

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACIÓN DE BAJAS CONCENTRACIONES DE CLORURO DE SODIO EN LA  
VIDA ÚTIL DEL FILETE DE TILAPIA (*OREOCHROMIS SPP*).

POR:

RICARDO ALBERTO BANEGAS VALLECILLO

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

EVALUACIÓN DE BAJAS CONCENTRACIONES DE CLORURO DE SODIO EN LA  
VIDA ÚTIL DEL FILETE DE TILAPIA (*OREOCHROMIS SPP*).

POR:

RICARDO ALBERTO BANEGAS VALLECILLO

M. SC. ARLIN DANERI LOBO

Asesor (a) principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

**CATACAMAS**

**OLANCHO**

NOVIEMBRE, 2024

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso, por darme la oportunidad de vivir y ser mi guía y fuente de inspiración en cada paso de este camino en esta universidad.

A mi familia, especialmente mis padres, Ricardo Arturo Banegas Moncada y Mayra Elizabeth vallecillo Ardón. por su amor incondicional y su apoyo constante, que me han permitido alcanzar este logro, a mis hermanas, principalmente a Cesia Yireth Rodríguez Vallecillo, hermano y sobrino que han sido mi motor e inspiración para estar donde hoy estoy.

Y a mi amiga incondicional Angie Seleste Borjas Machado y demás, por su compañerismo y motivación, que han hecho este viaje mucho más significativo.

Con gratitud y amor.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por guiarme en este proceso y brindarme la fortaleza necesaria para superar los desafíos. Su luz ha sido fundamental en cada momento.

Expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre Mayra Elizabeth vallecillo Ardón, a mi padre Ricardo Arturo Banegas Moncada, a mi padrastro Elin Josué Rodríguez, a mi abuela materna Emelina Ardón, mi abuela paterna Trinidad Moncada, mi tía Ana Margarita Banegas, mi tío Alfredo Martínez y demás familiares, los cuales me han alentado y apoyado con su amor incondicional, con sus consejos y sus oraciones que han sido la fuerza y sustento para avanzar en cada paso de esta vida universitaria.

Le doy mi sincero agradecimiento a mi asesor principal, Arlin Daneri Lobo, por colaboración y orientación en dedicarme de su tiempo en este trabajo de investigación, en donde sus consejos y ayuda profesional fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación.

A mis amigos Carlos José fuentes, Carlos Enrique Raudales, Ramon Enrique Raudales, Raúl Francisco Breve, agradecerles por su apoyo moral, por llenarme de conocimientos, por alentarme constantemente y no desistir, su apoyo y presencia ha sido una fuente de inspiración y motivación.

A mi amiga, Angie Seleste Borjas por ser esa persona con paciencia, por guardar comprensión y por apoyarme en todo momento durante estos años académicos y nunca negarme su ayuda, su presencia ha sido de vital importancia en todo momento.

Gracias a todo por ser parte clave y fundamental en este viaje que no ha sido fácil, pero gracias a Dios y la colaboración y apoyo de todos ustedes lo hemos logrado.

## TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos .....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
3.1. Filete de tilapia ( <i>Oreochromis spp.</i> ).....	3
3.2. Cultivo de tilapia.....	5
3.3. Mercado Nacional de la tilapia. ....	6
3.4. Filete de tilapia.....	6
3.5. Carga Microbianas .....	6
3.5.1. Staphylococcus.....	6
3.5.2. Escherichia coli.....	7
3.6. Características de filete de tilapia. ....	7
3.6.1. Textura. ....	7
3.6.2. Sabor. ....	8
3.6.3. Color. ....	8
3.6.4. Aceptabilidad.....	9
3.7. Perfil Nutricional. ....	9
3.7.1. Contenido de proteínas. ....	9
3.7.2. Nutrientes como omega-3.....	10
3.7.3. Salud y consideraciones dietéticas. ....	10
3.7.4. Beneficios. ....	10
3.7.5. Vida útil. ....	11
IV. MATERIALES Y METODOS .....	12

4.1.	Ubicación.....	12
4.2.	Materiales y equipo.....	13
4.3.	Metodología.....	13
4.3.1.	Materia prima: .....	13
4.3.2.	Preparación de concentraciones: .....	13
4.3.3.	Almacenamiento:.....	14
4.4.	Variables dependientes:.....	14
4.4.1.	Evaluación de la vida útil: .....	14
4.4.2.	Análisis microbiológico: .....	14
4.4.3.	Análisis químico:.....	15
4.4.4.	Análisis sensorial:.....	16
4.4.5.	Diseño experimental y Tratamientos:.....	18
4.5.	Variables independientes: .....	19
4.5.1.	Niveles reducidos de cloruro de sodio.....	19
4.5.2.	Tiempo de almacenamiento.....	19
4.6.	Interpretación de Resultados.....	19
4.6.1.	Análisis Estadístico: .....	19
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	1
5.1.	Análisis microbiológico.....	1
5.2.	Análisis pH, Temperatura (C°) .....	22
5.3.	Análisis de rendimiento .....	22
5.4.	Análisis Sensorial .....	24
5.4.1.	Apariencia General.....	25
5.4.2.	Aroma .....	25
5.4.3.	Color.....	25

5.4.4. Textura .....	25
5.4.5. Sabor.....	26
5.5. Índice de aceptabilidad .....	27
VI. CONCLUSIONES .....	28
VII. RECOMENDACIONES .....	1
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	1
IX. ANEXOS.....	33

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Materiales y equipos para utilizar .....	13
<b>Tabla 2.</b> Escala hedónica 7 puntos. ....	17
<b>Tabla 3.</b> Descripción de tratamientos con %NaCl. ....	19
<b>Tabla 4.</b> Analisis microbiológico para E. Coli. ....	1
<b>Tabla 5.</b> Análisis microbiológico para Staphylococcus aureus. ....	21
<b>Tabla 6.</b> Análisis de pH.....	22
<b>Tabla 7.</b> % Rendimiento.....	23
<b>Tabla 8.</b> Resultado de comparación de medias. ....	24

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Ubicación del área de investigación .....	12
---	----

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexos 1.</b> Evaluación sensorial y analisis de datos .....	33
<b>Anexos 2.</b> Obtención de materia prima .....	36
<b>Anexos 3.</b> Proceso de fileteado .....	37
<b>Anexos 4.</b> Agrupación del filete y cloruro de sodio .....	37
<b>Anexos 5.</b> Análisis microbiológicos .....	38
<b>Anexos 6.</b> Análisis químicos .....	39
<b>Anexos 7.</b> Análisis sensorial.....	39

## RESUMEN

Evaluación de bajas concentraciones de cloruro de sodio en la vida útil del filete de tilapia (*Oreochromis spp*). Este estudio examinó el efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) en la conservación y calidad del filete de tilapia. Se evaluaron concentraciones de 0%, 0,5%, 1,0% y 1,5% de NaCl durante períodos de almacenamiento de 5, 10, 15 y 20 días. Hallazgos principales, los análisis microbiológicos, No se detectó *E. coli* en ninguna muestra, pero se encontró *Staphylococcus aureus* por encima de los límites permitidos en todas las concentraciones de NaCl. Dentro del análisis de pH se mantuvo dentro de rangos aceptables (menor a 7), y la temperatura de almacenamiento osciló entre 23.10°C y 23.90°C y el rendimiento Disminuyó a medida que aumentaba la concentración de NaCl, desde 79% (0% NaCl) hasta 66,26% (1,5% NaCl). En el análisis sensorial no hubo diferencias significativas en apariencia general y color. El aroma y sabor mostraron variaciones, con evaluación más bajas en la concentración de 0.5% NaCl a los 15 días. Las concentraciones más altas de NaCl (1.0% y 1.5%) contribuyeron a mantener mejor la calidad sensorial y se concluyó que el uso de NaCl tiene un impacto significativo en la calidad del filete de tilapia. Concentraciones más altas de sal ayudan a preservar las características sensoriales, pero también reducen el rendimiento del producto. Se necesita un equilibrio entre la preservación y el mantenimiento de las propiedades organolépticas deseables. La presencia de *Staphylococcus aureus* por encima de los límites permitidos en todas las concentraciones sugiere que el NaCl por sí solo puede no ser suficiente para garantizar la seguridad microbiológica del producto.

