

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**  
**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TÍTULO DE LA TESIS**  
**EFFECTO DE TRES MÉTODOS DE CONSERVACIÓN EN**  
**FILETES DE TILAPIA *Oreochromis niloticus*.**

**Autor:**

**Bach. Marco Antonio Ruiz Calderon**

**Asesor:**

**Mg. Roberto Carlos Mori Zabarburú**

**Coasesor:**

**M.Sc. Armstrong Barnard Fernandez Jeri**

**Registro:.....**

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2022**

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



## ANEXO 3-H

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

**1. Datos de autor 1**

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Ruiz Calderon Marco Antonio  
DNI N°: 75826826  
Correo electrónico: 7582682642@untrm.edu.pe  
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias  
Escuela Profesional: Ingeniería Agroindustrial

**Datos de autor 2**

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): \_\_\_\_\_  
DNI N°: \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: \_\_\_\_\_  
Facultad: \_\_\_\_\_  
Escuela Profesional: \_\_\_\_\_

**2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional**

Efecto de tres métodos de conservación en filetes de tilapia Oreochromis niloticus

**3. Datos de asesor 1**

Apellidos y nombres: Mori Zababurú Roberto Carlos  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 43369387  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0003-2203-0465

**Datos de asesor 2**

Apellidos y nombres: Fernandez Scri Armstrong Barnard  
DNI, Pasaporte, C.E N°: 09304921  
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0001-9476-1078

**4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica- Inmunología)**

[https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde\\_ford.htm](https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.htm) 2.11.01 - Alimentos y bebidas

**5. Originalidad del Trabajo**

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

**6. Autorización de publicación**

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 20, Diciembre, 2022

[Firma]

Firma del autor 1

[Firma]

Firma del Asesor 1

Firma del autor 2

ii

[Firma]

Firma del Asesor 2

## **DEDICATORIA**

Primeramente, este logro se la dedico al creador de mi camino, el que me acompaña con su bendición a lo largo de mi vida, me protege y me lleva por el camino del bien. Así mismo, por haberme permitido haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, hermanos y tíos en especial se la dedico con todo el amor que le tengo a mi madre, por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrar siempre su preocupación, cariño, apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones y por ser en todo momento mi soporte para prevalecer y lograr concluir mi carrera profesional.

**Marco A. Ruiz Calderon**

## **AGRADECIMIENTO**

- ❖ En primera instancia agradezco al creador de todas las cosas, por protegerme durante todo mi camino y darme salud, fuerzas para superar obstáculos y valor para culminar esta etapa de mi vida.
- ❖ A mis padres, hermanos y tíos, en particular a mi madre Nelida, por ser la persona que en todo momento estuvo conmigo, demostrando su amor, corrigiendo mis faltas y por ser la persona que apostó por mi educación.
- ❖ Agradezco a mi asesor Mg. Roberto Carlos Mori Zababurú y a mi co-asesor el M.Sc. Armstrong Barnard Fernandez Jeri por su apoyo en la elaboración del informe y en la realización de la investigación.
- ❖ Agradezco infinitamente a las personas responsables de los laboratorios, que facilitaron sus ambientes, equipos, materiales reactivos y compartir sus conocimientos en todo el proceso de ejecución de la investigación.
- ❖ Asimismo, el agradecimiento a la casa de estudios Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza y a toda la plana docente de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias por compartir sus conocimientos en todo el proceso de formación profesional.

**Marco A. Ruiz Calderon**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ  
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA**

**Rector**

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES**

**Vicerrector Académico**

**Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA**

**Vicerrectora de Investigación**

**Dr. ERICK ALDO AUQUIÑIVIN SILVA**

**Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias**

## VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (  )/Profesional externo (  ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto de tres métodos de conservación en filetes de tilapia Oreochromis niloticus del egresado Marco Antonio Ruiz Calderon de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.



El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 06 de Diciembre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor  
Ing. Ms. Roberto Carlos Mori Zababuru

## VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS



### ANEXO 3-L

#### VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X) / Profesional externo ( ), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto de tres métodos de conservación en filetes de Tilapia Oreochromis niloticus

del egresado Marco Antonio Ruiz Calderon

de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 06 de Diciembre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor  
Ing. Mg. Sc. Armstrong Barred Fernandez Jari

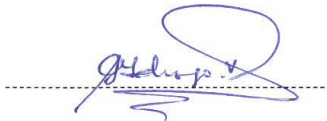
## JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



**Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández**  
Presidente



**D.Sc. Elena Victoria Torres Mamani**  
Secretaría



**Ing. Guillermo Idrogo Vásquez.**  
Vocal



# CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



## ANEXO 3-Q

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Efecto de tres métodos de conservación en filetes  
de tilapia Oreochromis niloticus

presentada por el estudiante ( ) egresado (x) Marco Antonio Ruiz Calderon

de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial

con correo electrónico institucional 758268264@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 18 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual ( ) al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene \_\_\_\_\_ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 23 de Noviembre del 2022

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

.....  
.....

# ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



**UNTRM**

REGLAMENTO GENERAL  
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

## ANEXO 3-S

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 13 de Diciembre del año 2022, siendo las 10:00 horas, el aspirante: Marco Antonio Ruz Calderon, asesorado por Mg. Roberto Carlos Mori Zaburburú defiende en sesión pública presencial (  ) / a distancia (  ) la Tesis titulada: Efecto de tres métodos de conservación en filetes de tilapia Oreochromis niloticus.

para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Ms. Robert Javier Cruzalegui Fernández

Secretario: D. Sc. Elena Victoria Torres Mamani

Vocal: Ing. Guillermo Idrogo Vásquez



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (  ) por Unanimidad (  ) / Mayoría (  ) Desaprobado (  )

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:11 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Firma]  
SECRETARIO

[Firma]  
PRESIDENTE

[Firma]  
VOCAL

OBSERVACIONES:  
.....

## CONTENIDO GENERAL

<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iv</b>
<b>AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....</b>	<b>v</b>
<b>VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....</b>	<b>vi</b>
<b>VISTO BUENO DEL COASESOR DE TESIS.....</b>	<b>vii</b>
<b>JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....</b>	<b>viii</b>
<b>CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....</b>	<b>x</b>
<b>CONTENIDO GENERAL.....</b>	<b>xi</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>II. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>21</b>
2.1. Lugar de ejecución.....	21
2.2. Muestra.....	21
2.3. Diseño de la investigación.....	21
2.4. Métodos y técnicas.....	22
2.4.1. Químicos y reactivos.....	22
2.4.2. Determinación de la actividad microbiana de los filetes de tilapia.....	22
2.4.3. Determinación de lactosa (-), Aerobios Mesófilos, Staphylococcus aureus, mohos y levaduras.....	22
2.4.4. Determinación de los análisis fisicoquímicos de filete de tilapia.....	23
2.4.5. Determinación de vida útil.....	25
2.5. Análisis de datos.....	25
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>26</b>
3.1. Análisis microbiológico del filete de tilapia (testigo).....	26

3.1.1.	Crecimiento microbiano en filete de tilapia (testigo) con el modelo Gompertz.	26
3.1.2.	Análisis de Crecimiento microbiano en filete de tilapia en salmuera 5 y 10 %.	29
3.1.3.	Análisis de Crecimiento microbiano en filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.	33
3.1.4.	Análisis de Crecimiento microbiano en filete de tilapia envasado al vacío a 70 y 80 KPa.	36
3.2.	Análisis fisicoquímicos de los filetes de tilapia.	40
3.2.1.	Potencial de hidrogeno (pH).	40
3.2.2.	Humedad (%)	42
3.2.3.	Cenizas (%)	45
3.2.4.	Capacidad de retención de agua (CRA)	47
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>49</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>52</b>
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>53</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>59</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Arreglo Experimental .....	21
Tabla 2.	Análisis microbiano del filete de tilapia (testigo), durante el almacenamiento en ambiente. ....	65
Tabla 3.	Análisis microbiológico del filete de tilapia en salmuera al 5%. ....	65
Tabla 4.	Análisis microbiológico del filete de tilapia en salmuera al 10%. ....	66
Tabla 5.	Análisis microbiológico de filete de tilapia en ahumado frío a 30 °C.....	67
Tabla 6.	Análisis microbiológico de filete de tilapia en ahumado a 60°C. ....	67
Tabla 7.	Análisis microbiológico de filete de tilapia envasado al vacío 70 KPa. ....	68
Tabla 8.	Análisis microbiológico de filete de tilapia envasado al vacío 80 KPa. ....	69

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de crecimiento de <i>Lactosa</i> (-) en filete de tilapia. ....	26
Figura 2. Curva de crecimiento de <i>Staphylococcus aureus</i> en muestra de filetes de tilapia-testigo. ....	26
Figura 3. Crecimiento de <i>Mohos</i> y <i>Levaduras</i> en muestra de filete de tilapia-testigo.....	27
Figura 4. Curva de crecimiento de <i>Aerobios Mesofilos</i> en muestra de filete de tilapia-testigo. ....	27
Figura 5. Curva de crecimiento de <i>lactosa</i> (-) en muestra de filete de tilapia en salmuera a 5 y 10%. ....	29
Figura 6. Curva de crecimiento de <i>Staphylococcus A.</i> en muestra de filete de tilapia en salmuera a 5 y 10%.....	29
Figura 7. Curva de crecimiento de <i>Mohos</i> y <i>levaduras</i> en muestra de filete de tilapia en salmuera a 5 y 10%.....	30
Figura 8. Curva de crecimiento de <i>Aerobios Mesofilos</i> en muestra de filete de tilapia en salmuera a 5 y 10%.....	30
Figura 9. Curva de crecimiento de <i>lactosa</i> (-) en muestra de filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C. ....	33
Figura 10. Curva de crecimiento de <i>Staphylococcus A.</i> en muestra de filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.....	33
Figura 11. Curva de crecimiento de <i>Mohos</i> y <i>Levaduras</i> en muestra de filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.....	34
Figura 12. Curva de crecimiento de <i>Aerobios Mesofilos</i> en muestra de filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.....	34
Figura 13. Curva de crecimiento de <i>Lactosa</i> (-) en muestra de filete de tilapia envasado al vacío 70 y 80 KPa.....	36

Figura 14. Curva de crecimiento de <i>Staphylococcus A.</i> en muestra de filete de tilapia envasado al vacío 70 y 80 KPa. ....	37
Figura 15. Curva de crecimiento de <i>Mohos y Levaduras</i> en muestra de filete de tilapia envasado al vacío 70 y 80 KPa. ....	37
Figura 16. Curva de crecimiento de <i>Aerobios Mesofilos</i> en muestra de filete de tilapia envasado al vacío a 70 y 80 KPa. ....	38
Figura 17. Evolución del pH en los filetes de tilapia en concentraciones de sal al 5 y 10%. ....	40
Figura 18. Evolución del pH en los filetes de tilapia ahumado a 30 y 60°C.....	40
Figura 19. Evolución del pH en los filetes de tilapia envasado al vacío a 70 y 80 KPa. ...	41
Figura 20. Evolución de la humedad en los filetes de tilapia en salmuera a 5 y 10%. ...	42
Figura 21. Evolución de la humedad en los filetes de tilapia ahumados a 30 y 60°C. ....	43
Figura 22. Evolución de la humedad en los filetes de tilapia envasado al vacío a 70 y 80 KPa. ....	43
Figura 23. Evolución del contenido de cenizas en los filetes de tilapia en salmuera a 5 y 10%. ....	45
Figura 24. Evolución del contenido de cenizas en los filetes de tilapia ahumado a 30 y 60°C. ....	45
Figura 25. Evolución del contenido de cenizas en los filetes de tilapia envasados al vacío a 70 y 80 KPa.....	46
Figura 26. Evolución del CRA en los filetes de tilapia en salmuera a 5 y 10%.....	47
Figura 27. Evolución del CRA en los filetes de tilapia ahumados a 30 y 60 °C.....	47
Figura 28. Evolución del CRA en los filetes de tilapia envasados al vacío a 70 y 80 KPa. ....	48

## RESUMEN

La carne de pescado es sensible al deterioro biológico debido a su alta actividad de agua, proteínas y principalmente al pH cercano a la neutralidad. En este sentido, el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de los métodos de conservación de salmuera (5 y 10%), ahumado (30 y 60 °C) y envasado al vacío (70 y 80 KPa) en los filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) durante 28 días en almacenamiento a temperatura ambiente. Lo cual se utilizó un diseño uni-factorial para cada uno de los métodos de conservación, de este modo, se determinó el pH, contenido de humedad, cenizas, capacidad de retención de agua (CRA) y la evaluación microbiológica (*Lactosa negativa*, *Staphylococcus aureus*, *Aerobios Mesófilos*, *Mohos* y *Levaduras*) que mediante el modelo Gompertz se decretó la vida útil de los filete. De acuerdo a los métodos de conservación empleados a los filetes de tilapia, existió diferencia estadística en cada uno de los tratamientos. Concluyendo que el mejor método de conservación para los filetes de tilapia fue el ahumado a 60° C, obteniendo una duración de 26 días con 2 horas de vida útil, siendo el más eficiente para la preservación de la carne de tilapia.

**Palabras claves:** métodos de conservación, modelo Gompertz, filete de tilapia.



## **ABSTRACT**

Fish meat is sensitive to biological deterioration due to its high water and protein activity and mainly to the pH close to neutrality. In this sense, the objective of the research was to evaluate the effect of the conservation methods of brine (5 and 10%), smoking (30 and 60 °C) and vacuum packaging (70 and 80 KPa) on tilapia fillets. (*Oreochromis niloticus*) for 28 days in storage at room temperature. Which was used a unifactorial design for each of the conservation methods, in this way, the pH, moisture content, ashes, water retention capacity (CRA) and the microbiological evaluation (Lactose negative, *Staphylococcus aureus*, Mesophilic Aerobes, Molds and Yeasts) using the Gompertz model that determined the useful life of the fillets. According to the conservation methods used for the tilapia fillets, there was a statistical difference in each of the treatments. Concluding that the best conservation method for tilapia fillets was smoking at 60 °C, obtaining a duration of 26 days with 2 hours of useful life, being the most efficient for the preservation of tilapia meat.

**Keywords:** conservation methods, Gompertz model, tilapia fillet.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento de la población mundial llega la creciente demanda de alimentos, especialmente aquellos con alto valor biológico (FAO, 2018), y entre ellos el pescado tiene una gran importancia. Este alimento tiene el potencial de proporcionar nutrientes a la población, es así que la acuicultura ha venido creciendo durante los últimos 10 años en una tasa promedio anual del 5.3% (FAO, 2020).

El pescado se viene consumiendo alrededor del mundo por ser altamente digestible (Geoffroy Olayemi *et al.*, 2018), esto debido principalmente a su fuente importante de proteínas, vitaminas, minerales, grasas, aminoácidos esenciales y omega-3 (Jackson *et al.*, 2019). En el mundo la tilapia actualmente se ha convertido en una de las especies más trascendentes de la acuicultura (El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020). Siendo el segundo pez más cultivado de todas las regiones del mundo, debido a su idoneidad para la acuicultura, comerciabilidad y precios cómodos en los mercados. (Wang & Lu, 2016).

Considerada como una de las especies tropicales y subtropicales más importantes debido a su resistencia a las enfermedades, gran adaptabilidad para sobrevivir incluso en condiciones ambientales adversas y su alta composición proteica en la carne (Prabu *et al.*, 2019). La tilapia puede soportar una amplia gama de temperaturas, inclusive puede sobrevivir durante unos días a temperaturas inferiores a 10 °C y aumenta hasta 40° FAO, 2012 citado por (Syed *et al.*, 2021). Entre sus especies se destaca la tilapia (*Oreochromis niloticus*), una especie que se puede adaptar con facilidad a las condiciones climáticas del mundo, la cual se caracteriza por ser el alimento de más rápido crecimiento y la más importante como fuente de proteína (Herkenhoff *et al.*, 2021)

El consumo de la tilapia está teniendo un crecimiento considerable a nivel mundial y nacional, prueba de ello es que en la región Amazonas se está observando un incremento considerable en la demanda de especie de agua dulce, destacando la producción y comercialización de tilapias; sin embargo, este crecimiento nos obliga a establecer medidas de conservación, debido a que su carne es muy perecedera y requiere un procesamiento de conservación inmediato a su cosecha para detener el

deterioro microbiano (Ogbadu, 2014), y así favorecer a la población en el consumo de productos de buena calidad y con alto valor proteico (Fuchs *et al.*, 2013).

Es por ello que esta investigación busca determinar la vida útil de los filetes de tilapia evaluando los diferentes métodos de conservación. Generalmente en la región de Amazonas los peces sacados de aguas dulces no vienen siendo sometidos a sistemas de procesamiento para inhibir el deterioro del producto, ofreciéndolo a los mercados de manera fresca eviscerada, siendo consumido de esta manera sin tener un adecuado control de calidad, donde el consumidor mantiene el producto lo más fresco posible hasta el momento de su consumo sin tener el conocimiento de preservación. Suemitsu & Cristianini. (2019), mencionan que la carne de pescado son extremadamente percederos en condiciones no óptimas para su conservación, por lo que es necesario el uso de tecnologías para extender su vida útil y conservar sus atributos sensoriales, como apariencia, textura, olor y sabor (Giannakourou *et al.*, 2019; Hassoun & Karoui, 2015; Parian & Mullin, 2016).

