



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIAS**  
**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR**

**Modalidad Articulo Académico**

**Tema:**

Desarrollo y optimización de un proceso tecnológico para la elaboración de conservas artesanales de atún: Enfoque en calidad, seguridad alimentaria y aplicabilidad en comunidades costeras

**Autor:**

Párraga Huerta Axel André

**Tutor:**

Blgo. Xavier Pico Lozano, PhD.

Periodo 2024 - 2



**FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS**  
**CARRERA BIOLOGÍA**

Modalidad de Artículo Académico

**DESARROLLO Y OPTIMIZACIÓN DE UN PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA  
ELABORACIÓN DE CONSERVAS ARTESANALES DE ATÚN: ENFOQUE EN  
CALIDAD, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y APLICABILIDAD EN COMUNIDADES  
COSTERAS**

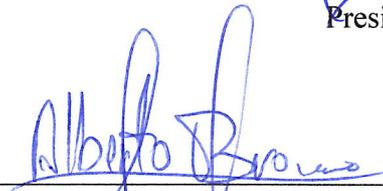
**Autor:**

Párraga Huerta Axel André



---

Dra. Dolores Muñoz Verduga, Ph.D.  
Presidente del Tribunal de Titulación



---

Blgo. Luis Bravo Delgado, Mg.  
Miembro de Tribunal de Titulación



---

Blgo. Luis Zambrano Santana, Mg.  
Miembro de Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador  
Viernes, 14 de febrero del 2025

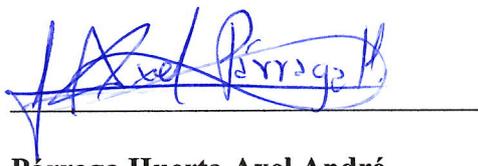
### **Declaración de Autoría**

**Yo, Párraga Huerta Axel André** declaro que he contribuido a la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con tema: **Desarrollo y optimización de un proceso tecnológico para la elaboración de conservas artesanales de atún: Enfoque en calidad, seguridad alimentaria y aplicabilidad en comunidades costeras**

He revisado la versión final del manuscrito y apruebo su presentación para su publicación. También garantizo que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente y no está bajo consideración para su publicación en otro lugar.

Además, declaro que no tengo conflictos de interés en relación con este trabajo.

Firma



**Párraga Huerta Axel André**

CI 0950298307

Manta, Manabí, Ecuador  
Viernes, 14 de febrero del 2025  
ULEAM – BIOLOGIA

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A).</b>	<b>CÓDIGO: PAT-04-F-004</b>
	<b>PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO</b> <b>BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	<b>REVISIÓN: 1</b> Página 1 de 1

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la carrera de Biología de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **PARRAGA HUERTA AXEL ANDRÉ**, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es **“Desarrollo y optimización de un proceso tecnológico para la elaboración de conservas artesanales de atún: Enfoque en calidad, seguridad alimentaria y aplicabilidad en comunidades costeras”**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 31 de diciembre de 2024

Lo certifico,



Blgo. Eduardo Xavier Pico Lozano, PhD.

**Docente Tutor**

**Área: Procesamiento de Productos pesqueros**

**Nota 1:** Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

**Nota 2:** Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

## **Desarrollo y optimización de un proceso tecnológico para la elaboración de conservas artesanales de atún: Enfoque en calidad, seguridad alimentaria y aplicabilidad en comunidades costeras**

**Párraga Huerta Axel André <sup>1</sup>, Blgo. Xavier Pico Lozano, PhD <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la vida y Tecnologías,

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Correo institucional: [e0950298307@live.ulead.edu.ec](mailto:e0950298307@live.ulead.edu.ec)

### **RESUMEN**

El estudio se centró en el desarrollo y optimización de un proceso tecnológico para la elaboración artesanal de conservas de atún, con énfasis en la calidad, seguridad alimentaria y su aplicabilidad en comunidades costeras ecuatorianas. La investigación validó un proceso térmico de esterilización que alcanzó un valor  $F_0$  acumulado de 11.21 minutos a 240°F, superando significativamente el valor mínimo requerido de 2.52 minutos para la eliminación de esporas de *Clostridium botulinum*. Los análisis microbiológicos confirmaron la ausencia total de coliformes y *E. coli* en el producto final, validando la efectividad del tratamiento térmico. Los parámetros físico-químicos mostraron niveles de histamina de 23 ppm y un pH de 5.85, manteniéndose dentro de los rangos aceptables establecidos por la industria. El proceso desarrollado demostró ser técnicamente viable para su implementación en entornos domésticos, utilizando equipamiento accesible como autoclaves manuales y siguiendo protocolos reproducibles. El análisis económico reveló un costo unitario de 1.99 USD por conserva, sugiriendo la viabilidad comercial del proceso. La evaluación sensorial mediante escalas de Likert indicó una aceptación favorable del producto, aunque con margen de mejora en aspectos como salinidad y textura. El estudio culminó con una propuesta de proyecto de vinculación para transferir esta tecnología a comunidades pesqueras, ofreciendo una alternativa sostenible para la conservación de alimentos y diversificación de ingresos en estas poblaciones. Los resultados sugieren que el método desarrollado podría contribuir significativamente al desarrollo socioeconómico de las comunidades costeras, proporcionando una solución práctica a los desafíos de conservación de alimentos que enfrentan las familias pescadoras.

**Palabras clave:** Esterilización térmica, conservas artesanales, *Thunnus albacares*, seguridad alimentaria, desarrollo comunitario.

---

**Development and Optimization of a Technological Process for Artisanal Tuna Canning:  
Focus on Quality, Food Safety, and Applicability in Coastal Communities**

**ABSTRACT**

The study focused on developing and optimizing a technological process for artisanal tuna canning, emphasizing quality, food safety, and its applicability in Ecuadorian coastal communities. The research validated a thermal sterilization process that achieved a cumulative  $F_0$  value of 11.21 minutes at 240°F, significantly exceeding the minimum required value of 2.52 minutes for eliminating *Clostridium botulinum* spores. Microbiological analyses confirmed the total absence of coliforms and *E. coli* in the final product, validating the effectiveness of the thermal treatment. Physicochemical parameters showed histamine levels of 23 ppm and a pH of 5.85, remaining within industry-established acceptable ranges. The developed process proved technically viable for implementation in domestic settings, using accessible equipment such as manual autoclaves and following reproducible protocols. Economic analysis revealed a unit cost of 1.99 USD per can, suggesting the commercial viability of the process. Sensory evaluation using Likert scales indicated favorable product acceptance, although with room for improvement in aspects such as salinity and texture. The study concluded with a community engagement project proposal to transfer this technology to fishing communities, offering a sustainable alternative for food preservation and income diversification in these populations. The results suggest that the developed method could significantly contribute to the socioeconomic development of coastal communities, providing a practical solution to the food preservation challenges faced by fishing families.

**Keywords:** Thermal sterilization, artisanal canning, *Thunnus albacares*, food safety, community development.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La práctica de conservar pescado se remonta a la antigüedad, cuando las comunidades costeras desarrollaron métodos para preservar sus capturas durante períodos de escasez, en Ecuador, nación privilegiada por su rica tradición pesquera, la industria de conservas del atún ha experimentado una notable evolución, transitando desde métodos rudimentarios hasta procesos altamente estandarizados. La costa ecuatoriana, caracterizada por su excepcional biodiversidad marina, se ha consolidado como un enclave estratégico para la pesca y conservación de diversas especies de atún, entre las más destacadas se encuentran la albacora (*Thunnus alalunga*, Bonnaterre, 1788), el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*, Bonnaterre, 1788), el bonito (*Katsuwonus pelamis*, Linnaeus, 1758) y el atún ojo grande (*Thunnus obesus*, Lowe, 1839) (COMEX, 2017).

A pesar de la modernización de la industria, las técnicas artesanales continúan desempeñando un papel fundamental en numerosas comunidades costeras del país, según el estudio realizado por Oke Augustine Okpani en la American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences destaca por su excepcional valor nutricional, este alimento constituye una fuente privilegiada de proteínas de alta calidad y micronutrientes esenciales, los estudios han demostrado que el pescado se caracteriza por su bajo contenido en grasas saturadas y su riqueza en ácidos grasos omega-3, componentes fundamentales para mantener una óptima salud cardiovascular. Adicionalmente, su estructura muscular única, compuesta por septos y un reducido contenido de colágeno, facilita una digestión más rápida en comparación con la carne de animales terrestres, esta característica distintiva permite una absorción más eficiente de nutrientes y un proceso digestivo superior.

