



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTÉCNICAS
CARRERA DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIA

TEMA:

EFFECTO DEL USO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA INHIBICIÓN
DEL DETERIORO MICROBIOLÓGICO DE FILETES DE TILAPIA ROJA
(*Oreochromis sp.*).

AUTORES:

CHAVARRÍA MINAYA RAMÓN LEONARDO
ZAMBRANO GONZÁLEZ ANDRÉS SEBASTIÁN

DIRECTOR:

BLGO. MRNO. GERARDO CUENCA NEVÁREZ. MCs.

CHONE - MANABÍ - ECUADOR

2019

DECLARATORIA

Los resultados obtenidos en el siguiente trabajo investigativo, así como las conclusiones, son de propiedad exclusiva de los autores, queda prohibida la reproducción total o parcial de este trabajo sin autorización de los mismos.

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo al PADRE CELESTIAL DIOS, por darme la vida, salud y también por darme una familia humilde pero unida ante toda adversidad.

A mi esposa por estar conmigo en esta etapa de mi vida y darme la confianza y apoyo diariamente para salir adelante por un futuro mejor.

A mis padres por él apoyó tanto económico como social, por ser la persona que soy en la actualidad, cada día que paso y pasa ahora que soy padre me doy cuenta del esfuerzo que uno como padre hace por sus hijos.

CHAVARRÍA MINAYA RAMÓN LEONARDO

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi DIOS por ser lo que soy y donde estoy.

Gracias a mi familia y esposa por el apoyo y amor. Son quienes, han formado parte de mi vida y son aquellos que me dan las fuerza para seguir adelante.

Agradezco a la Universidad Técnica de Manabí y a su cuerpo docente por brindarme sus conocimientos a lo largo de este proceso de mi formación profesional.

De manera muy generosa a mi tutor Blgo. Mrno. Gerardo Cuenca Nevárez, por tenerme paciencia para guiarme durante mi desarrollo de tesis.

CHAVARRÍA MINAYA RAMÓN LEONARDO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente por darme la vida, salud y la oportunidad de aprender mucho de esta carrera y por estar siempre conmigo en todos lados.

Luego le dedico este trabajo a mis padres por todo el apoyo Económico, moral, ético, y espiritual que siempre me supieron dar para llegar a conseguir con éxito esta meta y muchas más que están por venir

ZAMBRANO GONZÁLEZ ANDRÉS SEBASTIÁN

AGRADECIMIENTOS

En Esta etapa de mi vida quiero agradecer principalmente a Dios por permitirme llegar hasta donde estoy y continuar en este hermoso camino llamado vida.

Luego de esto quisiera agradecer a mis padres por el apoyo económico, moral y espiritual.

También quiero agradecer a todas esas personas que algunas ves se negaron a ayudarme porque gracias a ello pude sacar ese combustible interno y salir adelante en todo lo que me propuse.

Agradezco también a toda mi familia que sin dudarlo siempre se prestaron a ayudarme en lo que más podían.

Así mismo agradezco a mis compañeros más queridos de la facultad por todo su apoyo y amistad incondicional.

Y por último y no menos importante hago mis más sinceros agradecimientos a la facultad y todo el personal del cual adquirí muchos conocimiento, experiencias y amistades.

muchas gracias a todos por todo!!

ZAMBRANO GONZÁLEZ ANDRÉS SEBASTIÁN

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Blgo. Mrno. Gerardo Cuenca Nevárez, catedrático de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí CERTIFICA, que la presente tesis titulada: **“EFECTO DEL USO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA INHIBICIÓN DEL DETERIORO MICROBIOLÓGICO DE FILETES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*)”** ha sido realizada por los egresados: **CHAVARRÍA MINAYA RAMÓN LEONARDO** y **ZAMBRANO GONZÁLEZ ANDRÉS SEBASTIÁN**; bajo la dirección del suscrito habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Blgo. Mrno. Gerardo Cuenca Nevárez. MCs.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Evaluación designado por:
el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Zootécnicas,
extensión Chone de la Universidad Técnica de Manabí, como requisito previo a
la obtención del título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

TEMA:

**“EFECTO DEL USO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA INHIBICIÓN
DEL DETERIORO MICROBIOLÓGICO DE FILETES DE TILAPIA ROJA
(*Oreochromis sp*)”**

REVISADA Y APROBADA POR:

.....

REVISOR DE TESIS

PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL

SEGUNDO MIEMBRO DEL TRIBUNAL

TERCER MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR

Yo, CHAVARRÍA MINAYA RAMÓN LEONARDO, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis **“EFECTO DEL USO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA INHIBICIÓN DEL DETERIORO MICROBIOLÓGICO DE FILETES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*)”**; además, declaro bajo juramento que la presente investigación es de mi total responsabilidad como autor, y que he respetado las diferentes fuentes de información citadas. Además, autorizo a la Universidad Técnica de Manabí a utilizar los contenidos investigativos como referencia bibliográfica para fines académicos, por cualquier medio o forma, citando como fuente de información al autor de la misma.

.....

CHAVARRÍA MINAYA RAMÓN LEONARDO

DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR

Yo, ZAMBRANO GONZÁLEZ ANDRÉS SEBATIÁN, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis **“EFECTO DEL USO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN LA INHIBICIÓN DEL DETERIORO MICROBIOLÓGICO DE FILETES DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*)”**; además, declaro bajo juramento que la presente investigación es de mi total responsabilidad como autor, y que he respetado las diferentes fuentes de información citadas. Además, autorizo a la Universidad Técnica de Manabí a utilizar los contenidos investigativos como referencia bibliográfica para fines académicos, por cualquier medio o forma, citando como fuente de información al autor de la misma.

.....
ZAMBRANO GONZÁLEZ ANDRÉS SEBASTIÁN

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS	V
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	VI
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN.....	VII
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR	VIII
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR	IX
INDICE DE CONTENIDO.....	X
INDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento del Problema	2
Formulación del Problema.....	2
Formulación de la hipótesis.....	2
Objetivos	3
Objetivo General	3
CAPITULO I	5
1.1. La tilapia.....	5
1.2. Tilapia roja	6
1.3. Clasificación taxonómica.....	7
1.4. Causas y efectos del deterioro del pescado fresco.....	8
1.5. Cambios en la calidad comestible.....	11
1.6. Bacterias ácido lácticas (BAL).....	11

1.6.1.	Accionar de las bacterias (BAL)	12
1.6.2.	Productos lácteos fermentados por el proceso microbiano	13
1.6.3.	Clasificación de las bacterias (BAL)	13
1.6.4.	Usos de las bacterias ácido lácticas (BAL) en filetes	16
CAPITULO II		18
2.1.	Área de Estudio.....	18
2.2.	Material de análisis	18
2.3.	Metodología	19
2.3.1.	Parámetros físico-químicos	20
2.3.2.	Parámetros microbiológicos	21
2.4.	Análisis sensorial	22
2.5.	Análisis estadístico.....	23
CAPITULO III		24
3.1.	Parámetros físico químicos de los filetes de tilapia roja (<i>Oreochromis sp</i>)	24
3.1.1.	Análisis del pH.....	24
3.1.2.	Porcentaje de pérdida de agua.....	25
3.1.3.	Análisis de las bases volátiles totales de nitrógeno	26
3.2.	Parámetros microbiológicos de los filetes de tilapia roja	28
3.2.1.	Recuento de microorganismos mesófilos.....	28
3.2.2.	Recuento de <i>Escherichia coli</i>	29
3.2.3.	Recuento de bacterias ácido lácticas (BAL)	31
3.3.	Análisis sensorial	32
CONCLUSIONES.....		35
RECOMENDACIONES		36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí km 2 ½ vía Chone-Boyacá.....	18
Figura 2. Valores de pH en filetes de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas.....	25
Figura 3. Valores del porcentaje de pérdida de agua en filetes de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas	26
Figura 4. Valores de las bases volátiles totales del nitrógeno (BVT-N) en filetes de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas.	27
Figura 5. Recuento de microorganismos mesófilos durante el tiempo de almacenamiento de los filetes de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas.....	29
Figura 6. Recuento de <i>E. coli.</i> , durante el tiempo de almacenamiento de los filetes de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas	30
Figura 7. Recuento de BAL durante el tiempo de almacenamiento de los filetes de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas	32
Figura 8. Atributos sensoriales de los filetes de tilapia roja (<i>Oreochromis</i> sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas.	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Utilización de las principales bacterias ácido lácticas (BAL)	17
Tabla 2. Tratamientos a considerar en la conservación de filetes de tilapia roja (Oreochromis sp).....	19

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del uso de bacterias ácido lácticas en la inhibición del deterioro microbiológico de filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*), para lo cual se analizaron dos géneros de BAL (*Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus acidophilus*) en dos tiempos de impregnación (1h y 2h). Los filetes se conservaron a temperatura de refrigeración $3 \pm 0,5$ °C por 30 días, cada 10 días se evaluaron el pH (6,20 a 6,54); el porcentaje de pérdida de agua fue de (5,91% para el nivel de 1 hora y 5,35% para el nivel de 2 horas). En lo que se refiere a la valoración de las BVT-N todos los tratamientos con BAL tuvieron valores (17,29 y 23,98mg 100g⁻¹) que no sobrepasaron el valor normal de 125 mg 100g⁻¹. Dentro del análisis microbiológico de este estudio, el recuento de mesófilos en los filetes de tilapia tratados con *Lactobacillus* presentó un valor de $5,47 \pm 0,40$ log UFC g⁻¹ y para los tratados con *Streptococcus t.*, $5,03 \pm 0,15$ log UFC g⁻¹; para *E. coli.*, los filetes tratados con BAL, concluyeron el análisis con un promedio de $5,17 \pm 0,09$ log UFC g⁻¹ y $3,42 \pm 0,21$ log UFC g⁻¹ para cada uno de los tiempos de inmersión; en ambos casos dentro de los rangos que establece la norma NTE-INEN 183-2013 y en el caso del recuento de BAL tenemos una cantidad de $8,04 \pm 0,04$ log UFC g⁻¹ para *Lactobacillus a.*, mientras que para *Streptococcus t.*, $7,90 \pm 0,03$ log UFC g⁻¹. Ya en lo que respecta, al análisis sensorial los atributos sensoriales que fueron considerados cada 10 días fueron: apariencia, color, aroma y sabor; encontrándose que en los filetes de tilapia tratados con BAL los valores reportados siempre estuvieron por encima del límite de aceptabilidad establecido para el presente estudio que fue 4.

Palabras clave: Bioconservación, análisis sensorial, inhibición, deterioro proteolítico, bioacuático

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the effect of the use of lactic acid bacteria in the inhibition of the microbiological deterioration of red tilapia fillets (*Oreochromis sp*), for which two genera of BAL (*Streptococcus termophilus* and *Lactobacillus acidophilus*) were analyzed in two impregnation times (1h and 2h). The fillets were kept at refrigeration temperature 3 ± 0.5 °C for 30 days, every 10 days the pH was evaluated (6.20 to 6.54); the percentage of water loss was (5.91% for the 1-hour level and 5.35% for the 2-hour level). Regarding the assessment of BVT-N, all BAL treatments had values (17.29 and 23.98mg 100g⁻¹) that did not exceed the normal value of 125mg 100g⁻¹. Within the microbiological analysis of this study, the mesophyll count in tilapia fillets treated with *Lactobacillus a.*, presented a value of 5.47 ± 0.40 log CFU g⁻¹ and for those treated with *Streptococcus t.*, 5.03 ± 0.15 log CFU g⁻¹; for *E. coli.*, the fillets treated with BAL, concluded the analysis with an average of 5.17 ± 0.09 log CFU g⁻¹ and 3.42 ± 0.21 log CFU g⁻¹ for each of the times immersion; in both cases within the ranges established by the NTE-INEN 183-2013 norm and in the case of the BAL count we have an amount of 8.04 ± 0.04 log CFU g⁻¹ for *Lactobacillus a.*, while for *Streptococcus t.*, 7.90 ± 0.03 log CFU g⁻¹. Regarding sensory analysis, the sensory attributes that were considered every 10 days were: appearance, color, aroma and flavor; finding that in tilapia fillets treated with BAL the reported values were always above the acceptability limit established for the present study, which was 4.

Key words: Bioconservation, sensory analysis, inhibition, proteolytic deterioration, bioaquatic

INTRODUCCIÓN

El pescado, incluidos los pescados y mariscos, aportan el 17% de las proteínas animales y el 7% de todas las proteínas, y es crucial para más de 3 mil millones de personas en los países en desarrollo (Alvarado, Ruíz, & Moncayo, 2016). El pescado y los productos pesqueros son buenas fuentes de ácidos grasos poliinsaturados, minerales esenciales y vitaminas, y representan un componente importante de la dieta humana, proporcionando casi el 20% de la ingesta diaria promedio de proteína animal para una población aproximada de 3.1 mil millones de personas (FAO, 2016).

El pescado proporciona aminoácidos esenciales de alta calidad, ácidos grasos omega-3 docosahexaenoico y eicosapentaenoico, minerales, especialmente hierro, zinc y vitaminas, a menudo en formas altamente biodisponibles (Golden *et al.*, 2016).

A nivel mundial, las tasas de consumo de pescado están creciendo más rápido que el crecimiento de la población mundial, debido al aumento de los ingresos y la conciencia de los beneficios para la salud asociados con el consumo de pescado, así como el aumento de la urbanización (Anderson *et al.*, 2017).

Además de proporcionar directamente alimentos de alta calidad, la pesca y la acuicultura crean valor económico a través de la producción, el comercio y la comercialización de peces silvestres y de cultivo (Rangel, *et al.*, 2014).

En Ecuador, existe una importante producción piscícola, prevaleciendo la cría de tilapia, donde las técnicas de manipulación y conservación básicas resultando muy eficaces por lo que permiten conservar por algún tiempo la carne; sin embargo, el expendio directo al consumidor comúnmente se lo realiza en mercados populares y en muchas ocasiones se encuentran en condiciones precarias y expuestas a la contaminación microbiana alterando las propiedades organolépticas de la misma, en ningún caso se ha observado métodos que

permita prolongar la vida de anaquel de la carne de tilapia y sin variar las características propias de esta especie (Guerra., *et al*, 2012).

