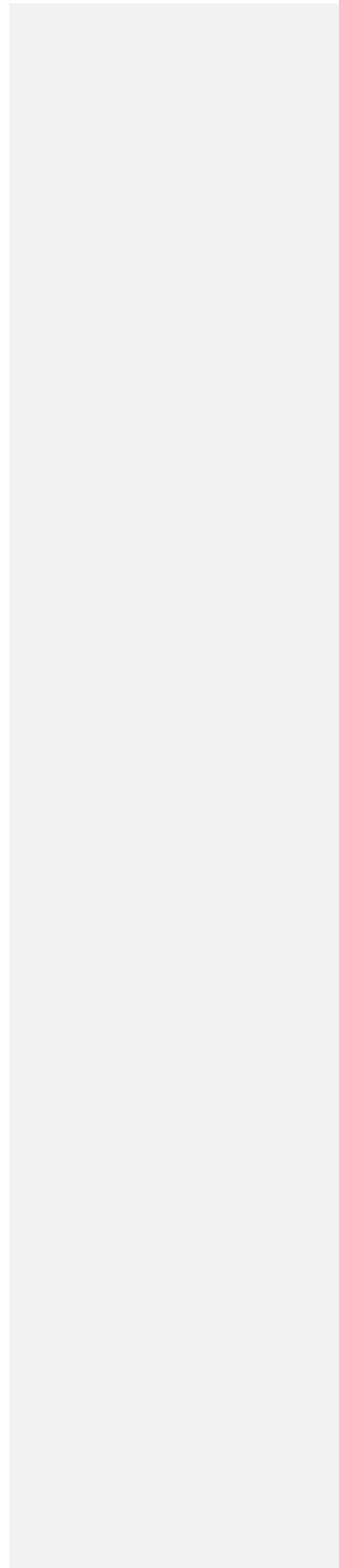
15.5. RECOMENDACIONES

Con formato: Centrado

CUADRO N°27. ESTIMACIÓN Y CONTRASTE DE DOS MEDIAS POBLACIONALES DE RESULTADO GLUCOSA POR DOSIS 50%

Variable Respuesta	Variable Explicativa		
RESULTADO GLUCOSA	DOSIS 50%		
Grupo	Dosis 50%	Control Negativo	
TAMAÑOS MUESTRALES	15	10	
MEDIAS	103.2000	109.6000	
DESVIACIONES TÍPICAS	27.4856	19.3460	
E.E DE LAS MEDIAS	7.0967	6.1177	
Varianza conjunta	E.E de la diferencia de medias	Grados de Libertad	Diferencia de Medias
606.2957	10.0523	23.0000	-6.4000
Estimación			
I.C. al 95% para la diferencia de medias: -6.4000 +/- 20.7947 [-27.1947, 14.3947]			
t-student			
Hipótesis Nula	Hipótesis alternativa	t-student	p-valor
Diferencia de medias = 0.0000	No igual	-0.6367	0.5306

1. Continuar con la investigación, partiendo de muestras liofilizadas con un porcentaje de humedad de al menos 13% con equipos eficientes que permitan mantener las propiedades nutritivas.
2. Realizar estudios de vida útil acelerada tanto para la muestra congelada como liofilizada.
3. Realizar estudios de valor nutritivo luego de la rehidratación adecuada el filete y su cocción.



CAPÍTULO VI

16.6. RESUMEN

Evaluación del valor nutricional de Tilapia Roja (*Oreochromis* spp.) en filetes procesados por liofilización, la investigación se realizó en la Escuela de Bioquímica y Farmacia en la Facultad de Ciencias de la ESPOCH y en el Laboratorio del Área de Desarrollo e Investigación de Alimentos perteneciente al INIAP.

Para mantener su calidad y ampliar su vida útil se utilizó el tratamiento de liofilización, y se comparó con el congelamiento que es el tratamiento usado actualmente para dicho propósito. Los parámetros analizados fueron: valor nutricional, calidad sensorial, calidad microbiológica y nitrógeno básico volátil (N.B.V.). Los datos fueron sometidos a análisis de ANOVA de un factor, cuando aparecieron diferencias significativas a $P \leq 0,05$ se empleó el test de Diferencia Honestamente Significativa HSD de Tukey para comparación de medias.

Se determinó el espesor del filete a evaluar con base en el porcentaje de humedad y las características sensoriales, este fue de 1cm. La siguiente etapa consistió en congelar y liofilizar filetes con dicho espesor en el liofilizador LABCONCO Freeze Dry System del laboratorio de Área de desarrollo e investigación de alimentos del INIAP.