Nicolas Appert, un confitero francés, revolucionó la industria alimentaria en 1795 al desarrollar un método de conservación tan eficaz como sencillo, su innovador procedimiento consistía en introducir los alimentos en recipientes de cristal herméticamente sellados y someterlos a un proceso de ebullición durante un tiempo determinado. Esta técnica evolucionó significativamente con la posterior introducción de recipientes de hojalata, lo que marcó el inicio de la producción industrial de conservas enlatadas (National Geographic, 2019).

La industria de conservas de atún en Ecuador comenzó en los años 20, en las islas Galápagos, una empresa fundada por residentes noruegos, llamada "Santa Cruz", se estableció en Academy Bay, en la isla Santa Cruz, esta industria enlataría a la *Panulirus penicillatus*, comúnmente conocida como la langosta roja (Hoff, 2014).

En 1954 se estableció la planta envasadora de atún INEPACA con la marca Montecristi, inicialmente para el mercado nacional y luego para la exportación. Los equipos utilizados eran de segunda mano y provenían de Estados Unidos. Además, se producía la sardina bajo la marca Estrella Blanca (Arosemena, 2017). Esta nueva fuente de trabajo impulsó el desarrollo económico y social de Manta, generando empleo para los habitantes locales y permitiéndoles vislumbrar un futuro prometedor en la pesca del atún para sus hijos (Pico Lozano, 2021).

En el contexto artesanal, las conservas de atún en Ecuador no solo representan una tradición culinaria, sino también una fuente de ingresos para pescadores y pequeños productores. Las capturas artesanales contribuyen significativamente al suministro de atún en el mercado interno y son esenciales para las economías locales de provincias como Manabí y Santa Elena (Instituto Nacional de Pesca, 2014). En estas áreas, el atún se procesa manualmente, lo que resalta la destreza y cuidado que caracterizan a las conservas artesanales.

Ecuador, con su compromiso hacia la sostenibilidad pesquera, ha implementado regulaciones para proteger las especies de atún y garantizar prácticas responsables, este enfoque no solo respalda la sostenibilidad de los recursos marinos, sino que también fortalece la industria artesanal, al asegurar que sus productos sean valorados tanto en el mercado interno como en el internacional, lo cual lo hizo acreedor a una certificación de pesca sostenible en conservación del atún (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2024).

No obstante, la producción artesanal enfrenta desafíos importantes, como la necesidad de cumplir con normativas sanitarias estrictas y la competencia con productos de bajo costo provenientes de regiones como Asia, sin embargo, la conserva artesanal de atún representa un vínculo entre tradición, cultura y economía local, destacando la importancia de apoyar prácticas sostenibles y valorar el trabajo de las comunidades costeras.

Dentro de las normativas sanitarias específicas tenemos a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1772:2013 que establece los requisitos que deben cumplir los pescados en conserva. Según la Resolución No. 12 296, la norma fue aprobada y oficializada por el Ministerio de Industrias y Productividad, y la Subsecretaría de la Calidad tiene la facultad de aprobar y oficializar las propuestas de normas técnicas presentadas por el INEN (Ministerio de Industrias y Productividad, 2012).

Dentro de la industria alimentaria uno de los principales desafíos es eliminar los microorganismos presentes en los alimentos, no solo para evitar su potencial contaminante, sino también para conservar los alimentos durante el mayor tiempo posible (Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G. V., 2005). Para destruir las formas esporuladas y vegetativas, los alimentos se someten a tratamientos térmicos, ya sea dentro de envases o de forma continua, para luego ser envasados de manera aséptica (Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G. V., 2005). Independientemente del método utilizado, es importante obtener un producto final de alta calidad, disminuyendo significativamente la pérdida de nutrientes y propiedades sensoriales.

La esterilización de alimentos mediante calentamiento elimina bacterias, levaduras, mohos y otros organismos que causan descomposición y enfermedades, la efectividad de este proceso depende de la cantidad de calor y del tipo de microorganismos; las esporas bacterianas, como las de *Clostridium botulinum*, son especialmente resistentes al calor y producen toxinas mortales, por lo que el objetivo del tratamiento térmico es destruirlas completamente (Geankoplis, C. J., 1998).

Sin embargo, los brotes de botulismo ocasionados por consumo de productos pesqueros en conserva contaminados son extremadamente raros (Warne, 1989). Para probar la eficacia de estos procesos, a veces se utilizan esporas menos peligrosas, como las de *Bacillus stearothermophilus*, que tienen una resistencia al calor similar (Geankoplis, C. J., 1998).

Para que los productos sean absolutamente seguros, los fabricantes de pescado en conserva deben cerciorarse de que el tratamiento térmico al que se someten es suficiente para eliminar todos los microorganismos patógenos responsables de la descomposición. El tratamiento térmico de productos envasados se lleva a cabo en equipos que utilizan vapor de agua o agua caliente como medio de calentamiento (Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G. V., 2005). En el procesamiento aséptico, los productos se someten primero a un tratamiento térmico y luego se colocan en un envase previamente esterilizado, que se sella en condiciones estériles (Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G. V., 2005). Cuando las bacterias son expuestas a calor húmedo a temperaturas letales, como en el tratamiento en autoclave de una lata de pescado, se observa una disminución logarítmica en su número (Warne, 1989).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el desarrollo y optimización de un proceso tecnológico para la elaboración de conserva de atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*, Bonnaterre, 1788) con la finalidad de poder generar un proyecto de vinculación con la sociedad, específicamente en las comunidades pertenecientes a las caletas pesqueras de Manta, las cuales

buscan nuevas formas para conservar sus alimentos sobre todo las amas de casa cuyas parejas les traen varias libras de pescado las cuales congelan por largos periodos de tiempo, con esta nueva alternativa se asegura la reducción total de la carga bacteriana a través de un proceso térmico replicable de forma casera y artesanal, además de otorgarle un tiempo de vida útil que permitirá a las familias conservar su producto un tiempo prolongado y consumirlo sin comprometer su salud.

## **2. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. Teoría y aplicación:**

El desarrollo del proyecto se divide en cinco etapas fundamentales, la primera fase aborda la elaboración artesanal tradicional de la conserva de atún, cuyo proceso detallado se describe posteriormente en este documento.

La segunda etapa comprende un estudio exhaustivo del proceso térmico para la esterilización comercial de las conservas de atún en envases de vidrio, esta fase es crucial para validar la efectividad del proceso en la eliminación de microorganismos patógenos y garantizar la vida útil del producto. Se busca determinar los tiempos óptimos de esterilización para F0 igual o superior a 2,52 minutos, aplicando temperaturas de 231, 234, 235 y 240°F. El estudio se realiza con productos que contienen 65% de pescado en relación al contenido neto total del envase, proporción seleccionada por ser un factor crítico en la penetración del calor durante la esterilización y para garantizar la eliminación efectiva de las esporas de *Clostridium botulinum* (Jimbo Castillo, 2008).

La tercera etapa se enfoca en la realización de análisis organolépticos, microbiológicos y físico-químicos de las conservas, con el objetivo de verificar la eliminación completa de microorganismos durante la esterilización comercial.

La cuarta etapa consiste en una evaluación sensorial exhaustiva del producto mediante paneles de degustación con consumidores potenciales, en esta fase se evalúan atributos específicos como sabor, textura, aroma y apariencia visual del producto, empleando escalas hedónicas estandarizadas. Este análisis permite obtener información valiosa sobre la aceptación del producto y sus características organolépticas desde la perspectiva del consumidor final.

La quinta etapa culmina con la elaboración de una propuesta de proyecto de vinculación, esta iniciativa busca transferir conocimientos a las familias de pescadores para que puedan producir sus

propias conservas de atún, ofreciendo una alternativa más eficiente a la práctica actual de congelar los lomos por períodos prolongados.