**Palabras Claves:** Tilapia, Cloruro de sodio (NaCl), Vida útil, Análisis microbiológico Seguridad alimentaria.

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura ha emergido como una importante fuente de producción de alimentos, con la tilapia (*Oreochromis spp*) ocupando un lugar destacado en esta industria. Sin embargo, la preservación de la calidad y vida útil de los productos pesqueros, como el filete de tilapia, representa un desafío fundamental para la industria alimentaria.

Particularmente, se prestará especial atención a la carga microbiana, incluyendo organismos patógenos comunes como (*Staphylococcus* y *Escherichia coli*), cuya presencia puede comprometer la seguridad alimentaria y la calidad del producto final. Este enfoque permitirá evaluar cómo los niveles reducidos de cloruro de sodio que afectan la proliferación y actividad de estas bacterias, y su influencia en la vida útil del filete de tilapia.

Por lo tanto, este estudio se propone investigar de manera exhaustiva el impacto de los niveles reducidos de cloruro de sodio en la extensión de la vida útil del filete de tilapia (*Oreochromis spp.*). Se abordarán aspectos químicos, microbiológicos y sensoriales para obtener una comprensión integral de los mecanismos subyacentes a los cambios en la calidad y durabilidad del producto. Los resultados de este estudio no solo beneficiarán a los productores y consumidores de tilapia, sino que también pueden tener implicaciones más amplias para la industria acuícola en general, al proporcionar información valiosa para mejorar las prácticas de manejo y conservación de productos pesqueros por ello se contribuirá al desarrollo de prácticas más eficientes y sostenibles en toda la cadena de producción y distribución de alimentos.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Investigar el efecto de niveles reducidos de cloruro de sodio en la prolongación de la vida útil del filete de tilapia (*Oreochromis spp.*) durante el almacenamiento postcosecha.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Investigar el resultado de bajas concentraciones de cloruro de sodio en la carga microbiana (*Staphylococcus* y *Escherichia coli*) en el filete de tilapia durante el almacenamiento.
- Evaluar los cambios de el pH, Rendimiento, en los filetes de tilapia expuestos a niveles reducidos de cloruro de sodio.
- Analizar la calidad sensorial, el color, la textura y el sabor, de los filetes de tilapia tratados con distintas concentraciones de cloruro de sodio a lo largo del período de almacenamiento.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. Filete de tilapia (*Oreochromis spp.*)

La reducción de los niveles de sal en el procesamiento de filetes de tilapia ha demostrado ser efectiva para prolongar su vida útil. Según (Ababouch, 2009), esta estrategia puede tener un impacto significativo en la conservación del pescado. La sal, en cantidades adecuadas, actúa como agente conservante al inhibir el crecimiento microbiano y la actividad enzimática. Sin embargo, niveles excesivos de sal pueden afectar negativamente la textura y el sabor de los filetes. Por lo tanto, ajustar los niveles de sal puede ser crucial para lograr una vida útil extendida sin comprometer la calidad del producto.

Investigaciones realizadas por (Khan, M. A., Rahman, M. S., & Islam, 2014) sugieren que la disminución de la concentración de sal en la tilapia puede reducir la actividad microbiana, lo que a su vez contribuye a una mayor durabilidad del producto. La sal tiene propiedades antimicrobianas que pueden controlar el crecimiento de bacterias y hongos responsables de la descomposición de los filetes. Al reducir la cantidad de sal en el proceso de salazón, se puede ralentizar la proliferación de microorganismos, lo que prolonga la vida útil del producto y garantiza su seguridad alimentaria.

(Huss, H. H., Ababouch, L., & Gram, 2017) destacan que el uso de técnicas de salado con niveles reducidos de sodio ha mostrado resultados prometedores en la inhibición del crecimiento bacteriano en filetes de tilapia. La reducción de sodio en el proceso de salazón puede tener beneficios para la salud, ya que el consumo excesivo de sodio se asocia con problemas como la hipertensión. Además, esta investigación resalta la importancia de

explorar alternativas de salado que mantengan la calidad y seguridad del producto sin comprometer su vida útil.

Estudios realizados por (Kumar, P., Singh, D., & Kumar, 2018) indican que la disminución de la concentración de sal en el proceso de salazón puede retardar la descomposición microbiológica y, por lo tanto, extender la vida útil de los filetes de tilapia. La sal desempeña un papel crucial en la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos y deteriorantes en los alimentos. Al reducir los niveles de sal, se pueden controlar los procesos de descomposición y mantener la frescura de los filetes durante un período más prolongado, lo que beneficia tanto a los productores como a los consumidores.

(Guerreiro, I., Guedes, A. C., Amorim, M., & Pereira, 2020) han identificado la aplicación de métodos de conservación con bajos niveles de sal en filetes de tilapia como una estrategia efectiva para minimizar la pérdida de calidad y prolongar su vida útil. La conservación de filetes de pescado mediante técnicas de salado es común en la industria pesquera. Sin embargo, la reducción de sal puede plantear desafíos en términos de mantener la calidad sensorial y la seguridad alimentaria. Investigaciones como esta son fundamentales para desarrollar prácticas de procesamiento que satisfagan las demandas del mercado y las preocupaciones de salud pública.

El cultivo comercial de tilapia, un pez de agua dulce conocido por su rápido crecimiento y adaptabilidad, ha florecido en respuesta a la creciente demanda mundial de productos pesqueros. Este mercado en expansión abarca desde la venta de peces vivos hasta productos procesados como filetes, que representan una parte significativa de la oferta. Los filetes de tilapia, apreciados por su carne magra y sabor suave, han ganado terreno en la industria alimentaria, encontrando su lugar en una variedad de platos culinarios. Sin embargo, la calidad y la vida útil de estos filetes son críticas para su aceptación en el mercado, lo que ha impulsado la investigación en métodos de procesamiento y conservación para mantener su frescura y seguridad alimentaria.

En este estudio, nos adentramos en la exploración del impacto que la reducción de niveles de sal tendrá en la extensión de la vida útil del filete de tilapia (*Oreochromis spp.*). Nuestro enfoque se centra en comprender cómo este ajuste en el proceso de salazón puede influir en la calidad y seguridad del producto final. A través de una combinación de análisis, evaluaciones sensoriales y pruebas de vida útil, buscamos identificar las mejores prácticas para garantizar la frescura y durabilidad óptimas de los filetes de tilapia. Este estudio tiene como objetivo proporcionar información valiosa para productores, procesadores y consumidores, con el fin de mejorar la calidad y la oferta de productos de tilapia en el mercado.

### **3.2. Cultivo de tilapia.**

El cultivo de la tilapia ha mejorado la calidad de vida de países en desarrollo, aportando una amplia gama de beneficios tales como, ingresos más elevados en el hogar, seguridad alimentaria y alto valor nutricional, a través de un mayor consumo de proteínas. (Agrotendencia, 2020)

El cultivo de tilapia es una actividad importante en Honduras, con un enfoque significativo en la acuicultura debido a la alta demanda de pescado fresco y de calidad en el mercado nacional e internacional. Honduras cuenta con condiciones climáticas favorables y recursos hídricos adecuados para la producción sostenible de tilapia. Se utilizan diversas técnicas de cultivo, como estanques, jaulas en cuerpos de agua naturales y sistemas de recirculación en acuicultura intensiva, para satisfacer la demanda del mercado. (Martínez-Porchas, M., & Martínez-Córdova, 2015)

### **3.3. Mercado Nacional de la tilapia.**

El mercado nacional de tilapia en Honduras es robusto y dinámico, con un crecimiento constante en la producción y el consumo de tilapia fresca y procesada. La tilapia es una fuente importante de proteínas para la población hondureña, y su disponibilidad en mercados locales y supermercados contribuye a la seguridad alimentaria y la diversificación de la dieta. Además, el gobierno hondureño ha implementado políticas para promover la producción y comercialización de tilapia como parte de sus estrategias de desarrollo económico y alimentario. (Ortega-Reyes, L., Arita, G., & Agurcia, 2018)

### **3.4. Filete de tilapia.**

El filete de tilapia es un producto popular en el mercado nacional de Honduras debido a su versatilidad culinaria, su sabor suave y su textura firme. Se comercializa fresco y congelado, y se utiliza en una variedad de platos tradicionales y modernos en restaurantes, hogares y establecimientos de comida rápida. La alta calidad y disponibilidad del filete de tilapia contribuyen al crecimiento continuo del mercado de productos pesqueros en Honduras. (Cruz-Casallas, P., Sánchez-García, P., Carmona, P., & Gómez-Guillén, 2017)

