



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE INVESTIGACION

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

TEMA

Caracterización de las propiedades Fisicoquímicas y Microbiológicas del
pescado ahumado atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*).

AUTORES

Palma Ramos Cristhian Andrés

Salavarría Murillo Jefferson Alfredo

TUTOR

Víctor Oswaldo Otero Tuárez, PhD.

MANABI – ECUADOR 2025 (2)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaramos CRISTHIAN ANDRES PALMA RAMOS y SALAVARRIA MURILLO JEFFERSON , en calidad de autores del presente trabajo de titulación, en la modalidad de PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, con el tema: **“caracterización de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del pescado ahumado atún aleta amarilla(*thunnus albarares*)”** es de nuestra exclusiva autoría, realizado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, el mismo que se ha desarrollado apegado a los lineamientos del Régimen Académico.

En virtud de lo expuesto, declaro y me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del presente trabajo de titulación.

Manta, 16 de enero del 2026



Salavarría Murillo Jefferson Alfredo

CI:1314850221



Cristhian Andrés Palma Ramos

CI:1315408342

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología 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 Palma Ramos Cristhian Andrés, legalmente matriculado/a en la carrera de AGROINDUSTRIA periodo académico 2025(2), cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto técnico de investigación es **"Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y microbiológica del pescado ahumado atún aleta amarilla (*thunnus albacares*)"**

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, 21 de enero de 2026.

Lo certifico,



Dr. Victor Oswaldo Otero Tuarez PhD

Docente Tutor(a)

Área: Agroindustria

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología 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 Salavarría Murillo Jefferson Alfredo legalmente matriculado/a en la carrera de AGROINDUSTRIA período académico 2025(2), cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto técnico de investigación es **"Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y microbiológica del pescado ahumado atún aleta amarilla (*thunnus albacares*)"**

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, 21 de enero de 2026.

Lo certifico,

Dr. Víctor Oswaldo Otero Tuarez PhD
Docente Tutor(a)
Área: Agroindustria

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.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres, esposa, hijos y hermanas quienes ha sido pilar fundamental en mi vida, gracias en especial por ayudarme a crecer como persona y por no dejarme solo en ningún momento.

A mis docentes y tutores que han formado parte importante para mi formación como profesional, siendo fuente de inspiración y motivación. Mi gratitud a Ustedes por siempre.

A todos Gracias.

Cristhian Andrés Palma Ramos

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios, porque todos los días me ha bendecido con grandes oportunidades, a mis padres por confiar en mí y brindarme ese apoyo condicional, y a mis hermanos por motivarme a seguir adelante.

A mis compañeros por ese apoyo grato en las aulas de clases, y a mis profesores por mostrarme ese maravilloso camino hacia el saber, siempre estaré agradecido con todos ustedes

¡muchas gracias!

Salavarría Murillo Jefferson Alfredo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por acompañarme todos los días y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi querida madre, quien, con su amor incondicional, sacrificios y apoyo constante me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis hermanas por su cariño y apoyo durante todo este proceso permitiéndome cumplir mis sueños y metas.

A mis amigos con los que compartí dentro y fuera de las aulas, gracias por todo su apoyo y diversión.

Finalmente, a mi querida Alma Mater, y a todas las personas que la conforman les agradezco de todo corazón. No podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo y enseñanzas.

¡Gracias!



AUTOR

Cristhian Andrés Palma Ramos



TUTOR

Víctor Oswaldo Otero Tuárez, PhD

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo realizado durante esta trayectoria es gracias a Dios que siempre me ha dado grandes bendiciones.

Dedico este proceso a mis padres que han estado conmigo en las buenas y malas apoyándome, dándome aliento a seguir adelante, aprendiendo cada día.

A mis hermanos que me ha ayudado a seguir creyendo en mí mismo, a mis compañeros que me han ayudado a ser gran ser humano, a la facultad y docentes quien sembraron en mi la semilla del saber.

Siempre agradecido por todos ellos.

¡Gracias!



AUTOR

Salavarría Murillo Jefferson Alfredo



TUTOR

Víctor Oswaldo Otero Tuárez, PhD

Resumen

La caracterización del pescado ahumado comprende el análisis de los cambios fisicoquímicos y microbiológicos que ocurren durante y después del proceso de ahumado. Este proceso, que combina deshidratación parcial, acción del humo y a veces salado previo, mejora la conservación, sabor y seguridad del producto. En conjunto, la evaluación fisicoquímica y microbiológica del pescado ahumado permite determinar su aptitud para el consumo, garantizar el cumplimiento de estándares sanitarios y establecer parámetros de control que aseguren un producto final seguro, estable y de calidad para el consumidor. Este trabajo de investigación ayudó a determinar la temperatura y tiempo correctos de ahumado que garantiza la inocuidad del pescado atún aleta amarillo, en el cual se observó cambios fisicoquímicos y microbiológicos mediante la determinación de pH, color textura y húmeda y en la parte microbiológica se analizaron los siguientes microorganismos: salmonela, Staphylococcus, aerobios mesófilos y enterobacteria. Estos análisis fueron realizados en pescado en fresco y ahumado con una mínima variación de sus características organolépticas. Este proceso de ahumado permitió obtener un pescado con una adecuada característica fisicoquímicas y microbiológica, que sería seguro para el consumo humano.

Palabras claves: pescado ahumado, cambios fisicoquímicos, evaluación microbiológica, seguridad del producto, estándares sanitarios.

Abstract

The characterization of smoked fish involves analyzing the physicochemical and microbiological changes that occur during and after the smoking process. This process, which combines partial dehydration, the action of smoke, and sometimes prior salting, improves the preservation, flavor, and safety of the product. Taken together, the physicochemical and microbiological evaluation of smoked fish allows us to determine its suitability for consumption, ensure compliance with sanitary standards, and establish control parameters that guarantee a safe, stable, and high-quality final product for the consumer. This research helped determine the correct smoking temperature and time to ensure the safety of yellowfin tuna. Physicochemical and microbiological changes were observed by determining pH, color, texture, and moisture content. Microbiological analysis included the following microorganisms: *Salmonella*, *Staphylococcus*, mesophilic aerobes, and *Enterobacteriaceae*. These analyses were performed on fresh and smoked fish with minimal variation in their organoleptic characteristics. This smoking process made it possible to obtain a fish with suitable physicochemical and microbiological characteristics, which would be safe for human consumption.

Keywords: smoked fish, physicochemical changes, microbiological evaluation, product safety, sanitary standards.

Contenido

1. Introducción	1
1.1. Atún aleta amarilla (<i>tunnus albacares</i>).....	2
1.1.1. Procesos de conservación del atún aleta amarilla.....	2
1.1.2. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas	4
1.1.3. Cambios que se presenta en la parte microbiológica	6
2. Metodología.....	9
2.1. Material biológico	9
2.1.1. Proceso del pescado ahumado	10
2.1.2. Descripción de las etapas del proceso	10
2.2. Análisis fisicoquímico del atún	11
2.2.1. Humedad	11
2.2.2. pH.....	12
2.2.3. Textura.....	12
2.2.4. Color	12
2.3. Análisis microbiológicos del atún	13
2.3.1. Aerobios mesófilos	13
2.3.2. Enterobacteria.....	13
2.3.3. Salmonella	14
2.3.4. Staphylococcus	14
2.4. Análisis estadístico	14
3. Resultados y discusión.....	15
3.1. Análisis fisicoquímicos	15
3.1.1. PH.....	15
3.1.2. Humedad	15
3.1.3. Color	16
3.1.4. Textura.....	17
3.2. Análisis microbiológicos.....	18
3.2.1. Aerobios mesófilos	18
3.2.2. Enterobacteria.....	19
3.2.3. Salmonella	20
3.2.4. Staphylococcus	21
4. Conclusión	21

5. Recomendación	22
6. Referencias	22

1. Introducción

La industria pesquera representa uno de los sectores estratégicos para el desarrollo económico y alimentario de numerosos países, especialmente aquellos con amplia disponibilidad de recursos marinos (Zambrano, 2024). Entre las especies de mayor relevancia comercial se encuentra el atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*), reconocido por su alto valor nutricional, su demanda internacional y su versatilidad en procesos de transformación. Sin embargo, como todos los productos pesqueros, presenta una marcada susceptibilidad al deterioro debido a su elevada actividad enzimática, contenido de humedad y composición rica en proteínas y lípidos poliinsaturados. Estas características hacen indispensable la aplicación de métodos de conservación que prolonguen su vida útil y aseguren su inocuidad (Carvajal-García, 2015).