Planteamiento del Problema

La FAO (2004), sostiene que, a nivel mundial, la actividad de acuicultura ha crecido a un ritmo promedio del 9,2% anual desde 1970, comparado con el 1,4% de la pesca de captura y el 2,8% de los sistemas de producción de carne en tierra firme. Más de 1000 millones de personas en el mundo dependen del pescado como fuente de proteína animal, por lo que se prevé que el consumo por persona año⁻¹, ascenderá desde los 16kg actuales hasta los 19 a 2kg en el 2030.

La única producción mundial que llega a superar a la producción de la tilapia, es la de la carpa. Si bien el producto tilapia en su gran mayoría proviene de cultivo, tanto de los países latinoamericanos como los asiáticos; también existen pesquerías de esta especie. Dentro de los países latinoamericanos, México lleva la delantera en cuanto a consumo de pescado de captura, con un 90% y por el otro lado su producción proveniente de cultivo (que en el 2002 se encontraba por debajo del 11%), creció últimamente hasta un 15% (INFOPECA, 2006).

Por su parte, Brasil mantiene un ritmo de crecimiento anual del 26% para su sector acuícola total y el cálculo para el 2030, llevaría a duplicar su producción, incrementándose fuertemente el número de piscicultores que cultivan en estanques, represas, lagos, canales de riego, entre otros (Ragnar & Darryl, 2019).

Formulación del Problema

¿Se desconoce si el efecto del uso de bacterias lácticas inhibe el deterioro microbiológico de filetes de tilapia roja?

Formulación de la hipótesis

El uso de bacterias lácticas no tiene efecto en la inhibición del deterioro microbiológico de filetes de tilapia roja.

Justificación

La tilapia roja, como todo pescado es un producto altamente perecedero debido a una serie de cambios autolíticos, oxidativos y microbianos que producen alteraciones en la calidad del producto a nivel sensorial (olor, sabor, apariencia y textura) y en su tiempo de vida útil durante el almacenamiento (Fernandez, *et al.*, 2007).

A través del tiempo, se han desarrollado diversos mecanismos para la conservación del pescado que contribuyen a la inocuidad, reducen el deterioro, alargan su vida útil, dan valor agregado e influyen en las propiedades sensoriales para su distribución y comercialización alrededor del mundo; entre éstos mecanismos, se encuentran la reducción de la temperatura (enfriamiento, refrigeración y congelación), tratamiento térmico (enlatado, cocción y ahumado), reducción del agua disponible (secado, salazón, ahumado) y reducción de pH (escabechado, fermentación).

El uso de BAL, es de gran importancia dentro de la industria alimentaria, sobre todo en lo que respecta a la conservación de productos y mejorador de las características sensoriales de los mismos (Bromberg, *et al.*, (2004).

Por tanto, las BAL y sus metabolitos, se están usando en la producción de alimentos debido a su estabilidad en condiciones de procesamiento (pH, temperatura, salinidad, atmósfera de empaque), ya sea de manera aislada o en combinación con tratamientos fisicoquímicos, con bajas concentraciones de conservadores químicos naturales o tradicionales, con el propósito de prolongar la vida de anaquel, conservar la calidad nutricional, contribuir a características organolépticas y calidad microbiológica del alimento contra microorganismos patógenos y responsables del deterioro.

Objetivos

Objetivo General

- Determinar el efecto del uso de bacterias ácido lácticas en la inhibición del deterioro microbiológico de filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*).

Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del uso de dos cepas de BAL (*Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus acidophilus*) como agente conservante en la conservación de filetes de tilapia roja (*Oreochromis spp.*).
- Determinar la calidad físico-química y microbiológica de los filetes de tilapia impregnados con BAL.
- Analizar la calidad sensorial de los filetes de tilapia (*Oreochromis spp.*) mediante un panel entrenado.

CAPITULO I

1.1. La tilapia

La tilapia es la variedad más representativa de los cultivos acuícolas de agua dulce del Ecuador. Pertenece a la familia de las *Cichlidae*, que está muy extendida en las aguas de África intertropical. (Huet, 1983). La tilapia roja es un tetra-híbrido, resultante del cruce de cuatro representantes del género *Oreochromis*: *O. mossambicus* (Mozambica), *O. niloticus* (Nilótica), *O. Hornorum* y *O. aureus* (Aurea) (CORPEI, 2001).

La tilapia (*Oreochromis niloticus*) cuyo nombre científico a la que se hace referencia es de la especie *Oreochromis ssp*, es un pez de origen tropical, cuyo cultivo e industrialización es una actividad prácticamente nueva en el país, pero con un gran potencial económico. Hace poco menos de una década, nadie hubiera imaginado que el desarrollo de las granjas de tilapia en nuestro país, hubiesen alcanzado la importancia industrial y tecnológica que tienen actualmente (Sanches, 2007).

En nuestro medio las zonas de mayor desarrollo de la tilapia se encuentran en la zona de Taura, en la provincia del Guayas, El Oro, Manabí y la Península de Santa Elena, consideradas zonas de potencial desarrollo del cultivo piscícola de la tilapia. Así mismo, Sanches en (2007), afirma que la tilapia tiene antecedentes históricos y bíblicos, pues desde épocas muy remotas formaba parte de la dieta de los habitantes de las zonas asiáticas y del norte de Africa. El nombre de tilapia abarca a varios géneros de especies de familia *Cichlidae*: *Sarotherodon* y *Oreochromis*. La tilapia es uno de los grupos de peces cultivados que más ha crecido en el mundo, y cuyos cultivos se dan en áreas tropicales y semitropicales.

Recién en los últimos 50 años, comenzó a centrarse interés en ellas como una alternativa importante llevándolas a su distribución a nivel casi mundial. La producción comercial de la tilapia presenta varios desafíos, aun cuando este pez es resistente a enfermedades, muy rústico tolerante a las condiciones de alta densidad, posee alto potencial de rendimiento y puede crecer tanto en agua dulce como en agua salobre. Además, varias especies son herbívoras y pueden

criarse principalmente con proteínas vegetales. Incluso como el sabor de la tilapia depende de la dieta y de la calidad del agua, cambios menores en la dieta producen una variedad de sabores en la carne (Joffraud, *et al.*, 2006).

La cría de tilapia es una nueva alternativa de producción que necesita condiciones de clima favorable para la especie, suelos, fuentes de agua y tierras aptas, desarrollo de tecnología, manejo eficiente en la alimentación de acuerdo a la demanda, estricta sanidad, animales de alta calidad y adecuado canal de comercialización (Alvarado, *et al.*, 2016).

Para ello debe ser analizado el tipo de terreno, el área requerida, la topografía, la posibilidad de expansión y los drenajes, hay que tomar en cuenta la disponibilidad de agua, caudal, calidad de fuente, costo de abastecimiento. La cantidad de agua será igual al volumen de volumen de llenado inicial más evaporación (15 cm mes^{-1}), más filtración 2%, más 3% recambio día⁻¹ (Arboleda, 2006).

La piscicultura en estanques requiere inversiones de mediano y largo plazo para infraestructura y equipamiento; conviene identificar la fuente financiera y sus términos, el presupuesto y las amortizaciones, los costos de construcción, maquinaria, equipo y transporte. Disponibilidad de mano de obra y sus debilidades, salarios, puntos de riesgo, crecimiento de comunidades y demanda para la misma fuente de agua. De acuerdo con Arboleda (2006), es conveniente disponer de información de las leyes relacionadas, las regulaciones sobre el uso de agua e impacto ambiental, especialmente la ley de regulación de la acuicultura. La temperatura varía entre 22°C y 32°C, el rango óptimo para el crecimiento es de 28°C a 32°C.

1.2. Tilapia roja

Proviene de cuatro especies de Tilapia. *Oreochromis aureus*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis hornorum* Se ha logrado mayor crecimiento, resistencia a enfermedades, mayor porcentaje de lomo, cabeza más pequeña, resistencia a bajas temperaturas, color más profundo y estable, menor cantidad de machos (Hsien-Tsang & Quintanilla, 2008).

Así mismo, Baltazar & IPECMAR., en (2009), determinaron que en cuanto a su reproducción, la tilapia alcanza la madurez a los 3 meses y su tamaño es de 12 cm o 32 gr. Los huevos son incubados en la boca de la hembra durante 48 – 72 horas hasta que eclosionan, posteriormente las crías son protegidas durante 7 – 12 días por los padres que alejan a los otros depredadores. Alcanza un peso de 350 gramos en 180 días a una densidad de 3 a 5 peces, con un peso inicial de 10 gramos.

La tilapia puede tener un sabor mohoso si están presentes ciertas clases de algas, por lo tanto, la calidad de agua en la que se cultive es crítica.

1.3. Clasificación taxonómica

La tilapia es un pez tetra híbrido, perteneciente a los peces cíclidos del sur de África que ha tenido éxito en la acuicultura de los países tropicales, y cuya taxonomía es:

Reino: Animalia

Phyllum: Chordata

Clase: Actinopterygij

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae

Subfamilia: Pseudocrenilabrinae

Género: Oreochromis

Especie: sp

NC: *Oreochromis sp.*

NV: Tilapia roja

Cabe destacar, que este pez se ha constituido en una fuente de proteína animal de bajo costo, así mismo, este pez es tolerante a un amplio gradiente de temperatura, es omnívoro y de acuerdo con Sanches, (2007), es apetecible para comer.

1.4. Causas y efectos del deterioro del pescado fresco

Los pescados frescos son aquellos que, desde su captura, no han sufrido ninguna operación para su conservación, excepto la adición de hielo troceado, puro o mezclado con sal. No se considera proceso conservador el descabezado, el desangrado o eviscerado ni el mantenimiento en refrigeración. Entre los elementos evidentes del deterioro en pescado se encuentran, según Roth, Slinde, & Arildsen, (2006) los siguientes:

- detección de olores y sabores extraños
- formación de exudados
- producción de gases
- pérdida de color
- cambios de textura

Las causas de la alteración del pescado fresco pueden ser de dos tipos: microbiológica y no microbiológica. Los primeros cambios sensoriales del pescado durante el almacenamiento están relacionados con la apariencia y la textura. El sabor característico de las especies normalmente se desarrolla durante los dos primeros días de almacenamiento en hielo (Randell, Hattula, & Ahvenainen, 1997).

En este mismo orden de cosas, los autores anteriormente citados, mencionan que el cambio más dramático es el ataque del *rigor mortis*. Inmediatamente después de la muerte el músculo del pescado está totalmente relajado, la textura flexible y elástica generalmente persiste durante algunas horas y posteriormente el músculo se contrae.

Cuando se torna duro y rígido, todo el cuerpo se vuelve inflexible y se dice que el pescado está en *rigor mortis*. Esta condición generalmente se mantiene durante uno o más días y luego se resuelve el *rigor*. La resolución del *rigor mortis* hace que el músculo se relaje nuevamente y recupere la flexibilidad, pero no la elasticidad previa al *rigor*. La proporción entre el comienzo y la resolución del rigor varía según la especie y es afectada por la temperatura, la

manipulación, el tamaño y las condiciones físicas del pescado (Lyhs, *et al.*, (2001).

El efecto de la temperatura sobre el rigor no es uniforme. En el caso del bacalao, las altas temperaturas ocasionan un rápido comienzo del *rigor* y un *rigor mortis* bastante fuerte. Esto debe ser evitado, dado que las fuertes tensiones producidas por el *rigor* pueden causar "desgajamiento", es decir, debilitamiento del tejido conectivo y posterior ruptura del filete. Generalmente se acepta que el comienzo y la duración del *rigor mortis* resultan más rápido a mayor temperatura, pero se ha observado en ciertas especies tropicales el efecto opuesto de la temperatura, en relación con el comienzo del *rigor* (Fernandez, *et al.*, 2007).

Resulta evidente que en estas especies el inicio del *rigor* se acelera a la temperatura de 0 °C en comparación con 10 °C, lo cual muestra buena correlación con la estimulación de los cambios bioquímicos a 0 °C (Barriga, *et al.*, 2005). Sin embargo, una explicación para esto ha sido sugerida por Abe y Okuma (1991), quienes han demostrado que el comienzo del *rigor mortis* en la carpa (*Cyprinus carpió*) depende de la diferencia entre la temperatura del mar y la temperatura de almacenamiento. Cuando esta diferencia es grande, el *rigor* se inicia a menor tiempo y viceversa.

De acuerdo con Fernández, *et al.*, (2007), determina que el *rigor mortis* se inicia inmediatamente o poco después de la muerte, en el caso de peces hambrientos y cuyas reservas de glucógeno están agotadas, o en peces exhaustos. El método empleado para aturdir y sacrificar el pez también influye en el inicio del *rigor*. El aturdimiento y sacrificio por hipotermia (el pez es muerto en agua con hielo) permite obtener el más rápido inicio del rigor, mientras que un golpe en la cabeza proporciona una demora de hasta 18 horas.

El significado tecnológico del *rigor mortis* es de mayor importancia cuando el pescado es fileteado antes o durante el *rigor*. Durante el rigor el cuerpo del pescado está completamente rígido; el rendimiento del fileteado resulta muy bajo y una manipulación tosca puede causar el desgarramiento de los filetes. Si los filetes son removidos del hueso antes del *rigor*, el músculo puede contraerse libremente y se encogerá al comenzar el rigor (Garbe, 2017). El músculo oscuro

puede encogerse hasta un 52 por ciento y el músculo blanco hasta un 15 por ciento de su longitud original. Así mismo, Garbe (2017), determina que si el pescado es cocido antes del *rigor*, la textura será muy suave y pastosa. Por el contrario, la textura es dura, pero no seca cuando el pescado es cocido durante el *rigor*. Posterior al *rigor* la carne se toma firme, succulenta y elástica.