## 2.2. Materiales y equipos:

- Atún conocido como bonito (*Katsuwoni pelami*).
- Aceite de Canola.
- Frascos de 250ml.
- Autoclave Modelo All American electric pressure steam sterilizer model No. 25x manual.
- Balanza Modelo ADAM, 1500g de capacidad, sensibilidad 2g. Modelo 4100 (2004), de fabricación norteamericana.
- Balanza Analítica de precisión de 310g/0.001g modelo FAITHFUL JA303P.
- Cocina a gas de dos estufas.
- Cilindro de gas butano de 15kg
- Olla de acero inoxidable.
- Vaso de precipitación.
- Placa de conteo MicroFast para Coliformes & *E. coli*.
- Agua de peptona (Microbiology Ecocult® Buffered Peptone Water).
- Contador de colonias manual - CC-1 - Boeckel Co (GmbH Co.) KG - de mesa/digital
- Incubadora de temperatura baja modelo ThermoStable IR-420 de 120 Voltios.
- Cabina Flujo Laminar Horizontal Biobase BBS-H1300.
- Botella de vidrio de borosilicato capacidad 250ml.
- Desecador de borde plano.
- Lienzo de 100 $\mu$  y toallas de cocina.
- Guantes.
- Mandil.
- Cofia o redecilla.
- Cubreboca.

## 2.3. Métodos:

### 2.3.1. Estudio térmico:

#### Tiempo de reducción decimal (D):

El parámetro D es el de tiempo de reducción decimal, es decir, el periodo de tiempo requerido para que el número de microorganismos sobrevivientes se reduzca 10 veces o en un ciclo logarítmico (1 log o 90%) es decir de 1000 a 100 a una temperatura dada. Entre más termo-resistente sea un microorganismo, más elevado será el valor D, por lo tanto, se requiere mayor

tiempo para alcanzar una reducción del 90% de la población (Bedoya, 2020). D es un parámetro que nos indica la sensibilidad de un microorganismo al efecto de la temperatura, es importante para obtener el tiempo de muerte térmica Z.

El valor D, tiempo de reducción decimal para el *Clostridium botulinum* a 250°F es de 0,21, es decir, que 12 reducciones decimales equivalen a un valor F0 de  $12 * 0,21 = 2,52$  minutos (Alcívar Dueñas, 2012). Este valor representa el tiempo mínimo de letalidad requerido.

**Constante de tiempo de muerte térmica Z:**

Los tratamientos térmicos se realizan a diversas temperaturas, según las necesidades y recursos de cada industria, por esta razón, no siempre se aplican a la misma temperatura en la que se obtuvieron los datos de destrucción térmica (Ciro-Velásquez, González, & García, 2009). Por esta razón es sumamente importante establecer una relación entre el tiempo y la temperatura de destrucción térmica.

Para la esterilización de las conservas de atún se busca definir un valor Z en base a un microorganismo con una mayor resistencia a la destrucción térmica. El microorganismo elegido es el *Clostridium botulinum*, cuyo parámetro Z tiene un valor de 10°C (Casp Vanaclocha & Abril Requena, 1999).

**Valor F o medida de efecto letal:**

El valor de F representa el tiempo equivalente a una temperatura específica aplicado a un contenedor o unidad de producto, es calculado en función del valor Z y se utiliza como una medida de la eficacia en los procesos de esterilización comercial (Montes-González, Mayo-Abad, & Hidalgo-Guerrero, 2017, p. 404).

**Cálculo de rigurosidad del tratamiento térmico F0:**

En términos matemáticos el cálculo se expresa de la siguiente forma:

$$F_0 = \sum 10^{\frac{T_{med}-250^{\circ}F}{Z}} \Delta t$$

Pero a nivel industrial puede simplificarse de la siguiente manera:

$$F_0 = t1 * 10^{\frac{(T1-250^{\circ}F)}{Z}} + T2 * 10^{\frac{(T2-250^{\circ}F)}{Z}} + \dots \dots$$

---

Donde:

**F0:** Equivale al tiempo mínimo requerido.

**Z:** La constante de muerte térmica, en este caso se utiliza como referencia al microorganismo *Clostridium botulinum* con un valor de 10°C que en un delta o cambio de temperatura equivale a 18°F.

**T:** Temperatura registrada en proporción al tiempo.

**t:** Intervalo de tiempo.

Entonces, el F0 de un tratamiento térmico es la suma de las eficacias letales de las temperaturas alcanzadas a intervalos de 1 minuto, a partir de la curva de calentamiento, esterilización y enfriamiento térmico de un producto.

### **2.3.2. Establecer puntos críticos de control (PCC):**

Para garantizar un correcto proceso de elaboración del producto es necesario establecer puntos críticos de control, que permiten identificar y controlar peligros biológicos, químicos y físicos en el proceso de producción de alimentos. Según el Codex Alimentarius principio 1 se debe elaborar un diagrama de flujo y verificar la eficacia del mismo. En este proceso se identificaron 3 puntos críticos de control los cuales son:

**PCC 01:** Recepción de materia prima, es indispensable recibir el producto con una correcta cadena de frío, ya que los cambios bruscos de temperatura causarían una descomposición de la histidina presente en el lomo de atún, lo que provocaría concentraciones elevadas de histamina la cual es perjudicial para la salud.

**PCC 02:** Sellado, este paso es crucial para garantizar la hermeticidad de los frascos y del producto, evitando fugas de líquido e ingreso de microorganismos.

**PCC 03:** Esterilización, este proceso garantiza la inocuidad y calidad del producto, es crucial para la eliminación de la carga bacteriana presente en el producto.

### **2.3.3. Elaboración de la conserva:**

Con el objetivo de desarrollar y optimizar un método tecnológico que permita preparar conservas de atún de forma artesanal se desarrolló un procedimiento que permite llegar a la esterilidad comercial. La descripción del proceso es la siguiente:

**Selección de materia prima:**

Para elaborar las conservas se seleccionó la carne fresca de lomo dorsal de atún de aleta amarilla que tiene un tono rojo intenso y una textura firme y densa; la intensidad del color puede variar según la edad, dieta y hábitat del pez, el color rojo intenso se debe a la alta concentración de mioglobina, una proteína presente en los músculos de actividad constante. Las 10 libras de lomo de atún de aleta amarilla fueron adquiridas mediante encargo en la planta procesadora y empacadora de pescados y mariscos Fresh Fish del Ecuador Cia. Ltda en la provincia de Manabí. Se tomó una muestra del lomo para realizar análisis de histamina, pH y humedad.

**Limpieza y cocción:**

Posterior a seleccionar y receiptar la materia prima se procede a limpiar los lomos de algún excedente de carne con exceso de mioglobina, el proceso de cocción se realiza en una olla, la fuente calorífica usada es un horno de gas, las 10 libras son sazonadas con especias e ingredientes como romero, achiote, orégano, ajo, cebolla y pimienta previamente mezclados en un aliño casero, después se hornean a 220°F(104,4°C) durante un periodo de tiempo de 2 horas (120 minutos).

**Enfriamiento y corte de lomos:**

Después del proceso de cocción se deja enfriar los lomos 15 minutos y luego se cortan en trozos más pequeños de forma manual.

**Esterilización de frascos:**

Paralelamente se esterilizaron los frascos en una olla a 100°C, la fuente calorífica fue el vapor de agua durante 10 minutos.

**Llenado y dosificación del líquido de cobertura:**

Una vez se tienen los lomititos de atún se proceden a llenar en los frascos junto al líquido de gobierno, según la norma INEN 1772:2013 se establece que la masa escurrida del producto no debe ser inferior al 65% cuando la forma de presentación sea filetes. Por lo tanto, el restante de líquido de cobertura es un 35%. En este estudio se utilizaron 146.25g de masa escurrida y 78.75g de líquido de cobertura, teniendo una masa total de 225g por producto final.

**Sellado y esterilización:**

Cuando los frascos han sido cerrados correctamente se colocan en autoclave de vapor, empleando agua caliente como fuente de calor para el producto, una vez que el producto ha sido sometido al tiempo y temperatura necesarios para asegurar la esterilidad comercial, se enfría en la misma autoclave. Posteriormente, se realizan estudios térmicos, obteniendo valores de  $F_0$  para evaluar la eficacia del tratamiento térmico.

**Cuarentena:**

Los envases permanecieron en cuarentena en el laboratorio durante un periodo 10 días a una temperatura de  $29^{\circ}\text{C} \pm 3.0^{\circ}\text{C}$  ya que la temperatura ambiental depende de la hora del día, a nivel industrial las conservas deben permanecer en incubación durante 10 días a una temperatura de  $35^{\circ}\text{C} \pm 3.0^{\circ}\text{C}$  (FAO/WHO, 1993). Pasado el tiempo de cuarentena se tomó una muestra representativa del lote para realizar los análisis organolépticos, físico-químicos y microbiológicos correspondientes.