El ahumado es uno de los métodos tradicionales más empleados en la conservación de pescado, combinando deshidratación parcial, salado y exposición al humo para mejorar las propiedades sensoriales, inhibir microorganismos y retardar reacciones oxidativas. No obstante, los cambios que experimenta el atún de aleta amarilla durante este proceso pueden variar según la técnica utilizada (ahumado en caliente), el grado de salado, la temperatura, el tipo de madera empleada y el tiempo de exposición. Por ello, resulta necesario realizar una caracterización integral, que permita evaluar cómo estas variables influyen en las propiedades fisicoquímicas (como humedad, actividad de agua, pH, composición proximal y estabilidad oxidativa) y en la calidad microbiológica del producto final (Cedeño-Mendoza, 2021).

La caracterización del pescado ahumado de aleta amarilla no solo proporciona información clave para garantizar un alimento seguro y de alta calidad, sino que también aporta una base científica para mejorar y estandarizar los procesos de transformación dentro de la industria pesquera. Además, permite identificar riesgos potenciales asociados a la presencia de microorganismos patógenos, contribuyendo al diseño de estrategias de control que cumplan con las normativas de inocuidad alimentaria exigidas a nivel nacional e internacional (Fernández et al., 1995).

En este contexto, el presente estudio se orienta a analizar de manera rigurosa los cambios fisicoquímicos y microbiológicos que experimenta el atún de aleta amarilla. Los resultados permitirán fortalecer el conocimiento, optimizar las condiciones de

procesamiento y aportar herramientas que contribuyan a la mejora continua de la calidad del producto, favoreciendo su aceptación en el mercado y la competitividad del sector pesquero. Asimismo, esta caracterización servirá como punto de partida para futuras investigaciones relacionadas con tecnologías de conservación, innovación alimentaria y seguridad en productos pesqueros (Salazar-Llorente, 2023).

1.1. Atún aleta amarilla (*tunnus albacares*)

El atún de aleta amarilla (Fig. 1) es una de las especies de túnidos más importantes del mundo, clave para la pesquería tropical y para la seguridad alimentaria en muchos países. Las investigaciones se han centrado en su biología, estructura de poblaciones, ecologías tróficas y como pescarlo de forma sostenible (Vera et al. 2019).



Figura 1. Atún aleta amarilla *Thunnus albacares*

1.1.1. Procesos de conservación del atún aleta amarilla

La conservación del atún aleta amarilla busca mantener la inocuidad, calidad sensorial y valor nutricional, retrasando el deterioro microbiano y la oxidación de lípidos (Huicong et al.2025).

Existen varios procesos de conservación, según Salazar et al. (2025):

- **Congelación (-18 aprox).**- Tiene como objetivo detener el crecimiento microbiano.



Figura 2. Atún aleta amarilla en congelación

Conserva (esterilización + enlatado).- ayuda en la vida útil del producto, siendo estable a temperatura ambiente.



Figura 3. Proceso de esterilización

- **Refrigeración + recubrimiento comestible.** - tiene como objetivo extender vida útil en filetes frescos, reducir aminos biógenos y oxidación



Figura 4. Refrigeración

1.1.2. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas

pH

- **Pescado fresco:** inmediatamente después de la captura, el pH es cercano a 7, pero luego baja a 6.2-6.5 debido a la formación de ácido láctico (Murrieta Huansi, 2022).
- **Pescado congelado:** la congelación detiene la actividad microbiana, pero los cambios químicos siguen ocurriendo lentamente, manteniendo un pH similar al fresco o ligeramente inferior (Alemán, K, & Uchiyama, 1982).
- **Pescado ahumado:** el proceso de ahumado, que a menudo incluye salazón (salmuera) y secado, reduce el pH a 5.5, de su pH inicial que está de alrededor de un pH de 6 ayudando a la conservación.

Color

Para determinar el color se utiliza un colorímetro el cual es una herramienta tecnológica que se utiliza para identificar color y matices con los cuales conseguimos una medida más precisa y objetiva de los colores. Este instrumento los transforma en códigos como L^*a^*y b^* más fácil de interpretar siendo estos los que indican características especiales de color que reflejan calidad, frescura y composición L^* nos indica la luminosidad A^* si la carne

es blanca o roja y la frescura esto se determina con valores arrojados medianamente altos del colorímetro y B^* a menudo lo relacionan con mayor grasa (castillo gomez, 2024).

La Albacora fresca: tiene un color más cercano al rosado intenso (a^*) y no amarillento (b^* alto) o grisáceo (L^* bajo) que indicaría frescura, según las guías de calidad del pescado.

Calidad: la consistencia en las lecturas de los parámetros de color $L^*a^*b^*$, que aseguraría uniformidad en el producto final, algo clave para las conservas y el pescado fresco.

Albacora ahumada: el parámetro de color L^* en la albacora ahumada, es más alta (se aproxima a 100) que se traduce en un tono con más claro, que indica buen ahumado sin exceso de oxidación. En la tabla 1 se visualiza los valores mínimos y máximos en representación del color en la albacora en tres etapas (Zapata, 2021).

Tabla 1. Rangos mínimo y máximo con respecto al color en la albacora en tres etapas. Tomado de Pais et al. (2022).

Parámetro fisicoquímico	Albacora fresca	Albacora congelada	Albacora ahumada
Color (L, a, b)	$L^* = 40 - 80$ $a^* = 12 - 18$ $b = 10 - 15$	Sin cambios significativos	$L^* = 35 - 45$ (mas oscuro) $a^* = 14 - 22$ (mas rojizo) $b = 12 - 18$

En resumen, el colorímetro cuantifica el cambio de un tono rojizo natural a un color más pálido, uniforme y amarillento/dorado, indicando un buen proceso de congelación y ahumado, según los estándares de calidad para este producto (Jing et al. 2021).

Textura

En la tabla 2 se visualizan los resultados obtenidos de un estudio reciente de textura en músculo de atún (crudo) (Carvajal-García, 2015), determinando los siguientes valores con pruebas instrumentales tipo Análisis de perfil de textura (TPA) y de corte.

Tabla 2. resultado de análisis de textura en musculo de atún crudo. Tomado de Daphne et al. (2024).

Parámetro (musculo crudo)	Valor típico aproximado
Firmeza (N)	28 – 30 N
Fracturabilidad (N)	20 N
Cohesividad (%)	18 %
Elasticidad (%)	24 %
Masticabilidad (N.S)	1.3 N.S
Adhesividad (N.S)	-0.3 N.S (muy bajo casi nulo)

Humedad

La albacora fresca, como la mayoría de túnidos, presenta una humedad relativamente alta como se visualiza en la tabla 3 debido a su estructura muscular rica en proteínas y agua (Harianti et al. 2025).

Tabla 3. humedad de albacora fresca, congelada y ahumada. Tomado de K. Mielcarek et al. (2020).