Los resultados mostraron que no existen diferencias estadísticamente significativas en proteína, grasa, ceniza y cloruros, entre los dos tratamientos. El análisis microbiológico presentó un recuento elevados a los 15 días (240 UFC/g) y disminuidos a los 30 días (100 UFC/g) en el producto liofilizado correlacionándose con el elevado N.B.V. y no se detectó presencia de *Staphylococcus aureus* y Coliformes fecales y *E coli*. El análisis sensorial realizado a los 3 días no muestra diferencias para los dos tratamientos.

Concluyendo que el valor nutricional y sensorial es igual tanto en los filetes liofilizados y congelados debido al corto tiempo de almacenamiento al analizar las muestras.

Se recomienda ampliar el análisis de vida útil del producto tanto para muestra congelada y liofilizada para determinar el valor nutritivo obteniendo un producto con características organolépticas y nutricionales

SUMMARY

Con formato: Fuente: Sin Cursiva,
Color de fuente: Automático

In this paper the nutritional evaluation of red tilapia (*Oreochromis spp.*) in processed fillet by lyophilization was evaluated. The research was conducted at the Biochemistry and Pharmacy School, Sciences Faculty at the ESPOCH in the Laboratory of the Development and Food Research Area from INIAP.

To maintain its quality and extend its useful life, the lyophilized treatment was used and it was compared with the freezing that is the treatment used currently for that purpose. The analyzed parameters were: nutritional value, sensorial quality, microbiological quality and volatile basic nitrogen (N.B.V). Data were subjected to ANOVA analysis of a factor, when significant differences appeared to $P \leq 0.05$, the HSD Tukey test was used to comparison of measures.

The thickness of the fillet to be evaluated was determined based on the moisture content and the sensorial characteristics, this was 1 cm. The next stage consisted of freezing and lyophilizing fillets with that thickness in the Freeze Dry System LABCONCO of the Laboratory of the Development and Food Research Area from INIAP.

The results showed that there aren't statistically significant differences in protein, fat, ash and chloride between the two treatments. The microbiological analysis presented a high recount at 15 days (240 UFC/g) and decreased at 30 days (100 UFC/g) in the lyophilized product correlating with the high N.B.V. and presence of *Staphylococcus aureus* and fecal coliforms y *E coli*. Were not detected. The sensory analysis performed at the 3 days didn't show differences for the two treatments.

It is concluded that the nutritional and sensorial value are the same in both: lyophilized and frozen fillets due to the short time of storage when analyzing the samples. It is recommended to extend the useful life of the product.

CAPÍTULO VII

17.7. BIBLIOGRAFÍA

1. **ASTIASARÁN., I., y otros.,** Alimentos Composición y Propiedades., Madrid-España., Litográfica Ingramex S. A de C.V., 2000., Pp. 20-52.
2. **BARRETO., H.,** Liofilización un método de secado de alimentos., Lima-Perú., s ed., 1966., Pp.2-5.
3. **BARRIRO., J. y otros.,** Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas., Caracas- Venezuela., Editorial Equinoccio. 2006., Pp. 8, 130.
4. **BRENNÁN., J., y otros.,** Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos., Madrid-España., Acriba., 1970., Pp. 318-319.
5. **BROKS., G., y otros.,** Microbiología médica., 16. ed., México-D.F. México., El Manual Moderno., 1999., Pp. 899.
6. **CASP., A.,** Procesos de conservación de alimentos., Madrid-España., Ediciones Mundi-prensa., 2012., Pp. 385- 388.
7. **CENZANO., J., y otros.,** Refrigeración, congelación y envasado de los alimentos., Madrid- España., s ed., 2003., Pp. 71-14.