De la misma forma Gram & Dalgaard. (2002), señalan que alrededor del 25% de los productos de pesca pierden sus características nutricionales y su calidad, debido al deterioro químico y microbiano. En este sentido existen estudios que permiten conservar y retrasar el crecimiento microbiano en la carne de pescado (Tsironi *et al.*, 2020). Una de las técnicas de conservación que se utilizan para alargar la vida útil de los pescados frescos es la salazón en salmuera, a cual ha sido demostrada por Ruiz-Alonso *et al.* (2021), en donde evaluaron la salazón en los filetes de tilapia aplicando la técnica en dos tiempos diferentes (4 y 8h) y tres concentraciones de NaCl en salmuera (5, 7.5 y 10%), logrando determinar que las muestras de filete saladas con salmuera al 10% durante 4h y 7.5% de salmuera durante 8h cumplió con la recomendación del Codex Alimentarius. Por otro lado Flick *et al.* (2001), mencionan que las concentraciones de NaCl de hasta el 2% no inhiben la producción de histamina, niveles más altos de sal 3.5 a 5.5% da un inhibidor que conduce a la conservación de los filetes.

En el escenario de conservar y mejorar la vida útil, también existe la técnica del ahumado que antiguamente los hombres lo empleaban en sus alimentos de caza

(Løvvdal, 2015). Hoy en día, es una técnica que proporciona un sabor, olor peculiar y que garantiza la conservación del producto (Sigurgisladottir *et al.*, 2000), más aún, la OMS considera que la tilapia ahumada es una fuente rica en proteínas, minerales y aminoácidos (Ayeloja *et al.*, 2020). Por su parte Barbecho & Jara. (2019), Aplicaron la técnica del ahumado en filetes de trucha y tilapia, resultando muy eficaz, conservando en su gran mayoría el sabor, olor, color, textura de los filetes, obteniendo una buena aceptabilidad del producto, asimismo en el mismo estudio se menciona que la técnica del ahumado va a depender mucho de los productos que van a ser utilizados para generar el proceso, como el cedrón, hierbas aromáticas, etc.

Siguiendo el mismo sentido, existen otros métodos que ayudan a conservar filetes de pescados de aguas tropicales, para lo cual Rodrigues *et al.* (2016), evaluó la influencia del envasado al vacío en combinación con la radiación UV-C en los filetes de tilapia, donde demostró que el envasado en atmosfera modificada (80% CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>) mejoró la vida útil de las muestras de filetes de *Oncorhynchus mykiss*; además, retrasa los cambios químicos y retarda los parámetros de crecimiento microbiano. En cuanto a los parámetros físicos-químicos, el envasado con atmosfera modificada reduce la producción total de amoníaco y putrescina. Investigaciones realizadas reportan que los niveles altos de CO<sub>2</sub> prolongan la vida útil de los productos pesqueros inhibiendo el crecimiento microbiano (Özogul *et al.*, 2004; Provincial *et al.*, 2013; Campus *et al.*, 2011).

Cutter (2002), considera que el envasado al vacío es un método eficaz para controlar el crecimiento de microorganismos, retrasar el deterioro de los productos y conservar la calidad. Esta depende de parámetros tanto internos como externos, como la manipulación, las condiciones de procesamiento, la especie el deterioro microbiano, todos los cuales afectan la vida útil de los productos (Lambrianidi, Savvaidis, & Tsiraki, 2019; Prabhakar *et al.*, 2020). Ancassi (2016), determinó la vida útil del filete de trucha envasado al vacío con diferentes presiones a los cuales se les aplicaron presiones de 50, 60, 70 y 80 kPa, con envases diferentes, así como nylon polietileno, polietileno de baja densidad y polietileno de alta densidad. Concluyendo que la mejor presión y el excelente envase para el filete de trucha fue de 70 kPa conservado en

polietileno de alta densidad, donde se mantuvieron almacenados en refrigeración a 5°C. A base de otras investigaciones se estableció el objetivo de evaluar el efecto de las técnicas de conservación en los filetes de tilapia a temperatura ambiente.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. Lugar de ejecución

La ejecución de la tesis se realizó en el laboratorio de microbiología, física y biotecnología de la facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

### 2.2. Muestra

Se trabajó con tilapias frescas de peso promedio 600-860 g, las cuales fueron recolectadas del centro experimental Piscícola Michina, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, ubicado en la Provincia de Rodríguez de Mendoza-Amazonas.

### 2.3. Diseño de la investigación

Para investigación se trabajó con diseño unifactorial, donde el factor A estará representado los métodos de conservación de los filetes de tilapia, como lo muestra la (Tabla 1).

**Factor A:** Técnicas de conservación (salmuera, ahumado y envasado al vacío)

Tabla 1. Arreglo Experimental

TÉCNICA DE CONSERVACIÓN	C. SALMUERA (%)		AHUMADO (°C)		ENVASADO AL VACIO (KPa)	
GRADO DE APLICACIÓN	5	10	30	60	70	80
TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6
REPETICIONES	3R	3R	3R	3R	3R	3R

## **2.4. Métodos y técnicas**

### **2.4.1. Químicos y reactivos.**

#### **Medios de cultivo:**

Agar para el recuento microbiano en las placas; Agar Sabouraud, Plate Count Agar (PCA), Agar Sal Manitol, Agar MacConkey Sorbitol.

### **2.4.2. Determinación de la actividad microbiana de los filetes de tilapia.**

Previamente se realizó un análisis de presencia y ausencia en la carne de tilapia, donde se tomaron trozos de 50 a 80 g y se colocaron en un biker de 250 ml, anteriormente esterilizado y se adicionó el caldo nutritivo, se envolvió con papel aluminio para evitar la contaminación con el medio ambiente y se dejó reposar por 6 horas en temperatura ambiente. Luego se preparó los medios de cultivos para determinar la presencia y ausencia del microorganismo establecidos por la RM-591-2008/MINSA, de acuerdo al alimento. Finalmente se realizó la siembra por el método de estría (Herrera A. & Suárez Q., 2012).

### **2.4.3. Determinación de lactosa (-), Aerobios Mesófilos, Staphylococcus aureus, mohos y levaduras.**

Una vez desarrollada la determinación de presencia y ausencia en la carne de tilapia, se aplicó el siguiente procedimiento modificado de Barba Quintero *et al.* (2012), la técnica de recuento en placas se realizó por la siembra de incorporación, se desarrolló para la determinación de todos los microorganismos que se mencionó en el proyecto de investigación.

Para la determinación de *Staphylococcus aureus* se preparó Agar Sal Manitol y se vertió en una placa Petri, anteriormente se esterilizo, se utilizó la técnica de incorporación y luego se llevó a la estufa a 37 °C por 48 h. en todos los medios de cultivos.

Para la determinación de lactosas (-), se preparó el Agar MacConkey y se llenó en las placas Petri para cada uno de los métodos de conservación o tratamientos, se utilizó la técnica de incorporación y posteriormente se llevó a estufa a 37 °C por 48 h. Así mismo se efectuó la determinación de

levaduras y mohos, en medio de cultivo Agar Sabouraud a una temperatura de 28°C por 48 h y finalmente se determinó Aerobios Mesófilos, la cual se preparó el medio de cultivo correspondiente Agar PCA, que se realizó con la siembra por incorporación a 28°C por 48 h.

- El recuento de la actividad microbiana se realizó 2 veces por semana, mediante el método de siembra por incorporación en dilución  $10^{-1}$  para cada uno de los métodos de conservación. El recuento se midió en UFC/ml.

#### **2.4.4. Determinación de los análisis fisicoquímicos de filete de tilapia.**

##### **2.4.4.1. Determinación de humedad.**

La humedad se determinó por el método de estufa, se tomaron 5 g de filete de tilapia de cada uno de los tratamientos en sus respectivos crisoles, a una temperatura de 105°C por 2 horas, transcurrido este tiempo, se sacaron los crisoles de la estufa y se dejó en un desecador en un tiempo de 20 min, para proceder a pesar las muestras a temperatura ambiente. Se realizaron 2 pesadas consecutivas hasta que la humedad sea constante, este proceso se ejecutó cada 30 min. Por tanto, en ese momento se sabe que toda el agua del filete de tilapia ha sido extraída.

$$\%Humedad = \frac{W2 - W3}{W2 - W1} \times 100$$

Dónde:

W1: Peso del crisol.

W2: Peso de la muestra con el crisol

W3: Peso del crisol y la muestra obtenida.

##### **2.4.4.2. Determinación de pH.**

Se homogenizó la muestra de filete según el método de conservación tomando 5 g de filete de tilapia disueltos en 100 ml de agua destilada, mediante el uso del potenciómetro digital rango de 0-14 aprox. 0.01,

aplicándose el electrodo de vidrio directamente sobre la carne del pescado (Genç *et al.*, 2013).

#### **2.4.4.3. Determinación de cenizas.**

Se determinó por el método incineración modificado por Tsighe *et al.* (2018), Se pesó 2 g de carne de tilapia de cada tratamiento puestos en cada crisol, para luego ser incinerados por completo en una cocina eléctrica, en ese sentido las muestras son llevadas en un horno mufla para ser calcinados a una temperatura de 550 °C durante 2 horas con 30 min, en seguida las muestras fueron puestas en un desecador y finalmente se procedió a pesar las cenizas de cada tratamiento.

$$\%Ceniza = \frac{W3 - W1}{W2 - W1} \times 100$$

Dónde:

W1: Peso del crisol.

W2: Peso del crisol y la muestra.

W3: Peso del crisol y la ceniza obtenida.

#### **2.4.4.4. Determinación de la capacidad de retención de agua.**

Se determinó la CRA por el método propuesto por Roth *et al.* (2006), para lo cual, se colocaron 5 g de cada muestra en un tubo de ensayo, luego se agregó 10 ml de solución preparada de NaCl 0.6 M y se dejó reposar en baño de hielo 20 min. Seguidamente, los tubos de ensayo fueron llevados a la centrifuga por 20 min en 3000 rpm y luego se procedió a realizar la decantación en un vaso de precipitación. Finalmente se midió el volumen extraído de la decantación para calcular la CRA con la siguiente formula:

$$\frac{ml \text{ de NaCl } 0.6M \text{ retenidos}}{100 \text{ g de carne}} = \frac{[(10 \text{ ml} - ml \text{ del sobrenadante}) * 100]}{5g}$$



#### 2.4.5. Determinación de vida útil

Se utilizó el modelo Gompertz, se trata de una función exponencial que describe una curva sigmoidea asimétrica que está en relación al tiempo sobre el crecimiento microbiano, lo que nos permite conocer el crecimiento o inactivación microbiana y declinación de esporas con respecto al tiempo, a través de la siguiente ecuación:

$$y = y_{max} * \exp \left\{ - \exp \left[ \left( \frac{\mu_{max} * \exp(1)}{y_{max}} \right) (\lambda - t) + 1 \right] \right\}$$

Donde  $y_{max}$ ,  $\mu_{max}$  y  $\lambda$  son parámetros de crecimiento estimados a través del logaritmo de regresión no lineal.

Esta ecuación se puede sintetizar en la siguiente expresión:

$$Y = a * \text{Exp}(-\text{Exp}(b - c * T))$$

Donde:

**Y**= es el logaritmo decimal de los recuentos microbianos (log [UFC/ml o UFC/g]) al tiempo **T**.

**a**= Logaritmo de los recuentos cuando el tiempo decrece indefinidamente; equivale, aproximadamente, al logaritmo decima del nivel inicial de bacterias.

**b**= velocidad de crecimiento relativa al tiempo.

**c**= Logaritmo de los recuentos cuando el tiempo se incrementa indefinidamente.

De estos parámetros se deriva:

**Velocidad específica de crecimiento ( $\mu_m$ ):**  $a*c$

**Duración de la fase de latencia ( $\lambda$ ):**  $(b-1)/c$

**Tiempo de generación (G):**  $\text{LN}(2)/\mu_m$

#### 2.5. Análisis de datos

Los datos obtenidos en los análisis de composición proximal fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), donde se utilizó el procedimiento TUKEY para comparar las medias de los tratamientos y comprender si los resultados obtenidos son significativamente diferentes con un nivel de significancia del 5%.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis microbiológico del filete de tilapia (testigo).

##### 3.1.1. Crecimiento microbiano en filete de tilapia (testigo) con el modelo Gompertz.

Figura 1. Curva de crecimiento de *Lactosa* (-) en filete de tilapia.

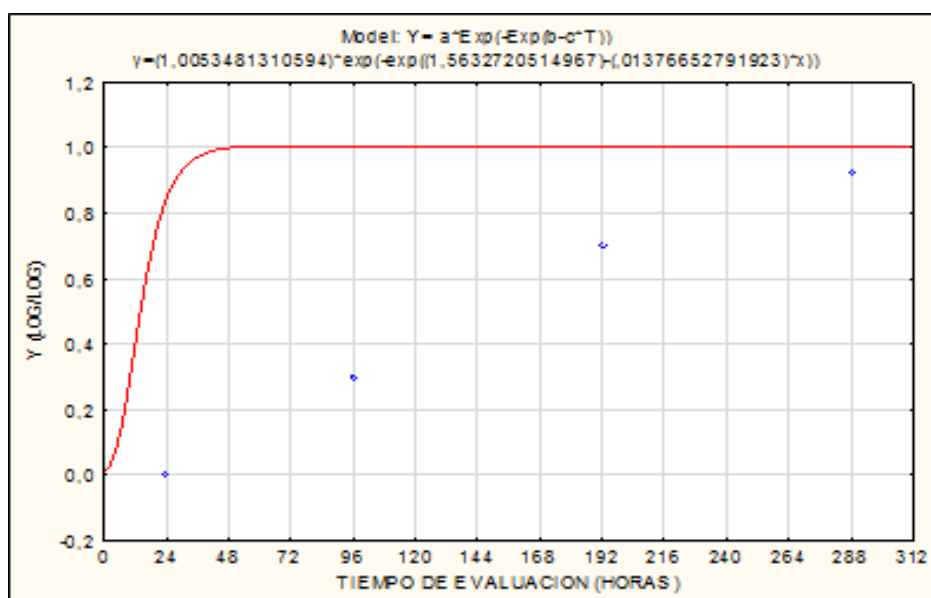


Figura 2. Curva de crecimiento de *Staphylococcus aureus* en muestra de filetes de tilapia-testigo.

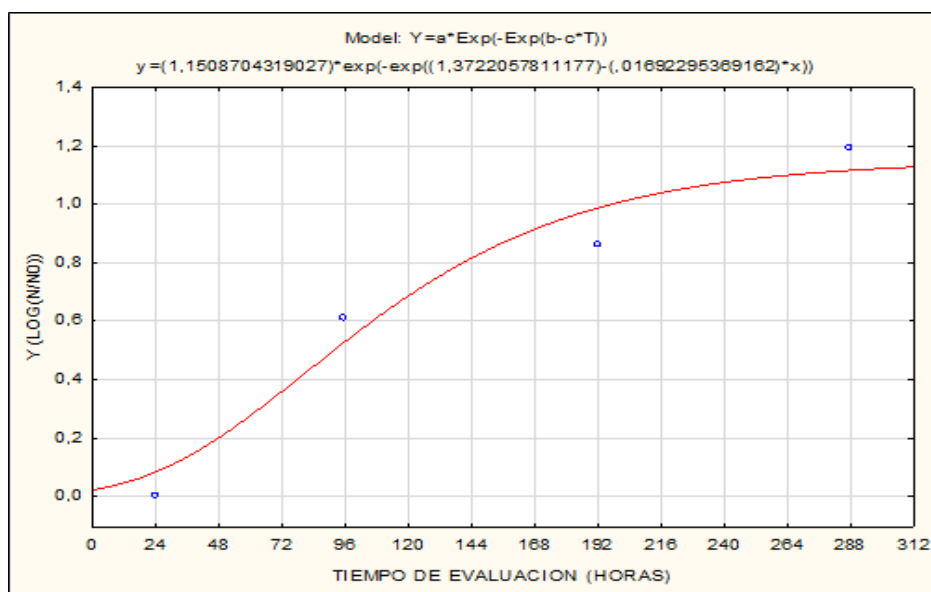


Figura 3. Crecimiento de *Mohos* y *Levaduras* en muestra de filete de tilapia-testigo.