Vida Útil

### **3.5. Carga Microbianas**

#### **3.5.1. Staphylococcus**

Staphylococcus es un género de bacterias comúnmente encontrado en el ambiente y en la piel de humanos y animales. Algunas especies, como *Staphylococcus aureus*, pueden ser

patógenas y causar intoxicaciones alimentarias si los alimentos no se manejan adecuadamente. La presencia de *Staphylococcus* en el filete de tilapia puede indicar contaminación durante la manipulación o el procesamiento del pescado. (Bhaskar, N., Modi, S., & Govindasamy, 2010)

### **3.5.2. Escherichia coli**

*Escherichia coli* es una bacteria comúnmente encontrada en el intestino de humanos y animales. Aunque la mayoría de las cepas son inofensivas, algunas pueden causar enfermedades transmitidas por alimentos si se ingieren en grandes cantidades. La presencia de *Escherichia coli* en el filete de tilapia puede indicar contaminación fecal durante la crianza, el procesamiento o la manipulación del pescado. (Abolghait, S., Fathi, A., Youssef, F., & Algammal, 2019)

## **3.6. Características de filete de tilapia.**

### **3.6.1. Textura.**

La textura del filete de tilapia es generalmente suave y tierna, con una estructura de carne firme pero delicada. Esto se debe a la composición muscular y al contenido de grasa de la tilapia, que contribuyen a su textura característica, Según un estudio publicado en el *Journal of Food Science*, la textura del filete de tilapia está influenciada por factores como la composición de ácidos grasos, el contenido de colágeno y la fuerza de gelificación. La tilapia cultivada en diferentes condiciones ambientales puede tener variaciones en su textura, lo que resalta la importancia de la gestión del cultivo para garantizar una calidad consistente del filete. (Sanchez Garcia, P., Carmona , P., & Maria Carmen, 2016)

### **3.6.2. Sabor.**

El sabor del filete de tilapia es suave y delicado, con un ligero dulzor y un toque de frescura. La tilapia tiene un sabor neutro que se presta bien a una variedad de preparaciones culinarias y permite que los condimentos y sabores adicionales se destaquen, Un artículo en el Journal of Agricultural and Food Chemistry sugiere que el sabor de la tilapia está influenciado por factores como la alimentación, el ambiente de cultivo y el procesamiento posterior a la cosecha. La alimentación de la tilapia con dietas específicas puede modular su perfil de sabor, mientras que las prácticas de cultivo que mantienen la calidad del agua pueden preservar su frescura y sabor característicos. (Niu, J., Yu, X.-P., Liu, S.-Y., Xie, S.-W., & Sun, 2019)

### **3.6.3. Color.**

El color del filete de tilapia es blanco perlado o ligeramente rosado, con una apariencia limpia y atractiva. El color puede variar ligeramente dependiendo de factores como la edad del pez, la dieta y el método de procesamiento. Un estudio en Aquaculture Research encontró que el color del filete de tilapia está relacionado con la pigmentación de la piel y los tejidos musculares, así como con la presencia de compuestos antioxidantes. El cultivo de tilapia en sistemas de recirculación con dietas que contienen ingredientes naturales ricos en pigmentos puede mejorar su coloración y aumentar su atractivo visual para los consumidores. (Shahidi, F., Synowiecki, J., Ismail, A. M., & Olfati, 2003)

Es importante tener en cuenta que la calidad y las características del filete de tilapia pueden variar según varios factores, incluidos los métodos de cultivo, procesamiento y almacenamiento.

#### **3.6.4. Aceptabilidad.**

El filete de tilapia es un alimento que ha ganado popularidad en muchas partes del mundo debido a su precio accesible y su versatilidad en la cocina. Sin embargo, su aceptabilidad varía según los gustos y preferencias culinarias de cada individuo. Mientras algunos aprecian su sabor suave y textura firme, otros pueden encontrarlo menos satisfactorio comparado con otras variedades de pescado. La aceptabilidad del filete de tilapia también puede estar influenciada por consideraciones ambientales y de salud, ya que su producción intensiva plantea preocupaciones sobre el impacto en los ecosistemas acuáticos y la calidad nutricional del pescado. (García, M., & Smith, 2020)

### **3.7. Perfil Nutricional.**

#### **3.7.1. Contenido de proteínas.**

El filete de tilapia es una excelente fuente de proteínas magras, que son esenciales para el crecimiento muscular, la reparación de tejidos y el mantenimiento de una función celular adecuada. Contiene aproximadamente 26 gramos de proteína por cada porción de 100 gramos, lo que lo convierte en una opción nutricionalmente densa para promover la saciedad y el crecimiento muscular. Las proteínas de la tilapia son de alta calidad, ya que proporcionan todos los aminoácidos esenciales necesarios para la salud humana. Esta fuente de proteínas magras es particularmente beneficiosa para aquellos que buscan aumentar la ingesta de proteínas sin agregar demasiadas grasas o calorías adicionales a su dieta. (Tacon, 2003)

### **3.7.2. Nutrientes como omega-3**

Aunque el contenido de ácidos grasos omega-3 en la tilapia es menor en comparación con otros pescados grasos, aún ofrece beneficios para la salud cardiovascular y el funcionamiento cerebral. Los ácidos grasos omega-3, como el EPA y el DHA, presentes en la tilapia, ayudan a reducir la inflamación, mejorar la salud del corazón y apoyar la función cognitiva. Consumir tilapia como parte de una dieta equilibrada puede contribuir a alcanzar los niveles recomendados de ácidos grasos omega-3. Es importante tener en cuenta que la cantidad de omega-3 en la tilapia puede variar según la dieta y el entorno en el que se cultive, lo que puede influir en su perfil nutricional. (Hussen, T. A., Abdel-Warith, A.-W. A., Sun, H., Zhou, Z.-Z., & Wu, 2018)

### **3.7.3. Salud y consideraciones dietéticas.**

El filete de tilapia es una opción saludable dentro de una dieta equilibrada, ya que es bajo en grasas saturadas y calorías. Preparar la tilapia de forma saludable, como al vapor, a la parrilla o al horno, puede maximizar sus beneficios para la salud. Debido a su bajo contenido en grasas saturadas, la tilapia puede ayudar a mantener niveles saludables de colesterol en sangre y reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares cuando se consume como parte de una dieta variada y equilibrada. Es importante complementar el consumo de tilapia con una variedad de otros alimentos ricos en nutrientes, como frutas, verduras y granos enteros, para obtener una nutrición completa. (Huss, 1995)

### **3.7.4. Beneficios.**

El consumo regular de filete de tilapia puede proporcionar una serie de beneficios para la salud debido a su perfil nutricional equilibrado y su versatilidad en la cocina. Además de ser una excelente fuente de proteínas magras, la tilapia es baja en grasas saturadas y calorías, lo

que la convierte en una opción saludable para aquellos que buscan mantener un peso saludable o mejorar la salud cardiovascular. Además, la tilapia es fácil de preparar y combinar con una variedad de ingredientes y sabores, lo que la convierte en una opción versátil para una dieta equilibrada y sabrosa. Sin embargo, es importante tener en cuenta la calidad y el origen de la tilapia, ya que los métodos de cultivo y procesamiento pueden influir en su contenido nutricional y sostenibilidad. (Niu, J., Yu, X.-P., Liu, S.-Y., Xie, S.-W., & Sun, 2019)

### **3.7.5. Vida útil.**

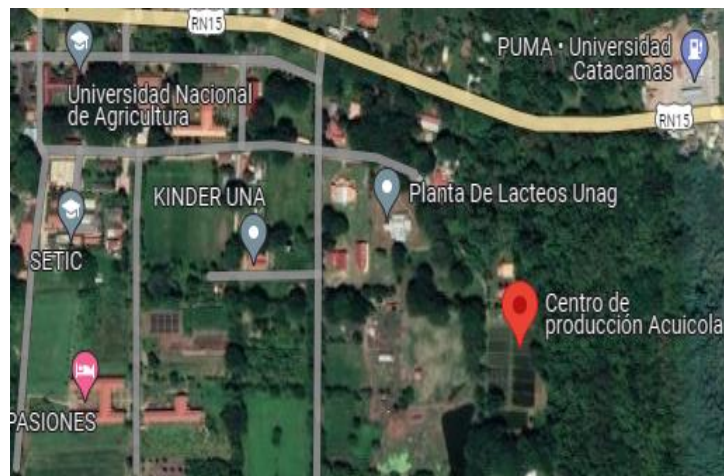
La "vida útil" o "vida de almacenamiento" de los alimentos es el tiempo durante el cual un alimento puede ser consumido y mantener sus características nutricionales y organolépticas como aroma, sabor, textura, color, etc. Sin afectar la salud de quien lo consume (Carrillo Irungaray y Reyes, 2013).