Estado del producto	Humedad típica (%)
Albacora fresca	68-74%
Albacora congelada (descongelada)	66-72%
Albacora ahumada (desde fresca)	52-65%
Albacora ahumada (desde congelada)	50-60%

1.1.3. Cambios que se presenta en la parte microbiológica

Los microorganismos se asocian a los productos pesqueros como patógenos y bacterias como salmonela, listeria, *Echericcia coli*, staphylococcus, aerobios mesófilos entre otros y en algunos casos por consumo crudo o mal cocidos también por causas de deterioro del producto por sus capacidades de descomposición de los tejidos y generar toxinas como la histamina debido a las propiedades del pescado y mala práctica de manipulación y conservación.

En la salmonela se asocia al pescado parcialmente en la contaminación del agua de donde proviene el pescado o durante el procedimiento y manipulación también existe otra forma de que se asocie y es por medio de las heces de animales o malas prácticas este generara una infección gastrointestinal llamada salmonelosis (E. Jääskeläinen et al.2019).

Enterobacterias se asocian al pescado como parte de su microbiota natural por su presencia elevada de cepas específicas que indican contaminación fecal y malas prácticas de higiene en la captura si se consumen crudos o pocos cocidos pueden causar enfermedades gastrointestinales como diarrea o deshidratación (MO Bhutia et al. 2021).

Aerobios mesófilos se asocian como un indicador de frescura ya que si se encuentran en un gran porcentaje de UFC/g señala contaminación ambiental, manipulación deficiente o almacenamiento inadecuado o en consecuencia de su microbiota natural.

Staphylococcus estos se asocian por contaminación humana durante la captura estas bacterias están presente en la piel y mucosa humana que se transfieren al producto que pueden sobrevivir incluso después de la congelación es por esto que debemos utilizar las buenas prácticas de higiene para prevenir riesgos.

- **Salmonela:** la *Salmonella* no es un componente bacteriano normal de la flora microbiana de los peces, y la presencia de este patógeno suele estar relacionada con su crianza, así como con el entorno de industrialización, debido a prácticas de higiene y equipos ineficientes, y a la manipulación inadecuada de los alimentos. Por lo tanto, los mataderos de peces deben tener especial cuidado en la manipulación, el almacenamiento, la conservación, el transporte y la comercialización de estos, ya que la calidad del producto final depende de estos factores (Freitas & Lourenco. 20212).
- **Enterobacteria:** la presencia de Enterobacterias en el pescado señala contaminación fecal y falta de higiene. Su proliferación provoca deterioro, afectando la seguridad alimentaria y generando toxinas, por lo que su conteo es fundamental para evaluar frescura y riesgos sanitarios (Centeno & Rodríguez, 2005).
- **Staphylococcus:** la presencia de *Staphylococcus* en el pescado indica contaminación por malas prácticas de manipulación. Esto representa un riesgo de toxiinfección alimentaria, ya que sus toxinas no se eliminan con calor. Su incremento se relaciona con un manejo inadecuado y falta de higiene. El consumo de algunas especies marinas contaminadas con *S. aureus* como es la Albacora, se presenta como un agente patógeno presente en seres humanos y animales. Es caracterizado por producir infecciones ya sea en la piel o en tejidos blancos como son: músculos, tendones, entre otros, pero sobre todo ha sido muy relevante en las enfermedades transmitidas por alimentos (Bermeo, Figueroa, & Ortiz, 2023).
- **Aerobios mesófilos:** la presencia de microorganismos aerobios mesófilos en los alimentos puede ser relacionada directamente con la manipulación, el estado de frescura o de descomposición del producto y la temperatura de conservación del producto. Un número relativamente bajo de estas bacterias no es sinónimo de buena calidad bacteriológica del alimento, ya que puede contener microorganismos que producen enterotoxinas o son patógenos (Ladines Reyes, 2018).

Los resultados de dichos cambios se plantean en la tabla 4, donde se muestran los rangos permisibles para cada microorganismo.

Tabla 4. rangos permisibles de microorganismos según norma INEN 3205 (2024)

Microorganismo	Limite en albacora fresca (NTE INEN 3205)	Limite en albacora congelada (NTE INEN 3205)	Limite en albacora ahumada (referencias internacionales: Codex, FAO, ICMSF)	Unidad
Mesofilos aerobios (APC)	$\leq 5 \times 10^5$	$\leq 5 \times 10^5$	$\leq 10^5 - 10^6$ (esperado por efecto del ahumado y sal)	UFC/g
Staphylococcus aureus	100 – 1000	100 - 1000	< 100 (criterio internacional para ahumados RTE)	UFC/g
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia (criterio internacional obligatorio)	UFC/g
Enterobacteria	No especificado	No especificado	$< 10^2 - 10^3$ (criterio de higiene internacional)	UFC/g

El consumo de productos pesqueros procesados, como el pescado ahumado, ha incrementado en los últimos años debido a su sabor característico, mayor vida útil y alta aceptación en el mercado nacional e internacional. La albacora (*Thunnus alalunga*) es una especie de alta importancia comercial en Ecuador, especialmente en las industrias de congelado y exportación. Sin embargo, durante el proceso productivo que incluye etapas de almacenamiento en fresco, congelación y posterior ahumado pueden producirse variaciones significativas en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del producto final (Cardoza & Olivas, 2025).

Estas variaciones pueden afectar parámetros críticos como humedad, pH, actividad de agua, textura, y la presencia de microorganismos indicadores o patógenos, los cuales determinan la inocuidad y calidad del pescado (K. Bartáková et al.2023). Adicionalmente, el proceso de ahumado, aunque es una técnica de conservación, puede alterar la estructura proteica y generar cambios en la textura y composición nutricional del filete. A pesar de ello, en Ecuador existe escasa información científica actualizada que describa de manera detallada los cambios que experimenta la albacora durante este flujo productivo, especialmente cuando se busca cumplir con lo establecido en la NTE INEN 3205.(2024), que regula los límites microbiológicos permitidos para productos pesqueros.

La albacora (*Thunnus albacares*) es una especie de alta importancia económica para Ecuador debido a su amplia demanda en los mercados nacional e internacional. Su procesamiento en diferentes presentaciones —fresca, congelada y ahumada— requiere el cumplimiento de estrictos parámetros de calidad e inocuidad para garantizar un producto seguro para el consumidor. Sin embargo, cada etapa del proceso productivo puede generar cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas (humedad, pH, actividad de agua, textura, entre otros) y microbiológicas del pescado, los cuales deben ser evaluados para asegurar la calidad final del producto (C. Pecoraro et al.2016).

En Ecuador, la normativa NTE INEN 3205. (2024), establece límites microbiológicos específicos para productos pesqueros, incluyendo la obligatoriedad de ausencia de patógenos como *Salmonella* y límites establecidos para enterobacterias y otros indicadores (Aura Hidalgo et al.2024).

Realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica del atún en sus diferentes estados permite comprender los cambios que se producen durante el proceso de ahumado, identificar posibles riesgos sanitarios y evaluar la eficacia del tratamiento térmico como método de conservación.

La investigación tiene como objetivo determinar temperatura y tiempo de cocción óptimo para conservar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de atún aleta amarilla ahumada.

2. Metodología

2.1. Material biológico

Se empleo varios filetes de atún aleta amarilla con un peso total de 1.5 kg empacadas al vacío que se obtuvo por medio de la distribución de kristhel food ubicada en la ciudad de Manta, Ecuador, una vez obtenido el pescado fue trasladado a las instalaciones del laboratorio de la Facultad Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Los filetes fueron lavados en agua potable seguidamente enjuagados y almacenados a temperatura de refrigeración (4°C) hasta su procesamiento.