8. **CHARLEY., H.,** Tecnología de alimentos., México-D.F. México., Editorial Limusa, S.A. de C.V., 1991., Pp. 601-612.
9. **CHEFTEL., J y otros.,** Proteínas alimentarias., Madrid-España., Acribia, A.S. 1989., Pp. 153-164.
10. **DESROSIER., N.,** Elementos de la tecnología de alimentos., Continental, S.A. DE C.V., 1983., Pp. 390.
11. **DOSSAT., R.,** Principios de la refrigeración., México-D.F. México., Compañía editorial Continental, S.A. de C.V., 1998., Pp.166-167.
12. **GIL., A.,** Tratado de Nutrición Composición y Calidad Nutritiva de los alimentos., Madrid- España., Editorial médica panamericana., 2010., Pp. 67.
13. **HERRERA., C., y otros.,** Manual de laboratorio. Química de los alimentos., San José- Costa Rica., Comisión Editorial de la Universidad de Costa Rica., 2003., Pp. 22.
14. **HUET., M.,** Tratado de piscicultura., 3ª.ed., Madrid- España., 3ª.ed., Mundi-prensa., 1998., Pp. 309-310.
15. **LARRAÑAGA., I., y otros.,** Control e higiene de los alimentos., Madrid-España., Esmeralda Mora., 1999., Pp. 329 -355.
16. **MADDISON., A., y otros.,** Procesamiento del pescado., Lima-Perú., Lima ITD., 1999., Pp. 5-6.

17. **MENDOZA, E., y otros.,** Bromatología, Composición y propiedades de los alimentos., México-D.F. México., Mcgraw-Hillinter Americana editores, S.A. DE C.V., 2010., Pp.178-182, 185.
18. **PRIMO, E., y otros.,** Química Agrícola, III Alimentos., España- Madrid. Graficas Carreteras., 1979., Pp.556-568.
19. **RAMÍREZ, J.,** Liofilización de alimentos., Cali- Colombia., s ed., 2006., Pp. 25-17.
20. **RAPIN, P., y otros.,** Formulario del frio., Dunod- París., Editorial MarcomboBoixareu., 1996., Pp. 218.
21. **RODRÍGUEZ, M., y otros.,** Pinches del servicio gallego de salud. Temario, test y supuestos práctico., España-Madrid., Editorial MAD S.L., 2006., Pp. 239.
22. **VERDÚ, J.,** Nutrición para educadores., Madrid – España., Ediciones Díaz de Santos., 2005., Pp. 28.
23. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN),** Determinación de Cloruros y pH No 181., Quito- Ecuador., INEN., 1990., Pp.2-4
24. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN),** Determinación de Nitrógeno Volátil No 182., Quito- Ecuador., INEN., 1975., Pp.2-3
25. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

- (INEN)., Conservas envasadas de atún No 184., Quito- Ecuador., INEN., 1990., Pp.3
26. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**,Determinación de cenizas: método de incineración en mufla No 520., Quito- Ecuador., INEN., 1985., Pp.3
27. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**,Control Microbiológico: Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos No 1529-5., Quito- Ecuador., INEN., 2006., Pp.2-4
28. **ECUADOR INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN).**, Control microbiológico de los alimentos determinación de la presencia o ausencia de Coliformes (utilizando medio líquido) No1529-9., Quito- Ecuador., INEN., 1990., Pp.2
29. **BRAVO., C., y otros.**, Análisis económico – financiero de la producción y comercialización de la tilapia roja como una opción para la exportación. Ing. Comercial y Empresarial., Escuela Superior Politécnica del Litoral. Instituto de Ciencias Humanísticas y económicas., Guayaquil-Ecuador., TESIS., 2003., pp5-7
30. **RODRÍGUEZ.**, Desarrollo e implementación de un manual de buenas prácticas de producción acuícola en tilapias del proyecto Piscícola Jacalurco, en la provincia de Pastaza., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias., Riobamba- Ecuador., TESIS., 2010 Pp. 19
31. **NAVARRO., A.**, Ensayo de dos modelos de policultivo empleando bagre

(*Ictalurus punctatus*) tilapia híbrida (*Oreochromis niloticus* vs. *Oreochromis mossambicus*) y langostino (*Macrobrachium tenellum*), en estanques semi- rústicos caso Jocotepec, Jalisco., Universidad de Colima. Facultad de Ciencias Marinas., Colima- México., TESIS., 2002., Pp. 20-25

32. **JIMÉNEZ, H.**, Correlación de métodos para determinar frescura en la Corvina aguada (*Cynoscion squamipinnis*), Licenciada en tecnología de alimentos., Universidad de Costa Rica., Interdisciplina en tecnología de alimentos., San Juan- Costa Rica., TESIS., 1981., Pp. 9-10
33. **REA, V.**, Evaluación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial del comino *Cuminum cyminum* como potencial bioconservador en la carne de trucha., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia., Riobamba- Ecuador., TESIS., 2011., Pp. 20-24.
34. **FAO.**, Informe de pesca N° 476 Suplemento., 1992., Comisión de pesca continental para América Latina., Cartagena- Colombia., Pp. 105-107
35. **GALLEGO, J.**, Manual de prácticas de Microbiología de alimentos., 2003., Riobamba- Ecuador., Pp.1-55
36. **LUCERO, O.**, Técnicas de Laboratorio de bromatología y análisis de alimentos., s.ed., Riobamba-Chimborazo., 2010., Pp. 4-9