La vida útil de los alimentos puede verse afectada por varios factores, como la temperatura de almacenamiento, la humedad, la composición del alimento, el procesamiento, el envasado y las prácticas de manipulación de alimentos. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto al almacenamiento y consumo de alimentos, y prestar atención a las fechas de caducidad y vencimiento indicadas en el envase.

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de procesamiento acuícola de la Universidad Nacional de Agricultura, que se ubicó a 6 km de la ciudad de Catacamas, Olancho, en la carretera que conduce a Dulce Nombre de Culmí.



*Ilustración 1. Ubicación del área de investigación*

## 4.2. Materiales y equipo

*Tabla 1. Materiales y equipos para utilizar*

<b>Materiales</b>	<b>Utensilios y Equipo</b>
Tilapia Fresca ( <i>Oreochromis spp.</i> ).	Cuchillos
Cloruro de sodio	Tabla para picar
Envases y bolsas para empaque	Mesa de acero inoxidable
Etiquetas y marcadores	pH metro
Hielo	Refrigerador
	Balanza digital
	Termómetro
	Frasco grande de vidrio

## 4.3. Metodología

### 4.3.1. Materia prima:

Se obtuvieron filetes de tilapia frescos (*Oreochromis spp.*) de tamaño y peso uniformes del Centro de producción acuícola de la Universidad Nacional de Agricultura. Los filetes fueron divididos en diferentes grupos para tratamiento.

### 4.3.2. Preparación de concentraciones:

Para evaluar el efecto de bajas concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) en la vida útil del filete de tilapia, se prepararon soluciones con agua purificada, añadiendo el NaCl en las siguientes concentraciones: 0, 0.5, 1.0 y 1.5%. Cada solución fue de un litro de agua donde fue mezclada con un agitador hasta que el NaCl se disolvió completamente, se sumergieron

los filetes de tilapia por 10 minutos, en recipientes medidores, etiquetados adecuadamente con la concentración correspondiente, después de transcurrir este tiempo, pasaron a ser escurridos por 1 minutos para ser almacenados.

#### **4.3.3. Almacenamiento:**

Los filetes fueron almacenados bajo congelación a una temperatura de (-18°C) en una refrigeradora del laboratorio de procesamiento acuícola para mantener las condiciones y propiedades del filete de tilapia.

#### **4.4. Variables dependientes:**

##### **4.4.1. Evaluación de la vida útil:**

La evaluación de la vida útil de los filetes de tilapia (*Oreochromis spp.*) sometidos a bajas concentraciones de cloruro de sodio se llevó a cabo mediante muestreos periódicos en intervalos de 5, 10, 15 y 20 días. Durante cada uno de estos puntos de muestreo, se analizaron diversos parámetros microbiológicos, pH, rendimiento y sensoriales para determinar el estado de los filetes a lo largo del período de almacenamiento. Cada uno de estos parámetros se analizó en los puntos de muestreo establecidos para generar un perfil completo de cómo las bajas concentraciones de cloruro de sodio afectaron la vida útil de los filetes de tilapia durante el almacenamiento. Los datos recopilados se compararon con los estándares de calidad establecidos y se utilizaron para determinar la efectividad del tratamiento con cloruro de sodio en la extensión de la vida útil del producto.

##### **4.4.2. Análisis microbiológico:**

Se realizaron pruebas para detectar la presencia de patógenos comunes en pescados, como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.

Para evaluar la presencia de estos patógenos en los filetes de tilapia, se realizaron una serie de pruebas microbiológicas en el laboratorio microbiológico de la Universidad Nacional de Agricultura siguiendo procedimientos estándar.

**Preparación de Muestras:** Se recolectaron porciones representativas de los filetes (aproximadamente 25 gramos), que se homogeneizaron en un diluyente estéril y se prepararon para su análisis.

**Detección de *Staphylococcus aureus*:** Las muestras diluidas fueron inoculadas en placas de agar Baird-Parker, incubándose a 37°C durante 24-48 horas, para identificar colonias típicas de *S. aureus* mediante su morfología.

**Detección de *Escherichia coli*:** Las muestras diluidas fueron inoculadas en placas de agar EMB o MacConkey, incubándose a 37°C durante 24-48 horas, para identificar colonias de *E. coli* a través de sus características morfológicas.

**Confirmación y cuantificación:** Se contaron las colonias características de *S. aureus* y *E. coli*, calculando las unidades formadoras de colonias (UFC) por gramo de muestra original.

#### **4.4.3. Análisis químico:**

Se midió el pH, y el rendimiento de los filetes.

- **pH:** Medida de la acidez o alcalinidad de los filetes de tilapia. Un pH más bajo generalmente indicaba frescura y menos actividad microbiana. Un aumento en el pH podía ser señal de deterioro y actividad microbiana. Para medir el pH, se utilizó un medidor de pH calibrado. Primero, se tomó una muestra homogénea del filete y se trituró con una pequeña cantidad de agua destilada estéril. Se insertó el electrodo del pH-metro en la mezcla resultante y se leyó el valor del pH directamente en el dispositivo.

**Rendimiento de los Filetes:** El rendimiento se evaluó comparando el peso del filete crudo con el peso después del procesamiento. Se pesaron los filetes antes y después del procesamiento y almacenamiento.

$$\text{Rendimiento: } \left( \frac{\text{Peso final del filete}}{\text{Peso inicial del filete}} \right) \times 100$$

Este valor permitió evaluar la pérdida de peso durante el procesamiento y almacenamiento, proporcionando información sobre la eficiencia del proceso y la calidad del producto final.

#### **4.4.4. Análisis sensorial:**

Se realizaron evaluaciones sensoriales por un panel de 30 personas para medir atributos como color, olor, textura y sabor. Se utilizó una escala hedónica de 7 puntos, que iba desde "me disgusta mucho" hasta "me gusta mucho" para cuantificar la aceptabilidad de los filetes tratados, las muestras fueron cocinadas en aceite durante 15 minutos para cada tratamiento, donde cambiábamos el aceite para no interrumpir cada concentración de cloruro de sodio.

**Tabla 2.** Escala hedónica 7 puntos.

Puntaje	Significado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Para evaluar el impacto de bajas concentraciones de cloruro de sodio en la vida útil del filete de tilapia, se pueden considerar las siguientes características sensoriales clave:

- **Color:** Evaluación visual de los filetes para detectar cambios en la apariencia, Un color uniforme y fresco (rosado o blanco) indica frescura. Decoloraciones o manchas pueden señalar deterioro.
- **Olor:** Evaluación olfativa para detectar la presencia de olores desagradables.  
Un olor fresco y marino es deseable. Olores fuertes, ácidos o putrefactos indican descomposición.
- **Sabor:** Evaluación gustativa para detectar cambios en el sabor del pescado.  
Un sabor suave y característico del pescado fresco es ideal. Sabores rancios, amargos o extraños indican deterioro.

- **Textura:** Evaluación táctil y visual de la firmeza del filete, Una textura firme y elástica es señal de frescura. Texturas blandas, gelatinosas o desmenuzables indican degradación.
- **Aceptabilidad General:** Evaluación global de la calidad del filete considerando todas las características sensoriales.

Una alta aceptabilidad general implica que el filete es visualmente atractivo, huele bien, sabe bien y tiene una buena textura. Baja aceptabilidad general sugiere que una o más características están comprometidas.

Estos atributos sensoriales se evalúan periódicamente durante el almacenamiento para determinar cómo las diferentes concentraciones de cloruro de sodio afectan la preservación y la calidad del filete de tilapia.