De los pescados enteros y de los filetes congelados *pre-rigor*, pueden obtenerse buenos productos si se descongelan cuidadosamente a baja temperatura. De esta forma, se da tiempo para que pase el *rigor mortis* mientras el músculo continúa congelado (Rodríguez, D., Cárcamo, & Carranza, 2014).

La evaluación sensorial del pescado crudo en mercados y sitios de desembarque se efectúa mediante la evaluación de la apariencia, textura y olor. Debe recordarse que los cambios característicos varían dependiendo del método de almacenamiento. La apariencia del pescado almacenado en condiciones de enfriamiento sin hielo no cambia tanto en relación con el pescado en hielo, pero su deterioro es más rápido y se hace necesario efectuar una evaluación sensorial del pescado cocido. Por consiguiente, es esencial conocer la historia tiempo/temperatura del pescado al momento del desembarco (Lubes, 2005).

Los cambios sensoriales característicos en el pescado *post mortem* varían considerablemente dependiendo de la especie y el método de almacenamiento. Una descripción general ha sido proporcionada por la Unión Europea (antes Comunidad Económica Europea) en la guía para evaluación de la calidad del pescado, como se muestra en el Cuadro 5.2. La escala sugerida está numerada de 0 a 3, donde 3 es la mejor calidad (Özogul, Polat, & Özogul, 2004).

La Asociación de Tecnólogos Pesqueros de Europa Occidental (del inglés: West European Fish Technologists' Association) ha recopilado un glosario polígloto de olores y sabores, que también puede ser de mucha utilidad cuando se buscan términos para describir la frescura del pescado en una evaluación sensorial (Duche & Leonardo, 2017).

1.5. Cambios en la calidad comestible

Tal como lo menciona Duche & Leonardo en (2017), cuando se requiere un criterio de calidad durante el almacenamiento del pescado refrigerado, se puede llevar a cabo una evaluación sensorial del pescado cocido. Algunos de los atributos para el pescado y los mariscos cocidos, se mencionan en el Cuadro 5.2. Se puede detectar un patrón característico del deterioro del pescado almacenado en hielo, el cual puede ser dividido en las cuatro fases siguientes:

- **Fase 1** El pescado es muy fresco y tiene un sabor a algas marinas, dulce y delicado. El sabor puede ser muy ligeramente metálico. En el bacalao, el eglefino, la merluza, el merlán y el lenguado, el sabor dulce se hace más pronunciado a los 2-3 días de la captura.
- **Fase 2** Hay una pérdida del olor y del gusto característicos. La carne es neutral pero no tiene olores extraños. La textura se mantiene agradable.
- **Fase 3** Aparecen signos de deterioro y, dependiendo de la especie y del tipo de deterioro (aeróbico o anaeróbico), se producen una serie de compuestos volátiles de olor desagradable. Uno de estos compuestos volátiles puede ser la trimetilamina (TMA) derivada de la reducción bacteriana del óxido de trimetilamina (OTMA). La TMA tiene un olor a "pescado" muy característico. Al inicio de esta fase pueden aparecer olores y sabores ligeramente ácidos, afrutados y ligeramente amargos, especialmente en peces grasos. En los últimos estadios de esta fase se desarrollan olores nauseabundos, dulces, como a col, amoniacales, sulfurosos y rancios. La textura se toma suave y aguada, o dura y seca.
- **Fase 4** El pescado puede caracterizarse como deteriorado y pútrido.

1.6. Bacterias ácido lácticas (BAL)

Las BAL son un grupo de microorganismos representadas por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. En general las BAL son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofílicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y bencidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido

láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos Castillo, *et al.*, (2017). Además, las BAL son ácidos tolerantes pudiendo crecer algunas a valores de pH tan bajos como 3.2, otras a valores tan altos como 9.6 y la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no resistirían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos (Bromberg, *et al.*, 2004).

Las bacterias ácido-lácticas constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del proceso de fermentación. Se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, así como en nuestro aparato digestivo. Aunque se las conoce sobre todo por su labor de fermentación de productos lácteos, se emplean, asimismo, para encurtir vegetales, en la panificación, para curar pescado, carne y embutidos (Mataragas, Skandami, & Drosinos, 2008).

Aunque sin comprender la base científica que explicase su acción, numerosos pueblos utilizaban estas bacterias hace ya miles de años para la elaboración de alimentos modificados, que podían conservarse mucho más tiempo, y estaban dotados de texturas y sabores característicos, distintos de los del producto original. En la actualidad también se hace buen uso de estos ilustres aliados microbianos en la elaboración de una amplia gama de productos lácteos fermentados, ya sean líquidos, como el kefir o densos y semisólidos, como el queso o el yogurt. (Lopez, 2005).

1.6.1. Accionar de las bacterias (BAL)

La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose (van cuajando), y lo mismo ocurre con la textura del producto. Existen otras variables, como la temperatura y la composición de la leche, que influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes (Ramírez, 2005).

El ácido láctico es también el que confiere a la leche fermentada ese sabor ligeramente acidulado. Los elementos derivados de las bacterias ácido-lácticas producen a menudo otros sabores o aromas característicos. El acetaldehído, por ejemplo, da al yogurt su aroma característico, mientras que el diacetilo confiere un sabor de mantequilla a la leche fermentada. Pueden añadirse asimismo al cultivo de microorganismos, como las levaduras, a fin de obtener sabores particulares (García, 2019).

1.6.2. Productos lácteos fermentados por el proceso microbiano

El alcohol y el dióxido de carbono producidos por la levadura, por ejemplo, dan al kefir, el koumiss y el leben (variedades de yogurt líquido) una frescura y una esponjosidad características. Entre otras técnicas empleadas cabe mencionar las que consisten en eliminar el suero o añadir sabores, que permiten crear una variada gama de productos (Novoa, 2020).

1.6.3. Clasificación de las bacterias (BAL)

La clasificación de las BAL en géneros diferentes es basada en principio en la morfología, modo fermentación de la glucosa (homofermentativas y heterofermentativas), el crecimiento a diferentes temperaturas, la configuración del ácido láctico producido, habilidad para crecer a alta concentración de sal y tolerancia ácida o alcalina. En la naturaleza existen los siguientes géneros: *Aerococcus*, *Alloinococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* y *Weisella* (Axelsson, 1998; Carr., et al, 2002). Sin embargo, los géneros más representativos son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus*, *Streptococcus* y *Leuconostoc*.

Según criterios de Novoa (2020), las bacterias ácidas lácticas (BAL), son un grupo de bacterias Gram-positivas, no esporulante, anaeróbica o aeróbica facultativa cocos o varillas, que producen ácido láctico como uno de los principales productos de fermentación del metabolismo de hidratos de carbono.

Cuatro géneros fueron reconocidos como BAL: **Lactobacillus**, **Leuconostoc**, **Pediococcus**, y **Streptococcus**. Métodos de biología molecular han aumentado el número de géneros incluidos en este grupo. La clasificación taxonómica actual incluye el grupo de BAL en el filo Firmicutes, clase Bacilli, y el orden Lactobacillales.

¿Los consumidores están muy preocupados por los conservantes químicos y los alimentos procesados?, pero aceptan fácilmente las BAL como una forma natural para conservar los alimentos y promover su salud.

Las bacteriocinas son sintetizadas en pequeñas proteínas producidas por BAL que inhiben el crecimiento de bacterias de descomposición y de agentes patógenos en los alimentos; por otra parte, la BAL (la bacteria ácida láctica) se utilizan como cultivos iniciadores en la elaboración de alimentos.

De acuerdo con Aguayo & del Carmen, en (2019), determinan que las **bacteriocinas** han sido clasifican en cuatro grandes grupos. Grupo I, también conocido como lantibióticos, más conocida riocin teriana. Grupo II es un gran grupo de proteínas estables al calor pequeñas subdividido en tres grupos i) subgrupo IIa, bacteriocinas activas contra *Listeria monocytogenes*, y pediocina PA-1, sakacins A y P, leucocin A, bavaricin MN, y curvacin A son miembros de este grupo; ii) subgrupo IIb requiere dos péptidos diferentes para la actividad, y lactococcins G y M, y lactacin F son miembros de la misma; y iii) subgrupo IIc, como lactacin B, requiere cisteínas producido recursos para la actividad. En el grupo III se clasifican las proteínas termolábiles más grandes, como helveticins J y V, y lactacins A y B. Leuconocin S, lactocina 27, y SJ-1 pediocina tienen fracciones de lípidos o hidratos de carbono y se clasifican en el grupo IV Yang et al. clasifican las bacteriocinas gram-positivas en tres clases: Clase I (péptidos modificados, antibióticos), Clase II (péptidos no modificados, no lantionina), y Clase III (grandes proteínas, el calor inestable).

Sólo la bacteriocina nisina está disponible comercialmente para la adición en forma pura. Se agrega a la leche, el queso y los productos lácteos, alimentos enlatados, mayonesa y alimentos infantiles. Culturas bacteriocinogénica también se pueden añadir a los alimentos no fermentados o alimentos fermentados como

cultivos iniciadores. Debido a la sensibilidad de bacteriocinas a algunas proteasas, bacteriocinas son inofensivos posiblemente digeridos. Así, las bacteriocinas se consideran como aditivos alimentarios básicamente seguras después de la ingesta por parte del sistema gastrointestinal (Cagri, Ustunol, & Ryser, 2004).

En este mismo orden de cosas, los autores antes mencionados explican que las expectativas de las bacterias probióticas se han convertido en los más exigentes para cualquier grupo bacteriano. Los probióticos se han convertido en un elemento muy importante para la salud alimentaria de todos los días, y su mercado mundial se estima superior a los US \$ 28,8 mil millones para el año 2015.

El desarrollo de una nueva generación de agentes antimicrobianos es una difícil tarea. Se están empleando métodos biotecnológicos para crear nuevas bacteriocinas para que pudieran ser ampliamente utilizados en la alimentación, la cría de animales, y la medicina. Ambos métodos tradicionales de cultivo de células, así como las técnicas alternativas (imagen directa y enumeración visual, métodos de enumeración basadas en ácidos nucleicos, y citometría de flujo y separación celular), ofrecen ventajas y limitaciones para la enumeración de microorganismos probióticos (Balasubramaniam, Martínez, & Rockendra, 2015).

Los nuevos métodos y técnicas muestran una considerable promesa para la cuantificación de microorganismos vivos en diferentes estados metabólicos. Pero la eficacia de los probióticos no se puede predecir solamente sobre la base de células viables (Aguayo & del Carmen, 2019).

Muy pocos microorganismos han sido objeto de minuciosos estudios in vitro que confirma la salud específica de promoción de la actividad, y aún menos han sido posteriormente sometidas a los ensayos y pasos humanos apropiados. Además, los probióticos pueden ser peligrosos, ya que se han relacionado con un aumento en la tasa de mortalidad en los pacientes gravemente inmunodeprimidos. Se necesitan estudios posteriores para evaluar la actividad de promoción de la salud de las bacterias probióticas (Arengas, 2019).

1.6.4. Usos de las bacterias ácido lácticas (BAL) en filetes

La fermentación de la leche para la elaboración de diversos productos es una práctica muy antigua, la cual seguramente se originó sin intención durante el almacenamiento del alimento. Las leches fermentadas son productos preparados a partir de la leche entera, parcial o totalmente descremada, concentrada o bien sustituida, total o parcialmente con leche descremada en polvo, pasteurizada o esterilizada y fermentada por medio de microorganismos específicos, siendo los principales las BAL (Pal Singh, 2018).

La acción conservadora de las BAL es debido a la inhibición de un gran número de microorganismos patógenos y dañinos por varios productos finales de la fermentación. Estas sustancias son ácidos como láctico y acético, peróxido de hidrógeno, diacetilo, bacteriocinas y productos secundarios generados por la acción de lacto peroxidasa sobre el peróxido de hidrógeno y tiocianato (Ramaroson, *et al.*, 2018).

Dentro de las aplicaciones de la BAL están el procesamiento de carnes, bebidas alcohólicas y vegetales para obtener productos tales como salchichas, jamones curados, vinos, cerveza, licores fortificados, aceitunas, encurtidos y col agria, entre otros. Por sus características al ser procesadas y multiplicadas para su utilización como grupo- comprenden un caldo de bacterias fermentadoras y productoras de ácido láctico, función por la que son empleadas en la industria para darle ciertas cualidades a los alimentos y protegerlos contra la acción de otros organismos dañinos. Uno de ellos puede ser los lactobacilos los cuales aportan al producto un buen cuidado (Aguayo & del Carmen, 2019).

Tabla 1. Utilización de las principales bacterias ácido lácticas (BAL)

Género	Principales especies y aplicaciones
<i>Streptococcus</i>	<i>S. lactis</i> , <i>S. cremoris</i> . Mantequilla, queso, yogurt <i>S. thermophilus</i> . Yogurt, queso.
<i>Pediococcus</i>	<i>P. cerevisiae</i> . Cerveza, carne procesada. <i>P. halophilus</i> . Salsa de soya
<i>Leuconostoc</i>	<i>L. mesenteroides</i> . <i>L. citrovorum</i> . Alimentos fermentados, producción de dextrán.
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. bulgaricus</i> . Yogurt, bebidas fermentadas a base de leche.
	<i>L. helveticus</i> . Queso, yogurt, bebidas a base de leche fermentada.
	<i>L. acidophilus</i> . Yogurt, bebidas a base de leche fermentada, preparación de <i>Lactobacillus</i> .
	<i>L. casei</i> . Quesos, leche refinada, bebidas a base de leche fermentada, preparación de <i>Lactobacillus</i> .
<i>Bifidobacterium</i>	<i>L. plantarum</i> . Diversos alimentos fermentados, ensilajes.
	<i>L. fermenti</i> , <i>L. brevis</i> . Productos fermentados.
	<i>B. bifidum</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. adolescents</i> . Leche fermentada, preparación de bacterias lácticas. El intestino de infantes y adultos.
	<i>B. thermophilum</i> , <i>B. Pseudolongum</i> . El intestino de animales

Estas bacterias no sólo contribuyen al desarrollo de las características organolépticas y reológicas de los alimentos, sino que generan en los mismos ambientes poco favorables para el desarrollo de microorganismos patógenos debido a su marcada capacidad antagonista, la cual favorece su proliferación en el alimento, en detrimento de cualquier otro grupo microbiano presente en la materia prima (alimento crudo) o que contamine el producto posteriormente. Además de este importante papel en procesos de bioconservación, se ha podido comprobar que algunas cepas de bacterias lácticas, entre ellas las del género lactobacilos (Castillo, *et al.*, 2017).