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

37. **CALIDAD DE PESCADO.**

http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/43Calidad_Pescado.pdf

2012/05/21

38. **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UN LIOFILIZADOR.**

<http://www.biocidi.com.ar/liofilizador.htm>

2012/05/21

39. **CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE FILETES DE TILAPIAS FENOTÍPICAMENTE ROJAS Y NEGRAS, CRIADAS EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO-MONAGAS DE VENEZUELA**

http://biblioteca.monagas.udo.edu.ve/cgi-win/be_alex.exe?Palabra=Tilapia+-+Valor+Nutricional&Nombrebd=bmoudo

2012/06/21

40. **CÓDIGO DE PRÁCTICAS PARA EL PESCADO Y LOS PRODUCTOS PESQUEROS.**

http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10273/CXP_052s.pdf

2012/06/21

41. **COLIFORMES TOTALES.**

<http://www.scribd.com/doc/6655598/Placa-3M-Para-Coliformes-Totales-Instrucciones-de-Uso>

2012/05/22

42. **CONTENIDO DE MINERALES EN DOCE ESPECIES DE PESCADO DE IMPORTANCIA COMERCIAL EN VENEZUELA**

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222000000200013&script=sci_arttext
2012/05/30

43. **CONTROL MICROBIOLÓGICO TRADICIONAL.**

<http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768S/T1768S05.htm>
2012/05/30

44. **CULIACÁN DE ROSALES, SINALOA CURSO TALLER: CULTIVO DE TILAPIA (*Oreochromis spp*) A ALTA DENSIDAD EN MÓDULOS FLOTANTES, CON ÉNFASIS EN BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA PARA LA INOCUIDAD ALIMENTARIA Y PARA LA GENERACIÓN DE UN PRODUCTO DE CALIDAD SUPREMA.**

www.cesasin.com.mx/
2012/05/30

45. **CULTIVO DE LAS TILAPIAS.**

http://webmail.radiomaranon.org.pe/redmaranon/archivos/cultivo_de_tilapia.pdf
2012/05/30

46. **DESCONGELACIÓN.**

<http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=da%C3%B1o+por+descongelacion-SSR3O2gS95pqbg>
2012/05/27

47. **DESHIDRATACIÓN: SECADO Y LIOFILIZACIÓN.**

www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r46891.PDF
2012/05/22

48. **DETERMINACIÓN DE ACIDEZ (COMO ÁCIDO LÁCTICO)**
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27393/2/articulo7.pdf>
2012/05/04

49. **DETERIORO DE PESES MOLUSCOS Y CRUSTÁCEOS: (Carlos Olivera)**
<http://www.pes.fvet.edu.uy/publicaciones/deterio.htm#nitrogenados>
2012/05/04

50. **EL PESCADO FRESCO: SU CALIDAD Y CAMBIOS DE SU CALIDAD.**
<http://www.fao.org/DOCREP/V7180S/v7180s09.htm>
2012/05/24

51. **EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA CLIMATIZACIÓN DE ESTANQUES CON ENERGÍA SOLAR PARA CULTIVO DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp.*).**
http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472006000100014&lng=pt&nrm=
2012/05/24

52. **GUÍA DE MANIPULACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PESCADO FRESCO.**
http://www.nasdap.ejgv.euskadi.net/r50-public2/es/contenidos/informacion/coleccion_itsaso/es_dapa/adjuntos/guia_pescado.pdf
2012/03/04

53. **GUÍA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA EL CULTIVO Y PROCESAMIENTO DE TILAPIA.**
<http://www.serna.gob.hn/DGA%20P+L/Gu%C3%ADas%20de%20Producci%C3%B3n%20Limpia%20Ultima%20Versi%C3%B3n%20nov%2009/GUIA%20P+L%20TILAPIA.pdf>

2012/05/23

54. **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS.**

http://www.anmat.gov.ar/alimentos/Guia_de_interpretacion_resultados_microbiologicos.pdf