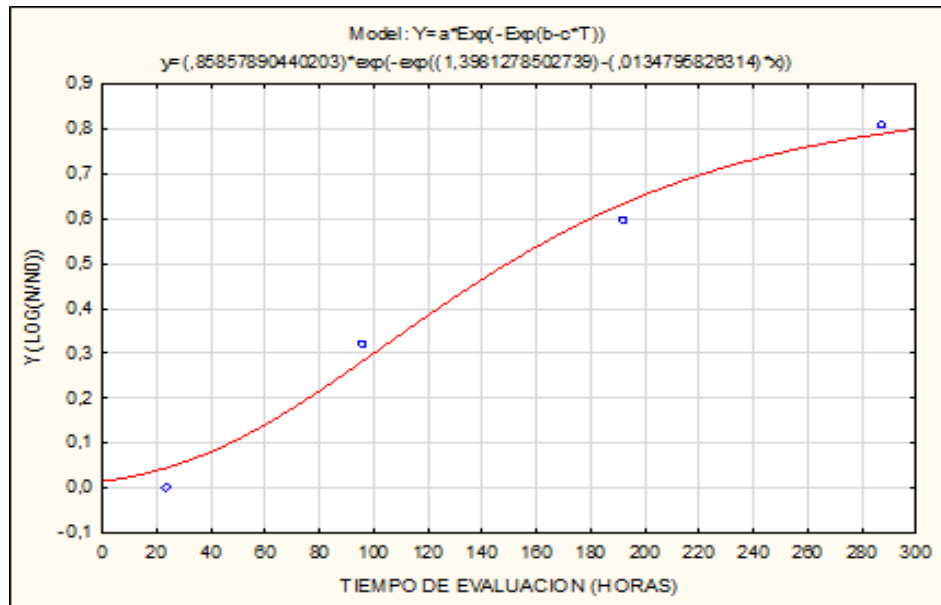
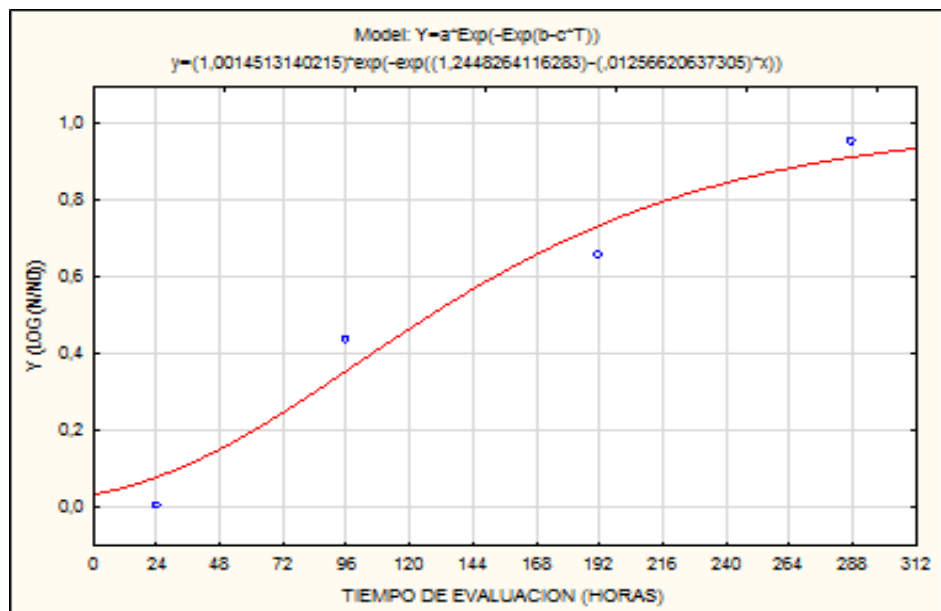


Figura 4. Curva de crecimiento de *Aerobios Mesofilos* en muestra de filete de tilapia-testigo.



De acuerdo al recuento logarítmico de los microorganismos en los filetes de tilapia durante el almacenamiento a temperatura ambiente, los resultados revelan que las bacterias se pueden desarrollar de manera significativa durante los días. Demostrando por el modelo Gompertz que la carga microbiana máxima fue a partir de día uno con 7 horas, lo cual se realiza la proliferación de los microorganismos afectando las características nutricionales, sensoriales y fisicoquímicas del filete de tilapia. La multiplicación de los microorganismos está asociada a un mal manejo posterior a su captura o a su procesamiento y a las condiciones en las que fueron almacenados.

Así mismo, se observa en las figuras que la línea experimental comienza por encima del cero (eje Y), debido a que la contaminación se realiza desde el momento del sacrificio del pescado. De acuerdo a la ecuación de Gompertz en la figura 1, se expresan la velocidad de crecimiento de los microorganismos en un tiempo de  $0.01384015 \text{ h}^{-1}$  y el tiempo de generación que demoró los microorganismos  $50.0823347 \text{ h}$ . Para la figura 2, los datos correspondientes a la ecuación de Gompertz, nos permite conocer la duración de la fase de latencia en un tiempo de  $21.9941381 \text{ h}$ , la velocidad de crecimiento, que se dio en un tiempo de  $0.01947613 \text{ h}^{-1}$  y el tiempo de generación de  $35.58958 \text{ h}$ . Del mismo modo, en la figura 3, se puede evidenciar que la línea estadística presenta un crecimiento exponencial de los microorganismos a partir de las  $59.8919981 \text{ h}$ , dado que tiene una velocidad de crecimiento de  $0.01157329 \text{ h}^{-1}$  y una fase de latencia de  $29.536215 \text{ h}$  y finalmente en la figura 4, se puede determinar que la línea estadística presenta el crecimiento exponencial de los *Aerobios Mesofilos* durante las  $55.0796831 \text{ h}$  es decir en 2 días con 3 horas, al mismo tiempo la ecuación de Gompertz nos presenta la fase de adaptación en un tiempo de  $19.4829214 \text{ h}$  con una velocidad de crecimiento  $0.01258444 \text{ h}^{-1}$ . Por lo tanto se puede declarar que los filetes de tilapia a temperatura ambiente su promedio de vida útil es de 1 día con 7 horas, por la

existencia de lactosas (-), como *Proteus*, *E. coli* y *Enterobacter*, ya que suelen ser peligrosos para la salud del hombre.

### 3.1.2. Análisis de Crecimiento microbiano en filete de tilapia en salmuera 5 y 10 %.

Figura 5. Curva de crecimiento de *lactosa* (-) en muestra de filete de tilapia en salmuera a 5 y 10%.

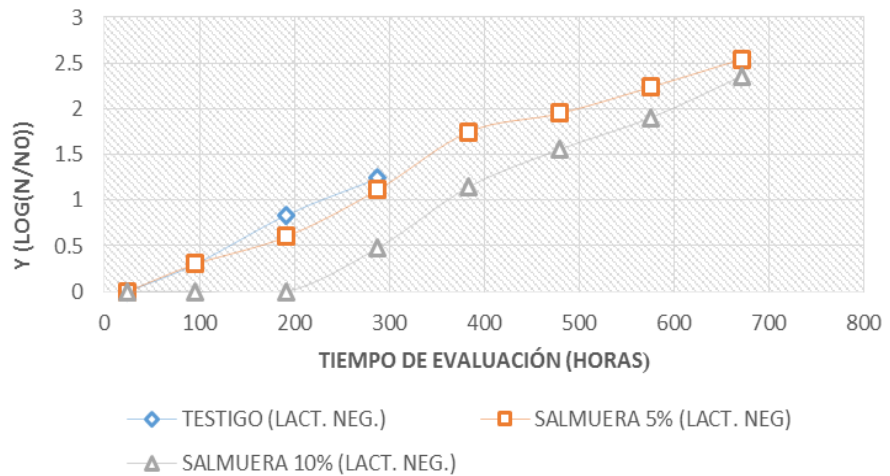


Figura 6. Curva de crecimiento de *Staphylococcus A.* en muestra de filete de tilapia en salmuera a 5 y 10%.

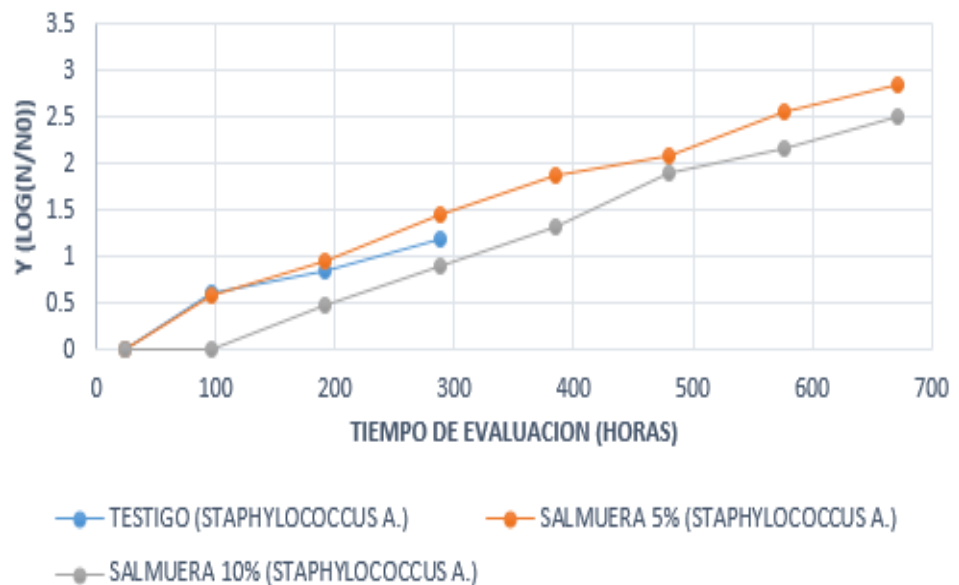


Figura 7. Curva de crecimiento de *Mohos y levaduras* en muestra de filete de tilapia en salmuera a 5 y 10%.

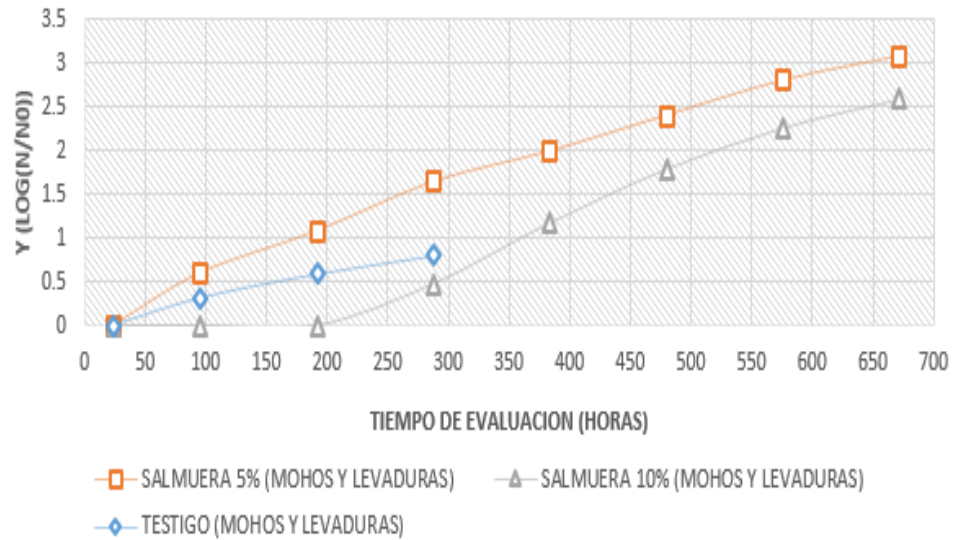
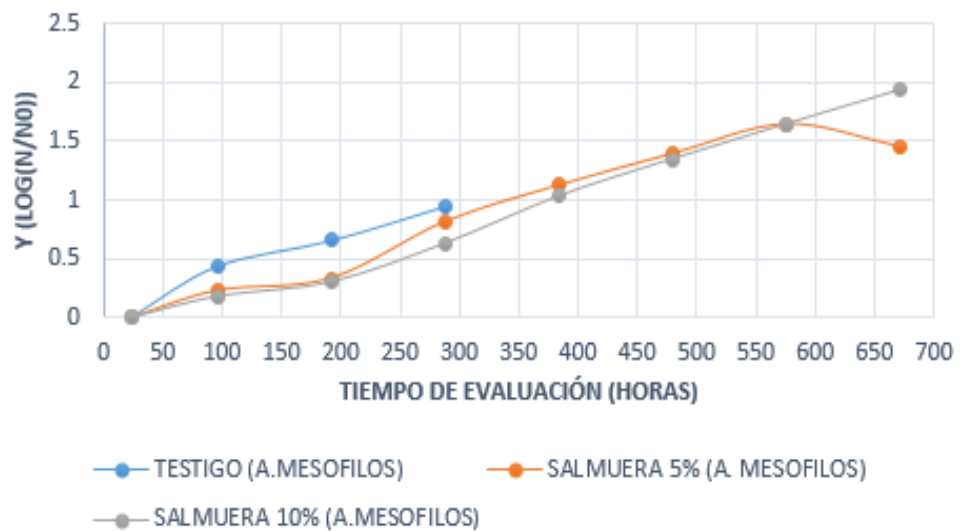


Figura 8. Curva de crecimiento de *Aerobios Mesofilos* en muestra de filete de tilapia en salmuera a 5 y 10%.



En la figura 5, 6, 7 y 8 se observan las líneas estadísticas de las muestras de los filetes de tilapia en salmuera a 5 y 10 % de su concentración, durante los 28 días de almacenamiento a temperatura ambiente. De acuerdo a Gompertz los resultados revelan que el método de conservación de salmuera al 5 % obtuvo un periodo de vida útil de 6 días con 11 horas, siendo poco eficiente para la conservación sobre el filete de tilapia. Sin embargo, las muestras de filete de tilapia en salmuera al 10% se conservaron 9 días con 5 horas, demostrando una mínima capacidad de conservación a comparación de la salmuera al 5%.

Así mismo, en la figura 5, se aprecian la fase de latencia y exponencial de ambos métodos de conservación, obteniéndose en la muestra de salmuera al 5 % una duración de 146.687364 h, con una velocidad de crecimiento de las bacterias a  $0.015666499 \text{ h}^{-1}$  y el tiempo de generación en las que se tardó para la multiplicación de los microorganismos *Proteus*. En tanto, para el tratamiento de salmuera al 10 %, se obtuvo en la fase de latencia un tiempo de 217.3438253 h, con una velocidad de inicio de crecimiento de  $0.017045371 \text{ h}^{-1}$  y el tiempo de la multiplicación de las colonias de *Proteus*, que corresponde un tiempo de 40.66483441 h. Con respecto a la figura 6, se observa la curva de crecimiento de los microorganismos *Staphylococcus A.* para ambas concentraciones de salmuera, de acuerdo a la línea estadística, se evidencia que las muestras de salmuera al 5 % tuvieron mayores unidades de colonias de *Staphylococcus* sobre la muestra de salmuera al 10%, teniendo en cuenta que para el tratamiento salmuera al 5% las bacterias se desarrollan a una velocidad de  $0.426553121 \text{ h}^{-1}$ , una fase de latencia de 84.0504861 h y el tiempo de que se llevó a cabo la multiplicación de los microorganismos, que fue de 1.624996152 horas. En tanto para la figura 7 y 8, nos muestra un amplio crecimiento de los microorganismos para el tratamiento salmuera al 5 % sobre el método

de conservación de salmuera al 10%, obteniendo de acuerdo a la ecuación de gompertz, la velocidad del crecimiento de los *Mohos* y *levaduras* de  $0.014750904 \text{ h}^{-1}$  con una duración de la fase de latencia  $117.8358681 \text{ h}$  y el tiempo de  $46.99015067 \text{ h}$  que tardo la multiplicación de los microorganismos. También, la ecuación nos presenta para el método de conservación en salmuera al 10 % la duración de la fase de adaptación con  $222.8454069 \text{ h}$ , iniciando a una velocidad de crecimiento  $0.019652324 \text{ h}^{-1}$  y el tiempo de la fase exponencial que es de  $35.2704948 \text{ h}$ , en la cual duró para generar la curva de crecimiento.

Por lo tanto, se puede decir que la concentración de sal al 10% fue más eficaz para prevenir el crecimiento microbiano hasta el noveno día, pero no para conservar los 28 días almacenamiento a temperatura ambiente.



### 3.1.3. Análisis de Crecimiento microbiano en filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.

Figura 9. Curva de crecimiento de *Lactosa* (-) en muestra de filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.

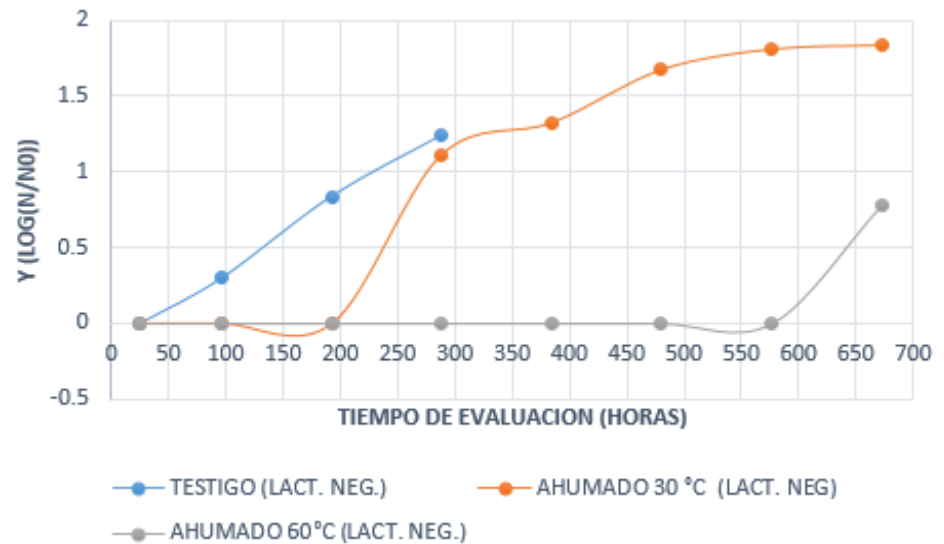


Figura 10. Curva de crecimiento de *Staphylococcus A.* en muestra de filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.