2.1.1. Proceso del pescado ahumado

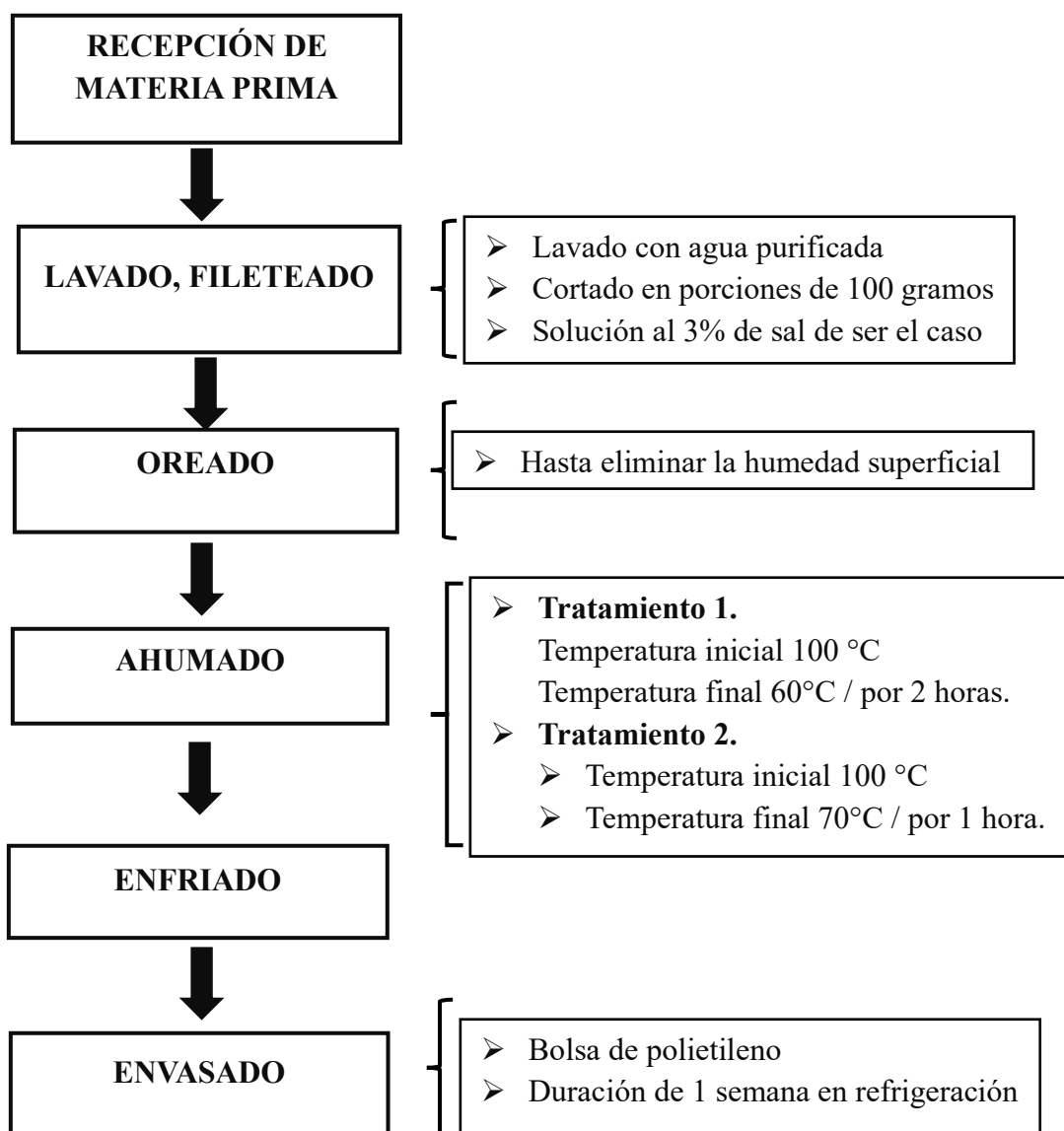


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso del pescado ahumado

2.1.2. Descripción de las etapas del proceso

2.1.2.1. Recepción de materia prima

Se obtuvo 1.5 Kg en la recepción de materia prima, proveniente de la comercialización de Kristhel Food, ubicada en la ciudad de Manta, Ecuador.

2.1.2.2. Lavado, fileteado y troceado

Los filetes de pescado fueron lavados con agua potable (clorada con 50 ppm de NaClO), seguidamente fueron fileteados y troceado en fracciones de 2.5 cm de grosor y 7 cm de longitud.

2.1.2.3. Oreado

En el oreado dejamos secar la humedad superficial.

2.1.2.4. Ahumado

Teniendo los filetes troceados y secados, fueron colocados dentro del ahumador donde estuvieron en diferentes temperaturas y tiempos, teniendo dos tratamientos, en el primer y segundo tratamiento se colocó al ahumador a una temperatura inicial de 100 °C (calentando el ahumador) y posteriormente se redujo la temperatura a 60 °C (T1) y 70 °C (T2) durante 2 y 1 hora.

2.1.2.4.1. Tratamiento 1.

Temperatura inicial 100 °C

Temperatura final 60°C / por 2 horas.

2.1.2.4.2. Tratamiento 2.

Temperatura inicial 100 °C

Temperatura final 70°C / por 1 hora.

2.1.2.5. Enfriado

El enfriado fue realizado a una temperatura de 22 °C, es muy importante ya que aquí es donde se va a aromatizar, conservar y modificar el pescado sin cocinarlo, impregnándolo de sabor y prolongando su vida útil.

2.1.2.6. Envasado

Se realizó el envasado en bolsa de polietileno y se almacenó en refrigeración (4 °C) durante 5 días.

2.2. Análisis fisicoquímico del atún

Los análisis fisicoquímicos del pescado fresco y ahumado fueron realizados antes y después del proceso de ahumado.

2.2.1. Humedad

El contenido de humedad se determinó mediante el método de gravimetría (método de estufa a 105 °C) (Fadila et al., 2021). Se pesó 10 g de músculo del atún (P. inicial) en una balanza digital modelo (Adam/PW254), una vez pesado es secado en una estufa modelo (Thermo/6524) a 105 °C durante 24 horas, transcurrido dicho tiempo una vez fría la muestra se pesó nuevamente (P, final), este proceso se ejecutó en las tres etapas del

análisis, ya sea en fresco como en ahumado, el porcentaje de humedad fue empleado la ecuación 1:

$$\%humedad = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

2.2.2. pH

El pH, se lo determino mediante un potenciómetro de alta precisión modelo (AC INFINITY/AC-PHM3) obteniendo valores exactos. Para la medición de este parámetro se pesaron 10 g de músculo fresco de atún y se diluyó en 90 ml de agua destilada. El pH fue medido por triplicado en todos los tratamientos a una temperatura de 22 °C.

2.2.3. Textura

Con la ayuda de un texturómetro modelo se obtiene la textura de la muestra del musculo del pescado, el equipo se configuró para ajustar parámetros como velocidad y fuerza de compresión. Se determino la textura de las tres etapas: fresca, ahumada en 60 °C y ahumada en 70 °C. Se peso 100 g del músculo del atún colocándola sobre la plataforma del texturómetro, se activa el equipo ejerciendo presión sobre la muestra, expresando resultados en Newton.

2.2.4. Color

El color se determinó mediante el uso de un colorímetro modelo (Colikaminolfa/CR400). Se evaluaron las muestras del atún en las tres etapas: fresca, ahumado en 60 °C y ahumado en 70 °C empleando la escala CIELAB como: **L***(luminosidad) 0 = oscuro 100 = claro; **a*** (posición roja (+a) - verde (-a), y **b*** (representa el eje amarillo (+b) - azul (-b). La evaluación se realizó en tres puntos de cada una de las muestras, se empleó de la ecuación 2 para determinar la diferencia total del color. La diferencia de color (ΔE) entre las muestras frescas y ahumadas, fue calculada mediante la ecuación 2 para ambas temperaturas (60 – 70 °C), donde la diferencia de luminosidad (ΔL^*) es entre muestra ahumada a (60 – 70 °C) y muestra fresca, este proceso es igual para; Δa y Δb^* .