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. Área de Estudio

La investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Zootécnicas de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en el kilómetro 2 ½ del sitio Ánima vía Boyacá, en el cantón Chone, provincia de Manabí. El laboratorio de Microbiología, se localiza en las coordenadas geográficas 0,687765 X y 80,124502 Y; con un potencial de evapotranspiración de 107,04mm, una temperatura promedio anual de 25,2°C y precipitación promedio anual de 54,63mm (Cabrera, Pérez, & Moreira, 2017).

Figura 1. Ubicación de la Facultad de Ciencias Zootécnicas, Universidad Técnica de Manabí km 2 ½ vía Chone-Boyacá.



2.2. Material de análisis

Para el presente trabajo de investigación se tomaron ejemplares de tilapia roja (*Oreochromis sp*) con un peso promedio de 550g; dichos ejemplares fueron eviscerados usando un cuchillo limpio, obteniendo un filete de unos 396g en promedio. Los filetes mantuvieron la piel con la finalidad de darle estabilidad a los mismo.

2.3. Metodología

Una vez obtenidos los filetes, se les realizó cortes perpendiculares con una separación de 5mm entre cada corte para que la impregnación de los mismos con BAL. Las BAL (*Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus acidophilus*), fueron obtenidas en la Corporación Codan. Luego, las cepas fueron cultivadas en tubos de ensayo que contenían 10mL de caldo Man, Rogosa y Sharpe (MRS), para lo cual se disolvieron 27,63g de polvo en 500mL de agua destilada en una proporción al 10% v/v; luego se llevó a incubación por 24 horas a 35°C (Montalvo, 2014). Los tratamientos, quedaron estructurados tal como se detalla a continuación:

- Factor 1: Producto impregnado, con dos géneros de BAL: *Lactobacillus*, *Streptococcus* y el respectivo control, producto sin BAL.
- Factor 2: Tiempo de impregnación, con dos tiempos: 1 y 2 horas.

Estos dos factores formaron la estructura factorial del sistema de parcelas completas, en tanto, que el tercer factor fue el tiempo de almacenamiento 0, 10, 20 y 30 días.

Tabla 2. Tratamientos a considerar en la conservación de filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*)

Tratamiento	Cultivo impregnado (Género)	Tiempo de impregnación (h)
C1	Sin cultivo (control)	1
L1	<i>Lactobacillus</i>	1
S1	<i>Streptococcus</i>	1
C2	Sin cultivo (control)	2
L2	<i>Lactobacillus</i>	2
C2	<i>Streptococcus</i>	2

Cada filete impregnado, fue empacado al vacío en bolsas de poliéster transparente (PET) calibre 12/60, sello U, Zipack, marca Multipack, con certificación ISO 9001:2008 (Manuli Fitasa, Brasil) y usando una cámara al vacío de acero inoxidable con bomba de vacío de alta capacidad ($20\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$), modelo VM400TE/B de 440 x 420 x 75mm y barra de sellado doble de 400 x 100mm, de marca FinTeck S.A.

Posteriormente, se almacenó a temperaturas de refrigeración a $3 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ por 30 días. Los análisis fueron realizados a los 0, 10, 20 y 30 días de almacenamiento. Los filetes fueron sometidos por triplicado a un análisis físico-químicos y sensoriales.

2.3.1. Parámetros físico-químicos

2.3.1.1. Análisis de pH

Este parámetro, se determinó usando un potenciómetro marca Orion A:211 (Thermo ScieticTM, Estados Unidos) provisto de un electrodo de 6mm, insertando el electrodo directamente en el filete de la tilapia.

2.3.1.2. Porcentaje de pérdida de agua

A partir de la modificación de la ecuación de Roth *et al.*, (2006); se pesaron los filetes en las fechas de análisis establecidas, determinando el peso inicial y final, de la siguiente manera:

$$\% \text{ Pérdida de agua} = \frac{W_{if} - W_{ff}}{W_{if}} * 100 \quad (1)$$

Donde, W_{if} = Peso inicial del filete; W_{ff} = Peso final del filete.

2.3.1.3. *Análisis de las bases volátiles totales de nitrógeno*

Para llevar a cabo este análisis, se procedió a pesar 10g de filete de pescado, el mismo que se molió con 50mL de agua destilada usando un mini procesador de alimentos marca Oster; el material formado, fue transferido a un matraz de 500mL con 200mL de agua destilada. Esta mezcla, se destiló adicionando previamente 2g de MgO y para prevenir la formación de espumas se adicionó gota de silicona. El producto destilado, se dispuso en un matraz de 250mL, el cual previamente en su interior tenía una solución de ácido bórico al 3% más 0,04mL de rojo de metilo y azul de metileno como indicadores de la presencia de amonio. El destilado recogido, fue llevado a un volumen de 125mL. Cabe indicar que la solución de ácido bórico cambia a color verde cuando el destilado es alcalino producto de la presencia de bases volátiles totales de nitrógeno. A continuación, se adiciono una solución 0,1N de ácido hidroclicórico gota a gota hasta que se realizó el viraje de color del destilado a rosado (Goulas & Kontominas, 2007).

La cantidad de bases volátiles totales de nitrógeno en mg 100g⁻¹de filete de pescado se calculó a partir del volumen de ácido hidroclicórico 0,1N adicionado, tal como se demuestra en la presente ecuación.

$$\% \text{ mg BVTN} = \frac{(V * C * 14 * 100)}{10} \quad (2)$$

Donde, V = Volumen de ácido hidroclicórico añadido; C = Concentración del ácido hidroclicórico (N); 14 = Peso molecular del N; 10 = Peso del filete tomado como muestra.

2.3.2. **Parámetros microbiológicos**

Para la realización de los ensayos microbiológicos, se procedió a pesar 10g de filete de tilapia, como muestra que se macero en 90mL de agua de peptona, con la finalidad de realizar las diluciones seriadas para cada uno de los grupos bacterianos a analizar (APHA., 1992).

2.3.2.1. Recuento de microorganismos mesófilos

Este análisis se lo realizó usando Agar Plate Count (APC) para lo cual se realizó un sembrío en estrías para posteriormente incubarlo por 48 horas a 35°C. Pasado este tiempo, se realizó un conteo de las Unidades Formadoras de Colonias (log UFC g⁻¹).

2.3.2.2. Recuento de coliformes

La metodología llevada a cabo para realizar esta determinación fue la del Número más Probable (NMP g⁻¹), para lo cual se utilizaron tubos de ensayo que en su interior tenían introducidos campanas de Durham de forma invertida, posteriormente se incubaron por 48 horas a 35°C. Se tomaron como valores presuntamente positivos los tubos que presentaron turbidez o presencia de gas, luego, la presencia de coliformes se confirmó usando para tal efecto el reactivo de Kovacs, a continuación, se inocularon los tubos positivos en caldo Lactosa Bilis Verde Brillante y se incubaron por 48 horas a 35°C, en esta ocasión, los tubos que presentaron turbidez y producción de gas fueron determinados como positivos, estos fueron sembrados en Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) e incubados por 24 horas para confirmar la presencia de *Escherichia coli*.

2.3.2.3. Recuento de BAL

Este análisis se llevó a cabo, usando cajas Petri con agar selectivo Man, Rogosa y Sharpe (MRS) con azul de anilina, posteriormente, se incubó a 35°C durante 48 horas. Luego se realizó el respectivo conteo de UFC por gramo de muestra (log UFC g⁻¹).

2.4. Análisis sensorial

Para la realización del análisis sensorial, se tomaron los diversos tratamientos de acuerdo a los tiempos de almacenamiento, para esto se cortaron pequeños

trozos de filete de tilapia del tamaño de un bocado, luego estas porciones fueron empanadas y fritas.

El panel sensorial, estuvo compuesto de veinte panelistas semientrenados, los cuales evaluaron los atributos de color, aroma, flavor y textura. Para este propósito, se realizó una escala hedónica de 9 puntos (Amerine *et al.*, 1965); y usada por Suárez, *et al.*, en (2008); donde la calificación de 1 es “me disgusta extremadamente” y 9 “me gusta extremadamente”: Se tomo el valor de 4 como referente mínimo de aceptabilidad.

2.5. Análisis estadístico

Para la impregnación de los filetes de tilapia roja con BAL, se organizó un diseño de parcelas divididas con tres factores 3x2x4, siendo el primero los tres niveles con *Lactobacillus*, *Streptococcus* y el control; el segundo factor fue el tiempo de impregnación de los filetes con BAL (1 y 2 horas) y el tercer factor el tiempo de almacenamiento (0, 10, 20 y 30 días), cabe indicar que el modelo se lo realizó por triplicado, lo que permitió comprobar la normalidad con el test de Shapiro-Wilks. Así mismo, se empleó la prueba de ANOVA al 95% de nivel de confianza, Por último, se llevó a cabo comparaciones múltiples utilizando la prueba de mínimas diferencias significativas (LSD). Para llevar a cabo esta investigación, se empleó el software Statgraphics. (Statistical. Graphics. Corp. Rockville,.USA).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Parámetros físico químicos de los filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*)

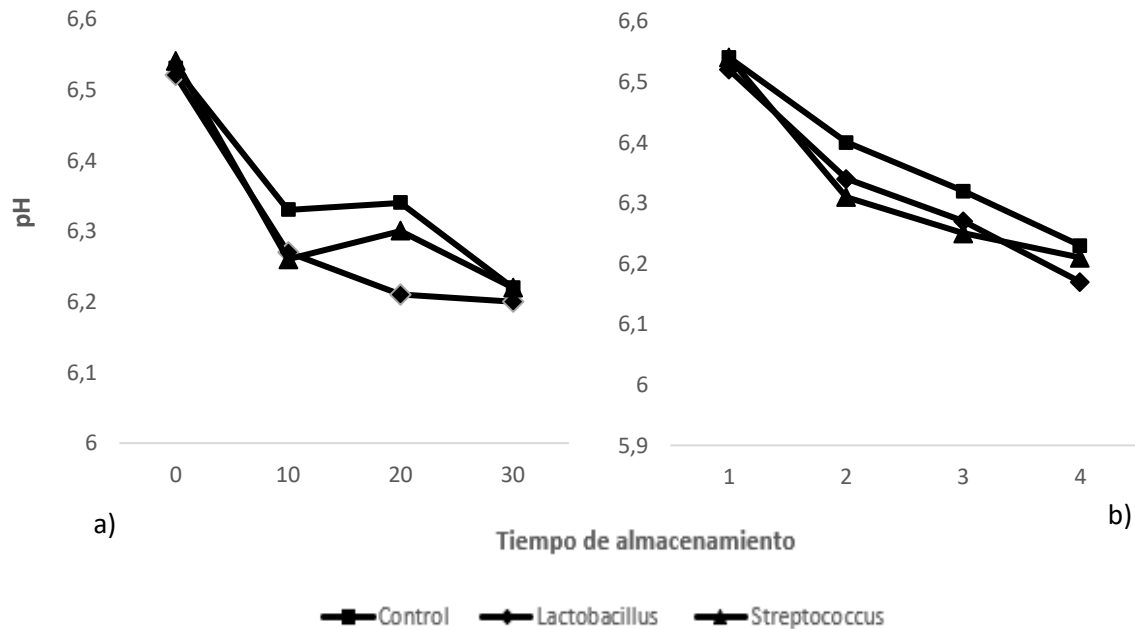
3.1.1. Análisis del pH

Los valores hallados en el pH de los filetes de tilapia roja analizados en el presente estudio, determinan que este parámetro fluctuó entre 6,20 a 6,54 tal como se detalla en la figura 2, en la cual se puede corroborar que existió un descenso del pH a medida que avanzaban los días; hasta que, al llegar al final del periodo de almacenamiento, se pudo distinguir que no existió diferencias estadísticas significativas entre los filetes impregnados con BAL x el tiempo de almacenamiento x tiempo de impregnación ($p>0,05$).

Cabe mencionar, que el valor del pH inicial de los filetes de tilapia roja está acorde a los reportados por Lyhs *et al.*, (2001); en trabajos realizados con trucha arco iris. Es importante destacar, que los valores de pH obtenidos en el presente estudio incluyendo BAL en filetes de tilapia roja, se encuentran dentro de lo establecido en la norma técnica ecuatoriana NTE-INEN 183-1974-04; la misma que establece que el pH que debe presentar un producto bioacuático es de 6,5 en la parte interna del músculo y de 6,8 en la parte externa del mismo.

En cuanto al uso de BAL en la conservación de filetes de tilapia roja, el valor más bajo de pH se alcanzó con *Lactobacillus* 6,30, seguido de *Streptococcus* 6,33 y en tratamiento control con 6,35; por lo que se pudo apreciar que existió diferencias significativas entre los tratamientos al realizar la prueba LDS ($p>0,05$); por lo que se pudo determinar que estos valores están dentro de los reportados por Suárez, Pardo, & Rodríguez, en (2008), en un estudio sobre calidad físico-química de filetes de cachama.