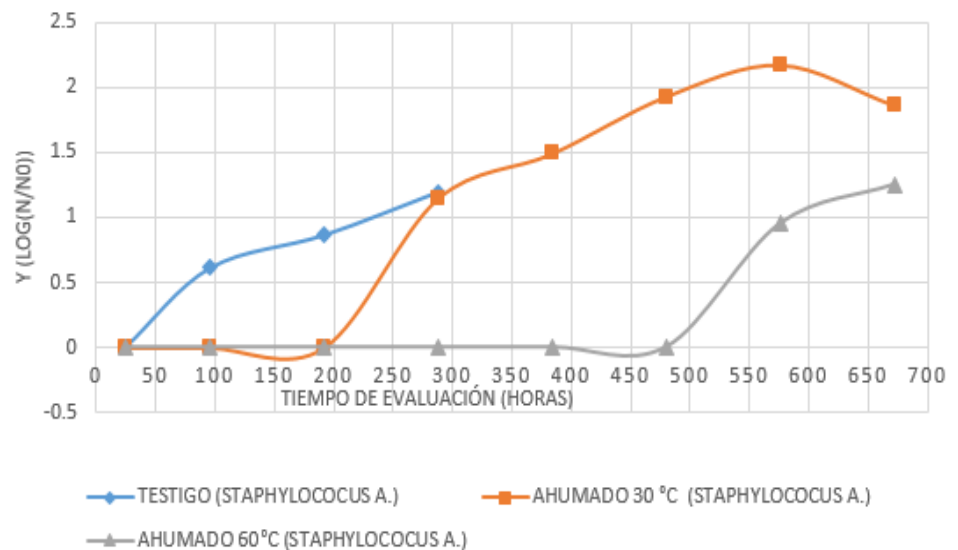


Figura 11. Curva de crecimiento de *Mohos y Levaduras* en muestra de filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.

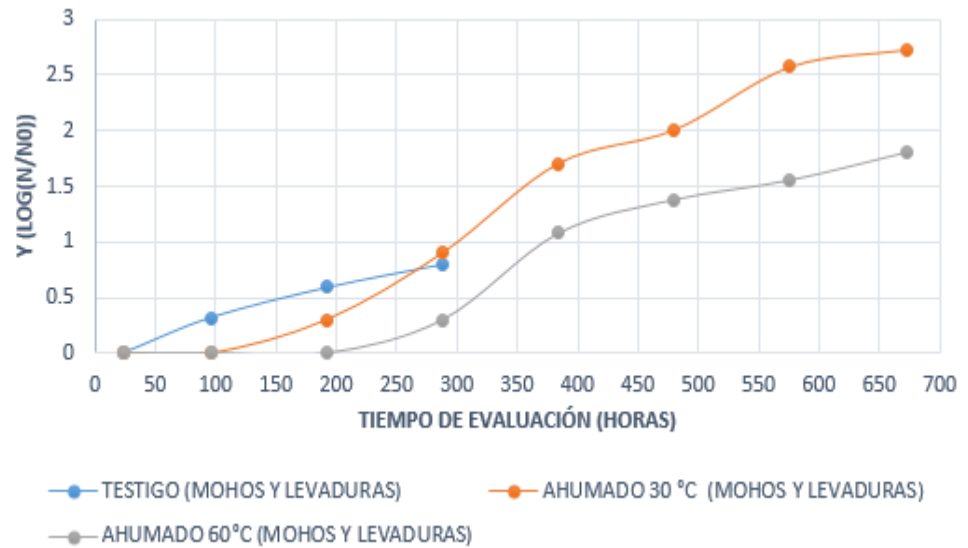
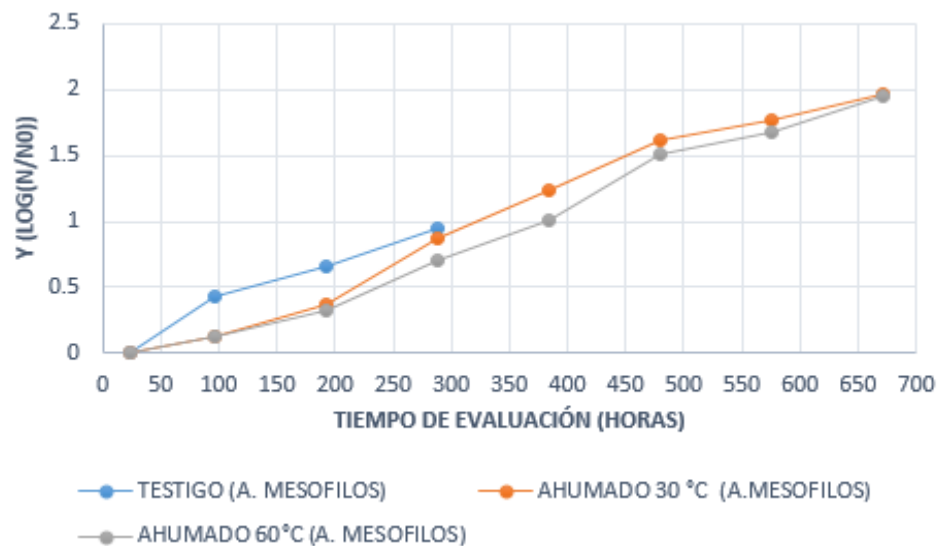


Figura 12. Curva de crecimiento de *Aerobios Mesofilos* en muestra de filete de tilapia ahumado a 30 y 60 °C.



De acuerdo a la Norma que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos (RM. 591-2008), los filetes de tilapia ahumado en frío a 30°C cumplieron con los límites microbiológicos establecidos durante los 7 días con 9 horas. Sin embargo, los filetes de tilapia ahumado a 60°C cumplieron con los límites microbiológicos durante los 26 días con 2 horas.

En las figuras correspondientes, se observa que el tratamiento testigo muestra la línea estadística por encima de los tratamientos de ahumado a 30 y 60 °C, por motivo que existe mayor proliferación de microorganismos durante los días de almacenamiento.

En ese sentido, de acuerdo a Gompertz, se determinó la velocidad de crecimiento para las *lactosas* (-) que es de 0.026671441 h<sup>-1</sup>, además se registró el tiempo que permaneció en conservación el filete de tilapia en su fase de adaptación de 189.0104925 h y el tiempo de 25.98836648 h. que duró para su multiplicación de los microorganismos, para su fase exponencial. Para el método de conservación ahumado a 60 °C, se obtuvo la velocidad de crecimiento de 0.049866879 h<sup>-1</sup>, la fase de latencia que tuvo una duración de 629.5844761 h y el tiempo de generación de 13.899995107 h en las que los microorganismos duraron para multiplicarse y formar la curva exponencial, como se muestra en la figura 9.

En figura 10, se observa claramente más tiempo de conservación del filete de tilapia ahumado a 60 °C sobre la muestra ahumado a 30 °C en su evaluación a los *Staphylococcus A*, de tal manera, el modelo de Gompertz, nos permite conocer la duración de la fase de latencia en un tiempo de 193.7770252 h, la velocidad de crecimiento 0.029432195 h<sup>-1</sup> y el tiempo de generación de 23.55064508 h, para el método de conservación de ahumado a 30 °C. Del mismo modo, se presenta para la muestra de filete ahumado a 60 C°, los siguientes datos; el tiempo de velocidad de crecimiento 0,060556837 h<sup>-1</sup>, la fase de latencia, que tiene un tiempo de duración de 528.5570318 h y la fase exponencial

que se generó la multiplicación del *S.aureus* en un tiempo de 11.44622499 h.

En la figura 11, se demuestra que existió mayor rapidez para el desarrollo de los mohos y levaduras, en ambos métodos de conservación. Para los filetes de tilapia ahumado a 30 C°, a partir de las 29.4017223 h, se multiplicaron los m.o con mayor frecuencia y para las muestras de ahumado a 60°C en un tiempo de 35.73718542 h. En ese sentido se puede decir, el método de conservación ahumado a 60 °C fue mejor y eficaz para conservar los filetes de tilapia, en comparación con el tratamiento a 30 °C.

### 3.1.4. Análisis de Crecimiento microbiano en filete de tilapia envasado al vacío a 70 y 80 KPa.

Figura 13. Curva de crecimiento de *Lactosa* (-) en muestra de filete de tilapia envasado al vacío 70 y 80 KPa.

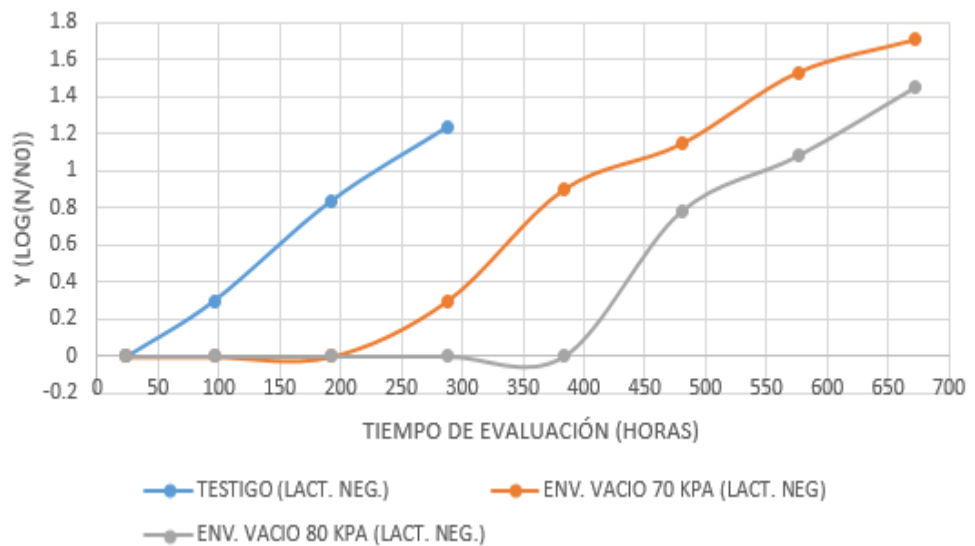


Figura 14. Curva de crecimiento de *Staphylococcus A.* en muestra de filete de tilapia envasado al vacío 70 y 80 KPa.

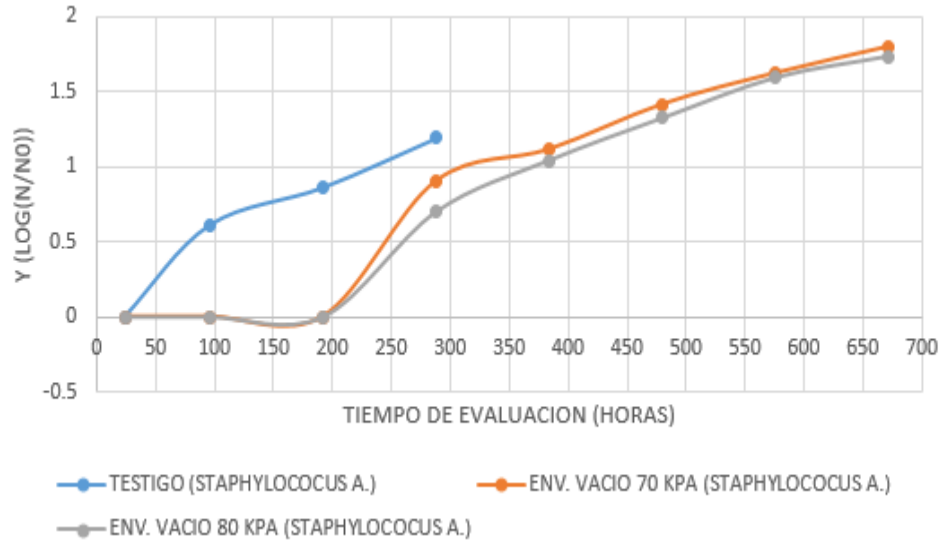


Figura 15. Curva de crecimiento de *Mohos y Levaduras* en muestra de filete de tilapia envasado al vacío 70 y 80 KPa.

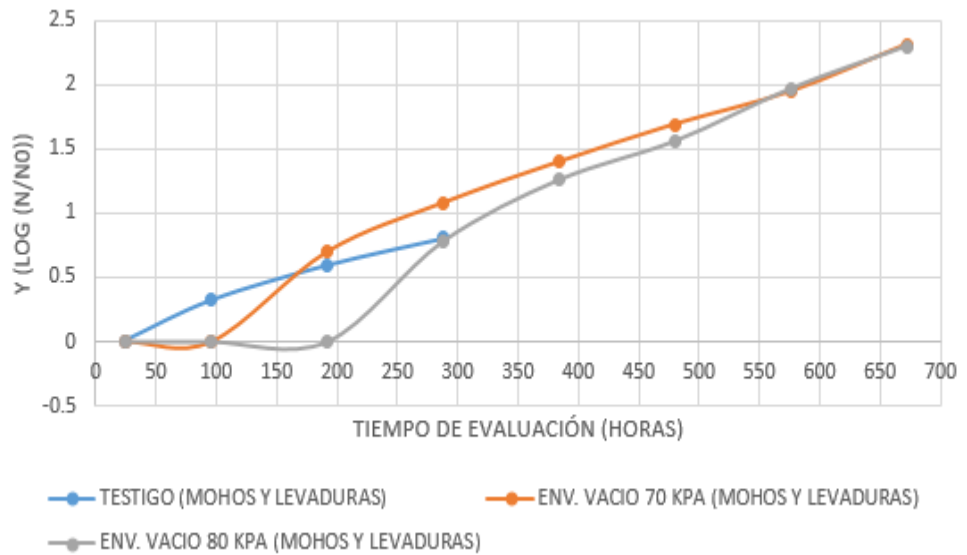
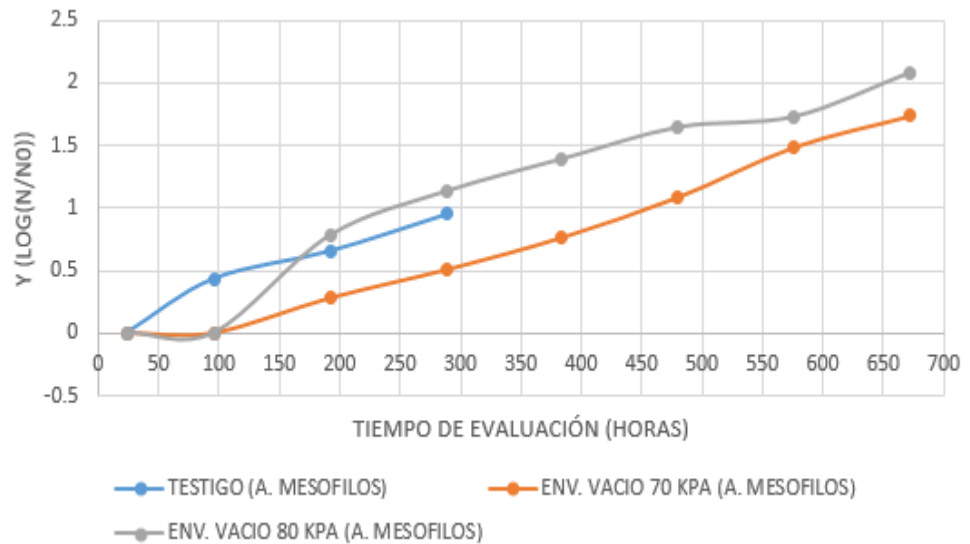


Figura 16. Curva de crecimiento de *Aerobios Mesofilos* en muestra de filete de tilapia envasado al vacío a 70 y 80 KPa.



Con respecto a los resultados obtenidos, se demostró que los filetes de tilapia envasado al vacío a 80 KPa se conservaron durante 16 días con 2 horas, indicando ser más eficaz que el método al vacío a 70 KPa, que conservo a los filetes durante 9 días con 5 horas. En ambos métodos se observó presencia de *Salmonella* y *E.coli*, señalando que aquellos son microorganismos patógenos.