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde

$$\Delta L^* = \Delta L^* \text{ muestra ahumada (60 o 70) } ^\circ\text{C} - \Delta L^* \text{ muestra fresca}$$

$$\Delta a^* = \Delta a^* \text{ muestra ahumada (60 o 70) } ^\circ\text{C} - \Delta a^* \text{ muestra fresca}$$

$$\Delta b^* = \Delta b^* \text{ muestra ahumada (60 o 70) } ^\circ\text{C} - \Delta b^* \text{ muestra fresca}$$

2.3. Análisis microbiológicos del atún

Se prepararon los medios de cultivos para evaluar la calidad microbiológica en las tres etapas: fresco, ahumado 60 °C – 70 °C, para ello se empleó de suero fisiológico (cloruro de sodio 0.9%), se pesó 5 g de muestra y 95 ml de suero fisiológico posteriormente fueron vertidos en un matraz aforado de 125 ml homogenizando la solución teniendo mi base, las diluciones para las tres muestras se realizaron a la 10^{-3} o 1: 100.

2.3.1. Aerobios mesófilos

El recuento de aerobios mesófilos se realizó mediante el uso de agar PCA (plate count agar), para ello se pesó 12 g de agar para 500 ml de agua destilada. Una vez pesado se vertió el agar en un frasco de tapa rosca de 500 ml vertiendo a su vez los 500 ml de agua destilada, se coloca al frasco sobre la plancha magnética donde se introduce el agitador magnético para homogenizar y calentar la solución, posterior a eso se lo esteriliza.

Una vez preparado el agar es colocado dentro de la cabina de flujo laminar (BIOBASE/BBS-H1300-P) donde se procedió a verter el agar en las placas Petri a un espesor de 3-4 mm.

Por último, se realizó la siembra y las placas se incubaron de manera invertida a una temperatura de 30 °C durante 48 horas en una incubadora (Mettler). Cada tratamiento se lo realizó por triplicado.

2.3.2. Enterobacteria

El recuento de enterobacteria se ejecutó con el agar Bilis Rojo Glucosa Violeta (VRBG: Violet Red Bile Glucose Agar), del agar se pesó 30 g para 500 ml de agua destilada.

Una vez preparado el agar es colocado dentro de la cabina de flujo laminar (BIOBASE/BBS-H1300-P) donde se procede a verter el agar en las placas Petri a un espesor de 3-4 mm.

Por último, se realizó la siembra y las placas fueron incubadas a una temperatura de 37 °C por 24 horas de forma invertida.

2.3.3. Salmonella

Para el recuento de salmonella se empleó del Agar Salmonella Shigella (Agar SS), del agar se pesó 30 g para 500 ml de agua destilada.

Una vez preparado el agar es colocado dentro de la cabina de flujo laminar (BIOBASE/BBS-H1300-P) donde se procede a verter el agar en las placas Petri a un espesor de 3-4 mm.

Por último, se realizó la siembra. Y las placas fueron incubadas a una temperatura de 37 °C por 48 horas de forma invertida.

2.3.4. Staphylococcus

Se empleo del Agar Baird-Parker (BP) para recuento de staphylococcus, para ello se pesó 12 g de agar para 500 ml de agua destilada.

Una vez preparado el agar es colocado dentro de la cabina de flujo laminar (BIOBASE/BBS-H1300-P) donde se procede a verter el agar en las placas Petri a un espesor de 3-4 mm.

Por último, se realizó la siembra y las placas fueron incubadas a una temperatura de 37 °C por 24 horas de forma invertida.

2.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos de los tratamientos fueron organizados en Excel. Posteriormente analizados utilizando el software infostat. Los resultados fueron presentados como el valor promedio $\pm$ la desviación estándar.

Para determinar diferencias significativas entre tratamientos se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de $p < 0.05$, en los casos que se presentaron diferencias significativas entre las muestras, se aplicó una prueba de comparación de medias mediante Tukey.

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis fisicoquímicos

3.1.1. PH

En la Fig. 6 se observa una disminución del pH en el músculo de atún tras el proceso de ahumado, con valores inferiores al pH neutro (5,5), lo que concuerda con lo reportado por Upet et al. (2021). Aunque se evidencia una reducción del pH en los tratamientos térmicos respecto a la muestra fresca, el análisis estadístico mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) no mostró diferencias significativas entre las medias, ya que todos los tratamientos compartieron la misma letra ("A"), indicando que el efecto del ahumado sobre el pH no fue estadísticamente significativo. Esto sugiere que, si bien hay una tendencia a la disminución del pH, dicha variación no fue suficiente para establecer diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

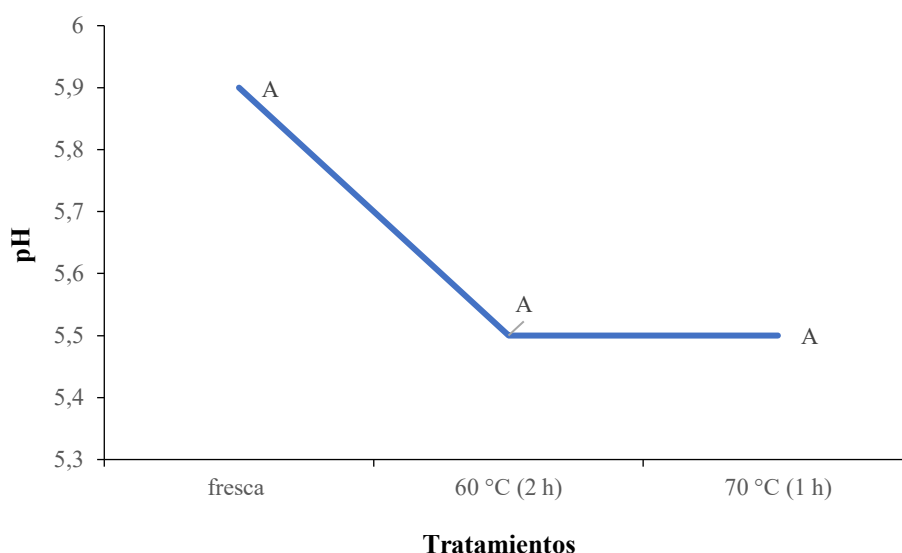


Figura 6. Variación del pH en pescado fresco y ahumado a diferentes temperatura y tiempo.

3.1.2. Humedad

Los resultados obtenidos que se visualizan en la Fig. 7 de la humedad del músculo del atún en tres etapas, nos da a entender que hay una disminución progresiva del contenido de humedad a medida que se incrementó la temperatura en el ahumado. El análisis de varianza indicó que si hubo diferencias en los tratamientos entre muestra fresca y ahumadas, lo cual fue confirmado por la prueba de Tukey. Cabe recalcar que el pescado fresco tiende a perder una mayor cantidad de humedad en el secado, así como lo indica Akhtara et al. (2022). El pescado fresco contiene 70–80% de agua, principalmente

como agua libre, fácil de evaporar.