Figura 2. Valores de pH en filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas



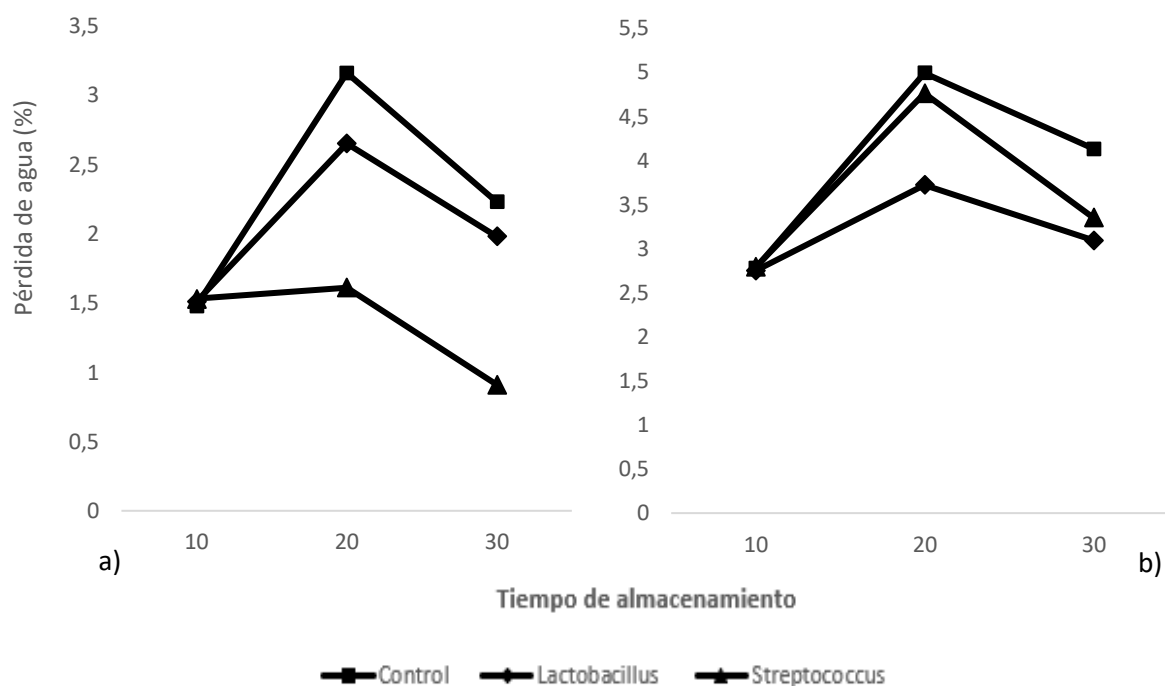
3.1.2. Porcentaje de pérdida de agua

Las variaciones en la pérdida de humedad en los filetes de tilapia roja analizados en la presente investigación, mostraron significancia estadística ($p > 0,05$). El tratamiento que mayormente evidencia pérdida al final del periodo de almacenamiento para los dos niveles de concentración de BAL, es el que se adicionó *Streptococcus* con 5,91% para el nivel de 1 hora y 5,35% para el nivel de 2 horas.

Los valores reportados en torno a este parámetro, tienen relación a un estudio obtenido por (Suárez, Pardo, & Cortés, Physical-chemical quality and sensory attributes of cut bio-preserved cachama fillets vacuum packaging under refrigeration, 2008), quienes analizaron las características físico-químicas y sensoriales de filetes de cachama (*Piaractus brachypomus*). Por otra parte, Randell, Hattula, & Ahvenainen, en (1997) determinan que las pérdidas de humedad menores de 3 a 5% no intervienen de manera significativa en la jugosidad del filete de pescado. En este orden de cosas, Silva, *et al.*, (2017),

determinan que los rangos de pérdida de humedad entre 3 y 5% ayudan a mantener la calidad del pescado y sus propiedades nutricionales; evitando a su vez el deterioro proteolítico del músculo.

Figura 3. Valores del porcentaje de pérdida de agua en filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas



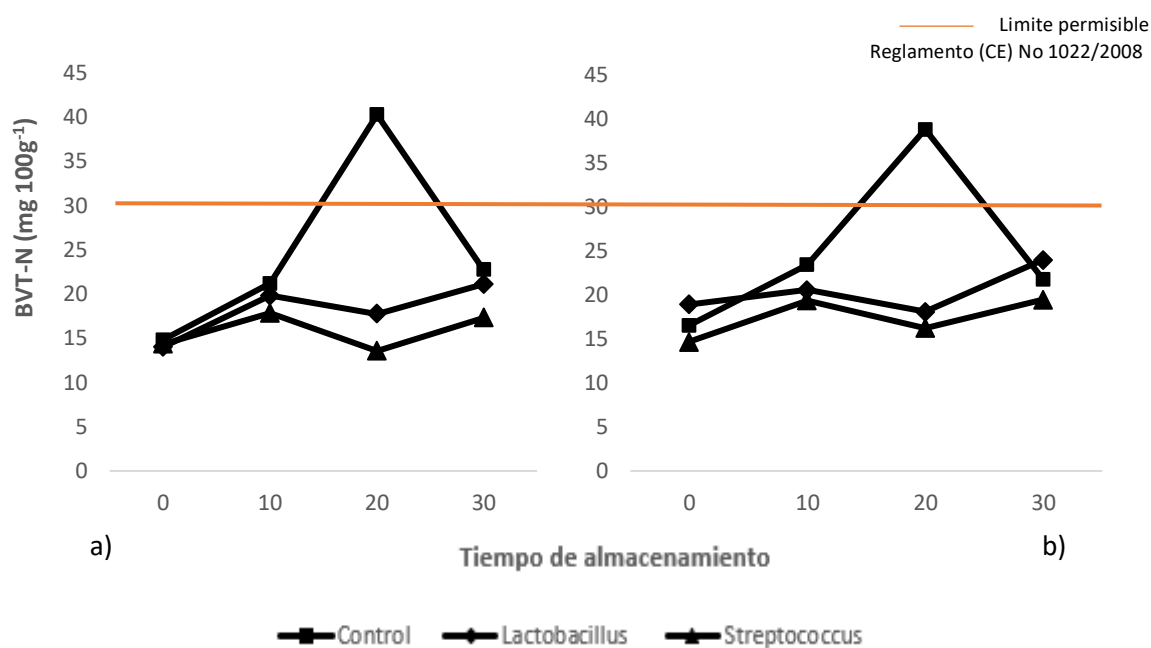
3.1.3. Análisis de las bases volátiles totales de nitrógeno

El comportamiento del análisis de bases volátiles totales de nitrógeno en filetes de tilapia roja conservadas al vacío con BAL; demuestra que las bases volátiles totales de nitrógeno (BVT-N), vieron incrementado su valor desde 13,99mg BVT-N 100mg⁻¹ (1 hora con BAL) y 14,68mg BVT-N 100mg⁻¹ (2 horas con BAL) en los diversos tratamientos estudiados; en promedio hasta el día 10 hubo un ligero incremento en todos los tratamientos y niveles de concentración de BAL en 19,59 y 21,10mg BVT-N 100mg⁻¹ respectivamente.

Al día 20, todos los tratamientos tuvieron incrementos en el valor del BVT-N pero los controles tuvieron valores que sobrepasaron el valor normal (30mg BVN-T

100mg⁻¹). Sin embargo, se observó una disminución de los valores a partir del día 21 hasta el final del almacenamiento y para cada nivel de concentración de BAL.

Figura 4. Valores de las bases volátiles totales del nitrógeno (BVT-N) en filetes de tilapia roja (*Oreochromis* sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas.



De acuerdo, con la Comunidad Europea en (2008), un filete de pescado es considerado apto para el consumo humano cuando su contenido de nitrógeno no sobrepasa los 125 mg 100g⁻¹. Las muestras en este estudio presentaron valores entre 17,29 y 23,98mg 100g⁻¹.

Los incrementos determinados a lo largo del tiempo de almacenamiento de los filetes de tilapia roja podrían estar influenciados por la interrelación entre las bacterias propias del pescado y las bacterias lácticas originadas por lo empaques al vacío, tal como lo sugiere en estudio previo Joffraud, *et al.*, 2006.

Se pudo determinar que los filetes de tilapia roja conservados con BAL, inhibieron en gran parte el crecimiento de bacterias proteolíticas, tal como lo reportó Basiri, *et al.*, en (2015) sobre un estudio de conservas de mariscos en especial de camarón.

3.2. Parámetros microbiológicos de los filetes de tilapia roja

3.2.1. Recuento de microorganismos mesófilos

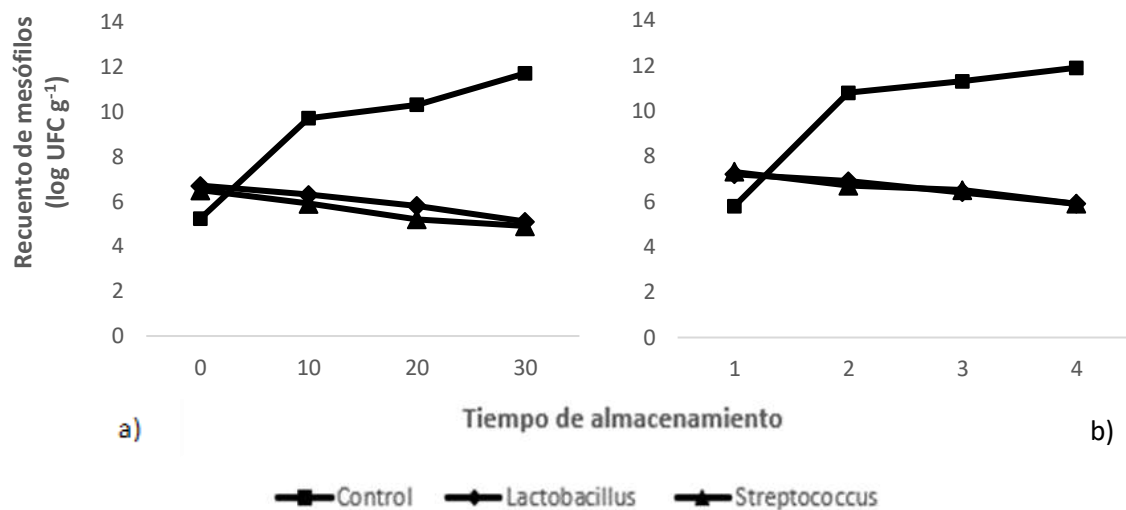
El conteo de microorganismos mesófilos para el día 0 reportó un valor máximo de $7,06 \pm 0,65 \log \text{ UFC g}^{-1}$, para los tratamientos tratados con BAL, mientras tanto, los filetes de tilapia roja control no superaron las $5,50 \pm 0,38 \log \text{ UFC g}^{-1}$. En el día 10, se determinó un crecimiento de mesófilos en los tratamientos control con $10,24 \pm 0,80 \log \text{ UFC g}^{-1}$, en tanto que los tratamientos con BAL demuestran un ligero decrecimiento de estos microorganismos $6,03 \pm 0,47 \log \text{ UFC g}^{-1}$; hasta llegar al día 30 donde los filetes de tilapia tratados con *Lactobacillus* presentaron un valor de $5,47 \pm 0,40 \log \text{ UFC g}^{-1}$ y para los tratados con *Streptococcus* $5,03 \pm 0,15 \log \text{ UFC g}^{-1}$.

Los tratamientos control tuvieron un incremento hasta el día 30 de bacterias mesófilas de $11,60 \pm 0,01 \log \text{ UFC g}^{-1}$. Estos valores, están acordes a lo manifestado por Fernandez, *et al.*, en (2007), quienes determinan que un valor de $6 \log \text{ UFC g}^{-1}$, es considerado como indicador de deterioro; al igual que lo que establece la norma técnica ecuatoriana NTE-INEN 183-2013; donde los rangos aceptables son entre 5,70 a $6 \log \text{ UFC g}^{-1}$.

Por lo tanto, se puede determinar que los filetes de tilapia roja sin impregnación de BAL no pasaron la prueba, mientras que los filetes que si fueron impregnados si se establecieron dentro de los rangos que determina la NTE-INEN 183-2013.

La figura 3, demuestra el crecimiento de las bacterias mesófilas durante el tiempo de almacenamiento para los seis tratamientos evaluados.

Figura 5. Recuento de microorganismos mesófilos durante el tiempo de almacenamiento de los filetes de tilapia roja (*Oreochromis* sp) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas



Al realizar el análisis de varianza, se demostró que existió diferencias significativas ($p < 0,01$) entre el género de BAL impregnado en el filete de tilapia roja y el tiempo de impregnación por el tiempo de almacenamiento, por lo que se determinó que existió diferencias significativas entre los tratamientos, tal como lo reportan Castillo, *et al.*, en (2017), en un estudio sobre control del deterioro microbiológico de filetes de tilapia mediante la aplicación de bacterias lácticas. El ANOVA, demostró que existen diferencias significativas ($p < 0,01$); entre los filetes tratados con BAL y los filetes de tilapia roja control, indicando que hay una mayor cantidad de microorganismos mesófilos en estos últimos.