El índice de aceptabilidad para cada característica sensorial se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de aceptabilidad: } \left( \frac{\text{Promedio de cada característica}}{\text{Valor máximo de escala hedónica}} \right) \times 100$$

#### 4.4.5. Diseño experimental y Tratamientos:

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado donde el factor de estudio es el cloruro de sodio en (0, 0.5, 1.0, 1.5 %)

#### 4.5. Variables independientes:

##### 4.5.1. Niveles reducidos de cloruro de sodio

##### 4.5.2. Tiempo de almacenamiento

*Tabla 3. Descripción de tratamientos con % NaCl.*

Tratamientos	% de cloruro de sodio
T1	0
T2	0.5
T3	1
T4	1.5

#### 4.6. Interpretación de Resultados

##### 4.6.1. Análisis Estadístico:

Para el análisis de resultados se implementó un análisis de varianza (ANOVA), en el programa INFOSTAT con la prueba de Tukey, a un nivel de significancia de 0.05%.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Análisis microbiológico

Resultados del análisis microbiológico de evaluación de bajas concentraciones de cloruro de sodio en la vida útil del filete de tilapia (*Oreochromis spp*).

**Tabla 4.** Analisis microbiológico para *E. Coli*.

% NaCl	Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Resultado	Límite permitido
0.00	E. Coli	6	A	0 UFC/g	10 UFC/g
0.50	E. Coli	6	A	0 UFC/g	10 UFC/g
1.00	E. Coli	6	A	0 UFC/g	10 UFC/g
1.50	E. Coli	6	A	0 UFC/g	10 UFC/g

Los resultados del análisis microbiológico, derivados de la prueba correspondiente, se presentan de manera detallada en la **Tabla 4**. Se examinaron cuatro muestras con el objetivo de identificar colonias de *E. Coli*, arrojando un resultado de 0 UFC/g en todas ellas. La ausencia de colonias indica un resultado negativo para la presencia de *E. Coli*, en concordancia con los hallazgos previos obtenidos según el trabajo realizado por (Adalid, 2017), durante el control microbiológico de tilapia, donde se constató la inexistencia de *E. Coli*.

**Tabla 5.** Análisis microbiológico para *Staphylococcus aureus*.

% NaCl	Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Resultado	Límite permitido
0.00	Staphylococcus aureus	7	A	6.6 x 10 <sup>2</sup> UFC/g	10 <sup>2</sup> UFC/g
0.50	Staphylococcus aureus	7	A	2.9 x 10 <sup>2</sup> UFC/g	10 <sup>2</sup> UFC/g
1.00	Staphylococcus aureus	7	A	5.6 x 10 <sup>2</sup> UFC/g	10 <sup>2</sup> UFC/g
1.50	Staphylococcus aureus	7	A	3.5 x 10 <sup>2</sup> UFC/g	10 <sup>2</sup> UFC/g

Los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas para detectar *Staphylococcus aureus* (**Tabla 5.**) en diferentes concentraciones de NaCl muestran que, independientemente del porcentaje de sal utilizado (0.0%, 0.5%, 1.0%, y 1.5%), la cantidad de esta bacteria se mantiene por encima del límite permitido de 10<sup>2</sup> UFC/g. Los valores registrados fueron de 660, 290, 560 y 350 UFC/g, respectivamente. Estos resultados indican una notable resistencia de *Staphylococcus aureus* a la salinidad, sugiriendo que el uso de NaCl en estos niveles no es suficiente para controlar su crecimiento.

La presencia de *Staphylococcus aureus* en niveles superiores a lo permitido es preocupante, dado que esta bacteria es un patógeno significativo en la seguridad alimentaria, capaz de producir toxinas que pueden provocar intoxicaciones alimentarias. (Beuchat, 2002)

## 5.2. Análisis pH, Temperatura (C°)

Análisis de pH y temperatura en evaluación de bajas concentraciones de cloruro de sodio en la vida útil del filete de tilapia (*Oreochromis spp*).

**Tabla 6.** Análisis de pH

% NaCl	pH	T (°C)
0.0	6.35	23.90
0.5	6.40	23.70
1.0	6.30	23.70
1.5	6.34	23.10

En términos de estándares de calidad, según los datos citados por Rodríguez et al. (2011), el pH del pescado en buen estado debe ser menor a 7. En este sentido, los resultados descritos en **Tabla 6.** cumplen con dicho estándar, lo que respalda la condición y calidad de la tilapia utilizada en el proceso (Ruiz Calderon, 2022).

La temperatura se mantuvo entre 23.10 °C y 23.90 °C, que se encuentra en un rango favorable para el crecimiento bacteriano. Aunque la variación de temperatura es mínima, la temperatura ambiente puede facilitar el crecimiento de microorganismos si no se manejan adecuadamente los productos alimenticios según ((USDA)., 2016).

## 5.3. Análisis de rendimiento

Rendimiento en evaluación de bajas concentraciones de cloruro de sodio en la vida útil del filete de tilapia (*Oreochromis spp*).

**Tabla 7. % Rendimiento.**

% NaCl	Rendimiento (%)
0.00	79.00
0.50	67.14
1.00	66.93
1.50	66.26

Los resultados sobre el rendimiento ver **Tabla 7.** del filete de tilapia (*Oreochromis spp.*) en diferentes concentraciones de cloruro de sodio muestran una tendencia clara en la relación entre el contenido de sal y la reducción del rendimiento. A medida que se incrementa la concentración de NaCl, el rendimiento del filete disminuye de un 79.00% a un 66.26% en las concentraciones de 0.0%, 0.5%, 1.0%, y 1.5% respectivamente. (Rojas, 2014)

Aunque el NaCl es efectivo en la conservación, sus efectos sobre el rendimiento del filete de tilapia destacan la necesidad de optimizar su uso para garantizar tanto la seguridad como la calidad del producto. (FAO, 2019)

## 5.4. Análisis Sensorial

*Tabla 8. Resultado de comparación de medias.*

% NaCl	Días	Apariencia				
		General	Aroma	Color	Textura	Sabor
0	20	5.30±1.38 <sup>a</sup>	5.27±1.53 <sup>a</sup>	5.33±1.51 <sup>a</sup>	5.27±1.55 <sup>a</sup>	4.90±1.58 <sup>ab</sup>
0	15	5.67±1.06 <sup>a</sup>	5.43±1.43 <sup>a</sup>	5.37±1.47 <sup>a</sup>	5.63±1.63 <sup>a</sup>	5.43±1.81 <sup>ab</sup>
0	10	5.23±1.33 <sup>a</sup>	5.10±1.69 <sup>a</sup>	5.27±1.41 <sup>a</sup>	5.33±1.35 <sup>a</sup>	4.77±1.83 <sup>ab</sup>
0	5	5.37±1.19 <sup>a</sup>	5.23±1.33 <sup>a</sup>	5.43±1.41 <sup>a</sup>	5.33±1.35 <sup>a</sup>	5.10±1.71 <sup>ab</sup>
0.5	20	5.23±1.57 <sup>a</sup>	5.23±1.45 <sup>a</sup>	5.27±1.51 <sup>a</sup>	5.13±1.48 <sup>a</sup>	4.73±1.66 <sup>ab</sup>
0.5	15	5.07±1.53 <sup>a</sup>	4.97±1.61 <sup>a</sup>	5.17±1.42 <sup>a</sup>	5.17±1.32 <sup>a</sup>	4.47±1.59 <sup>a</sup>
0.5	10	5.53±1.31 <sup>a</sup>	5.13±1.20 <sup>a</sup>	5.37±1.45 <sup>a</sup>	5.47±1.20 <sup>a</sup>	5.30±1.37 <sup>ab</sup>
0.5	5	5.37±1.74 <sup>a</sup>	5.63±1.03 <sup>a</sup>	5.43±1.19 <sup>a</sup>	5.43±1.45 <sup>a</sup>	5.37±1.61 <sup>ab</sup>
1	20	5.27±1.60 <sup>a</sup>	5.13±1.48 <sup>a</sup>	5.40±1.45 <sup>a</sup>	5.30±1.42 <sup>a</sup>	5.07±1.68 <sup>ab</sup>
1	15	5.03±1.81 <sup>a</sup>	5.07±1.39 <sup>a</sup>	5.27±1.39 <sup>a</sup>	5.33±1.52 <sup>a</sup>	5.13±1.48 <sup>ab</sup>
1	10	5.53±1.36 <sup>a</sup>	5.70±1.15 <sup>a</sup>	5.80±1.24 <sup>a</sup>	5.47±1.68 <sup>a</sup>	5.53±1.63 <sup>ab</sup>
1	5	5.37±1.30 <sup>a</sup>	5.50±1.20 <sup>a</sup>	5.47±1.36 <sup>a</sup>	5.50±1.43 <sup>a</sup>	5.57±1.33 <sup>ab</sup>
1.5	20	5.20±1.67 <sup>a</sup>	5.30±1.39 <sup>a</sup>	5.43±1.41 <sup>a</sup>	5.30±1.49 <sup>a</sup>	5.20±1.79 <sup>ab</sup>
1.5	15	5.30±1.44 <sup>a</sup>	5.33±1.27 <sup>a</sup>	5.17±1.74 <sup>a</sup>	5.23±1.87 <sup>a</sup>	5.17±1.97 <sup>ab</sup>
1.5	10	5.73±1.23 <sup>a</sup>	5.80±1.03 <sup>a</sup>	5.83±1.32 <sup>a</sup>	5.80±1.42 <sup>a</sup>	5.93±1.48 <sup>b</sup>
1.5	5	5.80±1.16 <sup>a</sup>	5.73±1.20 <sup>a</sup>	5.77±1.41 <sup>a</sup>	5.77±1.28 <sup>a</sup>	5.53±1.46 <sup>ab</sup>