De acuerdo al modelo de Gompertz, se demuestra la curva de crecimiento de los microorganismos. Para la figura 13, se aprecia que la línea estadística nos muestra una alta población de microorganismos patógenos (*Lactosa* -) sobre las muestras de filetes envasados al vacío a 70 Kpa. Resaltando que la muestra testigo es el tratamiento con mayor contaminación durante su evaluación hasta un cierto tiempo como se observa en la figura 1. Por lo tanto, se obtuvo el tiempo de duración de la fase de latencia con 229.469573 h con una velocidad de crecimiento de los microorganismos de  $0.01420196 \text{ h}^{-1}$ , y la fase exponencial, que se realizó a partir de los 48.806457 h, así mismo para las muestras de envasado al vacío 80 KPa, las lactosas (-), se

multiplicaron en un tiempo de 33.0684791 h a una velocidad de crecimiento de  $0.02096096 \text{ h}^{-1}$  y la fase de latencia tuvo una duración de 388.8973 h.

Mediante la figura 14, se observa que existe una mínima capacidad de conservación de los filetes de tilapia envasado al vacío a 70 KPa, ya que los microorganismos se desarrollaron a partir de los 174.360465 h, teniendo una duración en su multiplicación de los microorganismos 41.473141 h, en tanto para las muestras de filete envasado al vacío de 80 KPa, la fase de latencia duró 183.994327 h, y el tiempo de 46.654062 h. que demora para formar la segunda curva de crecimiento que corresponde a la fase exponencial.

Así mismo, en la figura 16 se observa que las muestras de filete de tilapia envasado al vacío a 70 KPa existió una mínima diferencia de crecimiento de colonias de mohos y levaduras a comparación con los filetes envasados al vacío a 80 KPa, sin embargo la muestra testigo fue la que obtuvo mayor proliferación de los microorganismos como lo demuestra la figura 4, declarando los siguientes resultados de acuerdo al modelo Gompertz; la línea estadística muestra la fase de latencia con una duración de 81.90735528 h con un inicio de velocidad de crecimiento  $0.01321213 \text{ h}^{-1}$  y la fase exponencial del crecimiento de *Mohos y levaduras* con un tiempo de generación de 52.46293882 h, para el tratamiento de envasado al vacío de 70 KPa. Además, se muestra para los filetes envasados a 80 KPa, la fase de latencia que duró un tiempo de duración de 184.000517 h, y el tiempo de la fase exponencial que corresponde a 42.2419449 h.

### 3.2. Análisis fisicoquímicos de los filetes de tilapia.

#### 3.2.1. Potencial de hidrogeno (pH).

Figura 17. Evolución del pH en los filetes de tilapia en concentraciones de sal al 5 y 10%.

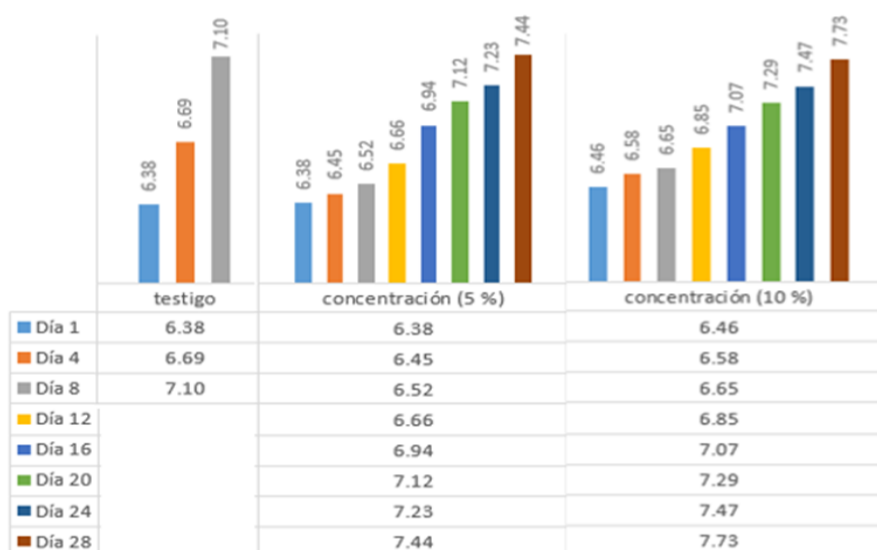


Figura 18. Evolución del pH en los filetes de tilapia ahumado a 30 y 60°C.

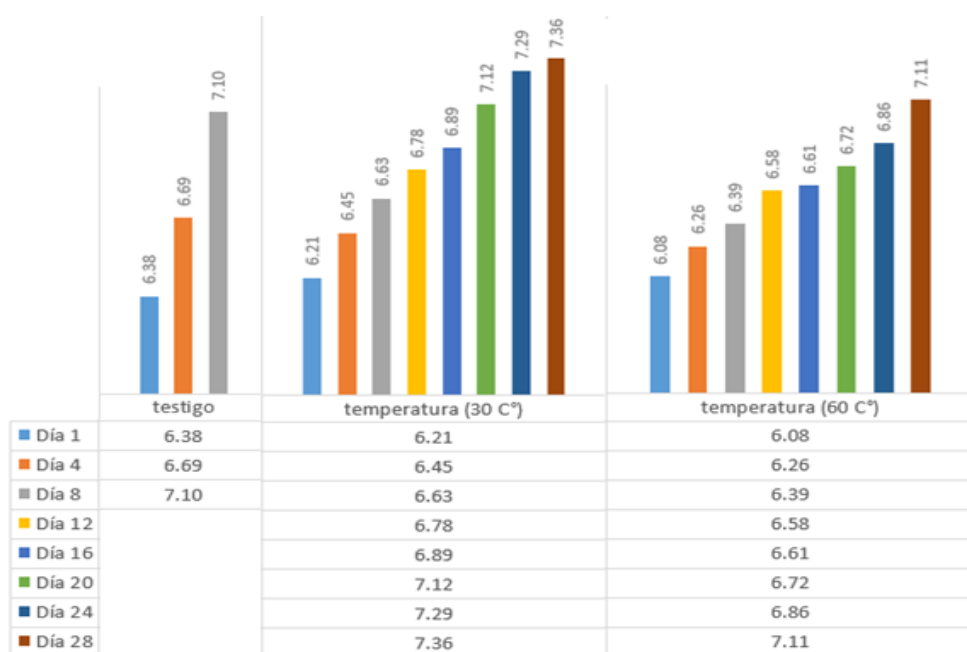
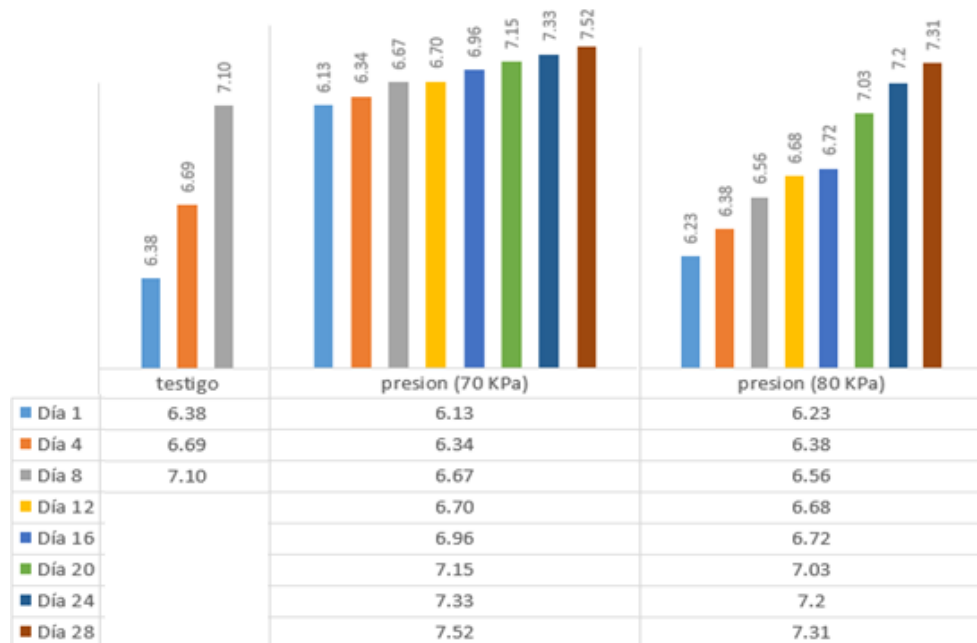




Figura 19. Evolución del pH en los filetes de tilapia envasado al vacío a 70 y 80 KPa.



En las figuras se aprecia las muestras de filete de tilapia en sus diferentes métodos de conservación en el tiempo de 28 días de evaluación a temperatura ambiente y la muestra testigo, la cual demuestran estadísticamente diferencias significativas con un valor de  $p \leq 0,05$ . De acuerdo a las figuras, se muestra que el ph de la muestra testigo en su primer día de evaluación tiene 6.38, determinando un pescado fresco y que en su periodo de almacenamiento a temperatura ambiente va ascendiendo, la cual presento un incremento de pH de 7.1 a partir del día 8 presentado olor desagradable y una flacidez de la carne de tilapia. Los cambios en el ph durante el periodo de almacenamiento a temperatura ambiente provoco que las muestras de filete de tilapia en sus respectivos métodos de conservación los microorganismos se desarrollen, produciendo la degradación de las proteínas, aminas y otras sustancias (Kirschnik & Macedo-Viegas, 2009).

En la figura 17, se observa que el nivel de pH va aumentando por la concentración de sal que existe en los filetes de tilapia en sus diferentes concentraciones de salmuera, donde la sal penetra el músculo del pescado reduciendo la actividad del agua y concentrándose mucho más por el proceso de osmosis durante su transcurso (Arason *et al.*, 2013). En la figura 18, se aprecia que el pH inicial de los filetes ahumados es más bajo que la muestra testigo, logrando su conservación de la carne de pescado.

### 3.2.2. Humedad (%)

Figura 20. Evolución de la humedad en los filetes de tilapia en salmuera a 5 y 10%.

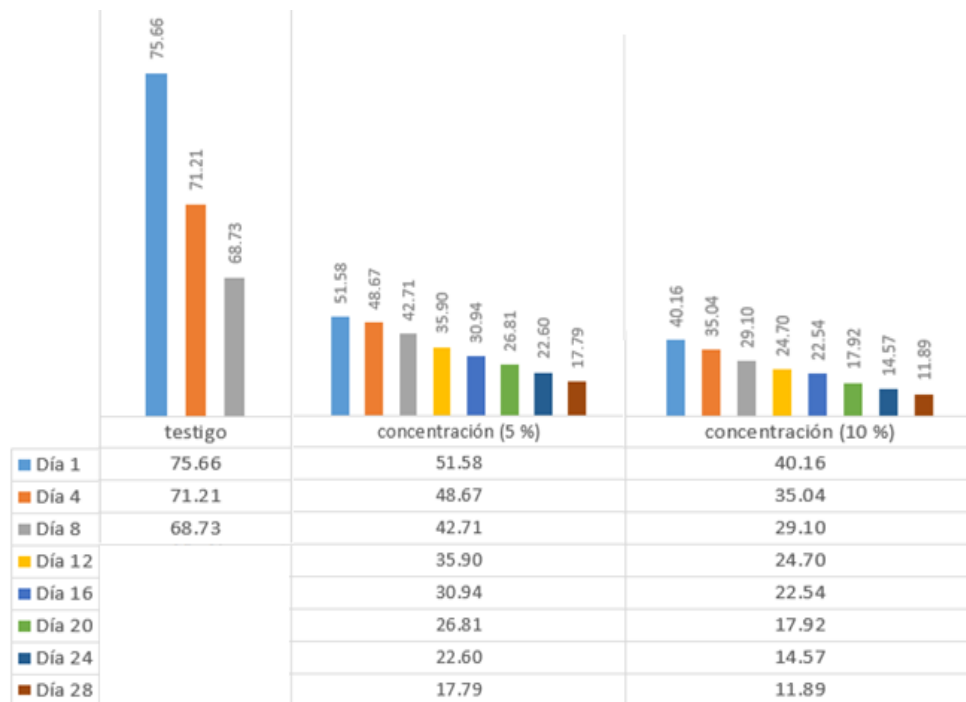


Figura 21. Evolución de la humedad en los filetes de tilapia ahumados a 30 y 60°C.

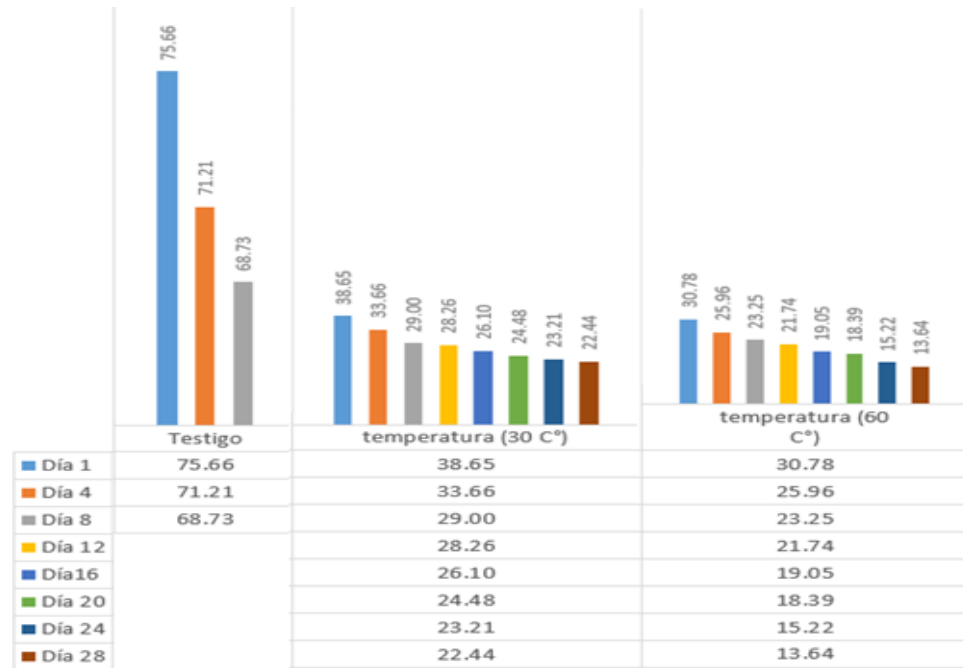
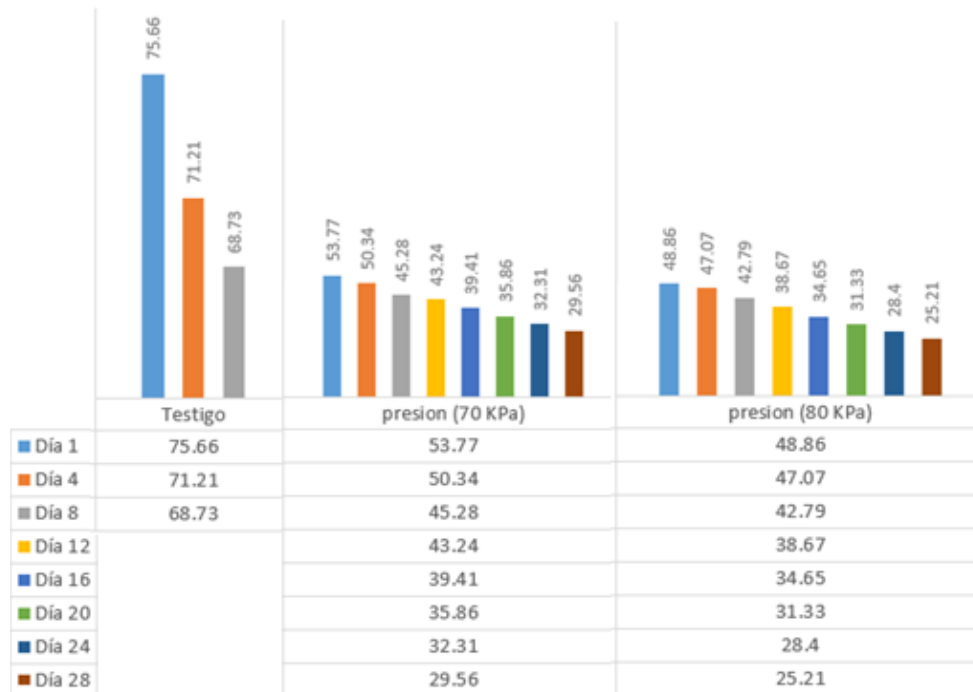


Figura 22. Evolución de la humedad en los filetes de tilapia envasado al vacío a 70 y 80 KPa.



Como se aprecian en las figuras 20,21 y 22, todas las muestras de filete de tilapia presentaron una disminución en el contenido de humedad, durante los 28 días de almacenamiento a temperatura ambiente. Además, se observa que el contenido de humedad de la muestra testigo disminuyó de 75,66% a 68,73% y el contenido de humedad en los filetes de tilapia en salmuera a 5% disminuyó de 51,57% a 18% y las muestras en salmuera a 10% disminuyó de 40% a 12% de humedad, conforme Barat *et al.* (2002). Los filetes de tilapia en sus diferentes métodos de conservación y el grado de aplicación en cada uno de ellos, perdieron masa no solo por la deshidratación osmótica, sino también por la degradación de las proteínas por el cloruro de sodio. Así mismo, el contenido de humedad en las muestras de filete ahumado a 30 disminuyó de 42,65% a 37,44% y el filete ahumado 60°C presentó una humedad de 36,78% a 23,64% en el transcurso de los 28 días de estudio. Sin embargo, los resultados de humedad de los filetes envasado al vacío a presiones de 70 y 80 KPa, presentan una diferencia estadísticamente más alto que al resto los métodos de conservación.