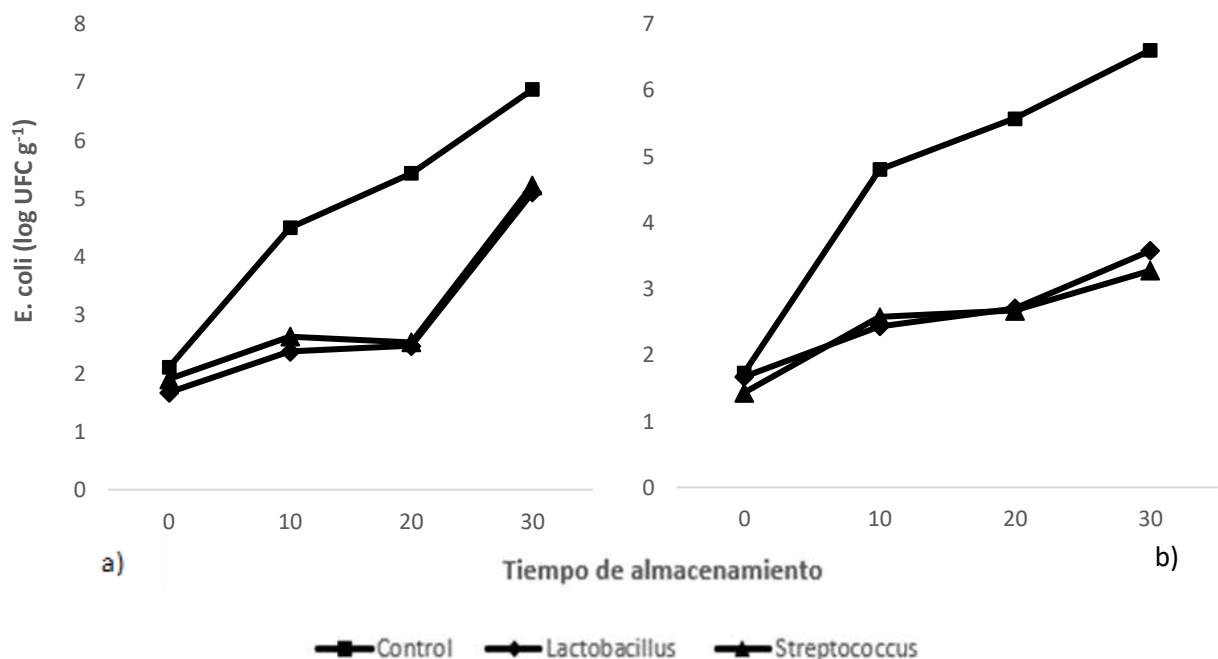
3.2.2. Recuento de *Escherichia coli*

En la presente investigación, se determinó un desarrollo de las UFC de *E. coli*; a los 10 días de almacenamiento de los filetes de tilapia roja, hallándose las cantidades más altas en los filetes control con valores de $4,50 \pm 0,36$ y $4,80 \pm 0,10$ log UFC g⁻¹, mientras para los tratamientos con BAL los valores no sobrepasaron los $2,50 \pm 0,14$ log UFC g⁻¹. Avanzando al día 20 se presentó un ligero incremento en todos los tratamientos, esta tendencia se mantuvo hasta el día 30 donde los valores máximos se presentaron para los filetes control 1 y control 2 ($6,87 \pm 0,16$

log UFC g⁻¹ y 6,67±0,40 log UFC g⁻¹ respectivamente) y los filetes tratados con BAL, concluyeron el análisis con un promedio de 5,17±0,09 log UFC g⁻¹ y 3,42±0,21 log UFC g⁻¹ para cada uno de los tiempos de inmersión.

Estos valores, tienen relación con los obtenidos por Iriarte & Torres en el (2013), en donde determina el valor de coliformes, entre ellas *E. coli.*; en filetes, ruedas y trozos de pescado. Cabe destacar, que la normativa técnica ecuatoriana NTE-INEN 183-2013, establece que los límites permisibles van desde 1 log UFC g⁻¹ hasta 2,70 log UFC g⁻¹; por lo que en el presente estudio, en los filetes de tilapia roja impregnados con BAL durante 1 hora se estableció un valor de 2,5±0,04 log UFC g⁻¹ hasta el día 20, mientras que para los filetes de tilapia impregnados con BAL durante 2 horas el valor fue de 2,69±0,02 log UFC g⁻¹ así mismo hasta el día 20. Por lo que es importante destacar que hasta el día 20 de almacenamiento los filetes de tilapia cumplen con dicha normativa técnica.

Figura 6. Recuento de *E. coli.*, durante el tiempo de almacenamiento de los filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas



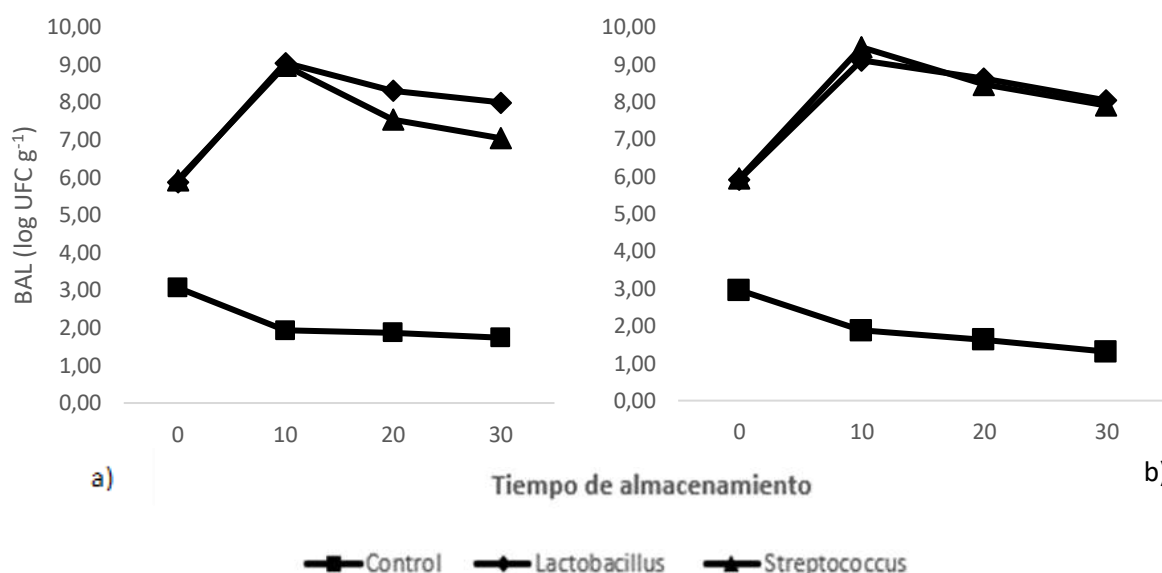
3.2.3. Recuento de bacterias ácido lácticas (BAL)

El recuento de las BAL, presentó un valor inicial de $3,07 \pm 0,03 \log \text{ UFC g}^{-1}$ en el tratamiento control, mientras que los tratamientos con BAL tuvieron en promedio $5,91 \pm 0,04 \log \text{ UFC g}^{-1}$. Para el día 10, se evidenció un incremento en los tratamientos con BAL de $9,05 \pm 0,05$ y $8,97 \pm 0,02 \log \text{ UFC g}^{-1}$ para el tiempo de impregnación de 1 hora y los géneros de BAL respectivos; mientras que el control 1 presentó una disminución de UFC en $1,93 \pm 0,03 \log \text{ UFC g}^{-1}$. Ya para el día 30 el sistema de impregnación de 1 hora se estabilizó con los siguientes valores para el control con $1,74 \pm 0,03 \log \text{ UFC g}^{-1}$ y para los tratamientos con BAL se presentó con un promedio de $7,99 \pm 0,04$ y $7,04 \pm 0,05 \log \text{ UFC g}^{-1}$ para *Lactobacillus* y *Streptococcus* respectivamente.

En lo que respecta a los tratamientos de tiempo de impregnación de 2 horas tenemos que para el día 0 el control presentó una cantidad de UFC de $2,96 \pm 0,03 \log \text{ UFC g}^{-1}$, en tanto que los tratamientos con BAL tuvieron en promedio $5,93 \pm 0,02 \log \text{ UFC g}^{-1}$. Para el día 10 el tratamiento control presentó $1,88 \pm 0,03 \log \text{ UFC g}^{-1}$; en tanto que para los tratamientos con *Lactobacillus* y *Streptococcus* tenemos $9,11 \pm 0,02$ y $9,46 \pm 0,03 \log \text{ UFC g}^{-1}$ respectivamente. Así mismo, ya para el día 30 tenemos que el tratamiento control presentó una baja en la cantidad de UFC de $1,31 \pm 0,02 \log \text{ UFC g}^{-1}$; mientras que los tratamientos con BAL demostraron una mayor cantidad de las mismas con una cantidad de $8,04 \pm 0,04 \log \text{ UFC g}^{-1}$ para *Lactobacillus*, mientras que para *Streptococcus* $7,90 \pm 0,03 \log \text{ UFC g}^{-1}$.

Los valores que se muestran en la presente investigación, tienen relación con los reportados por Castillo, *et al.*, en (2017) donde estipulan que en filetes de tilapia se hallaron valores de BAL usadas como conservantes entre $5,94 \pm 0,54$ $8,98 \pm 1,04 \log \text{ UFC g}^{-1}$. A continuación se muestra en detalle el desarrollo de UFC de las BAL en el espacio de tiempo del almacenamiento de los filetes de tilapia roja conservados con BAL y selladas al vacío

Figura 7. Recuento de BAL durante el tiempo de almacenamiento de los filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas



3.3. Análisis sensorial

En la figura 8, se puede determinar el comportamiento de los filetes de tilapia roja conservados con BAL con dos tiempos de impregnación y dos géneros de BAL como conservantes durante 30 días de almacenamiento a temperatura de 4° Celsius. Se puede incidir que a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento, los filetes conservados con BAL tuvieron mejores resultados que los tratamientos control. Los caracteres sensoriales que fueron considerados cada 10 días fueron: apariencia, color, aroma y sabor.

Es así como podemos notar, que los menores puntajes se obtuvieron para los atributos aroma y flavor, al final del periodo de almacenamiento (30 días), aunque es importante también destacar que los valores reportados siempre estuvieron por encima del límite de aceptabilidad establecido para el presente estudio que fue 4. Sin embargo, los tratamientos con *Streptococcus* por lo general tuvieron mayor aceptación por parte de los catadores ($p < 0,05$). En ninguno de los casos los tratamientos denominados control pasaron las pruebas ya que registraron

valores muchas veces por debajo del límite determinado para la aceptabilidad del producto ($p < 0,05$).

Figura 8. Atributos sensoriales de los filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*) conservados con bacterias lácticas (BAL), a) Impregnación de BAL 1 hora; b) Impregnación de BAL 2 horas.

Atributo	Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20	Día 30
Color	C1	8,7±0,3 ^a	7,2±0,5 ^a	6,7±0,4 ^{a, b}	5,3±0,6 ^b
	L1	8,8±0,2 ^a	7,9±0,4 ^b	7,2±0,5 ^{b, c}	6,5±0,5 ^c
	S1	9±0,0 ^a	7,8±0,4 ^b	6,7±0,6 ^c	6,4±0,5 ^c
	C2	8,9±0,1 ^a	7,7±0,4 ^b	6,9±0,4 ^b	4,5±0,3 ^c
	L2	8,5±0,4 ^a	7,9±0,5 ^a	7,1±0,6 ^a	6,7±0,5 ^a
	S2	8,7±0,3 ^a	8±0,0 ^b	6,9±0,5 ^c	5,7±0,5 ^d
Aroma	C1	8,7±0,3 ^a	6,8±0,7 ^b	4,6±0,3 ^c	3,4±0,2 ^b
	L1	8,9±0,1 ^a	7,4±0,4 ^b	6,5±0,6 ^b	5,2±0,5 ^c
	S1	8,4±0,3 ^a	7,9±0,4 ^a	7±0,0 ^b	4,8±0,4 ^c
	C2	8,5±0,4 ^a	7,3±0,4 ^b	4,8±0,5 ^c	3,7±0,3 ^d
	L2	8,7±0,2 ^a	7,9±0,4 ^b	6,5±0,4 ^c	5,4±0,5 ^d
	S2	8,5±0,3 ^a	7,7±0,3 ^b	7±0,0 ^c	6±0,0 ^c
Flavor	C1	8,7±0,2 ^a	6,9±0,4 ^b	5±0,0 ^c	3,1±0,4 ^d
	L1	8,6±0,4 ^a	7,5±0,4 ^b	6,7±0,3 ^c	5,8±0,4 ^d
	S1	8,5±0,3 ^a	7±0,0 ^b	6,9±0,3 ^{b, c}	4,5±0,5 ^c
	C2	8,3±0,5 ^a	6,9±0,5 ^b	5,2±0,4 ^c	3,4±0,5 ^d
	L2	8,4±0,5 ^a	7,3±0,5 ^b	6,9±0,3 ^b	5,6±0,4 ^c
	S2	8,5±0,4 ^a	7,5±0,4 ^b	7,4±0,3 ^b	5,9±0,4 ^c
Textura	C1	7,9±0,4 ^a	6,5±0,5 ^b	5,4±0,5 ^c	4,1±0,5 ^d
	L1	8,2±0,3 ^a	7,3±0,5 ^b	6,8±0,5 ^{b, c}	5,8±0,5 ^c
	S1	7,9±0,4 ^a	7,2±0,4 ^a	7,4±0,4 ^a	5,1±0,4 ^b
	C2	8±0,5 ^a	6,1±0,5 ^b	5,1±0,5 ^b	3,3±0,4 ^c
	L2	8±0,4 ^a	7,9±0,3 ^a	6,6±0,3 ^b	5,9±0,3 ^c
	S2	8,3±0,5 ^a	7,4±0,5 ^a	6,2±0,5 ^b	6±0,0 ^b

Es importante determinar, que los valores reportados en la presente investigación, están acordes a lo determinado por estudios previos realizados por Valls, *et al.*, en (2004), sobre la evaluación sensorial de filetes de sardina (*Sardinella aurita* V.) empacados al vacío y congelados a -18°C. Otro de los estudios donde se guarda concordancia con estos valores es el realizado por Alvarado, en (2019) donde determina los atributos sensoriales de los filetes de tilapia sometidos a un sistema de envasado. Otro de los estudios, con el que se guarda relación directa es el Pilet, *et al.*, (2005) quienes usaron salmón ahumado y probaron como preservante un extracto crudo de bacteriocinas producidas por *C. divergens* V41; por lo que los resultados de los atributos sensoriales obtenidos en esta investigación tienen un beneficio para la comercialización de tilapia roja.