#### **5.4.1. Apariencia General**

Los resultados de la apariencia general muestran puntuaciones que oscilan entre 5.03 y 5.73. No se observan diferencias significativas entre las distintas concentraciones de NaCl y los días de almacenamiento, lo que sugiere que la sal no afecta considerablemente la percepción visual del filete de tilapia. Sin embargo, las puntuaciones más bajas se registran en los días de mayor almacenamiento, lo que podría indicar un deterioro gradual.

#### **5.4.2. Aroma**

Las puntuaciones de aroma varían de 4.97 a 5.80. Se observan diferencias significativas en las muestras con 0.5% de NaCl a los 15 días, donde la puntuación fue notablemente más baja en comparación con otras concentraciones. Esto sugiere que una concentración moderada de sal puede ser menos efectiva para preservar el aroma a lo largo del tiempo. Las muestras con mayor concentración (1.5% NaCl) presentaron puntuaciones aceptables, indicando que la sal puede ayudar a mantener un aroma agradable.

#### **5.4.3. Color**

El color de los filetes se mantuvo entre 5.17 y 5.83, sin diferencias significativas entre las concentraciones de NaCl. Sin embargo, se puede notar una ligera tendencia a la baja en las muestras almacenadas por más tiempo. Esto sugiere que, aunque la sal no afecta significativamente el color, la frescura del producto podría influir en su apariencia.

#### **5.4.4. Textura**

Las puntuaciones de textura variaron de 5.13 a 5.80. Aunque no se reportaron diferencias significativas entre las concentraciones de NaCl, se observaron valores más altos en las muestras con 1.5% NaCl a 10 días. Esto sugiere que, en ciertos momentos, una mayor

concentración de sal puede contribuir a una mejor textura, aunque el impacto a largo plazo necesita más investigación

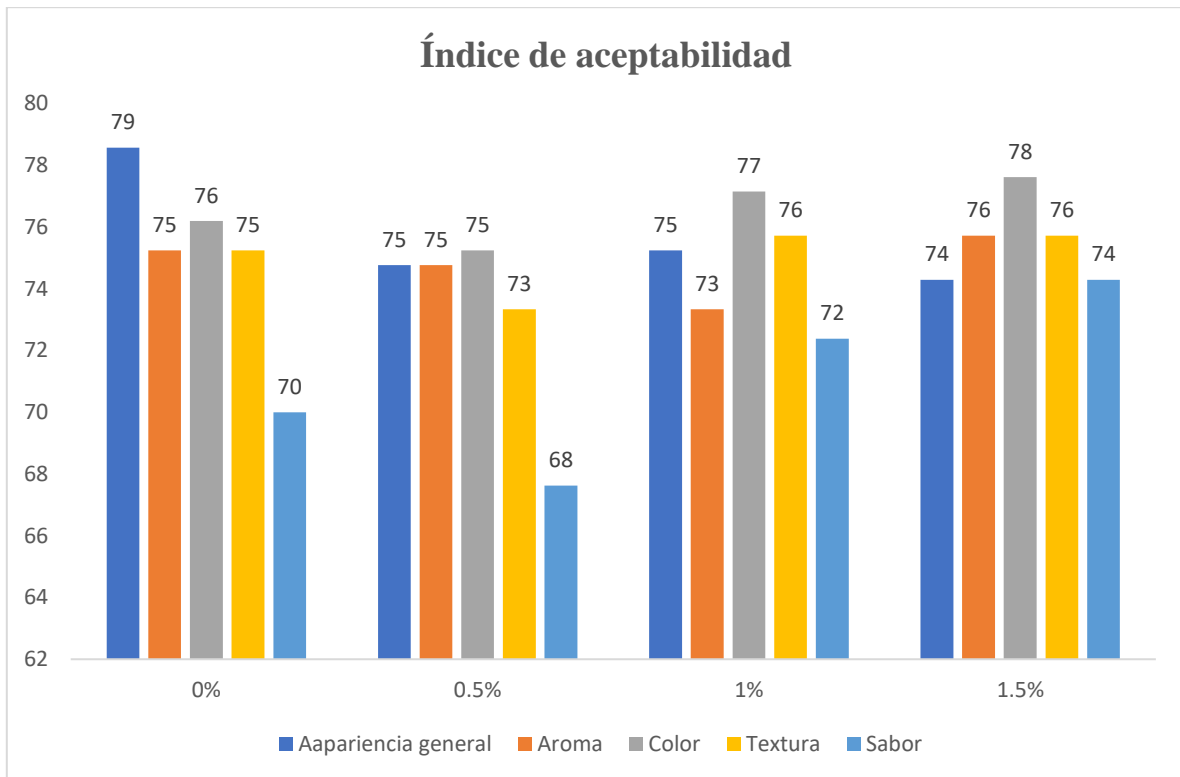
#### **5.4.5. Sabor**

Las puntuaciones de sabor fluctuaron entre 4.47 y 5.93. Se encontraron diferencias significativas en el sabor de las muestras a 0.5% NaCl a los 15 días, donde la puntuación fue notablemente más baja. Las concentraciones de 1.0% y 1.5% presentaron puntuaciones más altas, especialmente a los 10 y 5 días, respectivamente. Esto indica que, si bien la sal tiene un papel preservante, su exceso puede llevar a un sabor menos aceptable.

Los resultados de la evaluación sensorial del filete de tilapia (*Oreochromis spp.*) en diferentes concentraciones de cloruro de sodio (NaCl) y períodos de almacenamiento indican que el uso de sal tiene un impacto significativo en la calidad del producto. A pesar de que las puntuaciones de apariencia general y color no mostraron diferencias significativas, se observaron variaciones notables en el aroma y el sabor, especialmente en las muestras con 0.5% de NaCl a los 15 días, donde el sabor se percibió de manera menos favorable. Esto sugiere que una concentración moderada de sal puede ser insuficiente para preservar adecuadamente las características sensoriales a lo largo del tiempo.

En contraste, concentraciones más altas de NaCl (1.0% y 1.5%) contribuyeron a mantener la calidad del filete, aunque el exceso de sal puede afectar negativamente el sabor. Estos hallazgos subrayan la importancia de encontrar un equilibrio adecuado entre la concentración de sal y el tiempo de almacenamiento para maximizar tanto la seguridad alimentaria como la aceptación del consumidor. Por lo tanto, se recomienda el uso de concentraciones moderadas de NaCl y un control riguroso del tiempo de almacenamiento para preservar las propiedades sensoriales del filete de tilapia, asegurando así su calidad y aceptabilidad en el mercado (Morrissey M. T., 2018)

## 5.5. Índice de aceptabilidad



El índice de aceptabilidad nos muestra los porcentajes obtenidos de los diferentes parámetros evaluados a los 20 días con diferentes concentraciones de sal. Apariencia general: Es el atributo más valorado, con un índice de aceptabilidad del 79% en la muestra del 0 % de sal. Esto indica que la apariencia del producto o servicio es percibida de manera muy positiva por los jueces. Aroma y color: estos atributos tienen índices de aceptabilidad similares, en torno al 73-78% entre las diferentes muestras. Textura y sabor: estos atributos tienen índices de aceptabilidad del 68% y 76% respectivamente. Se encuentran en un nivel intermedio, por debajo de la apariencia general. En donde para el atributo sabor el tratamiento con el 1.5% fue el que obtuvo el mayor porcentaje de aceptación por parte de los jueces.