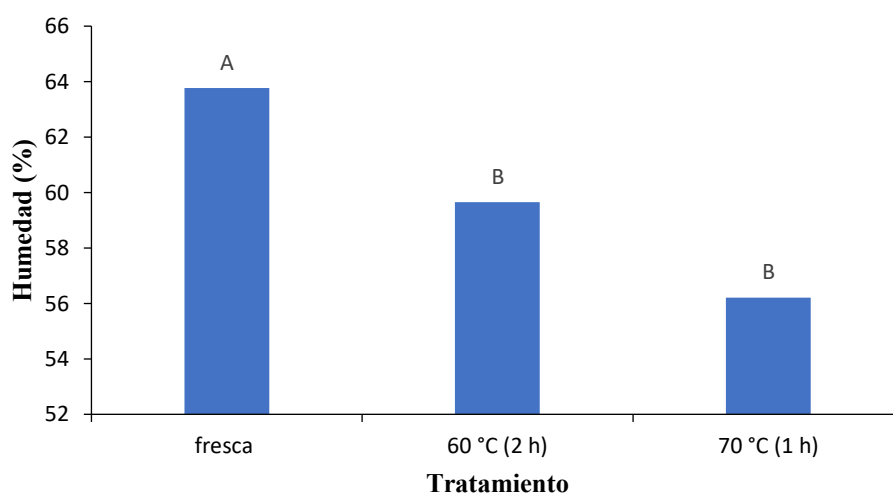


Figura 7. Porcentaje de humedad de las tres evaluaciones del musculo de atún

3.1.3. Color

El proceso provocó cambios de color evidentes respecto a la muestra fresca como se puede visualizar en la Fig. 8. A 60 °C por 2 horas la diferencia de color fue mayor, mostrando un aumento marcado en luminosidad y amarillento. Por otro lado, a 70 °C por 1 hora el cambio también fue notable pero menos intenso, lo que indica que el tiempo de exposición tuvo más impacto que la temperatura en la alteración de color.

Estos resultados se respaldan estadísticamente mediante el análisis de varianza, el cual mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos térmicos, y fueron confirmadas por la prueba de Tukey, donde MF se agrupó en el grupo A y los tratamientos M 60 °C y M 70 °C en el grupo B, indicando que MF difiere significativamente de los tratamientos térmicos aplicados. Asimismo, los atributos de color (a, b y L) se ubicaron en grupos distintos (A, B y C), lo que evidencia diferencias significativas entre sus componentes cromáticos.

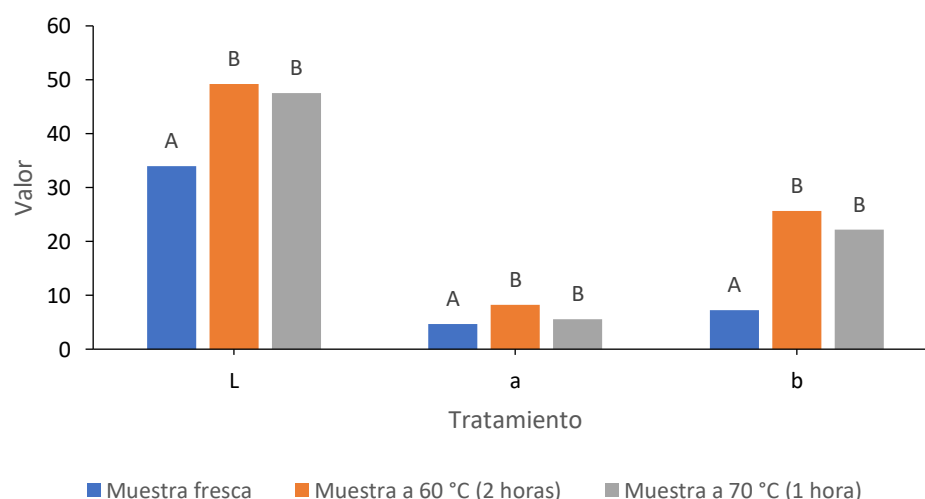


Figura 8. Comparación de parámetros de color en las tres evaluaciones del musculo del atún.

Además, se puede ver claramente que la muestra fresca presenta baja luminosidad ($L^* = 33.95$), un tono ligeramente rojizo ($a^* = 4.64$) y amarillo ($b^* = 7.21$), mientras que a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 2 horas la luminosidad aumenta notablemente a ($L=49.20$), el rojo se intensifica con ($a=8.23$) y el amarillo se eleva fuertemente a ($b=25.66$). Con respecto al ΔE , se pudo notar una diferencia de color ($\Delta E = 24,20$ y $\Delta E = 20,59$) entre la muestra ahumada a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectivamente, frente a la muestra fresca.

3.1.4. Textura

En la Fig. 9 se muestran los resultados del perfil textura del pescado. El pescado fresco tuvo una dureza promedio de $5.44\text{ N} \pm 2.42$, lo que indica variabilidad entre unidades; la adhesividad fue baja (0.015 N), lo que sugiere que el producto apenas se adhiere a superficies o instrumentos; los valores de cohesividad, gomosis, elasticidad y masticabilidad son cero, lo que implicaría que el pescado no presenta resistencia interna, ni capacidad de recuperación ni esfuerzo de masticación medible bajo las condiciones del análisis, reflejando una textura muy blanda y poco estructurada. El análisis de varianza evidenció diferencias significativas entre los tratamientos térmicos; sin embargo, la prueba de Tukey no detectó diferencias significativas entre las medias de MF, M $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ y M $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, ya que todas compartieron la misma letra ("A"). En contraste, el factor atributo mostró diferencias altamente significativas, donde la dureza se agrupó en un grupo distinto ("A") respecto al resto de los atributos texturales ("B"), indicando que la dureza fue el único parámetro con comportamiento significativamente diferente. Estos resultados sugieren que, aunque el tratamiento térmico influye en la textura, su efecto no fue suficiente para generar diferencias significativas entre tratamientos, mientras que los atributos individuales sí presentaron variaciones marcadas.

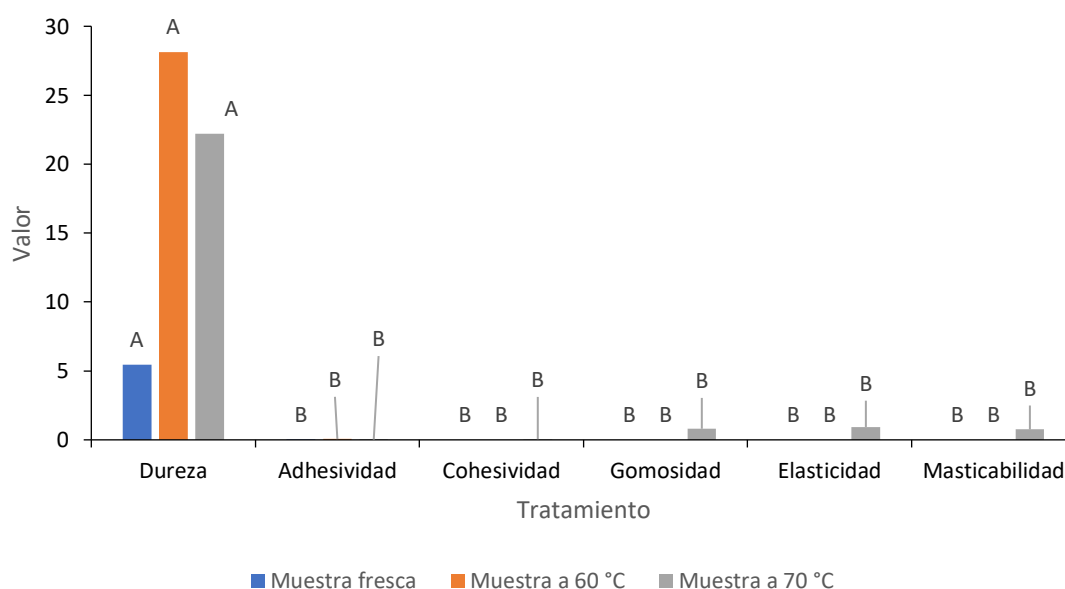


Figura 9. Parámetro de textura bajo diferentes condiciones de muestra.