**Etiquetado:**

Dentro del proceso de elaboración de las conservas artesanales el sellado por esterilización en autoclave es un punto crítico de control por lo que posterior a la esterilización y cuarentena el producto se revisa de forma minuciosa. Este proceso se realiza de forma manual y consiste en colocar a cada frasco la etiqueta que identifica al producto terminado, en esta constará toda la información que demanda la normativa del referente al etiquetado de este tipo de productos, en caso de conserva de atún y bonito en frasco se establece que la etiqueta debe llevar la denominación del producto, ingredientes, peso neto y escurrido, información del fabricante, fecha de caducidad, identificación del lote e instrucciones de almacenamiento (Norma para el Atún y el Bonito en Conserva, 1981).

**Encartonado y almacenamiento:**

Los frascos se empacan en cajas de cartón con capacidad de 24 unidades y posteriormente son almacenadas en la bodega de productos terminados, en este caso en el laboratorio de la carrera de biología.

### **2.3.4. Análisis de Laboratorio:**

#### **2.3.4.1. Análisis Físico-Químicos:**

Para el análisis de histamina se utilizó un método de ensayo según la Norma INEN 458 por Fluorometría.

Para los análisis de pH se prepararon las muestras pesándolas con ayuda de una balanza calibrada, se pesaron 20 gramos de la muestra y posterior se adicionaron 20ml de agua destilada en un vaso precipitado, para llevar a licuar por unos aproximados 10 segundos, luego dejar asentar los sólidos al fondo del vaso y luego utilizar un medidor de pH y esperar a que se indique el valor estimado para luego ser anotado.

Para humedad se utilizó una balanza analítica calibrada para pesar las cajas Petri, mismas que están rotuladas para mayor organización, luego en cada caja se pesan 2 gr de muestra, posterior se lleva a la estufa a 36°C por 4 horas, después de ese tiempo se deja enfriar en un desecador y pasado unos 10 minutos se extraen cuidadosamente para volver a pesar, al obtener todos los pesos de la muestra y caja Petri se utiliza la siguiente fórmula:

$$H\% = \frac{P1 - P2}{P1}$$

Donde: **P1:** Peso de la muestra húmeda. - **P2:** Resultado del peso de la muestra seca menos el peso de la caja Petri.

#### **2.3.4.2. Análisis Microbiológicos:**

##### **Preparación de la muestra:**

El procedimiento inicia en pesar con la ayuda de una balanza 20 gr de agua peptona (Buffered Peptone Wáter) como se aprecia en la imagen 1, luego verterlo en una matraz Erlenmeyer con una capacidad de 1000 ml, seguido se adicionan 1000 ml de agua destilada y con ayuda de un agitador magnético se deja disolver por completo, posterior a la homogenización del agua de peptona se separa en botellas de borosilicato de 250 ml para ser llevados al autoclave a 250°F por 15 minutos, pasado ese tiempo dejar enfriar dentro del mismo autoclave para luego ser usado como disolvente. Y así hasta completar la base requerida.

Se extraen 25 gr por muestra que son separadas en fundas herméticas y estériles para luego ser rotuladas, después se añaden 250 ml del agua peptona preparada, se cierran las fundas, y con movimientos suaves se homogeniza para llevar al área de cultivo y realizar la respectiva siembra, se decidió pasar la muestra a frascos estériles para una mayor comodidad al tomar las alícuotas de 1000ml para sembrar.

### **Siembra:**

Posterior a la preparación de la muestra se rotulan las placas de *E. coli* y Coliformes y se realiza la siembra directa como se observa en la imagen 2, acto seguido llevar a incubar a una temperatura de 35 °C por un día como se observa en la imagen 3.

### **Evaluación del consumidor:**

Con el objetivo de obtener una retroalimentación directa de los posibles consumidores se brindaron pruebas comparativas del producto versus una marca comercial para conocer su percepción sensorial en relación al producto, se decidió utilizar escalas de Likert para recopilar las evaluaciones de los consumidores. Las escalas Likert son herramientas psicométricas que requieren que los encuestados expresen su nivel de acuerdo o desacuerdo con una afirmación, ítem o reactivo, utilizando una escala que es ordenada y unidimensional (Bertram, 2008). Estos datos se tabularon en el software estadístico Statgraphics para la elaboración de los gráficos 3 y 4.

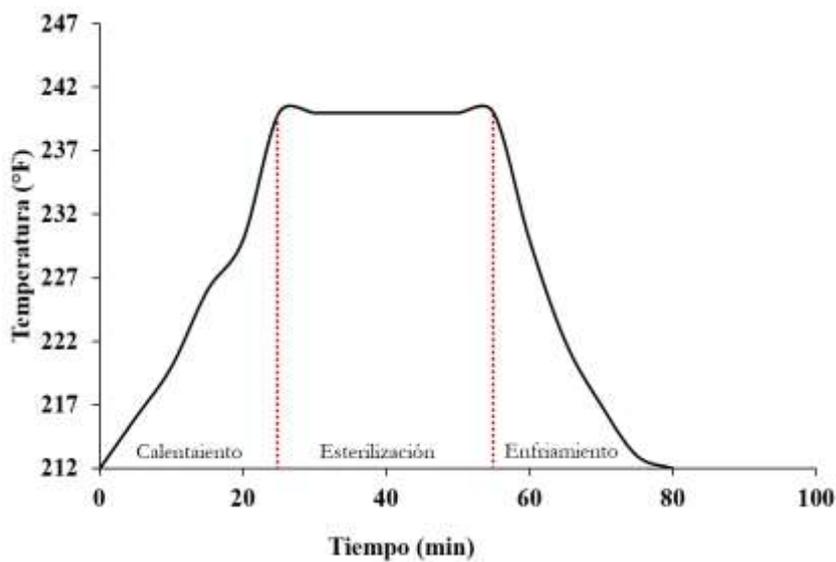
## **3. RESULTADOS**

### **3.1. Estudio Térmico:**

Los estudios térmicos se hicieron con la finalidad de garantizar una esterilidad comercial, por lo que se realizó una curva del proceso de esterilización y se calculó el valor de F0 para garantizar la medida de letalidad del proceso térmico, la cual es importante para corroborar que el tiempo y temperatura que se utilizaron fue el adecuado para destruir microorganismos patógenos.

Con la finalidad de determinar la efectividad del tratamiento se tomaron los datos de temperatura por cada minuto desde el calentamiento hasta el enfriamiento, la autoclave tipo olla tenía una temperatura inicial de 212°F, por lo que este sería el punto de partida. La temperatura fue agrupada en intervalos de tiempo de 5 minutos en donde la temperatura se mantuvo constante. Las etapas del proceso térmico de esterilización se pueden visualizar en el gráfico 1.

Gráfico 1. Curva del proceso térmico de esterilización de las conservas.



La medida de valor Z utilizada como referencia en las industrias es de 10°C lo que equivaldría a un delta de 18°F, y la temperatura de destrucción de las esporas de *Clostridium botulinum* que es de 250°F a 2.52 minutos. Los valores individuales obtenidos en cada intervalo de tiempo permitieron la creación de una curva de letalidad térmica como se muestra en la tabla 1. Esta curva representa la relación entre el tiempo y la temperatura durante el proceso de esterilización, y se utiliza para calcular la letalidad acumulada del proceso, es decir, el valor  $F_0$ , este valor nos permite evaluar la eficacia del proceso térmico en la destrucción de los microorganismos.

Tabla 1. Valores de  $F_0$  en relación al tiempo y la temperatura de la autoclave durante el proceso de esterilización.