CONCLUSIONES

- Al evaluar el efecto del uso de dos cepas de BAL (*Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus acidophilus*) como agente conservante en la conservación de filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*); se puede determinar que estas BAL son capaces de inhibir el crecimiento bacteriano de especies que intervienen directamente en el deterioro proteolítico del musculo de los pescados, llegando a conservarlos por más tiempo.
- Es importante destacar que la calidad físico-química y microbiológica de los filetes de tilapia impregnados con BAL, permite mantener este producto dentro de lo establecido por la norma técnica ecuatoriana NTE-INEN 183-1974-04 y en lo que respecta a los valores de las bases volátiles totales del nitrógeno (BVT-N), estos valores también se encuentran dentro del rango establecido por el Reglamento de la Comunidad Europea (CE) N° 1022/2008.
- Al realizar el análisis sensorial con un panel semi entrenado de los filetes de tilapia roja (*Oreochromis sp*), podemos evidenciar que el uso de las BAL como conservante permite mantener en el tiempo (30 días) la calidad de los atributos sensoriales aquí descritos.

RECOMENDACIONES

- Realizar este tipo de estudios con otras especies bioacuáticas de interés comercial para poder comercializar estos productos dándoles un valor agregado sin el uso de preservantes sintéticos. Lo que permite asegurar que durante el tiempo de vida de anaquel el producto conserva sus características físicas, químicas y microbiológicas con cierto grado de frescura.
- El uso de conservantes orgánicos o naturales está teniendo una elevada consideración por parte del público consumidor, por lo que con este tipo de proyectos se podría asegurar la alimentación de los más necesitados, por lo que se recomienda establecer este producto como parte de la canasta popular para así propender a la Seguridad Alimentaria de los ciudadanos ecuatorianos.
- La utilización de BAL (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus acidophilus*) como biopreservantes, se vislumbra como una alternativa de uso de estas bacterias dentro de la industria alimentaria habida de impulsar alimentos orgánicos y de procesos saludables para el consumo humano.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, L., & del Carmen, M. (2019). *Aplicación de bacteriocinas para la bioprotección de alimentos*. Jaén - España: Tesis Univ. Jaén. Departamento de Ciencias de la Salud.
- Alvarado, J., Ruíz, W., & Moncayo, E. (2016). Offshore Aquaculture Development in Ecuador. *International Journal of Research and Education* 1: 1.6.
- Alvarado, V. (2019). *Mejora del proceso de conservación de los filetes de tilapia refrigerados utilizando un sistema de envasado para la comercialización en los supermercados*. Lima- Perú: Universidad Ricardo Palma Escuela de Posgrado Maestría en Sistemas de Gestión de la Calidad e inocuidad en la Industria Alimentaria.
- Amerine, M., Pongborn, R., & Roesler, E. (1965). *Principles of sensory evaluation of food*. New York: Academic Press.
- APHA., A. P. (1992). *Standard methods for the examination for dairy products*. Washington D. C.: RT Marshall. XVI Edición.
- Arboleda, D. (2006). Estatus actual de la Tilapia Roja en Colombia: Tilapia Roja, una bomba de tiempo. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. Vol.8, (8) .
- Arengas, M. (2019). Los probióticos: alimentos funcionales para lactantes. *Revista Médicas UIS*, 32(2), 31-39.
- Balasubramaniam, V., Martínez, S., & Rockendra, G. (2015). Principles and Application of High Pressure–Based Technologies in the Food Industry. *Annual Review of Food Science and Technology*, 6(1), 435-462.
- Baltazar, P., & IPECMAR. (2009). La Tilapia: Una revisión actualizada de su crianza en Perú. *Aquavisión*, 26.28.
- Barriga, M., Cueto, M., Llave, I., & Romero, E. (2005). Evaluación de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) envasados en atmósferas modificada de tilapia. *Boletín Investigaciones Instituto Tecnología. IMARPE* (7), 91-100.

- Basiri, S., Shekarforoush, S., Aminlari, M., & Akbari, S. (2015). The effect of pomegranate peel extract (PPE) on the polyphenol oxidase (PPO) and quality of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during refrigerated storage. *Food Science and Technology*, 60(2), 1025 - 1033.
- Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación*. México: Shalom.
- Bromberg, R., Moreno, C., Lopes, Z., Delboni, R., & De Oliveira, J. (2004). Isolation of bacteriocin-producing lactic acid bacteria from meat and meat products and its spectrum of inhibitory activity. *Braz J Microbiol.* (35), 137-144.
- Bromberg, R., Moreno, C., Lopes, Z., Delboni, R., & J., D. O. (2004). Isolation of bacteriocin-producing lactic acid bacteria from meat and meat products and its spectrum of inhibitory activity. *Braz J Microbiol.* (35), 137-144.
- Cagri, A., Ustunol, Z., & Ryser, E. (2004). Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*, 67, 833-848.
- Castillo, A., Montalvo, C., Ramírez, C., & Bolívar, G. (2017). Controle de Deterioração Microbiológica da Tilápia Arquivo Através da Aplicação de Bactérias Láticas. *Orinoquia*. Vol. 21 # 2, 30-37.
- C.E. (2008). *Reglamento (CE) no 2074/2005 en lo que respecta a los valores límite de nitrógeno básico volátil total (NBVT)*. Bruselas: Reglamento (CE) No 1022/2008.
- Duche, V., & Leonardo, W. (2017). *Análisis de la vida útil de la tilapia "Oreochromis" con empaque al vacío, Centro de Acopio Guaslán Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*. Riobamba, Ecuador: Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- (FAO), F. a. (2016). *Food Outlook, Biannual Report on Global Food Markets*. FAO.
- FAO. (14 de 03 de 2005). *Fao* . Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/v7180s/v7180s06.htm>
- FAO. (2016). *Codex sobre Contaminantes de Alimentos*. Rotterdam : FAO / Codex Alimentarium.

- FAO/OMS. (2015). *Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias Comité de Codex Contaminantes de los alimentos*. Nueva Delhi, India .
- Fernandez, I., Escriche, I., Fuentes, A., & Sera, A. (2007). Microbial and sensory changes during refrigerated storage of desalted cod (*Gadus morhua*) preserved by combined methods. *Fernandez-Segovia I, Escriche I, Fuentes A, Sera JA. Microbial and sensory changes during refrigerated storage of desalted cod (Gadus morhua) preserved by combined methods. Int J Food Microbiol. 116, 64-72.*
- Fernandez, I., Escriche, I., Fuentes, A., & Sera, J. (2007). Microbial and sensory changes during refrigerated storage of desalted cod (*Gadus morhua*) preserved by combined methods. *Fernandez, I.; Escriche, I.; Fuentes, A.; Sera, J. Microbial and sensory changes during refrigerated storage of desalted cod (Gadus morhua) preserved by combined methods. Int J Food Microbiol. 116, 64-72.*
- Galanakis, C. (2013). Emerging technologies for the production of nutraceuticals from agricultural by-products: A viewpoint of opportunities and challenges. *Food and Bioprocess Technology, 91(4), 575-579.*
- Garbe, N. (2017). Prácticas de manipulación de la carne de pescado durante su recorrido desde el “Río al plato” en las localidades de Santa Fe, Santo Tomé y Sauce Viejo. *Biblioteca virtual.unl.edu.ar*.
- García, M. (2019). *Utilización de aceites esenciales en combinación con ácido láctico para extender la vida útil de carnes bovinas*. Buenos Aires - Argentina: Doctoral dissertation. Universidad Nacional de La Plata.
- Goulas, E., & Kontominas, M. (2007). Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry 100, 287-296.*
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Cuarta ed.). México D.F.: MCGRAW-HILL.
- Hsien-Tsang, S., & Quintanilla, M. (2008). Manual sobre “Reproducción y cultivo de Tilapia”. *Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), 68.*

- INFOPESCA. (2006). *VI Reunión del Comité Ejecutivo de INFOPESCA*. Santiago de Compostela, España: InfoPesca.
- Iriarte, M., & Torres, M. (2013). Incidence histamine and hygienic quality indicators's bacteria in fillets, slice and pieces pelagic fish's marketing in one fish's market of Margarita's Island (Venezuela). *Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel" Vol 44, N° 1*, 15-23.
- Joffraud, J., Cardinal, M., Cornet, J., Chasles, S., & León, S. (2006). Effect of bacterial interactions on the spoilage of coldsmoked salmon. *Inter J Food Microbiol*: 112, 51 - 61.
- Lubes, C. (2005). *Efecto del tiempo de retardo en la refrigeración sobre los cambios microbiológicos, físicos, químicos y sensoriales en el bagre yaque (Leiarius marmoratus)*. Caracas, Venezuela: Trabajo de Grado para Licenciado en Biología.
- Lyhs, U., Latineen, J., Fredriksson, M., Hyytia, E., & Elfing, K. (2001). Microbiological quality and shelf-life of vacuum-packaged "gravad" rainbow trout stored at 3 and 8°C. *Int. J. Food Microbiol* 70, 221-230.
- Mataragas, M., Skandami, P., & Drosinos, E. (2008). Risk Profiles of pork and poultry meat and risk ratings of various pathogenproduc combinations. *Int J Food Microbiol*. 101, 1-12.
- Mehmet, Y., & Durak, M. (2005). Comparison of dry, wet, and microwave ashing methods for the determination of Al, Zn, and Fe in yogurt samples by atomic absorption spectrometry. *Spectroscopy Letters*. 38, 405-417.
- Montalvo, C. (2014). *Impregnación al vacío de filetes de tilapia (Oreochromosis spp.) con bacterias con bacterias ácido lácticas y su efecto sobre las características de calidad en almacenamiento refrigerado*. Colombia: Doctorado in Ingeniería. Universidad del Valle .
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Máxico: Iberoamericana.

- Novoa, C. (2020). *Obtención de ácido láctico por el método de células inmovilizadas del lactobacillus casei*. Ibarra - Ecuador: Bachelor's thesis. Universidad Técnica del Norte .
- Özogul, F., Polat, A., & Özogul, Y. (2004). *The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (Sardina pilchardus)*. 49-57: Food Chemistry (85).
- Pal Singh, V. (2018). Recent approaches in food bio-preservation- a review. *Open Veterinary Journal*. 8 (1), 104-111.
- Pilet, B., Prevost, H., Cardinal, M., & Leroi, F. (2005). Effect of inoculation of *Carnobacterium divergens* V41, a biopreservative strain against *Listeria monocytogenes* risk, on the microbiological, chemical and sensory quality of coldsmoked salmon.
- Ragnar, N., & Darryl, J. (2019). *Revisión y pronóstico de la producción mundial de peces Meta 2020*. Chennai-India: Global Aquaculture Alliance.
- Ramaroson, M., Guillou, S., Rossero, A., Rezé, S., Anthoine, V., Moriceae, N., . . . Zagorec, M. (2018). Selection procedure of bioprotective cultures for their combined use with High Pressure Processing to control spore-forming bacteria in cooked ham. *International Journal of Food Microbiology* (276), 28-38.
- Ramírez, C. (2005). *Uso de bacterias lácticas probióticas na alimentario de camaroes Litopenaeus vannamei como inibidoras de microrganismos patogénicos e estimulantes do sistema inume*. Paraná, Brasil: Universidade Federal do Paraná.
- Randell, K., Hattula, T., & Ahvenainen, R. (1997). Effect of packaging method on the quality of rainbow trout and Baltic herring fillets. *Lebenson Wiss Technol*. 30, 56 - 61.
- Rangel, L., Lango, F., Reynoso, F., Asiain, A., & -Castañeda, M. (2014). Diagnóstico de la acuicultura en el municipio de Alvarado, Veracruz, México. México. *Ra Ximhai*. 10(6), 75-81.

- Rodríguez, D., Cárcamo, J., & Carranza, E. (2014). Efecto de la cadena de frío en la preservación de los productos pesqueros . *Revista Portal de la Ciencia la Ciencia* (6) , 93- 106.
- Roth, B., Slinde, E., & Arildsen, J. (2006). Pre o post mortem muscle activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). The effect on rigor mortis and the physical properties of flesh. *Aquaculture* 257, 504-510.
- Sanches, J. (2007). *Cultivo de tilapias rojas en Ecuador* . Manabi : Expres public.
- Silva, A., Rocha, P., Fonseca, F., Costa, C., dos Santos, J., Carvalho, & N. (2017). Alterações microbianas dos produtos de pescados curados. *Revisão. PUBVET* 11, 646 - 743.
- Suárez, H., Pardo, S., & Cortés, M. (2008). Physical-chemical quality and sensory attributes of cut bio-preserved cachama fillets vacuum packaging under refrigeration. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2008; 21, 330 - 339.
- Suárez, H., Pardo, S., & Rodríguez, M. (2008). Physical-chemical quality and sensory attributes of cut bio-preserved cachama fillets vacuum packaging under refrigeration.
- Uyttendaele, M., De Boeck, E., & Jacxsens, L. (2016). Challenges in Food Safety as Part of Food Security: Lessons Learnt on Food Safety in a Globalized World. *Procedia Food Science*, 6, 16-22.
- Valls, J., Paredes, A., González, D., & González, A. (2004). Evaluación física, química, microbiológica y sensorial de filetes de sardina (*Sardinella aurita* V.) empacados al vacío y congelados a -18°C. *Valls, J.; Paredes, A.; González, D.; González, A. Evaluación física, química, microbiológica y sensorial de filetes dRevista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIV, Nº 2, 115-123.*



FCZ-LAB

Investigamos para cambiar el sector Agropecuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS ZOOTECNICAS
EXTENSIÓN CHONE