2012/05/23

55. **LAS VITAMINAS EN LOS ALIMENTOS.**

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth/08.html

2012/05/18

56. **LIOFILIZACIÓN DE ALIMENTOS.**

http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf

2012/05/31

57. **LIOFILIZACIÓN EQUIPOS Y SERVICIOS.**

<http://www.rificor.com.ar/folletos/FIC%20L-50.pdf>

2012/05/22

58. **LIOFILIZACIÓN HISTORIA.**

<http://www.alimentosartesano.com/web/sites/default/files/lioofilizadosartesanono.pdf>

2012/05/22

59. **MANEJO DEL CULTIVO DE TILAPIA.**

pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADK649.pdf

2012/05/24

60. **MANUAL DE PRODUCCIÓN DE TILAPIA CON ESPECIFICACIONES DE CALIDAD E INOCUIDAD.**
<http://www.funprover.org/formatos/cursos/Manual%20Buenas%20Practicas%20Acuicolas.pdf>
2012/05/01

61. **MODELO COMPUTACIONAL PARA LIOFILIZACIÓN**
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/730/73000111.pdf>
2012/05/17

62. **ONU ALERTA DESMESURADOS NIVELES DE DESNUTRICIÓN INFANTIL EN ECUADOR**
<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/onu-alerta-sobre-los-desmesurados-niveles-de-desnutricion-infantil-en-ecuador-330167.html>
2012/05/17

63. **PESCADOS Y MARISCOS.**
http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Peces_Y_Mariscos.pdf
2012/05/31

64. **PROYECTO INSTITUCIONAL: MÉTODOS ALTERNATIVOS DE APRENDIZAJE (MEAAP/UAP)**
<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Peces.pdf>
2012/05/31

65. **PRUEBAS ESTADÍSTICAS**
www.upcomillas.es/.../analisisdevarianza/ANOVAIntroduccion.pdf
2012/06/31

66. ***Staphylococcus aureus*, EL PATÓGENO DE LOS MANIPULADORES.**

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2003/11/22/9514.php>

2012/05/29

67. **REQUISITOS SANITARIOS Y PLANES DE MUESTREO PARA LA CERTIFICACIÓN SANITARIA DE PRODUCTOS PESQUEROS DE EXPORTACIÓN.**

<http://es.scribd.com/doc/59306536/CER-NT2-7>

2012/05/2

Dulce		
Cremoso		
Aceite		
Fresco		
Neutro		
Oxidado		
Mohoso		
Fermentado		
Rancio		
SABORES EXTRAÑOS		
Ninguno		
Desinfectante		
Aceite		
Combustible		
Muy amargo		
Alcalino		
Polifosfatos		
TEXTURA		
Jugosa		
Firme		
Blanda		
Pastosa		
Gelatinosa		
Seca		

**ANEXO No. 2 FOTOGRAFÍA DONDE SE FILETEO Y COMO SE DEGOLLÓ EL PESCADO
PREPARACIÓN DE LOS FILETES “*Oreochromis spp.*”**



**ANEXO No. 3 FOTOGRAFÍA DE FILETES LIOFILIZÁNDOSE EN LA ESPOCH, MUESTRAS
PREPARADAS PARA LIOFILIZAR EN INIAP LIOFILIZACIÓN DE “*Oreochromis spp.*”**



ANEXO No. 4 FOTOGRAFÍA PROCESO DE EMPAQUE DE MUESTRAS LIOFILIZADAS Y SELLADAS AL VACÍO EN INIAP



ANEXO No. 5 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE *Oreochromis* spp.”

Determinación de humedad



Determinación de Ceniza



Determinación de Grasa



Determinación de Proteína



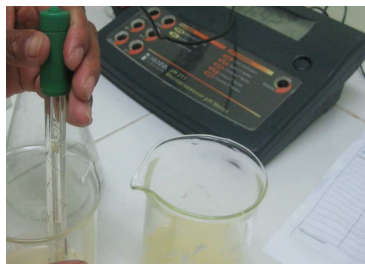
Determinación del nitrógeno básico volátil



Determinación Acidez



Determinación pH

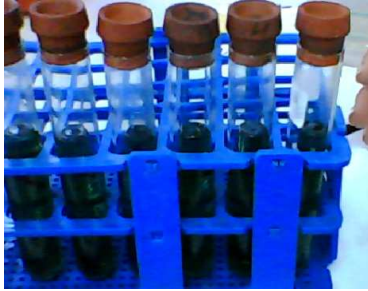


Determinación de Cloruros



ANEXO No. 6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE *Oreochromis spp.*

PRESENCIA AUSENCIA DE COLIFORMES TOTALES....AUSENCIA DE *Staphylococcus aureus*



PRESENCIA DE MESOFILOS AEROBIOS