### 3.2.3. Cenizas (%)

Figura 23. Evolución del contenido de cenizas en los filetes de tilapia en salmuera a 5 y 10%.

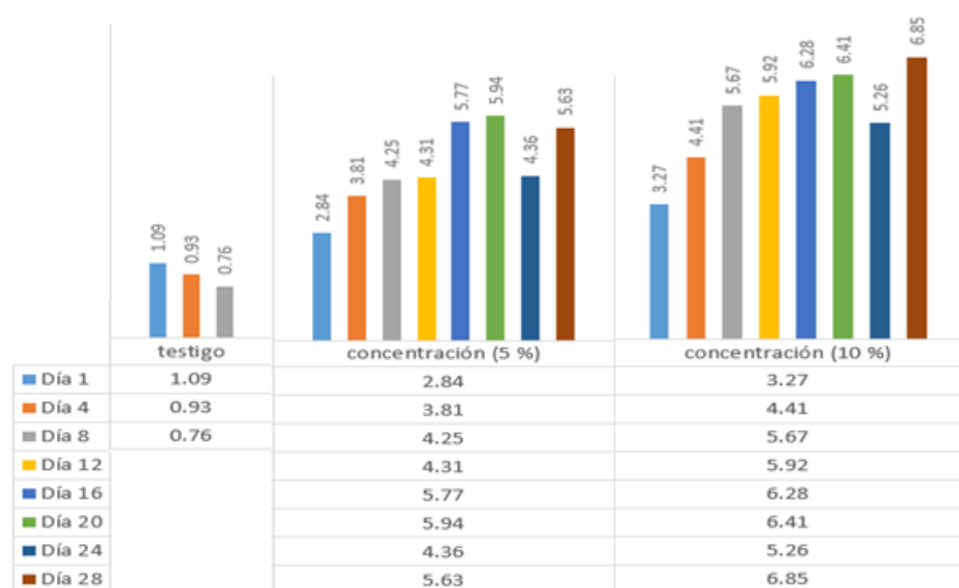


Figura 24. Evolución del contenido de cenizas en los filetes de tilapia ahumado a 30 y 60°C.

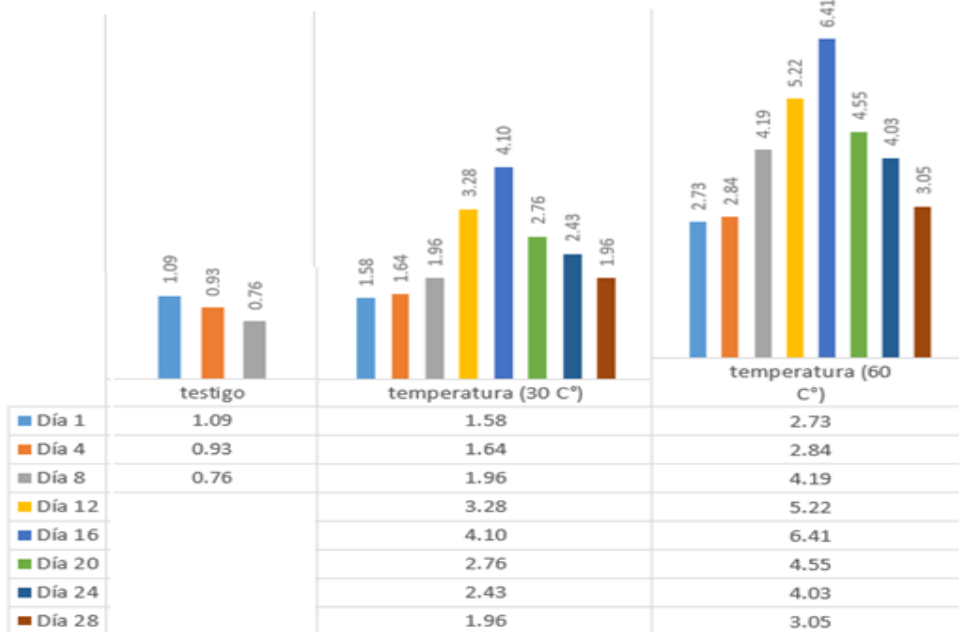
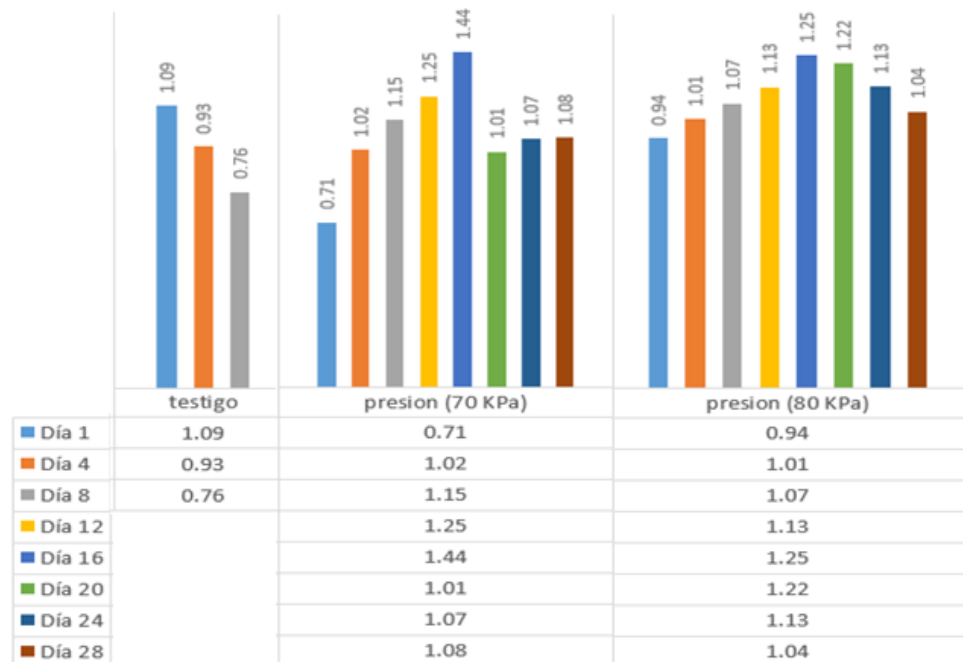


Figura 25. Evolución del contenido de cenizas en los filetes de tilapia envasados al vacío a 70 y 80 KPa.



En todas las figuras se mostró cambios del contenido de cenizas en los filetes de tilapia envasados al vacío a 70 y 80 KPa durante los próximos 28 días de almacenamiento a temperatura ambiente. Las muestras de filete de tilapia ahumados y en salmuera obtuvieron mucho más porcentaje de cenizas al de la muestra testigo, debido a la adición de cloruro de sal y por los componentes presentes de la madera que se liberan por la humera. Sin embargo, los resultados de las muestras de filete de tilapia envasados al vacío fueron casi idénticos, como se aprecia en la figura 25, el porcentaje de cenizas disminuyen ambos tratamientos debido a la liberación de agua que existe en el envase.

### 3.2.4. Capacidad de retención de agua (CRA)

Figura 26. Evolución del CRA en los filetes de tilapia en salmuera a 5 y 10%.

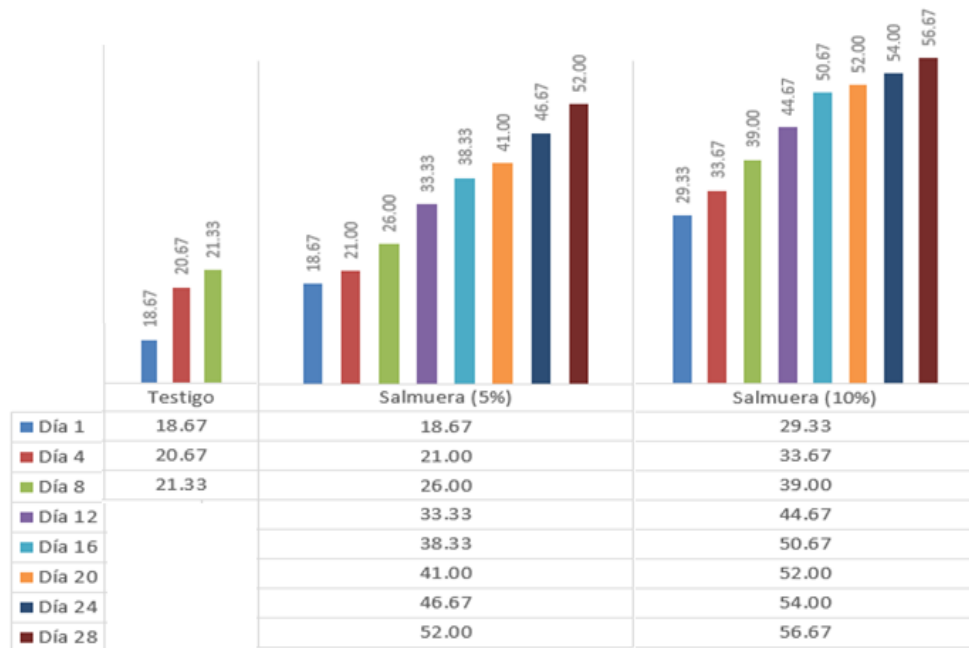


Figura 27. Evolución del CRA en los filetes de tilapia ahumados a 30 y 60 °C.

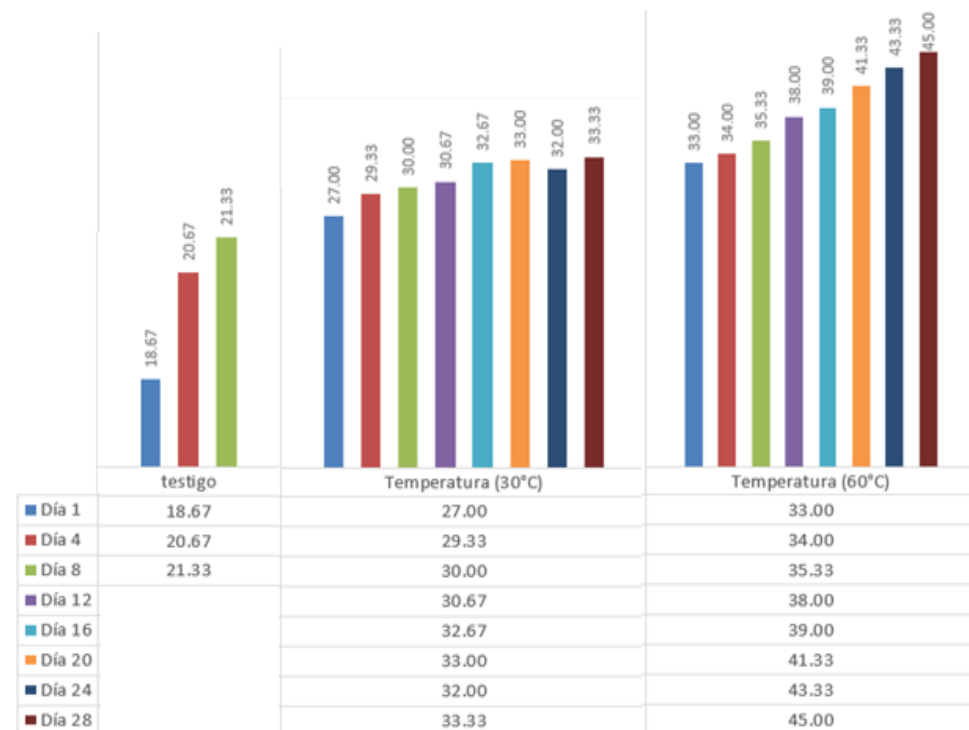
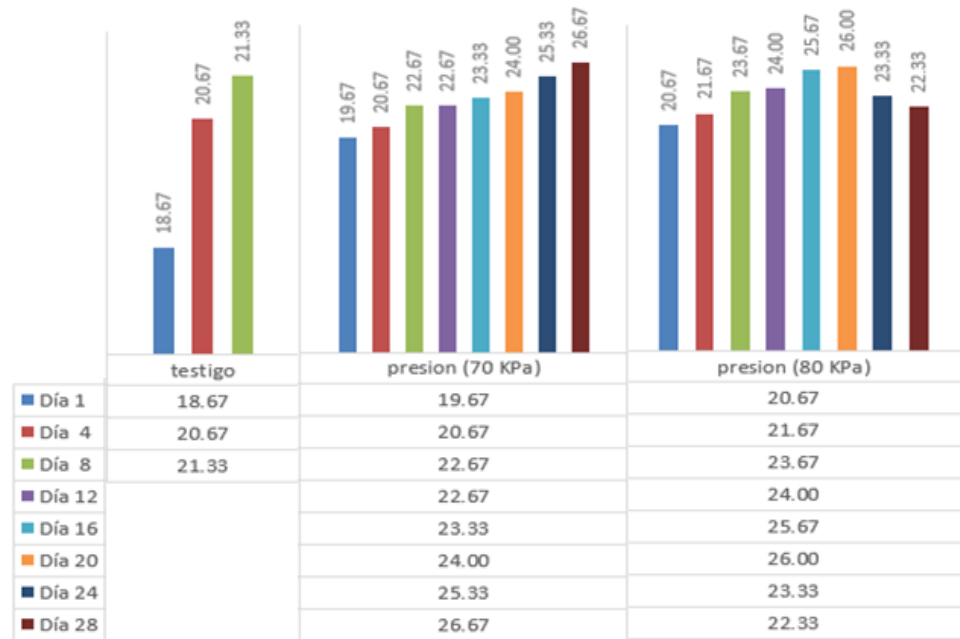


Figura 28. Evolución del CRA en los filetes de tilapia envasados al vacío a 70 y 80 KPa.



De acuerdo a los resultados obtenidos, se muestra en las figuras que el tratamiento testigo presento una mínima diferencia de porcentaje de capacidad de retener agua con respecto a los tres análisis realizados. En cambio para los grupos de filetes en sus diferentes métodos de conservación existió una variación, estos fueron en promedio de 34.6% de CRA en filetes en salmuera al 5%, mientras que para las muestras en salmuera al 10% fue de 45%. Así mismo se observa en la figura 27. la evolución de la CRA en filetes ahumados durante los 28 días, obteniendo un promedio de 31% en filetes ahumados a 30°C y 38.6% CRA en filetes ahumados a 60%, seguidamente en la figura 28 se aprecia una mínima variación entre sus dos tratamientos, obteniendo un 23.12% CRA en filetes envasados al vacío a 70 KPa y 23.41% en filetes envasados al vacío a 80 KPa, determinándose que los grupos de salmuera 10 % y ahumado a 60 °C tuvieron mayores porcentajes de CRA, por el hecho de que estos perdieron mucho más cantidad de agua en su almacenamiento.



#### IV. DISCUSIÓN

Por muchos años se ha venido utilizando diversos métodos de conservación para prolongar la vida útil del pescado, como salmuera, ahumado, salazón y lo que es el envasado al vacío Fuentes *et al.*, (2012), además, de ser métodos de conservación, ayudan a mejorar la textura, el sabor y la seguridad microbiana durante su almacenamiento (Tahergorabi *et al.*, 2012).

De acuerdo a los resultados, el valor promedio de pH del filete de tilapia en las primeras horas fue de 6.33, coincidiendo con lo encontrado por Ruiz-Alonzo *et al.* (2021) con un pH de 6.43 en filetes de tilapia; lo cual, resulta inferior, sin embargo, se mantiene en el rango propuesto por (Chaijan, 2011). De acuerdo a lo señalado por Rodríguez *et al.* (2011), el pH del pescado en un buen estado debe de ser menor a 7, por ende, que el filete de tilapia se estaría manteniendo en buenas condiciones hasta el cuarto día de su almacenamiento. Sin embargo, se observó el aumento del pH el día 3 que puede ser causado por la contaminación bacteriana, lo cual descomponen los compuestos de nitrógeno para formar compuestos básicos como el amoniaco y la trimetilamina (de Castro *et al.*, 2017). Con respecto a los diferentes métodos de conservación, la evolución de pH en las muestras de salmuera en concentraciones de 5 y 10% , fueron descendiendo durante los 28 días de almacenamiento, debido a que el proceso de la concentración de sal permite que la actividad de agua se desprenda y al mismo tiempo se deshidrate y aumente la concentración de cloruro en la carne de la tilapia (Margarita, 2019) . En tanto, a las muestras de filete ahumados en frío y caliente, su nivel de pH va ascendiendo de acuerdo a los días de sus almacenamiento como las muestras de filete envasado al vacío a 70 y 80 KPa, concurriendo a lo obtenido en filetes de pescado dorado por (Dolores *et al.*, 2011).