El musculo ahumado a 60 °C durante 2 horas presenta una dureza promedio de 28.14 N con una desviación estándar de 4.76, lo que indica una textura firme con variabilidad entre unidades; la adhesividad es baja (0.054 N), lo que sugiere que el producto apenas se adhiere a superficies o instrumentos; los valores de cohesividad, gomosidad, elasticidad y masticabilidad son cero, lo que implica que el pescado no presenta resistencia interna, ni capacidad de recuperación ni esfuerzo de masticación medible bajo las condiciones del análisis, reflejando una textura compacta pero poco elástica y sin estructura interna perceptible.

Por otro lado el pescado ahumado a 70 °C durante 1 hora muestra una dureza promedio de 22.21 N con alta variabilidad (± 6.30 N), lo que indica diferencias notables entre unidades; la adhesividad es baja (0.025 J) pero variable, con un valor negativo en una unidad que sugiere posible desprendimiento o error de medición; la cohesividad es mínima (0.047 N), reflejando poca resistencia interna; la gomosidad (0.80 N) y elasticidad (0.93 N) aparecen solo en una unidad, lo que limita su representatividad; la masticabilidad promedio es baja (0.75 N) pero con alta dispersión (± 1.30 N), lo que indica que la textura final es poco consistente y con tendencia a ser blanda, poco estructurada y de comportamiento irregular entre muestras.

3.2. Análisis microbiológicos

3.2.1. Aerobios mesófilos

Los registros expuestos en la tabla 5 nos da a entender los resultados obtenidos del análisis de aerobios mesófilos en la muestra del musculo del atún en tres etapas, los resultados nos dan a entender una disminución progresiva en la concentración de aerobios mesófilos conforme se incrementa la intensidad del tratamiento térmico, mientras que las sometidas a calentamiento muestran reducciones graduales.

Tabla 5. Resultados de aerobios mesófilos de las muestras en diferentes condiciones

Aerobios mesófilos	Muestra fresca	Muestra a 60 °C (2 horas)	Muestra a 70 °C (1 hora)
	$5.0 \times 10^4 \frac{ufc}{g}$	$4.0 \times 10^4 \frac{ufc}{g}$	$3.8 \times 10^4 \frac{ufc}{g}$

La muestra fresca como no fue sometida a un tratamiento térmico su carga microbiana es mayor que las sometidas a ahumado, como lo indica Boulares et al. (2011). Por otro lado, Anihouvi et al. (2019). Nos da a entender que aquellas sometidas al ahumado tienen a bajar su carga microbiana, ya que el análisis a 60 °C logra una reducción significativa respecto a la muestra fresca, esto nos da a entender que los microorganismos presentes tienen ciertas resistencias térmicas, y que el tiempo de exposición juega un papel relevante en la eficacia del tratamiento. Por otro lado a 70 °C también reduce su carga microbiana, aunque en menor proporción comparativa respecto al anterior, en la Fig. 10 podemos una de las placas que se obtuvo en el análisis.

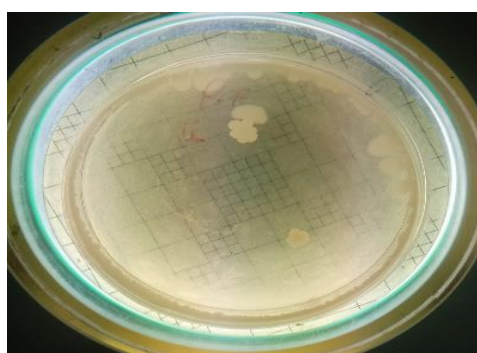


Figura 10. Recuento de aerobios mesófilos en muestra fresca.

3.2.2. Enterobacteria

Las conclusiones derivadas sobre los resultados del análisis de enterobacteria de las tres etapas del musculo del atún como se puede visualizar en la tabla 6, nos da a entender que no se dio crecimiento microbiano teniendo ausencia de enterobacteria en las tres etapas.

Tabla 6. Ausencia de enterobacteria en las muestras del musculo de atún en etapas diferentes.

Enterobacteria	Muestra fresca	Muestra a 60 °C (2 horas)	Muestra a 70 °C (1 hora)
	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Esta ausencia es un resultado positivo desde el punto de vista microbiológico, como lo indica Silbande et al. (2016), ya que las enterobacterias son indicadores comunes de contaminación fecal o deficiencia de higiene durante el procedimiento. Además que se mantenga la ausencia tras el ahumado confirma que no hubo proliferación ni sobrevivencia de estos microorganismos durante el proceso, en la Fig. 11 podemos

observar una de las placas de enterobacteria teniendo ausencia de esta. En conclusión, el resultado que muestra la tabla 10 nos da a entender que las condiciones de manejo, procesamiento y ahumado fueron apropiadas para garantizar la inocuidad frente a este grupo microbiano.

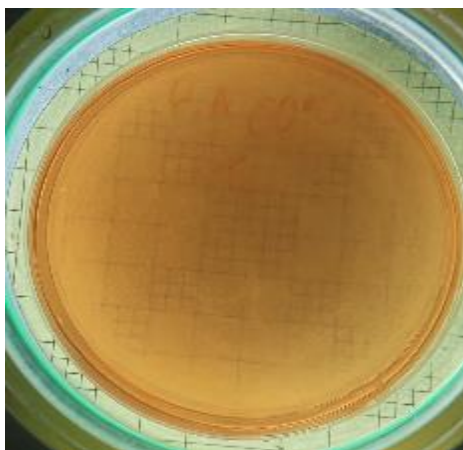


Figura 11. Recuento de enterobacteria en la muestra ahumada a 60 °C, teniendo ausencia del microorganismo.

3.2.3. Salmonella

El resultado que se obtuvo en el análisis de salmonella de muestras fresca y ahumada del miomero del atún nos da a entender que la materia prima fue manipulada correctamente y no estuvo expuesta a fuentes de contaminación.

Tabla 5. Resultado del análisis de salmonella en tres muestras del miomero de atún en etapas diferentes

Salmonella	Muestra fresca	Muestra a 60 °C (2 horas)	Muestra a 70 °C (1 hora)
	Ausencia	Ausencia	Ausencia

En la tabla 7 encontramos ausencia de salmonella de las tres muestras en condiciones diferentes del miomero del atún, esta ausencia es adecuada y deseable desde el punto de vista microbiológico, ya que salmonella es un patógeno de alto riesgo para la salud pública, Lewar et al.(2025), señala, que el proceso de ahumado no haya generado condiciones que favorezcan su aparición refuerza la seguridad del proceso.

3.2.4. Staphylococcus

Las conclusiones derivadas de la tabla 8 nos da a entender que no se detectó contaminación en la materia prima, lo que indica que las prácticas de manipulación previas al ahumado fueron adecuadas y no comprometieron la calidad sanitaria del producto, en otras palabras, la ausencia de staphylococcus en todas las condiciones evaluadas refleja un entorno microbiológico controlado desde el inicio del proceso.

Tabla 8. Resultado de análisis de staphylococcus, teniendo ausencia en las tres evaluaciones realizadas al musculo del atún.

Staphylococcus	Muestra fresca	Muestra a 60 °C (2 horas)	Muestra a 70 °C (1 hora)
	Ausencia	Ausencia	Ausencia

En el ahumado no se observa presencia de staphylococcus, lo que sugiere que las condiciones de temperatura y tiempo fueron suficientes para mantener la estabilidad microbiológica. Huss (1994), explica que staphylococcus en pescado generalmente proviene de contaminación post - captura y que su ausencia refleja un manejo higiénico adecuado.