Tiempo (min)	Temperatura (°F)	Cálculo de $F_0$
0	212	0,00000
5	216	0,06458
10	220	0,10772
15	226	0,23208
20	230	0,38713
25	240	1,39128
30	240	1,39128
35	240	1,39128
40	240	1,39128
45	240	1,39128
50	240	1,39128
55	230	0,38713
60	222	0,13913
65	219	0,09479
70	215	0,05682
75	213	0,04400
80	212	0,03871

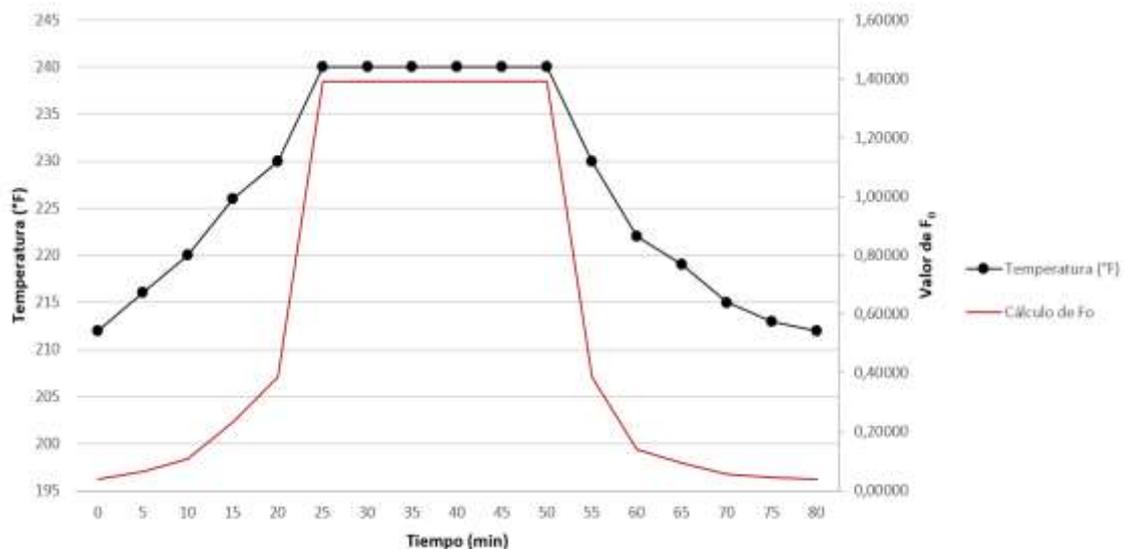
La letalidad acumulada es la suma total de todos los tratamientos dados en cada intervalo de tiempo y debe ser superior al valor de reducción decimal, para garantizar la seguridad alimentaria, el proceso de esterilización debe ser lo suficientemente severo para reducir la población de *Clostridium botulinum* en 12 reducciones decimales (12D), esto significa que el proceso debe ser capaz de reducir la población inicial de esporas en un factor de  $10^{12}$ .

Dado que el valor  $F_0$  necesario para lograr una reducción de esporas de *Clostridium botulinum* es de 2,52 min, el  $F_0$  acumulado de nuestro tratamiento tiene que ser igual o superior a este valor.

En este estudio, se establece una temperatura base de 240 °F (115°C) en un intervalo de 25 minutos de calentamiento, 30 minutos de esterilización y 25 minutos de enfriamiento, el valor de letalidad del tratamiento acumulado o  $F_0$  acumulado fue de 11.21, lo significa que el proceso es equivalente a 11.21 minutos a 240 °F, independientemente de las variaciones de temperatura y tiempo utilizados en el ciclo.

Comparado con el valor  $F_0$  estándar del *Clostridium botulinum* que es de 2,52 minutos, el  $F_0$  obtenido en este estudio es muy superior como se observa en el gráfico 2, lo cual valida matemáticamente que el tratamiento térmico en función al tiempo es adecuado para eliminar las esporas de organismos termo-resistentes como el *Clostridium botulinum*.

**Gráfico 2.** Curva de proceso de esterilización y valores de  $F_0$ .



### 3.2. Evaluación del producto final:

La evaluación del producto final es en función al periodo de cuarentena al que es sometido, después de que transcurriera el periodo de 10 días se decidió tomar una muestra representativa del lote para realizar los análisis correspondientes.

#### 3.2.1. Análisis físico-químicos:

Con la finalidad de priorizar la calidad del producto sin afectar la percepción del sabor y la salud del consumidor se realizaron análisis de histamina y humedad a la materia prima los resultados se muestran en la tabla 2, además se realizaron análisis de histamina y pH al producto terminado, se tomó una muestra representativa del lote, 12 conservas para ser analizadas, los resultados se evidencian en la tabla 3, cabe recalcar que los valores de histamina dependen de los protocolos que manejen cada empresa, pero este estudio tomó como referencia empresas como Eurofish S.A. donde los niveles de aceptación son por debajo de 30 ppm en producto terminado.

**Tabla 2.** Promedio de los parámetros medidos en materia prima.

Parámetro medido	Resultado
Histamina	11 ppm
Humedad	66.7%

**Tabla 3.** Promedio de los parámetros medidos en producto final.

Parámetro medido	Resultado
Histamina	23 ppm
pH	5.85

#### 3.2.2. Análisis Microbiológico:

**Conteo:** Pasado el tiempo de incubación se retiraron las placas de la incubadora y se llevan a un contador de colonias para la identificación de la cantidad de colonias de *E. coli* y Coliformes presentes. Como se visualiza en la imagen 4, la cantidad de colonias en el producto terminado es nula, es decir que, durante un periodo de incubación de 24 horas a una temperatura de 35°C se reportaron 0 UFC.

**3.2.3. Evaluación del consumidor:**

La evaluación del consumidor hacia las conservas se basó en la escala de Likert, como Escala de Evaluación (1-5).

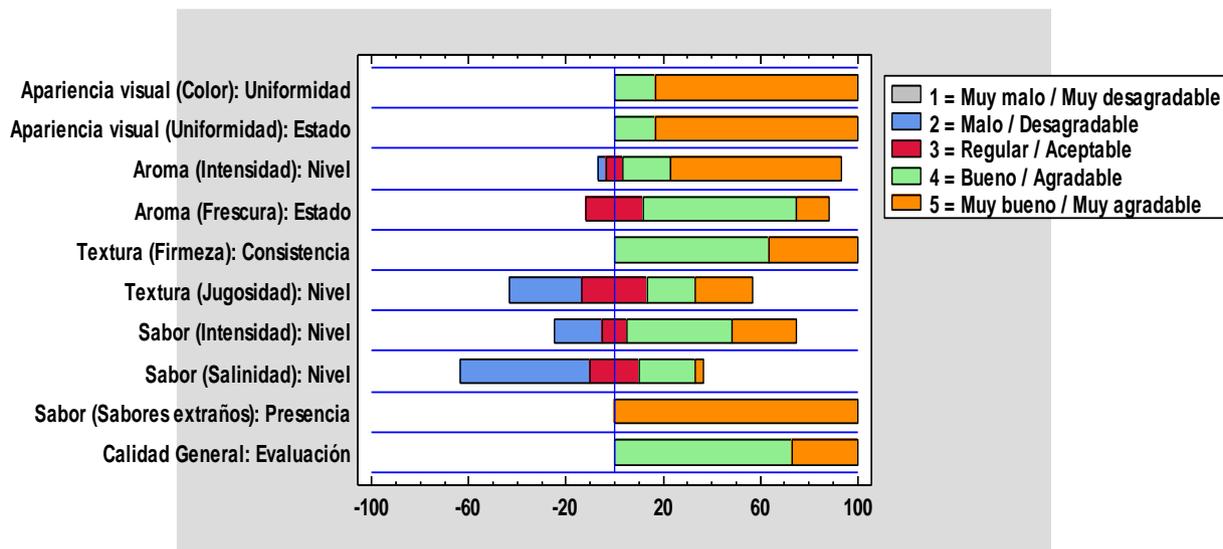
- 1 = Muy malo / Muy desagradable
- 2 = Malo / Desagradable
- 3 = Regular / Aceptable
- 4 = Bueno / Agradable
- 5 = Muy bueno / Muy agradable

**Tabla 4.** Resumen estadístico de percepción sensorial sobre la Conserva de atún

<i>Grupo</i>	<i>Categoría</i>	<i>Recuento</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Moda</i>
Apariencia visual (Color)	Uniformidad	30	4,83333	5	5
Apariencia visual (Uniformidad)	Estado	30	4,83333	5	5
Aroma (Intensidad)	Nivel	30	4,56667	5	5
Aroma (Frescura)	Estado	30	3,9	4	4
Textura (Firmeza)	Consistencia	30	4,36667	4	4
Textura (Jugosidad)	Nivel	30	3,36667	3	2
Sabor (Intensidad)	Nivel	30	3,76667	4	4
Sabor (Salinidad)	Nivel	30	2,76667	2	2
Sabor (Sabores extraños)	Presencia	30	5,0	5	5
Calidad General	Evaluación	30	4,26667	4	4

Fuente: Elaborado en Statgraphics 19.