El valor de humedad obtenido en la carne de tilapia fresca dio 75.66%, siendo este valor superior a lo reportado por otros autores tales como (Ruiz, 2019; Sakarya & Of, 2018; Chaijan, 2011) , quienes reportan valores de humedad de 77-80%. Las variaciones también se ven explicadas debido a que la tilapia, a diferencia de los otros pescados magros, es de naturaleza grasa por su aporte de omega y teniendo por ende menor cantidad de humedad (Barik, 2017), Así mismo, el contenido de humedad en

los filetes de tilapia en concentraciones de salmuera a 5 y 10% disminuyen durante los 28 días. De acuerdo a Rodríguez *et al.* (2011b), la disminución de la humedad se atribuye al efecto de la sal en la desnaturalización y la degradación de las proteínas del pescado por el cloruro de sodio. Así mismo en todos los grupos de filetes de tilapia ahumados se obtuvo un promedio de humedad de 38.6% y 29.7% durante los 28 días, obteniendo la teoría de Cardinal *et al.* (2001), que los pescados ahumados deben tener una humedad no mayor a 65%. Así mismo los valores de humedad son similares al estudio de (Rizo, Fuentes, Fernández-Segovia, & Barat, 2016), para los pescados magros. Sin embargo, en los grupos de conservación envasado al vacío de 70 y 80 KPa, se observó un promedio alto de humedad 54.5 y 54.4% durante los 28 días de almacenamiento, esto afectó significativamente las propiedades fisicoquímicas del filete de tilapia y la vida útil durante su almacenamiento, debido a la liberación del agua en su interior del envase.

Con respecto a los resultados obtenidos en la determinación de cenizas para los filetes de tilapia testigo, se obtuvo 1.08% de contenido de cenizas siendo menor al resultado obtenido de 1.22% (Sakarya & Of, 2018b). Sin embargo, con el pasar de los días de conservación al medio ambiente, el porcentaje de cenizas ha ido reduciendo, logrando obtener 0.75%, dado que los resultados obtenidos por los muestras envasado al vacío fueron similares, teniendo un promedio de 0.92-0.97% de cenizas. En tanto para los grupos de filetes ahumado y salmuera se apreció que la cantidad del contenido de cenizas es mucho mayor que la muestra testigo, según Shahidi *et al.* (2014), el aumento de sales minerales es por los efectos del humo y el contenido de sal, además Krýžek *et al.* (2017), sostiene que los componentes carbonílicos y fenólicos del humo provocan un mayor aumento de cenizas, como lo demuestran en sus resultados (Omar & Cesar, 2013; Diana, 2015)

Con respecto a la CRA, María *et al.* (2014), muchas de las propiedades físicas de la carne de pescado y de aceptación dependen de su capacidad para retener esta agua. En tanto a los resultados obtenidos, se determinó que la mejor CRA correspondió a los filetes salmuera 10% y ahumado 60 °C, con promedios de 45% y 38.6%. A medida que el ph se aleja del punto isoeléctrico de las proteínas, la CRA aumenta

(Robyn Dorothy Warner, 2017). Por lo tanto, el tratamiento que tuvo menor CRA correspondió al filete envasado al vacío con 23.12% y 23.41 %, esto indica para Warner (2017), que el pescado antes de ser sacrificado no tuvo un buen reposo, lo cual en su estudio obtuvo 25 % de CRA en la carne de cerdo sin reposo y con reposo de 6 horas 29% de CRA.

La norma peruana 591-2008/MINSA, establece un límite permisible para los productos ahumados, salmuera y envasados. En este estudio, los análisis realizados mostraron en la muestra testigo una ligera proliferación de microorganismos a partir del segundo, lo cual, se detectó la presencia de *Staphylococcus aureus* de 41 UFC/ml. No se detectó la presencia de *Salmonella*, pero sí de *E. coli*, lo que indica que el producto no es apto para el consumo humano, desde el día uno se obtuvo 9 UFC/ml, hasta alcanzar 76 UFC/ml en su totalidad de descomposición, además en el octavo día se detectó la presencia de colonias de *Salmonell* y *E. coli*. En contraste con otro resultado, Gatti Junior *et al.* (2014), reportan que en su estudio de evaluación de la calidad microbiológica en tilapia fileteada se encontró *Staphylococcus sp.* 106 UFC/g y *coliformes*. En contexto Redmond & Griffith (2009), mencionan que los microorganismos pueden transportarse al pescado durante la manipulación. La contaminación puede ser el resultado de un mal manejo, almacenamiento y contaminación cruzada insalubres (S. L. Huang, Weng, & Chiou, 2001).

Para los grupos de ahumado, los resultados conseguidos en la calidad microbiológica en los productos ahumados, son considerados similar por los resultados obtenidos por (Sinka, Rivera, & Paz, 2022), reportando que en los tratamientos de 60 °C existió la ausencia de lactosas (-) y *staphylococcus aueus* por 26 días en cambio en los tratamientos de 30 °C, se obtuvo 14 UFC/g de *Staphylococcus* hasta alcanzar 149 UFC/g, además se registró 13 UFC/g entre *E. coli* y salmonella a partir del octavo día hasta alcanzar 68 UFC/g. Estos valores se constataron con lo reportado por (Ernesto & Tantarico, 2019).

Referente a los filetes que fueron sometidos a salmuera a 5%, se estima que tiene un promedio de 6 a 7 días de vida útil, existiendo presencia de 13 UFC/g de lactosas (-) y la presencia de 74 UFC/g de *Staphylococcus aureus* en el día 16, en este sentido

se alinea a lo que mencionan Z. Huang *et al.* (2018), si existe presencia de salmonella sobre el producto, ya no es apto para el consumo humano. Sin embargo, en los tratamientos de salmuera a 10%, se puede decir que tiene un promedio de 9 a 10 días de vida útil, notándose, la presencia de 3 UFC/g de *Salmonella*, 79 UFC/g de *Staphylococcus* y colonias de *Proteus*.

En tanto para los grupos de filetes envasados al vacío 70 y 80 KPa, se registró ausencia de lactosa negativas y *Staphylococcus aureus* durante los 7 días, pero de acuerdo al modelo Gompertz, se estima una vida útil de 9 días con 5 horas para las muestras de 70 KPa, ya que en adelante se observó la presencia de *Salmonella*, *E. coli* y poblaciones de colonias de *Staphylococcus*. Para las muestras de filete de 80 Kpa se estima una vida útil de 16 días (Leonardo & Duche, 2017).

## V. CONCLUSIONES

- Se concluye que el mejor método de conservación para los filetes de tilapia fue el ahumado a 60° C, obteniendo una duración de 26 días con 2 horas de vida útil, siendo el más eficiente para la preservación de la carne de tilapia.
- Los filetes de tilapia ahumado a 30 °C se conservaron 7 días con 9 horas.
- Las muestras de filete de tilapia en salmuera al 5 % obtuvo un periodo de vida útil de 6 días con 11 horas, sin embargo las muestras de filete de tilapia en salmuera al 10% se conservaron 9 días con 5 horas, demostrando una mínima capacidad de conservación a comparación de la salmuera al 5%.
- El método de conservación envasado al vacío 70 KPa adquirió 9 días con 5 horas de vida útil sobre los filetes de tilapia. No obstante, las muestras de filetes envasado al vacío a 80 KPa se conservaron durante 16 días con 2 horas.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, S. A. R. (2019). *DESARROLLO DE FILETES DE TILAPIA (Oreochromis niloticus) CON SABOR A HUMO*. 84.
- ANCASSI HUANCA, W. D. (2016). *ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL FILETE Y AHUMADO DE TRUCHA (Oncorhynchus mykiss) ENVASADO AL VACÍO*.
- Arason, S., Nguyen, M. V., Thorarinsdottir, K. A., & Thorkelsson, G. (2013). Preservation of Fish by Curing. En I. S. Boziaris (Ed.), *Seafood Processing* (pp. 129-160). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118346174.ch6>
- Arason, S., Nguyen, M. V., Thorarinsdottir, K. A., & Thorkelsson, G. (2014). Preservation of Fish by Curing. En I. S. Boziaris (Ed.), *Seafood Processing* (pp. 129-160). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118346174.ch6>
- Ayeloja, A. A., Jimoh, W. A., Adetayo, M. B., & Abdullahi, A. (2020). Effect of storage time on the quality of smoked *Oreochromis niloticus*. *Heliyon*, 6(1), e03284. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03284>
- Barat, J. M., Rodriguez-Barona, S., Andres, A., & Fito, P. (2002). Influence of Increasing Brine Concentration in the Cod-Salting Process. *Journal of Food Science*, 67(5), 1922-1925. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08747.x>
- Barba Quintero, G., Ramírez De León, J. A., Cortés Ruiz, J. A., Sánchez Humaran, I. L., & Ruelas Inzunza, J. R. (2012). Contenido De Histamina Y Calidad Microbiológica De Pescado Comercializado En Mazatlán, Sinaloa. *BIOTecnia*, 14(1), 3. <https://doi.org/10.18633/bt.v14i1.109>
- Barbecho, P., & Jara, C. (2019). Aplicación del proceso de la técnica de ahumado empírico-artesanal en trucha y tilapia para uso en recetas ecuatorianas. *Universidad de Cuenca*, 75.
- Barik, N. K. (2017). Freshwater fish for nutrition security in India: Evidence from FAO data. *Aquaculture Reports*, 7(October 2016), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.04.001>
- Campus, M., Bonaglini, E., Cappuccinelli, R., Porcu, M. C., Tonelli, R., & Roggio, T. (2011). *Effect of Modified Atmosphere Packaging on Quality Index Method ( QIM ) Scores of Farmed Gilthead Seabream ( Sparus aurata L .) at Low and Abused Temperatures*. 76(3), 185-191. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02051.x>
- Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladottir, S., Morkore, T., Thomassen, M., & Luc Vallet, J. (2001). Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 34(6), 537–550. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00069-2](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00069-2)

- Chaijan, M. (2011). Physicochemical changes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle during salting. *Food Chemistry*, 129(3), 1201–1210. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.110>
- Cutter, C. N. (2002). Microbial control by packaging: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(2), 151-161. <https://doi.org/10.1080/10408690290825493>
- de Castro, P. L., Lewandowski, V., de Souza, M. L. R., Coradini, M. F., da Cunha Alexandre, A. A., Sary, C., & Ribeiro, R. P. (2017). Effect of different periods of pre-slaughter stress on the quality of the Nile tilapia meat. *Food Science and Technology (Brazil)*, 37(1), 52–58. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.05616>
- Diana J, A. A. (2015). Calidad de la carne de Tiapaia (*Oreochromis niloticus*) bajo diferentes métodos y tiempo de conservación. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Dolores, M., Santaella, M., Martínez, C., Jesús, M., Blanco, A., María, J., & López, O. (2011). LWT - Food Science and Technology Muscle tissue structure and fish texture in gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., filets preserved by refrigeration and by vacuum packaging. *LWT - Food Science and Technology*, 44(4), 1098–1106. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.09.014>
- El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*. (2020). FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- FAO. (2020). De La Pesca Y La Acuicultura. En *Marine Pollution Bulletin* (Vol. 3, Números 1-2).
- Flick, G. J., Oria, M. P., & Douglas, L. (2001). Potential hazards in cold-smoked fish: Biogenic amines. *Journal of Food Science*, 66(7 SUPPL.), S1088-S1099. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15528.x>
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. (2018). *EL ESTADO MUNDIAL DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA 2018 (SOFIA): Cumplir los objetivos de ... desarrollo sostenible*. FOOD & AGRICULTURE ORG.
- Fuchs, R. H. B., Ribeiro, R. P., Matsushita, M., Tanamati, A. A. C., Bona, E., & de Souza, A. H. P. (2013). Enhancement of the nutritional status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) croquettes by adding flaxseed flour. *LWT - Food Science and Technology*, 54(2), 440-446. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.07.004>
- Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Serra, J. A., & Barat, J. M. (2012). Effect of partial sodium replacement on physicochemical parameters of smoked sea bass during storage. *Food Science and Technology International*, 18(3), 207–217. <https://doi.org/10.1177/1082013211415156>
- Gatti Junior, P., Assunção, A. W. A., Baldin, J. C., & Amaral, L. A. (2014). Microbiological quality of whole and filleted shelf-tilapia. *Aquaculture*, 433, 196–200. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.06.015>

- Genç, I. Y., Esteves, E., Aníbal, J., & Diler, A. (2013). Effects of chilled storage on quality of vacuum packed meagre fillets. *Journal of Food Engineering*, 115(4), 486-494. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.09.007>
- Geoffroy Olayemi, E., Montchowui, E., Lambert Cloud, H., Youssouf, A., Gbangboche Bienvenu, A., & Laleye Adedjobi, P. (2018). PROXIMATE COMPOSITION OF CULTURED (*Oreochromis niloticus*) AND (*Clarias gariepinus*) BASED ON COMMERCIAL FEED IN BENIN. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 3(05), 1-6.
- Giannakourou, M. C., Tsironi, T., Thanou, I., Tsagri, A. M., Katsavou, E., Lougovois, V., ... Sinanoglou, V. J. (2019). Shelf Life Extension and Improvement of the Nutritional Value of Fish Fillets through Osmotic Treatment Based on the Sustainable Use of Rosa. *Foods*, 8(421), 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods8090421>
- Gram, L., & Dalgaard, P. (2002). Fish spoilage bacteria—Problems and solutions. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(3), 262-266. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(02\)00309-9](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(02)00309-9)
- Hassoun, A., & Karoui, R. (2015). Quality Evaluation of Fish and Other Seafood by Traditional and Nondestructive Instrumental Methods: Advantages and Limitations. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, (July), 98. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1047926>
- Herkenhoff, M. E., Bovolenta, L. A., Brödel, O., dos Santos, L. D., de Oliveira, A. C., Chuffa, L. G. A., Ribeiro, A. de O., Lupi, L. A., Dias, M. A. D., Hilsdorf, A. W. S., Frohme, M., & Pinhal, D. (2021). Variant expression signatures of microRNAs and protein related to growth in a crossbreed between two strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Genomics*, S0888754321003906. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2021.11.008>
- Herrera A., F., & Suárez Q., W. (2012). AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE *Listeria* spp. A PARTIR DE MUESTRAS DE PESCADO FRESCO EXPENDIDO EN PAMPLONA (NORTE DE SANTANDER) TT - ISOLATION AND IDENTIFICATION OF *Listeria* spp. FROM FRESH FISH SAMPLES, MARKETED IN PAMPLONA (NORTE DE SANTANDER). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 257-265.
- Huang, S. L., Weng, Y. M., & Chiou, R. Y. Y. (2001). Survival of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* as affected by ethanol and NaCl. *Journal of Food Protection*, 64(4), 546–550. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.4.546>
- Huang, Z., Liu, X., Jia, S., Zhang, L., & Luo, Y. (2018). The effect of essential oils on microbial composition and quality of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets during chilled storage. *International Journal of Food Microbiology*, 266(July 2017), 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.11.003>
- Jackson, K. H., Polreis, J. M., Tintle, N. L., Kris-Etherton, P. M., & Harris, W. S. (2019). Association of reported fish intake and supplementation status with the omega-3 index. *Prostaglandins Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 142(December 2018), 4-10. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2019.01.002>

- Kirschnik, P. G., & Macedo-Viegas, E. M. (2009). Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a  $-18^{\circ}\text{C}$ . *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 7.
- Krýžek, M., Dadáková, E., Vácha, F., & Pelikánová, T. (2017). Comparación de la formación de aminas biogénicas en pescado irradiado y ahumado. *Eur Food Res Technol.* <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2906-2>
- Leonardo, W., & Duche, V. (2017). *Análisis de la vida útil de la tilapia (oreochromis) con empaque al vacío*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Løvdal, T. (2015). The microbiology of cold smoked salmon. *Food Control*, 54, 360-373. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.025>
- Margarita, E. L. M. (s. f.). *CURADO DE PALOMETA (Mylossoma duriventre) CON*. 81.
- María, S., Tomás F, M., Salvador, C., & María D, S. (2014). Effects of vacuum and modified atmosphere on textural parameters and structural proteins of cultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets. *SAGE*, 12. <https://doi.org/10.1177/1082013214545694>
- Ogbadu, L. J. (2014). Preservatives: Traditional Preservatives—Wood Smoke. En *Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition* (Second Edi, Vol. 3). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00261-5>
- Omar, C. T., & Cesar, C. G. (2013). Evaluación de la Calidad Fisico-química, Microbiológica y sensorial de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Universidad de Cartagena.
- 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*). *Food Chemistry*, 85(1), 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.05.006>
- Parian, A. M., & Mullin, G. E. (2016). Fish Consumption and Health : The Yin and Yang Fish Consumption and Prostate Cancer Fish Consumption and Cardiac Disease Fish Consumption and Other Chronic Fish Consumption in Pregnancy and Farm-Raised vs Wild-Caught Fish. 6–9. <https://doi.org/10.1177/0884533616651069>
- Prabu, E., Rajagopalsamy, C. B. T., Ahilan, B., Jeevagan, I. J. M. A., & Renuhadevi, M. (2019). Tilapia – An Excellent Candidate Species for World Aquaculture: A Review. *Annual Research & Review in Biology*, 1-14. <https://doi.org/10.9734/arrb/2019/v31i330052>
- Pesquería, F. D. E., Ernesto, D., & Tantarico, L. (2019). *Elaboración de ahumado en frío a partir de filete de paiche (Arapaima gigas)*.
- Provincial, L., Guillén, E., Alonso, V., Gil, M., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2013). Survival of *Vibrio parahaemolyticus* and *Aeromonas hydrophila* in sea bream (*Sparus aurata*) fillets packaged under enriched CO<sub>2</sub> modified atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, 166(1), 141-147. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.013>
- Redmond, E. C., & Griffith, C. J. (2009). The importance of hygiene in the domestic kitchen: Implications for preparation and storage of food and infant formula. *Perspectives in*