## VI. CONCLUSIONES

El presente estudio se centró en evaluar el efecto de niveles reducidos de cloruro de sodio en la vida útil del filete de tilapia (*Oreochromis spp.*) durante el almacenamiento postcosecha. A través de la investigación de los objetivos planteados, se logró proporcionar una visión integral sobre cómo la reducción de cloruro de sodio influye en la calidad y seguridad del filete.

- En primer lugar, los resultados obtenidos indicaron que las bajas concentraciones de cloruro de sodio tuvieron un impacto significativo en la carga microbiana de los filetes,  
Donde según las variables analizadas el mejor tratamiento fue la evaluación de *Escherichia coli*, donde no encontramos UFC, y en el análisis de *Staphylococcus* se encontró que está arriba del límite permitido, ya que el porcentaje de cloruro de sodio añadido a las soluciones no fueron suficiente para inhibir el crecimiento microbiano en esta, Esto sugiere que la implementación de estas concentraciones podría ser una estrategia efectiva para mejorar la seguridad alimentaria de la tilapia durante el almacenamiento.
- Así mismo, los análisis químicos revelaron que la exposición a niveles reducidos de cloruro de sodio resultó en cambios favorables en el pH, factores cruciales que contribuyeron a una mejor conservación del producto. Estos cambios químicos son indicativos de un entorno menos favorable para el crecimiento microbiano, lo que prolonga la vida útil del filete.
- Finalmente, la evaluación de la calidad sensorial demostró que los filetes tratados con diferentes concentraciones de cloruro de sodio mantuvieron atributos organolépticos aceptables, como color, textura y sabor, a lo largo del período de almacenamiento. Estos hallazgos resaltan la importancia de encontrar un balance adecuado en la concentración de cloruro de sodio, de modo que se optimice tanto la seguridad como la calidad del producto final.

En conclusión, este estudio proporciona evidencia de que la reducción de cloruro de sodio puede prolongar la vida útil del filete de tilapia, sino también mejorar su seguridad microbiológica manteniendo una calidad inicial del producto y calidad sensorial. Los resultados obtenidos abren la puerta a futuras investigaciones que podrían explorar otras estrategias de conservación, así como la aplicación de estas técnicas en otros productos pesqueros. Este enfoque podría contribuir significativamente a la sostenibilidad de la industria de la acuicultura y a la satisfacción del consumidor.

## VII. RECOMENDACIONES

- Mejorar el control microbiológico: Dado que se encontró *Staphylococcus aureus* por encima de los límites permitidos en todas las concentraciones de NaCl, se recomienda investigar métodos adicionales de conservación que puedan combinarse con el uso de sal. Esto podría incluir el uso de conservantes naturales, técnicas de envasado avanzados o tratamientos térmicos moderados para garantizar la seguridad microbiológica del producto sin comprometer su calidad sensorial.
- Optimizar la concentración de NaCl: Los resultados muestran que concentraciones más altas de sal ayudan a preservar las características sensoriales, pero también reducen el rendimiento del producto. Se recomienda realizar más pruebas con concentraciones intermedias entre 1.0% y 1.5% de NaCl para encontrar el punto óptimo que equilibre la preservación, el rendimiento y las propiedades organolépticas deseables.
- Extender el estudio de vida útil: Considerando que las evaluaciones se realizaron hasta los 20 días, sería beneficioso extender el período de estudio para determinar con mayor precisión el límite máximo de vida útil del producto bajo diferentes concentraciones de sal. Esto proporcionaría información valiosa sobre la efectividad a largo plazo de los tratamientos con NaCl y ayudaría a establecer fechas de caducidad más precisas para el producto.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Ababouch, L. (2009). Preservation of fishery products by curing and smoking. In M. H. Rahman (Ed.), *Handbook of Food Preservation* (2nd ed., pp. 601-626). CRC Press.

Abolghait, S., Fathi, A., Youssef, F., & Algammal, A. (2019). *Aquaculture International*.

Agrotendencia. (2020). Cultivo de tilapia: tipos, beneficios, propiedades y su cultivo.

Bhaskar, N., Modi, S., & Govindasamy, S. (2010). *Food Control*.

Cruz-Casallas, P., Sánchez-García, P., Carmona, P., & Gómez-Guillén, M. (2017). *Journal of Food Science and Technology*.

García, M., & Smith, A. (2020). Tendencias en el consumo de pescado: una perspectiva global. *Revista Internacional de Nutrición y Gastronomía*.

Guerreiro, I., Guedes, A. C., Amorim, M., & Pereira, L. (2020). Salt reduction in fish products: Impact on microbial quality, lipid oxidation, and sensory characteristics. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.

Huss, H. H., Ababouch, L., & Gram, L. (2017). *Assessment and Management of Seafood Safety and Quality: Current Practices and Emerging Issues*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper.

Huss, H. (1995). *Food Control*.

Hussen, T. A., Abdel-Warith, A.-W. A., Sun, H., Zhou, Z.-Z., & Wu, N. (2018). *Reviews in Aquaculture*.

Khan, M. A., Rahman, M. S., & Islam, M. A. (2014). Microbiological Quality Assessment of Different Brands of Salt Marketed in Dhaka City, Bangladesh. *Stamford Journal of Microbiology*, 4(1-2), 20-24.

- Kumar, P., Singh, D., & Kumar, S. (2018). Innovations in fish processing technologies for quality improvement and value addition. In S. K. Mendiratta, V. K. Bhatt, & R. Sharma (Eds.), *Innovations in Post-Harvest Fisheries Technology*.
- Martínez-Porchas, M., & Martínez-Córdova, L. (2015). *Reviews in Aquaculture*.
- Niu, J., Yu, X.-P., Liu, S.-Y., Xie, S.-W., & Sun, J. (2019). *Jouenal of Agricultural and Food Chemistry*.
- Ortega-Reyes, L., Arita, G., & Agurcia, F. (2018). *Aquaculture International*.
- Sanchez Garcia, P., Carmona , P., & Maria Carmen, G. (2016). *Journal of Food Science*.
- Shahidi, F., Synowiecki, J., Ismail, A. M., & Olfati, J. A. (2003). *Aquaculture Research*.
- Tacon, A. G. (2003). *Aquaculture International*.
- (USDA)., F. S. (2016). "Temperature Control for Safety: A Guide to Safe Food Handling". Disponible en USDA FSIS.
- Abolghait, S., Fathi, A., Youssef, F., & Algamal, A. (2019). *Aquaculture International*.
- Adalid, I. (2017). Control microbiologico de Panga (*Pangasius hypophthalmus*), Tilapia.
- Beuchat, L. R. (2002). "Ecological factors influencing survival and growth of foodborne pathogens in the environment." *International Journal of Food Microbiology*.
- Bhaskar, N., Modi, S., & Govindasamy, S. (2010). *Food Control*.
- CDC. (2021). *Staphylococcus aureus*." Retrieved from CDC.
- Cruz-Casallas, P., Sánchez-García, P., Carmona, P., & Gómez-Guillén, M. (2017). *Journal of Food Science and Technology*.
- FAO. (2019). "Fish and fishery products: Composition and nutritional value." Retrieved from FAO.
- Huss, H. (1995). *Food Control*.

Hussen, T. A., Abdel-Warith, A.-W. A., Sun, H., Zhou, Z.-Z., & Wu, N. (2018). Reviews in Aquaculture.

Martínez-Porchas, M., & Martínez-Córdova, L. (2015). Reviews in Aquaculture.

Morrissey, M. T. (2018). Sustainability and Safety of Fish and Fishery Products." In Fish Processing: Technology and Products.

Morrissey, M. T. (2018). Sustainability and Safety of Fish and Fishery Products." In Fish Processing: Technology and Products.