**Gráfico 3.** Escala de Likert Producto Final.



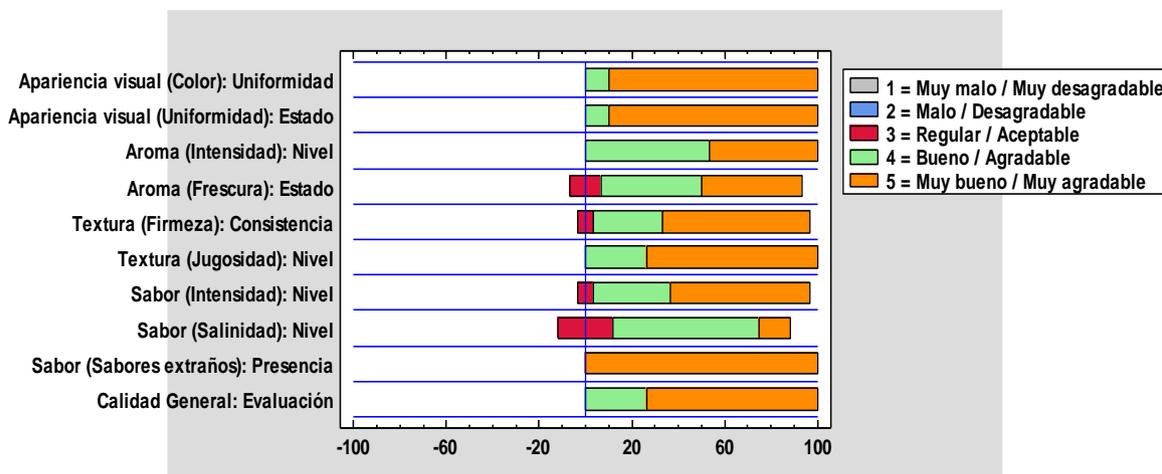
Fuente: Elaborado en Statgraphics 19.

**Tabla 5.** Resumen estadístico de percepción sensorial sobre el Atún de Marca comercial.

Grupo	Categoría	Recuento	Media	Mediana	Moda
Apariencia visual (Color)	Uniformidad	30	4,83333	5	5
Apariencia visual (Uniformidad)	Estado	30	4,83333	5	5
Aroma (Intensidad)	Nivel	30	4,56667	5	5
Aroma (Frescura)	Estado	30	3,5	4	4
Textura (Firmeza)	Consistencia	30	4,36667	4	4
Textura (Jugosidad)	Nivel	30	4,16667	3	2
Sabor (Intensidad)	Nivel	30	4,36667	4	4
Sabor (Salinidad)	Nivel	30	4,26667	2	2
Sabor (Sabores extraños)	Presencia	30	5,0	5	5
Calidad General	Evaluación	30	4,26667	4	4

Fuente: Elaborado en Statgraphics 19.

**Gráfico 4.** Escala de Likert Atún de Marca Comercial.



Fuente: Elaborado en Statgraphics 19.

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de los consumidores determinaron que, si bien es un producto agradable y aceptable al consumo humano, tiene varios aspectos que pueden mejorarse y perfeccionarse en el proceso de elaboración como el sabor referente a la salinidad.

### 3.5. Propuesta de proyecto de Vinculación:

Después de demostrar matemáticamente y prácticamente que el proceso funciona y es seguro, se propone replicarlo en las caletas pesqueras de Manabí, si bien es cierto que las familias de pescadores artesanales mantienen ingresos mensuales relativamente bajos y sufren de extorsiones por parte de los llamados “piratas” esta forma de conservar sus alimentos puede iniciar nuevos emprendimientos que les permitirán a las comunidades de pescadores artesanales locales obtener ingresos adicionales, además de poder tener otras alternativas para preservar su piezas de pescado. Por lo que a continuación se redactará dicha propuesta con un enfoque económico y sostenible.

---

**PROYECTO DE VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD - 23 DE DICIEMBRE DEL  
2024 - MANTA, ECUADOR**

**CONSERVAS CASERAS DE ATÚN - GUÍA FAMILIAR**

Queridas familias pescadoras de Manabí, esta guía les ayudará a preparar conservas seguras de atún en casa, aprovechando la pesca fresca y guardándola por más tiempo. Es un proceso sencillo pero que debemos hacer con mucho cuidado para que nuestras conservas sean seguras para toda la familia.

**¿Qué necesitamos tener en la cocina?**

Necesitaremos una olla de presión normal (como la que usamos para cocinar fréjoles o menestra), frascos de vidrio limpios con sus tapas en buen estado, atún fresco, sus condimentos preferidos, aceite vegetal, un reloj para medir el tiempo, guantes para no quemarnos y pinzas para agarrar los frascos calientes.

**Antes de empezar:**

Lo más importante es la limpieza. Lavemos muy bien nuestras manos, la mesa de trabajo y todos los materiales que vamos a usar. Los frascos y sus tapas deben hervirse en agua por 10 minutos para eliminar cualquier microbio. Revisemos que los frascos no tengan rajaduras ni las tapas estén oxidadas.

**Preparando nuestro atún:**

El atún debe estar muy fresco. Lo sazonomos al gusto de la familia - cada casa tiene sus secretos de sazón. Lo ponemos en el horno por 2 horas para que se cocine bien. Después, lo cortamos en trozos del mismo tamaño. Llenamos los frascos hasta las tres cuartas partes, esto es muy importante - si ponemos más, no se esterilizará bien. Agregamos el aceite caliente hasta cubrir todo el pescado, dejando un pequeño espacio arriba. Cerramos las tapas muy bien.

**El proceso en la olla de presión:**

Ponemos los frascos en la olla de presión sobre una rejilla para que no toquen el fondo. Añadimos agua hasta que cubra tres cuartas partes de los frascos. Cerramos bien la olla y cuando empiece a sonar la válvula (igual que cuando cocinamos menestra), empezamos a contar 30 minutos. Este tiempo es muy importante porque es el que mata todos los microbios peligrosos.

---

**Enfriamiento y guardado:**

Después de los 30 minutos, apagamos el fuego y dejamos que la olla se enfríe sola - esto toma unos 25 minutos. No debemos abrir la olla hasta que esté fría, por seguridad. Sacamos los frascos con cuidado usando las pinzas y los dejamos enfriar completamente.

**Guardando nuestras conservas:**

Escribimos en cada frasco la fecha en que lo preparamos. Las conservas deben guardarse en un lugar fresco y oscuro. Esperamos 10 días antes de comer la primera conserva - esto es como una prueba de seguridad. Si vemos que algún frasco tiene la tapa hinchada o al abrirlo huele mal, no debemos comerlo.

**Consejos importantes para el éxito:**

- Usemos siempre atún muy fresco
- Mantengamos todo muy limpio
- Cada familia puede usar su propia sazón
- No apuremos los tiempos de cocción en el horno ni en la olla
- Si tenemos dudas, mejor preguntemos a los capacitadores
- Las conservas bien hechas pueden durar hasta 6 meses

Es importante recordar que esta técnica no solo nos ayuda a guardar el pescado por más tiempo, sino que también puede ser una oportunidad para vender y tener un ingreso extra para la familia (Tabla 6). Con práctica y cuidado, se garantiza que la experticia en hacer conservas seguras y deliciosas con el sabor único de su hogar.

**Tabla 6.** Tabla de costos de la materia prima frente al producto.

<b>Materiales</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
Atún (Lomos de atún aleta amarilla sin huesos, ni piel)	2,7 USD /libra	27,00 USD
24 frascos de vidrio de 250 ml	0.70 USD/ unidad 	16,80 USD
Especias	2,00 USD	2,00 USD
Proceso térmico (Energía y gas) aprox.	2,00 USD	2,00 USD
<b>Totales</b>	<b>1,99 USD</b>	<b>47,80 USD</b>

#### 4. DISCUSIÓN

El presente estudio se enfocó en el desarrollo y optimización de un proceso tecnológico para la elaboración de conservas artesanales de atún, con énfasis en tres aspectos fundamentales: la validación del proceso térmico, la evaluación de la calidad e inocuidad del producto final, y su potencial aplicación en comunidades costeras. Los resultados obtenidos permiten una discusión profunda sobre varios aspectos críticos del proceso y sus implicaciones.

En primer lugar, respecto al proceso térmico, el estudio logró establecer parámetros de esterilización efectivos, alcanzando un valor  $F_0$  acumulado de 11.21 minutos a 240°F, significativamente superior al valor  $F_0$  estándar de 2.52 minutos requerido para la eliminación de esporas de *Clostridium botulinum*. Este resultado es particularmente relevante cuando se compara con los hallazgos de Bedoya (2020), quien enfatiza la importancia del tiempo de reducción decimal (D) en la evaluación de la resistencia térmica de los microorganismos. La obtención de un  $F_0$  superior al mínimo requerido sugiere un margen de seguridad adicional en el proceso, aunque también plantea interrogantes sobre la optimización energética del tratamiento.