*Public Health*, 129(2), 69–76. <https://doi.org/10.1177/1757913908101604>

- Rizo, A., Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., & Barat, J. M. (2016). Smoke-flavoured cod obtained by a new method using water vapour permeable bags. *Journal of Food Engineering*, 179, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.01.028>
- Rodríguez, D., Barrero, M., & Kodaira, M. (2011). Archivos Latinoamericanos de Nutrición Como citar este artículo Evaluación física y química de filetes de bagre ( *Pseudoplatystoma* sp .) salados en salmuera empacados al vacío y almacenados en refrigeración. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(18), 1–10.
- Rodrigues, B. L., Alvares, T. da S., Sampaio, G. S. L., Cabral, C. C., Araujo, J. V. A., Franco, R. M., Mano, S. B., & Conte Junior, C. A. (2016). Influence of vacuum and modified atmosphere packaging in combination with UV-C radiation on the shelf life of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets. *Food Control*, 60, 596-605. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.09.004>
- Roth, B., Slinde, E., & Arildsen, J. (2006). Pre or post mortem muscle activity in Atlantic salmon (*Salmo salar*). The effect on rigor mortis and the physical properties of flesh. *Aquaculture*, 257(1-4), 504-510. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.10.021>
- Ruiz, S. (2019). Desarrollo de filetes de tilapia (*Oreochromis niloticus*) con sabor a humo. *Universidad Nacional de Colombia*, 84.
- Ruiz-Alonso, S. A., Girón-Hernández, L. J., López-Vargas, J. H., Muñoz-Ramírez, A. P., & Simal-Gandara, J. (2021). Optimizing salting and smoking conditions for the production and preservation of smoked-flavoured tilapia fillets. *Lwt*, 138(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110733>
- Sakarya, T. H. E., & Of, J. (2018). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析*Title. 7(2), 44–68.
- Shahidi, F., Samaranyaka, A. G. P., & Pegg, R. B. (2014). Brine Curing of Meat. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 1, 416–424. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00112-4>
- Sigurgisladdottir, S., Sigurdardottir, M. S., Torrissen, O., Vallet, J. L., & Hafsteinsson, H. (2000). Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets. *Food Research International*, 33(10), 847-855. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00104-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00104-6)
- Sinka, L. C., Rivera, V. C., & Paz, M. E. (2022). ( *Oncorhynchus mykiss* ) EN LA COMUNIDAD DE CALA CALA Evaluation of artisanal processing of smoking Rainbow Trout ( *Oncorhynchus mykiss* ) in the community of Cala Cala. 1, 62–68.
- Suemitsu, L., & Cristianini, M. (2019). Effects of high pressure processing (HPP) on quality attributes of tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillets during refrigerated storage. *Lwt*, 101(November 2018), 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.028>
- Syed, R., Masood, Z., Ul Hassan, H., Khan, W., Mushtaq, S., Ali, A., Gul, Y., Jafari, H., Habib, A., Ishaq Ali Shah, M., Gabol, K., Gul, H., & Ullah, A. (2021). Growth performance, haematological assessment and chemical composition of Nile tilapia, *Oreochromis*

- niloticus (Linnaeus, 1758) fed different levels of Aloe vera extract as feed additives in a closed aquaculture system. *Saudi Journal of Biological Sciences*, S1319562X21007865. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.08.098>
- Tahergorabi, R., Beamer, S. K., Matak, K. E., & Jaczynski, J. (2012). Salt substitution in surimi seafood and its effects on instrumental quality attributes. *LWT - Food Science and Technology*, 48(2), 175–181. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.03.004>
- Tsighe, N., Wawire, M., Bereket, A., Karimi, S., & Wainaina, I. (2018). Physicochemical and microbiological characteristics of fresh Indian mackerel, spotted sardine and yellowtail scad, from Eritrea Red Sea waters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 70(December 2017), 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.05.001>
- Tsironi, T., Houhoula, D., & Taoukis, P. (2020). Hurdle technology for fish preservation. *Aquaculture and Fisheries*, 5(2), 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.02.001>
- Wang, M., & Lu, M. (2016). Tilapia polyculture: A global review. *Aquaculture Research*, 47(8), 2363-2374. <https://doi.org/10.1111/are.12708>
- Warner, Robyn D. (2017). The Eating Quality of Meat d IV Water-Holding Capacity and Juiciness. En *Lawries Meat Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00014-5>
- Warner, Robyn Dorothy. (2017). Measurements of Water-holding Capacity and Color : Objective and Subjective Provided for non-commercial research and educational use only . Not for reproduction , distribution or commercial use . *ResearchGate*, (January 2014). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00210-5>

## VII. ANEXOS

### OBTENCIÓN DEL PESCADO TILAPIA



Centro experimental  
Piscícola Michina.



Recolección de tilapias.



Tilapias en  
refrigeración.

### FILETEADO DE TILAPIA



Pesado del filete de  
tilapia.



Agrupación de los  
filetes.



Selección de los filetes  
para cada tratamiento.

## GRUPO DE TRATAMIENTO DE FILETES AHUMADOS



Filetes en el horno ahumador.



Filetes ahumados a 60°C.



Filetes ahumados a 30°C.

## GRUPO DE TRATAMIENTO DE FILETES EN SALMUERA



Preparación de filetes de tilapia en salmuera a 5%



Filetes de tilapia en salmuera al 10%

## GRUPO DE TRATAMIENTO DE FILETES ENVASADOS AL VACIO



Envasado al vacío 70  
KPa



Envasado al vacío 80  
KPa.



Filetes envasados al vacío.

## ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS MUESTRAS DE FILETES



Medición del pH



Análisis de humedad



Análisis de la CRA  
por centrifuga



## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CENIZAS.



Análisis del porcentaje de cenizas.

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO POR MÉTODO DE INCORPORACIÓN



Preparación de los agares.



Llenado a las placas Petri.



Homogenización del agar con la muestra.

IDENTIFICACION DE COLONIAS  
DE MICRORGANISMOS



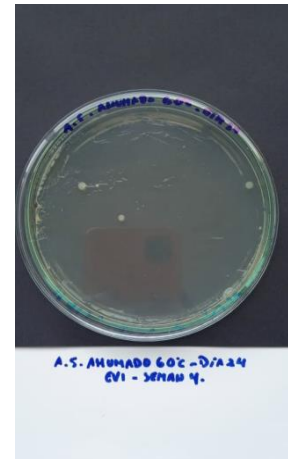
Colonias de  
Staphylococcus a.



Colonias de  
Enterobacter, E.  
coli y Proteus.



Colonias de  
Aerobios  
mesofilos.



Colonias de mohos y  
levaduras.

CRITERIO MICROBIOLÓGICO PARA PESCADO FRESCO Y AHUMADO EN FRÍO, AHUMADO EN CALIENTE Y SALMUERA (Según la Norma RM 591-2008-MINSA)

XI.1 Productos hidrobiológicos crudos (frescos, refrigerados, congelados, salpessos ó ahumados en frío).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos (30° C)	2	3	5	2	$5 \times 10^2$	$10^6$
<i>Escherichia coli</i>	4	3	5	3	10	$10^7$
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	$10^2$	$10^3$
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
<i>Vibrio cholerae</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----

(\*) Para productos hidrobiológicos crudos, frescos, refrigerados y congelados.

XI.5 Productos hidrobiológicos ahumados en caliente.						
Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	$10^4$	$10^5$
<i>Enterobacteriaceas</i>	2	3	5	2	$10^2$	$10^3$
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	3	5	1	10	$10^2$
Anaerobios sulfito reductores (*)	5	3	5	2	$10^3$	$10^4$
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---

(\*) Solo para productos empacados al vacío.

XI.6 Productos hidrobiológicos secos, seco-salados y salado.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	$10^4$	$10^5$
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
<i>Enterobacteriaceas</i>	5	3	5	2	$10^2$	$10^3$
Anaerobios sulfito reductores	5	3	5	2	$10^3$	$10^4$



Tabla 2. Análisis microbiano del filete de tilapia (testigo), durante el almacenamiento en ambiente.

<b>FILETE DE TILAPIA (Recuento UFC/ml)</b>								
<b>TESTIGO</b>								
Días de evaluación (h)	lactosas (-)	LogN/N	Staphylococcus aureus	LogN/N	Mohos y levaduras	LogN/N	Aerobios Mesófilos	LogN/N
24	9	0	10	0	21	0	36	0
96	18	0.30103	41	0.612783857	44	0.32123338	98	0.43492357
192	62	0.838149	73	0.86332286	83	0.5968588	163	0.6558851
288	156	1.23882	156	1.193124598	135	0.80811447	321	0.95020253

Tabla 3. Análisis microbiológico del filete de tilapia en salmuera al 5%.

<b>FILETE DE TILAPIA (Recuento UFC/ml)</b>								
<b>salmuera 5%</b>								
Días de evaluación	Aerobios Mesófilos	LogN/N	Staphylococcus aureus	LogN/N	lactosa (-)	LogN/N	Mohos y levaduras	LogN/N
24	13	0	1	0	1	0	1	0
96	22	0.22847933	4	0.602059999	2	0.30102995	4	0.60205999
192	28	0.33321468	9	0.954242509	4	0.60205999	12	1.07918124

<b>288</b>	85	<b>0.81547 557</b>	29	<b>1.462397 998</b>	13	<b>1.11394 335</b>	44	<b>1.64345 267</b>
<b>384</b>	174	<b>1.12660 59</b>	74	<b>1.869231 72</b>	56	<b>1.74818 802</b>	98	<b>1.99122 607</b>
<b>480</b>	323	<b>1.39525 917</b>	125	<b>2.096910 013</b>	89	<b>1.94939 000</b>	252	<b>2.40140 054</b>
<b>576</b>	579	<b>1.64873 521</b>	358	<b>2.553883 027</b>	173	<b>2.23804 610</b>	631	<b>2.80002 935</b>
<b>672</b>	371	<b>1.45543 056</b>	721	<b>2.857935 265</b>	350	<b>2.54406 804</b>	1192	<b>3.07627 625</b>

Tabla 4. Análisis microbiológico del filete de tilapia en salmuera al 10%.

<b>FILETE DE TILAPIA (Recuento UFC/ml)</b>								
<b>salmuera 10%</b>								
<b>Días de evaluación (h)</b>	<b>Aerobios Mesófilos</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Staphylococcus aureus</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Lactosa (-)</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Mohos y levaduras</b>	<b>LogN/N</b>
<b>24</b>	4	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>
<b>96</b>	6	<b>0.17609 126</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>
<b>192</b>	8	<b>0.30103</b>	3	<b>0.477121 255</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>
<b>288</b>	17	<b>0.62838 893</b>	8	<b>0.903089 987</b>	3	<b>0.47712 125</b>	3	<b>0.47712 125</b>
<b>384</b>	43	<b>1.03140 846</b>	21	<b>1.322219 295</b>	14	<b>1.14612 804</b>	15	<b>1.17609 126</b>
<b>480</b>	89	<b>1.34733 002</b>	79	<b>1.897627 091</b>	36	<b>1.55630 25</b>	62	<b>1.79239 169</b>
<b>576</b>	177	<b>1.64591 328</b>	142	<b>2.152288 344</b>	80	<b>1.90308 999</b>	184	<b>2.26481 782</b>
<b>672</b>	345	<b>1.93575 91</b>	321	<b>2.506505 032</b>	229	<b>2.35983 548</b>	392	<b>2.59328 607</b>

Tabla 5. Análisis microbiológico de filete de tilapia en ahumado frío a 30 °C.

<b>FILETE DE TILAPIA (Recuento UFC/ml)</b>								
<b>Ahumado 30°C</b>								
<b>Días de evaluación (h)</b>	<b>Aerobios Mesófilos</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Staphylococcus aureus</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Lactosa (-)</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Mohos y levaduras</b>	<b>LogN/N</b>
24	9	0	1	0	1	0	1	0
96	12	0.12493 874	1	0	1	0	1	0
192	21	0.36797 679	1	0	1	0	2	0.30103
288	68	0.87826 64	14	1.146128 036	13	1.11394 335	8	0.90308 999
384	154	1.23327 821	31	1.491361 694	21	1.32221 929	51	1.70757 018
480	376	1.62094 534	85	1.929418 926	47	1.67209 786	102	2.00860 017
576	527	1.76756 811	149	2.173186 268	64	1.80617 997	376	2.57518 784
672	841	1.97055 349	73	1.863322 86	68	1.83250 891	532	2.72591 163

Tabla 6. Análisis microbiológico de filete de tilapia en ahumado a 60°C.

<b>FILETE DE TILAPIA (Recuento UFC/ml)</b>								
<b>Ahumado 60°C</b>								
<b>Días de evaluación (h)</b>	<b>Aerobios Mesófilos</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Staphylococcus aureus</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Lactosa (-)</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Mohos y levaduras</b>	<b>LogN/N</b>
24	1	0	1	0	1	0	1	0

<b>96</b>	2	<b>0.30103</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>
<b>192</b>	19	<b>1.27875</b> <b>36</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>
<b>288</b>	45	<b>1.65321</b> <b>251</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	2	<b>0.30103</b>
<b>384</b>	93	<b>1.96848</b> <b>295</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	12	<b>1.07918</b> <b>125</b>
<b>480</b>	289	<b>2.46089</b> <b>784</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	24	<b>1.38021</b> <b>124</b>
<b>576</b>	420	<b>2.62324</b> <b>929</b>	9	<b>0.954242</b> <b>509</b>	1	<b>0</b>	36	<b>1.55630</b> <b>25</b>
<b>672</b>	789	<b>2.89707</b> <b>7</b>	18	<b>1.255272</b> <b>505</b>	6	<b>0.77815</b> <b>125</b>	64	<b>1.80617</b> <b>997</b>

Tabla 7. Análisis microbiológico de filete de tilapia envasado al vacío 70 KPa.

<b>FILETE DE TILAPIA (Recuento UFC/ml)</b>								
<b>Envasado al vacío 70 KPa</b>								
<b>Días de evaluación (h)</b>	<b>Aerobios Mesofílicos</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Staphylococcus aureus</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Lactosa (-)</b>	<b>LogN/N</b>	<b>Mohos y levaduras</b>	<b>LogN/N</b>
<b>24</b>	10	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>
<b>96</b>	10	<b>0.30102</b> <b>99</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>
<b>192</b>	19	<b>0.57978</b> <b>359</b>	1	<b>0</b>	1	<b>0</b>	5	<b>0.69897</b>
<b>288</b>	32	<b>0.80617</b> <b>994</b>	8	<b>0.903089</b> <b>987</b>	2	<b>0.30103</b>	12	<b>1.07918</b> <b>125</b>
<b>384</b>	58	<b>1.06445</b> <b>799</b>	13	<b>1.113943</b> <b>352</b>	8	<b>0.90308</b> <b>998</b>	25	<b>1.39794</b> <b>001</b>
<b>480</b>	122	<b>1.38738</b> <b>983</b>	26	<b>1.414973</b> <b>348</b>	14	<b>1.14612</b> <b>804</b>	49	<b>1.69019</b> <b>608</b>

576	307	1.78816 837	42	1.623249 29	34	1.53147 892	88	1.94448 267
672	546	2.03822 264	63	1.799340 549	51	1.70757 018	204	2.30963 017

Tabla 8. Análisis microbiológico de filete de tilapia envasado al vacío 80 KPa.

FILETE DE TILAPIA (Recuento UFC/ml)								
Envasado al vacío 80 KPa								
Días de evaluación (h)	Aerobios Mesófilos	LogN/N	Staphylococcus aureus	LogN/N	Lactosa (-)	LogN/N	Mohos y levaduras	LogN/N
24	2	0	1	0	1	0	1	0
96	2	0.146128 036	1	0	1	0	1	0
192	12	0.380211 24	1	0	1	0	1	0
288	27	0.732393	5	0.69897	1	0	6	0.7781 513
384	49	0.991226 0	11	1.04139 269	1	0	18	1.2552 725
480	88	1.245512 6	21	1.32221 929	6	0.77815 125	36	1.5563 025
576	107	1.330413 1	39	1.59106 461	12	1.07918 125	92	1.9637 878
672	242	1.684845	54	1.73239 376	28	1.44715 803	196	2.2922 561