Niu, J., Yu, X.-P., Liu, S.-Y., Xie, S.-W., & Sun, J. (2019). Jouenal of Agricultural and Food Chemistry.

Ortega-Reyes, L., Arita, G., & Agurcia, F. (2018). Aquaculture International.

Rojas, M. L. (2014). Effects of sodium chloride on the quality of fish products." Journal of Food Science and Technology.

Ruiz Calderon, M. (2022). Efecto de tres métodos de conservación en filetes de tilapia. (en línea). 1(0065):40-42. Disponible en.

Sanchez Garcia, P., Carmona , P., & Maria Carmen, G. (2016). Journal of Food Science.

Shahidi, F., Synowiecki, J., Ismail, A. M., & Olfati, J. A. (2003). Aquaculture Research.

Shahidi, F., Synowiecki, J., Ismail, A. M., & Olfati, J. A. (2003). Aquaculture Research.

Tacon, A. G. (2003). Aquaculture International.

## IX. ANEXOS

### Anexos 1. Evaluación sensorial y análisis de datos



**Universidad Nacional de Agricultura**  
**Facultad de Ciencias Tecnológicas**

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_      Edad: \_\_\_\_      Sexo: F: \_\_\_ M: \_\_\_

Indicaciones:

Por favor enjuague su boca antes de probar cada una de las muestras que se le presentan, indique su nivel de agrado marcando con una X en la casilla en blanco.

Puntaje	Significado
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua para eliminar el sabor de la muestra anterior.

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

<b>Atributo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

<b>Atributo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

<b>Atributo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

<b>Atributo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

<b>Atributo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

<b>Atributo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

<b>Atributo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Muestra: \_\_\_\_\_

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Apariencia general							
Aroma							
Color							
Textura							
Sabor							

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¡Muchas gracias!

N Juez	Orden	Tratamientos	Codigos	Días	Concentración
1	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	T1	543	5	0
2	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1	T2	985	5	5
3	3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2	T3	325	5	10
4	4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3	T4	777	5	15
5	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4				
6	6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5	T5	455	10	0
7	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6	T6	874	10	5
8	8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7	T7	699	10	10
9	9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8	T8	377	10	15
10	10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9				
11	11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	T9	666	15	0
12	12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11	T10	469	15	5
13	13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12	T11	241	15	10
14	14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13	T12	896	15	15
15	15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14				
16	16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	T13	741	20	0
17	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	T14	258	20	5
18	2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1	T15	879	20	10
19	3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2	T16	233	20	15
20	4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3				
21	5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4				
22	6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5				
23	7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6				
24	8,9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7				
25	9,10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8				
26	10,11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9				
27	11,12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10				
28	12,13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11				
29	13,14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12				
30	14,15,16,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13				

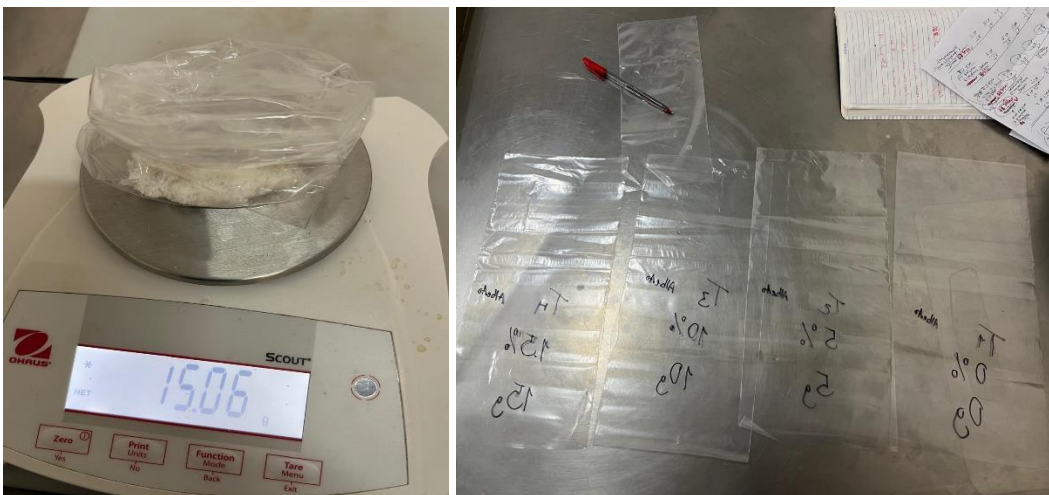
## Anexos 2. Obtención de materia prima



### Anexos 3. Proceso de fileteado

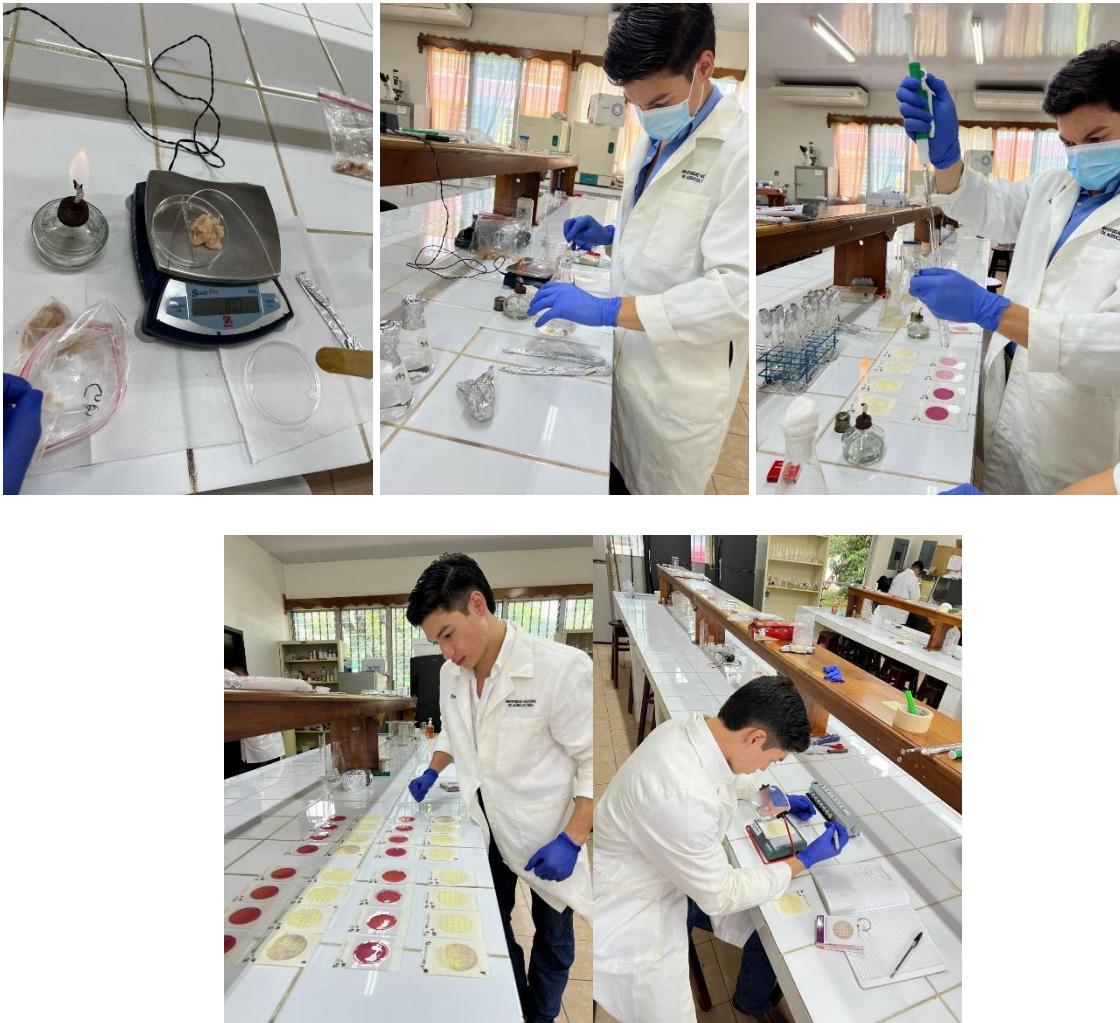


### Anexos 4. Agrupación del filete y cloruro de sodio





### Anexos 5. Análisis microbiológicos



## Anexos 6. Análisis fisicoquímicos



## Anexos 7. Análisis sensorial