La decisión de utilizar una temperatura de 240°F durante 30 minutos se alinea con las recomendaciones de Ibarz y Barbosa-Cánovas (2005), quienes señalan la importancia de asegurar la destrucción tanto de formas vegetativas como esporuladas de microorganismos en productos enlatados. Sin embargo, es importante considerar que tiempos de procesamiento más largos podrían afectar las características organolépticas del producto, este balance entre seguridad microbiológica y calidad sensorial representa un desafío significativo en el desarrollo de conservas artesanales.

Los análisis microbiológicos realizados al producto final, que mostraron ausencia de *E. coli* y coliformes, validan la efectividad del tratamiento térmico aplicado. Estos resultados coinciden con las observaciones de Warne (1989), quien señala que los brotes de botulismo en productos pesqueros en conserva son extremadamente raros cuando se aplican procesos térmicos adecuados.

En cuanto a los parámetros físico-químicos, el promedio de nivel de histamina encontrado en el producto final es de 23 ppm, es decir que, se mantuvieron por debajo del límite de 30 ppm establecido como referencia por empresas como Eurofish S.A. Este resultado es particularmente importante considerando que la histamina es un indicador crítico de la calidad y seguridad en productos de atún. El pH medio final es de 5.85 se encuentra dentro del rango típico para conservas de atún, aunque futuros estudios podrían explorar la relación entre el pH y la vida útil del producto en condiciones de almacenamiento variables.

La aplicabilidad del proceso en comunidades costeras merece especial atención, el método desarrollado utiliza equipamiento relativamente accesible (una autoclave manual) y procesos que, aunque requieren atención a detalles críticos, son reproducibles en entornos domésticos. Esta característica se alinea con las observaciones del Instituto Nacional de Pesca (2014) sobre la importancia de las capturas artesanales en el suministro de atún al mercado interno y su rol en las economías locales.

Sin embargo, la implementación exitosa del proceso en comunidades pesqueras enfrentará diversos desafíos. Como señala el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2024), el sector pesquero artesanal ecuatoriano está comprometido con la sostenibilidad, pero enfrenta limitaciones en términos de recursos y capacitación. La propuesta de proyecto de vinculación presentada aborda estas limitaciones al proporcionar una guía detallada y accesible para las familias pescadoras, aunque su éxito dependerá en gran medida de la efectividad de los programas de capacitación y seguimiento.

El análisis económico presentado en el estudio sugiere que la producción de conservas artesanales podría ser viable como emprendimiento familiar, con un costo aproximado de 1.99 USD por unidad. Sin embargo, este análisis podría beneficiarse de una evaluación más detallada que incluya costos de comercialización, distribución y cumplimiento regulatorio. Como señala COMEX (2017), el sector atunero ecuatoriano enfrenta una fuerte competencia internacional, lo que podría afectar la viabilidad comercial de las conservas artesanales.

La decisión de utilizar envases de vidrio en lugar de latas representa una innovación interesante en el contexto de la producción artesanal. Aunque esto difiere de la práctica industrial común, podría ofrecer ventajas en términos de percepción del consumidor y sostenibilidad ambiental. No obstante, como sugieren Casp Vanaclocha y Abril Requena (1999), las propiedades de transferencia de calor específicas del vidrio deben considerarse cuidadosamente en el diseño del proceso térmico.

Un aspecto que merece mayor investigación es la vida útil del producto. Aunque el estudio incluyó un período de cuarentena de 10 días a  $29^{\circ}\text{C} \pm 3.0^{\circ}\text{C}$ , esto es ligeramente inferior a la temperatura de incubación de  $35^{\circ}\text{C} \pm 3.0^{\circ}\text{C}$  recomendada por el Código de Prácticas de Higiene para Alimentos poco Ácidos Elaborados y Envasados Asépticamente (1993). Estudios futuros podrían beneficiarse de evaluaciones de vida útil más extensas y en condiciones variables de almacenamiento.

La evaluación sensorial del producto mediante escalas de Likert, siguiendo la metodología propuesta por Bertram (2008), proporciona información valiosa sobre la aceptabilidad del producto. Sin embargo, estudios posteriores podrían beneficiarse de evaluaciones sensoriales más detalladas que incluyan análisis descriptivos cuantitativos y comparaciones con múltiples productos comerciales.

Finalmente, el potencial impacto socioeconómico del proyecto merece consideración, como señala Pico Lozano (2021), la industria atunera ha sido históricamente un motor de desarrollo en regiones como Manta. La introducción de métodos de conservación artesanal podría representar una oportunidad para diversificar los ingresos de las familias pescadoras y fortalecer la seguridad alimentaria local.

Los resultados de este estudio sugieren que es posible desarrollar un proceso seguro y reproducible para la elaboración de conservas artesanales de atún. No obstante, el éxito a largo plazo dependerá

---

de factores como la efectividad de los programas de capacitación, el cumplimiento consistente de los protocolos de seguridad alimentaria, y la capacidad de las comunidades pesqueras para adaptar y mantener estos procesos de manera sostenible.

## 5. CONCLUSIONES

La presente investigación ha logrado desarrollar y validar exitosamente un proceso tecnológico para la elaboración de conservas artesanales de atún, cumpliendo con los objetivos planteados en términos de calidad, seguridad alimentaria y aplicabilidad en comunidades costeras.

El estudio térmico demostró la robustez del proceso de esterilización desarrollado, alcanzando un valor  $F_0$  acumulado de 11.21 minutos a 240°F, que supera significativamente el valor mínimo requerido de 2.52 minutos para la eliminación de esporas de *Clostridium botulinum*. Esta validación matemática, respaldada por los análisis microbiológicos que mostraron ausencia total de coliformes y *E. coli*, confirma que el proceso garantiza la esterilidad comercial del producto y, por ende, su seguridad para el consumo humano.

Los parámetros físico-químicos obtenidos, incluyendo niveles de histamina de 23 ppm y un pH de 5.85, se mantuvieron dentro de los rangos aceptables establecidos por la industria. Estos resultados, junto con la evaluación sensorial positiva por parte de los consumidores, indican que el proceso desarrollado logra un balance adecuado entre seguridad alimentaria y calidad organoléptica, aunque existe margen para mejoras en aspectos como color, contenido de sal y textura.

El método desarrollado demuestra ser técnicamente viable para su implementación en entornos domésticos y comunitarios, utilizando equipamiento accesible y procesos reproducibles. La guía detallada elaborada para las familias pescadoras, junto con el análisis económico que sugiere un costo unitario competitivo de 1.99 USD, establece una base sólida para la transferencia de esta tecnología a las comunidades costeras.

El proyecto de vinculación propuesto representa una oportunidad significativa para fortalecer los lazos entre la academia y las comunidades pesqueras, ofreciendo una alternativa viable para la diversificación de ingresos y el mejoramiento de la seguridad alimentaria local. La implementación exitosa de este proceso podría contribuir al desarrollo socioeconómico sostenible de las

---

comunidades costeras de Manabí, proporcionando una solución práctica a los desafíos de conservación de alimentos que enfrentan las familias pescadoras.

Es importante señalar que el éxito a largo plazo de esta iniciativa dependerá de factores como la capacitación efectiva, el seguimiento continuo y el compromiso de las comunidades con las buenas prácticas de manufactura. Se recomienda realizar estudios adicionales sobre la vida útil del producto en diferentes condiciones de almacenamiento y explorar mejoras en las características sensoriales del producto para aumentar su competitividad en el mercado.

## **6. AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar me gustaría agradecer a Dios por ser mi guía en este hermoso camino conocido como Biología, agradezco a mi madre y mi padre por siempre apoyarme incondicionalmente; a mis hermanos Emilio, Jenniffer y Christian por creer en mí; a mis tíos Lídice y Jorge por siempre estar pendientes y ser unos padres para mí; a mis abuelitas Genoveva y Mariana por ser mi inspiración y corazón, a pesar de que ya partieron de este mundo terrenal, siguen estando presentes dentro de mí; a mis abuelitos William y Bellita por sus consejos y cariño; a mis protegidas Amelia y Abigail por sacarme tantas sonrisas, a la Doctora Cintia por brindarme oportunidades y su cariño; a mis tutores por apoyarme y ser figuras paternas y maternas en todo este proceso, ayudándome a levantar cuando me sentía ahogado en un mar de pensamientos; a mis docentes por enseñarme con paciencia y aprecio; al Blgo. Xavier Pico por la paciencia y guía; al Ing. Javier Reyes por orientarme y enseñarme temas necesarios para mi trabajo de titulación; a mis amigos de Biología y Alimentos que sin duda alguna se han convertido en parte de mi familia, han estado allí para mí y hemos pasado por todo este proceso juntos, tal vez algunos se quedaron un poco más atrás en el camino, pero todos vamos hacia la misma meta; a todos y todas gracias por las memorias y momentos vividos, sin duda alguna alimentan mi alma, y aún en el ocaso de mi vida, seguirán siendo recuerdos que esbozarán una sonrisa en mi rostro y quedarán marcados en las estrellas de mi corazón.