Cliente	Leonardo Chavarría y Andrés Zambrano	NS de análisis: 72
Dirección	Chone	Fecha de recibido
Teléfono	0983670807	28-11-2019
Muestra	Filetes de tilapia roja	Fecha del análisis
Cantidad recibida	1200 g	02-12-2019
Objetivo del análisis	Determinar los principales agentes físico, químicos y microbiológicos de filetes de tilapia roja conservados con BAL	Fecha de reporte
		17-01-2019

pH

Tiempo de almacenamiento	Control (pH)	Lactobacillus (pH)	Streptococcus (pH)
0	6,54	6,52	6,55
0	6,52	6,54	6,54
0	6,53	6,51	6,53
10	6,33	6,21	6,26
10	6,34	6,23	6,28
10	6,31	6,19	6,24
20	6,34	6,28	6,29
20	6,36	6,27	6,33
20	6,31	6,25	6,27
30	6,22	6,2	6,21
30	6,24	6,22	6,24
30	6,2	6,19	6,22
Tiempo de almacenamiento	Control (pH)	Lactobacillus (pH)	Streptococcus (pH)
0	6,54	6,52	6,55
0	6,55	6,53	6,54
0	6,53	6,51	6,52
10	6,42	6,34	6,31
10	6,4	6,36	6,33
10	6,39	6,32	6,28
20	6,32	6,27	6,25
20	6,34	6,29	6,26
20	6,31	6,25	6,23
30	6,23	6,18	6,21

30	6,24	6,19	6,19
30	6,21	6,15	6,23

Porcentaje de pérdida de agua

Tiempo de almacenamiento	Control (% perd. agua)	Lactobacillus (% perd. agua)	Streptococcus (% perd. agua)
10	2,48	1,48	0,55
10	2,43	1,54	0,51
10	2,54	1,51	0,53
20	5,21	3,59	4,62
20	5,14	3,66	4,68
20	5,13	3,69	4,54
30	4,24	3,93	5,89
30	4,26	3,97	5,89
30	4,19	4,04	5,95
Tiempo de almacenamiento	Control (% perd. agua)	Lactobacillus (% perd. agua)	Streptococcus (% perd. agua)
10	2,77	1,81	0,75
10	2,75	1,73	0,79
10	2,83	1,71	0,84
20	5,49	3,72	4,79
20	5,54	3,69	4,73
20	5,43	3,76	4,76
30	4,15	3,08	5,37
30	4,14	3,13	5,36
30	4,11	3,05	5,33

Porcentaje de bases volátiles de Nitrógeno

Tiempo de almacenamiento	Control (%mg BVT-N 100 g ⁻¹)	Lactobacillus (%mg BVT-N 100 g ⁻¹)	Streptococcus (%mg BVT-N 100 g ⁻¹)
0	14,81	13,99	14,32
10	21,16	19,79	17,82
20	40,21	17,73	13,54
30	22,71	21,09	17,29
Tiempo de almacenamiento	Control (%mg BVT-N 100 g ⁻¹)	Lactobacillus (%mg BVT-N 100 g ⁻¹)	Streptococcus (%mg BVT-N 100 g ⁻¹)
0	16,54	18,92	14,68
10	23,41	20,54	19,36
20	38,79	18,09	16,21
30	21,76	23,98	19,46

Recuento de Mesófilos

Tiempo de impregnación	Tiempo de almacenamiento	Control (log UFC g ⁻¹)	Lactobacillus (log UFC g ⁻¹)	Streptococcus (log UFC g ⁻¹)
1	0	5,4	6,7	6,5
1	0	5,1	6,6	6,3
1	0	5,2	6,8	6,7
1	10	9,7	6,3	5,9
1	10	9,9	6,7	5,5
1	10	9,4	6,1	5,7
1	20	10,3	5,8	5,2
1	20	10,4	5,7	5,6
1	20	10,6	5,2	5,1
1	30	11,7	5,1	4,9
1	30	11,2	4,9	4,7
1	30	11,9	5,3	5,1
2	0	5,8	7,2	7,3
2	0	5,6	7,8	7,9
2	0	5,9	7,7	7,2
2	10	10,8	6,8	6,5
2	10	10,7	6,7	6,2
2	10	10,9	6,3	6,8
2	20	11,3	6,5	6,6
2	20	11,4	6	6,4
2	20	11,6	6,2	6,3
2	30	11,7	5,1	4,9
2	30	11,2	5,4	5,2
2	30	11,9	5,9	5

Recuento de ~~E. coli~~

Tiempo de impregnación	Tiempo de almacenamiento	Control (log UFC g ⁻¹)	Lactobacillus (log UFC g ⁻¹)	Streptococcus (log UFC g ⁻¹)
1	0	2,1	1,9	1,7
1	0	2,2	1,7	2,3
1	0	2	1,4	1,7
1	10	4,2	2,3	2,7
1	10	4,9	2,7	2,5
1	10	4,4	2,1	2,7
1	20	5,3	2,5	2,6
1	20	5,4	2,7	2,6
1	20	5,6	2,2	2,4
1	30	6,7	5,1	4,9
1	30	7,02	4,9	5,7

1	30	6,9	5,3	5,1
2	0	1,7	1,5	1,6
2	0	1,6	1,8	1,5
2	0	1,9	1,7	1,2
2	10	4,8	2,3	2,7
2	10	4,7	2,7	2,2
2	10	4,9	2,3	2,8
2	20	5,7	2,8	2,5
2	20	5,4	2,6	2,7
2	20	5,6	2,7	2,8
2	30	6,9	3,4	3,6
2	30	6,2	3,4	3,2
2	30	6,9	3,9	3

Recuento de BAL

Tiempo de impregnación	Tiempo de almacenamiento	Control (log UFC g ⁻¹)	Lactobacillus (log UFC g ⁻¹)	Streptococcus (log UFC g ⁻¹)
1	0	3,07	5,88	5,93
1	10	1,93	9,05	8,97
1	20	1,87	8,31	7,54
1	30	1,74	7,99	7,04
Tiempo de impregnación	Tiempo de almacenamiento	Control (log UFC g ⁻¹)	Lactobacillus (log UFC g ⁻¹)	Streptococcus (log UFC g ⁻¹)
2	0	2,96	5,92	5,95
2	10	1,88	9,11	9,46
2	20	1,63	8,62	8,45
2	30	1,31	8,04	7,90



~~Elgo. Mino.~~ Gerardo Cuenca Nevárez
JEFE DE LABORATORIOS
FCZ-LAB

UTM - FCZ
Gerardo Cuenca Nevárez
JEFE DE LABORATORIOS
Bioquímica / Microbiología
Bromatología

Análisis de Varianza llevado a cabo en la presente investigación

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	72	0,99	0,98	0,29

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de BAL	0,03	2	0,02	48,21	<0,0001
TI	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
TA	1,05	3	0,35	1020,45	<0,0001
Tipo de BAL*TI	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Tipo de BAL*TA	0,02	6	4,2E-03	12,06	<0,0001
TI*TA	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Tipo de BAL*TI*TA	0,00	6	0,00	0,00	>0,9999
Error	0,02	48	3,4E-04		
Total	1,13	71			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Tipo de BAL	Medias	n	E.E.
Lactobacillus	6,30	24	3,8E-03
Streptococcus	6,33	24	3,8E-03
Control	6,35	24	3,8E-03

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TI	Medias	n	E.E.
1	6,33	36	3,1E-03
2	6,33	36	3,1E-03

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TA	Medias	n	E.E.
30	6,22	18	4,4E-03
10	6,27	18	4,4E-03
20	6,30	18	4,4E-03
0	6,53	18	4,4E-03

Pérdida de agua

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pérdida de agua	72	1,00	1,00	1,41

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de BAL	8,35	2	4,18	2980,94	<0,0001
TI	4,7E-03	1	4,7E-03	3,33	0,0741
TA	268,95	3	89,65	63972,35	<0,0001
Tipo de BAL*TI	0,23	2	0,12	83,29	<0,0001
Tipo de BAL*TA	25,35	6	4,22	3014,39	<0,0001
TI*TA	1,67	3	0,56	396,12	<0,0001
Tipo de BAL*TI*TA	0,30	6	0,05	35,56	<0,0001
Error	0,07	48	1,4E-03		
Total	304,92	71			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Tipo de BAL	Medias	n	E.E.
Lactobacillus	2,21	24	0,01
Streptococcus	2,75	24	0,01
Control	3,03	24	0,01

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TI	Medias	n	E.E.
2	2,66	36	0,01
1	2,67	36	0,01

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TA	Medias	n	E.E.
0	0,00	18	0,01
10	1,64	18	0,01
30	4,45	18	0,01
20	4,57	18	0,01

Bases Volátiles Totales de Nitrógeno

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
BVT	72	1,00	1,00	0,09

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de BAL	870,52	2	435,26	1457609,04	<0,0001
TI	37,27	1	37,27	124801,86	<0,0001
TA	676,15	3	225,38	754768,69	<0,0001
Tipo de BAL*TI	10,67	2	5,33	17857,96	<0,0001
Tipo de BAL*TA	1410,03	6	235,00	786991,64	<0,0001
TI*TA	7,36	3	2,45	8210,41	<0,0001
Tipo de BAL*TI*TA	32,71	6	5,45	18257,70	<0,0001
Error	0,01	48	3,0E-04		
Total	3044,70	71			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Tipo de BAL	Medias	n	E.E.
Streptococcus	16,59	24	3,5E-03
Lactobacillus	19,27	24	3,5E-03
Control	24,93	24	3,5E-03

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TI	Medias	n	E.E.
1	19,54	36	2,9E-03
2	20,98	36	2,9E-03

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TA	Medias	n	E.E.
0	15,55	18	4,1E-03
10	20,35	18	4,1E-03
30	21,05	18	4,1E-03
20	24,09	18	4,1E-03

Recuento de Mesófilos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mesófilos	72	0,99	0,99	3,50

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de BAL	194,03	2	97,01	1508,63	<0,0001
TI	7,67	1	7,67	119,28	<0,0001
TA	13,20	3	4,40	68,44	<0,0001
Tipo de BAL*TI	0,15	2	0,08	1,19	0,3117
Tipo de BAL*TA	148,36	6	24,73	384,51	<0,0001
TI*TA	1,52	3	0,51	7,89	0,0002
Tipo de BAL*TI*TA	0,90	6	0,15	2,33	0,0470
Error	3,09	48	0,06		
Total	368,92	71			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Tipo de BAL	Medias	n	E.E.
Streptococcus	5,98	24	0,05
Lactobacillus	6,20	24	0,05
Control	9,57	24	0,05

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TI	Medias	n	E.E.
1	6,92	36	0,04
2	7,58	36	0,04

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TA	Medias	n	E.E.
0	6,54	18	0,06
30	7,28	18	0,06
20	7,57	18	0,06
10	7,61	18	0,06

Recuento de Coliformes

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Coliformes	72	0,99	0,99	6,98

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de BAL	84,83	2	42,41	614,44	<0,0001
TI	11,20	1	11,20	162,29	<0,0001
TA	160,98	3	53,66	777,37	<0,0001
Tipo de BAL*TI	1,92	2	0,96	13,89	<0,0001
Tipo de BAL*TA	46,21	6	7,70	111,58	<0,0001
TI*TA	22,34	3	7,45	107,89	<0,0001
Tipo de BAL*TI*TA	10,17	6	1,69	24,54	<0,0001
Error	3,31	48	0,07		
Total	340,96	71			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Tipo de BAL	Medias	n	E.E.
Lactobacillus	2,94	24	0,05
Streptococcus	3,06	24	0,05
Control	5,30	24	0,05

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TI	Medias	n	E.E.
2	3,37	36	0,04
1	4,16	36	0,04

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TA	Medias	n	E.E.
0	1,75	18	0,06
10	3,22	18	0,06
20	4,25	18	0,06
30	5,85	18	0,06

Recuento de BAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
BAL	72	1,00	1,00	0,34

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tipo de BAL	520,39	2	260,19	652752,09	<0,0001
TI	0,44	1	0,44	1112,28	<0,0001
TA	30,10	3	10,03	25170,98	<0,0001
Tipo de BAL*TI	1,74	2	0,87	2188,64	<0,0001
Tipo de BAL*TA	45,60	6	7,60	19067,55	<0,0001
TI*TA	0,31	3	0,10	256,54	<0,0001
Tipo de BAL*TI*TA	0,74	6	0,12	310,17	<0,0001
Error	0,02	48	4,0E-04		
Total	599,35	71			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Tipo de BAL	Medias	n	E.E.
Control	2,05	24	4,1E-03
Streptococcus	7,65	24	4,1E-03
Lactobacillus	7,85	24	4,1E-03

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TI	Medias	n	E.E.
1	5,77	36	3,3E-03
2	5,93	36	3,3E-03

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

TA	Medias	n	E.E.
0	4,94	18	4,7E-03
30	5,66	18	4,7E-03
20	6,07	18	4,7E-03
10	6,72	18	4,7E-03

Análisis sensorial de los filetes de tilapia roja impregnados con BAL

Atributo	Tratamiento	Día 0	Día 10	Día 20	Día 30
Color	C1	8,7 0,5	8,9 0,5	7,7 0,4	6,3 0,6
	L1	8,8 0,3	7,9 0,4	6,8 0,5	5,5 0,5
	S1	9 0,0	7,8 0,4	6,7 0,6	6 0,5
	C2	8,9 0,5	7,7 0,8	6,9 0,4	6,5 0,3
	L2	8,5 0,8	7,9 0,5	7 0,6	5,7 0,5
	S2	8,7 0,4	8 0,0	6,9 0,5	4,7 0,5
Aroma	C1	8,7	6,8	4,6	3,4
	L1	8,9	7,4	6,5	5,2
	S1	8,9	7,9	7	4,8
	C2	8,5	7,3	4,8	3,7
	L2	8,7	7,9	6,5	5,4
	S2	8,5	7,7	7	6
Flavor	C1	8,7	6,9	5	3,1
	L1	8,9	7,5	6,7	5,8
	S1	8,8	7	6,9	4,5
	C2	8,3	6,9	5,2	3,4
	L2	8,4	7,3	6,9	5,6
	S2	8,5	7,5	7,4	5,9
Textura	C1	7,9	6,5	5,4	4,1
	L1	8,2	7,3	6,8	5,8
	S1	7,9	7,2	7,4	5,1
	C2	8	6,1	5,1	3,3
	L2	8	7,9	6,6	5,9
	S2	8,3	7,4	6,2	6

Galería fotográfica