---

**7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Alcívar Dueñas, L. A. (2012). Estudio de penetración de calor en el procesamiento térmico de conservas de atún. Universidad de Guayaquil.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21534/1/INFORME%20FINAL%20ANDRES%20ALCIVAR%200512.pdf>

Arosemena, G. (2017). Historia empresarial del Ecuador: El sector industrial en los años 50. Universidad Espíritu Santo.

[https://books.google.com.ec/books/about/La\\_historia\\_empresarial\\_del\\_Ecuador\\_El\\_s.html?hl=es&id=1AJGAAAAYAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/La_historia_empresarial_del_Ecuador_El_s.html?hl=es&id=1AJGAAAAYAAJ&redir_esc=y)

Bedoya, C. (2020). Análisis de la cinética de inactivación térmica microbiana en alimentos. <https://es.scribd.com/document/469039657/Esterilizacion-Oscar-Arango-1-pdf>

Bertram, D. (2008). Likert scales are the meaning of life. Topic Report: The Faculty of Mathematics, University of Belgrade.

[https://www.academia.edu/8160815/Likert\\_Scales\\_are\\_the\\_meaning\\_of\\_life](https://www.academia.edu/8160815/Likert_Scales_are_the_meaning_of_life)

Casp Vanaclocha, A., & Abril Requena, J. (1999). Procesos de conservación de alimentos. Mundi-Prensa.

[https://books.google.com.ec/books/about/Procesos\\_de\\_conservaci%C3%B3n\\_de\\_alimentos.html?id=8vRMPgAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Procesos_de_conservaci%C3%B3n_de_alimentos.html?id=8vRMPgAACAAJ&redir_esc=y)

Ciro-Velásquez, H. J., González, C. A., & García, E. (2009). Modelación numérica de procesos de esterilización térmica de alimentos usando volúmenes de control: aproximación cilíndrica. Universidad Nacional de Colombia.

<https://www.redalyc.org/pdf/496/49611945013.pdf>

FAO/WHO. (1993). Code of Hygienic Practice for Precooked and Cooked Foods in Mass Catering (CXC 39-1993). [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B39-1993%252FCXC\\_039s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXC%2B39-1993%252FCXC_039s.pdf)

COMEX. (2017). Informe sobre el sector atunero ecuatoriano. Comité de Comercio Exterior del Ecuador. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-del-sector-atunero.pdf>

Geankoplis, C. J. (1998). Procesos de transporte y operaciones unitarias (3ª ed.). Continental.  
[https://www.academia.edu/44622188/Procesos\\_de\\_Transporte\\_y\\_Operaciones\\_Unitarias\\_C\\_J\\_Geankoplis](https://www.academia.edu/44622188/Procesos_de_Transporte_y_Operaciones_Unitarias_C_J_Geankoplis)

Hoff, C. (2014). La industria pesquera en Galápagos: una retrospectiva histórica. Charles Darwin Foundation. [https://www.darwinfoundation.org/en/documents/311/GR\\_68\\_2016.pdf](https://www.darwinfoundation.org/en/documents/311/GR_68_2016.pdf)

Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Mundi-Prensa.  
[https://www.academia.edu/38609886/Operaciones\\_unitarias\\_en\\_la\\_ingenieria\\_de\\_alimento\\_Pg\\_25\\_35](https://www.academia.edu/38609886/Operaciones_unitarias_en_la_ingenieria_de_alimento_Pg_25_35)

Instituto Nacional de Pesca. (2014). Evaluación de recursos pesqueros en Ecuador. INP. <https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2014/05/2007-2013-AT%C3%9AN-INVESTIGACI%C3%93N-SOBRE-LOS-DESEMBARQUES-ARTESANALES.pdf>

Jimbo Castillo, P. (2008). Procesos térmicos en la industria alimentaria ecuatoriana. Editorial Universidad Técnica de Manabí.  
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1204/1/ULEAM-POSG-CTA-0021.pdf>

Ministerio de Industrias y Productividad. (2012). Resolución No. 12 296. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu120399.pdf>

Ministerio de Industrias y Productividad. (2012). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1772:2013. INEN. <https://xavierpicolozano.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/11/1772-1r.pdf>

---

Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2024). Informe del sector pesquero artesanal ecuatoriano. MPCEIP. <https://www.produccion.gob.ec/ecuador-obtiene-certificacion-de-pesca-sostenible-en-conservacion-del-atun/>

Montes-González, M., Mayo-Abad, O., & Hidalgo-Guerrero, J. (2017). Esterilización de soluciones para productos parenterales. *Análisis de la problemática Tecnología Química*, vol. XXXVII, núm. 3, 2017, pp. 401-414. <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445552858001.pdf>

National Geographic. (2019). La lata de conserva: nace la dieta industrial. Recuperado de [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/lata-conserva-nace-dieta-industrial\\_11258](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/lata-conserva-nace-dieta-industrial_11258).

Norma para el Atún y el Bonito en Conserva. (1981). CODEX STAN 70-1981. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B70-1981%252FCXS\\_070s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B70-1981%252FCXS_070s.pdf)

Okpani, O. A. (2019). Comparative Analyses of the Nutritional Composition of Fish, Fish Eggs and Fowl Eggs. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 19(4), 242-248. DOI: 10.5829/idosi.ajeaes.2019.242.248.

Pico Lozano, X. (2021). Historia de la industria pesquera en Manta. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. <https://rodin.uca.es/handle/10498/28538>

Warne, D. (1989). Manual on fish canning. FAO Fisheries Technical Paper. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d6156227-da69-460e-b0dc-d2f24f24966a/content>

8. ANEXOS:

**Imagen 1.** Preparación de agua de peptona para diluir la muestra de producto terminado.



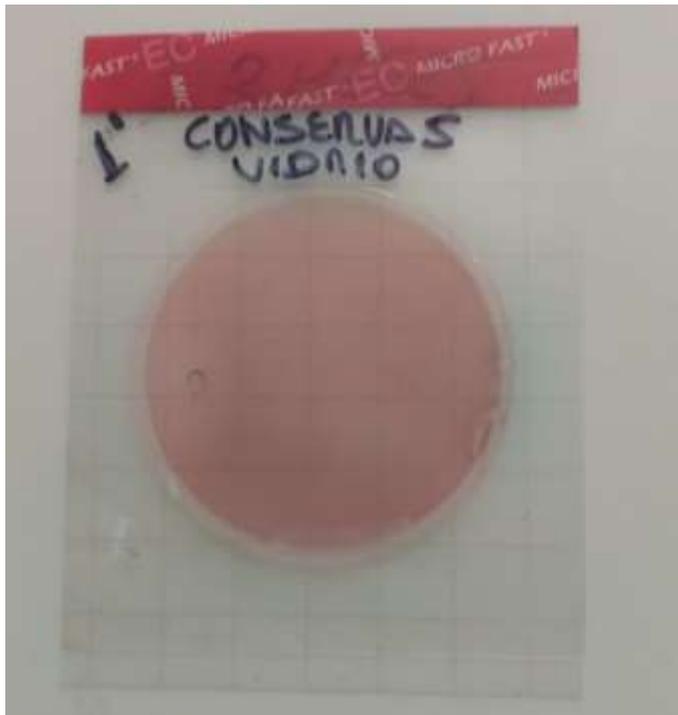
**Imagen 2.** Siembra de muestra del producto final en placa petrifilm para Coliformes y *E. coli*.



Imagen 3. Incubación de las placas a 35°C.



Imagen 4. Placa de cultivo con siembra posterior a un periodo de incubación de 24 horas.



**Imagen 5.** Envasado, dosificación del líquido de cobertura y sellado.



**Imagen 6.** Producto envasado previo al proceso de esterilización.



**Imagen 7.** Proceso de esterilización del producto.



**Imagen 8.** Encartonado y almacenamiento del producto final.



Figura 1. Diagrama de Flujo correspondiente al proceso de elaboración de conservas artesanales.