Desde el punto de vista de seguridad alimentaria, este resultado es favorable. La no detección de este género bacteriano, conocido por su capacidad de producir toxinas, reduce el riesgo de intoxicaciones y respalda la eficacia del proceso aplicado, la ausencia es adecuada y deseable.

4. Conclusión

La investigación demostró que el proceso térmico de cocción de ahumado es óptimo para conservar la calidad fisicoquímica y microbiológica del pescado atún aleta amarilla garantizando un producto seguro, esto en base del resultado obtenido en la experimentación e investigación.

El ahumado genera grandes modificaciones en parámetros como humedad, pH, color y textura ayudándonos a la estabilidad del producto sin perjudicar su valor nutricional.

Hay que recalcar que la ausencia de patógenos como salmonella. Staphylococcus y enterobacteria nos da a entender que el proceso de ahumado es higiénicamente adecuado, demostrando que el proceso de ahumado cumple con las exigencias establecidas en las normativas vigentes. La combinación de tiempo de exposición y temperatura de ahumado resulto muy determinante para garantizar uniformidad en la

calidad final, siendo el control de estos parámetros esenciales para obtener un producto seguro.

5. Recomendación

- Es de suma importancia optimizar el proceso de ahumado, para ello hay que evaluar o controlar el tiempo y temperatura para llegar a una uniformidad en la calidad final, obteniendo un producto seguro de consumir.
- Hay que mantener un gran fortalecimiento de la inocuidad alimentaria, manteniendo protocolos estrictos en la manipulación y procesamiento del pescado, para no perjudicar en su calidad.
- Evaluar la aceptación de los consumidores mediante análisis sensoriales y profundizar en estudios futuros sobre cuál es el impacto que genera el ahumado en la parte nutricional y organoléptica del atún aleta amarilla.

6. Referencias

- Cedeño-Mendoza. (2021). *Evaluación Microbiológica de Pescado Fresco Albacora (Thunnus alalunga)*. Chone Ecuador.
- Normalización, I. E. (2024). *Productos pesqueros. Pescado fresco, refrigerado o congelado. Requisitos*. INEN. NTE INEN 3205.
- Salazar-Llorente. (2023). *Evaluación Microbiológica de Pescado Fresco Albacora (Thunnus alalunga)*. Manta Ecuador.
- Fadila et al. "La calidad del polvo de atún aleta amarilla (Thunnus Albacores) como alternativa natural de saborizante". *Revista Internacional de Investigación y Gestión Científica* (2021). <https://doi.org/10.18535/ijssrm/v9i12.nd4>.
- Keyner Lenin Figueroa Salazar et al. "Nuggets elaborados con migas de atún: Características fisicoquímicas y sensoriales, y vida útil microbiológica". *Ciencia Agroindustrial* (2025). <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2025.01.07>.
- Emanuel Upet et al. "Análisis de TPC, contenido de agua y pH en atún ahumado líquido (Euthynnus Affinis) almacenado a temperatura ambiente". *Fishery Product Technology Media* (2021). <https://doi.org/10.35800/mthp.9.2.2021.31144>.

- Nabila Akhtara et al. "Influencia del secado por microondas y ahumado tradicional en el contenido proteico y de humedad de *Puntius sophore*". *Revista Internacional de Investigación y Revisión Bioquímica* (2022). <https://doi.org/10.9734/ijberr/2022/v31i9777>.
- M. Boulares et al. "Estudio de la ecología microbiana del pescado fresco tunecino, tanto silvestre como de acuicultura". *Journal of food protection* , 74 10 (2011): 1762-8. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-11-057>.
- DG Anihouvi et al. "Características microbiológicas del pescado ahumado y ahumado-secado procesado en Benín". *Food Science & Nutrition* , 7 (2019): 1821-1827. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1030>.
- Silbande et al. "Evaluación de la calidad del atún aleta amarilla tropical (*Thunnus albacares*) almacenado en hielo e influencia del envasado al vacío y en atmósfera modificada". *Microbiología alimentaria* , 60 (2016): 62-72. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.06.016>.
- Julius Frederick Lewar et al. "Identificación de bacterias en atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) con adición de sal". *Revista de Educación Global* (2025). <https://doi.org/10.59525/gej.v3i1.795>.
- Hans Henrik Huss (1994), *Assurance of Seafood Quality*, FAO Fisheries Technical Paper No. 334 Garantía de la calidad de los mariscos
- Carolina Minte-Vera, Mark N. Maunder, Haikun Xu, Juan L. Valero, Cleridy E. Lennert-Cody, y Alexandre Aires-da-Silva. (2019). El atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental, 2019: evaluación de referencia. https://www.iattc.org/getattachment/dae3e480-4f1a-47d6-a9f9-d54ed4516e94/SAC-11-07_Evaluacion-de-referencia-del-atun-aleta-amarilla-2019.pdf
- Zambrano Santiago. (2024). “Análisis de las exportaciones de enlatados de atún hacia el mercado de España”. <https://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/6793/1/ULEAM-COM-0204.pdf>
- Fernández et al (1995). “Pescado ahumado artesanalmente. ensayos tecnológicos”. <https://www.probides.org.uy/imagenes/ckfinder/files/files/Documentos%20de%20Trabajo/DT10.pdf>
- Huicong Yu et al. "Cambios en las características de calidad del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) durante el almacenamiento en frío y su correlación con el

- deterioro lipídico". *Química de Alimentos: X* (2025). <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.103241> .
- G. Pais et al. "Análisis colorimétrico y determinación de histamina en muestras de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) comercializado en Cerdeña (Italia) mediante una combinación de métodos de cribado rápido y LC-MS/MS". *Foods* , 11 (2022). <https://doi.org/10.3390/foods11050639>.
 - Jing Bai et al. "Desarrollo de un método rápido de tira colorimétrica para la determinación de bases volátiles en dorado y atún". *Revista de ciencias de la alimentación* (2021). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15737>.
 - Daphne Jumilla-Lorenz et al. "Caracterización fisicoquímica y sensorial del músculo de atún crudo para el desarrollo de análogos de pescado de origen vegetal". *Heliyon* , 10 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38749> .
 - K. Mielcarek et al. "Composición proximal y valor nutritivo del pescado de agua dulce crudo, ahumado y encurtido". *Foods* , 9 (2020). <https://doi.org/10.3390/foods9121879>.
 - C. Pecoraro et al. "Uniendo todas las piezas: integrando el conocimiento actual sobre la biología, la ecología, el estado de la pesca, la estructura de la población y la gestión del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*)". *Reviews in Fish Biology and Fisheries* , 27 (2016): 811-841. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9460-z> .
 - Harianti et al. "Comparación nutricional de los desechos estomacales de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) fresco y cocinado a presión". *Revista Europea de Nutrición y Seguridad Alimentaria* (2025). <https://doi.org/10.9734/ejnfs/2025/v17i81797>.
 - E. Jääskeläinen et al. "La metabolómica y la diversidad bacteriana del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y el salmón (*Salmo salar*) envasados muestran un desarrollo de deterioro específico de cada especie durante el almacenamiento refrigerado". *Revista internacional de microbiología alimentaria* , 293 (2019): 44-52. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.12.021>.
 - MO Bhutia et al. "Prevalencia de genes de enterotoxinas y patrón de susceptibilidad antibacteriana de bacterias patógenas aisladas de productos pesqueros conservados tradicionalmente en Sikkim, India". *Control de Alimentos* (2021). <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108009>.
 - Aura Hidalgo et al. "Incidencia de *Vibrio parahaemolyticus*, *Coryphaena hippurus* (dorado) y *Thunnus alalunga* (albacora) en mercados de alta demanda de la ciudad

- de Guayaquil". *Revista Bionatura* 1 (2024).
<https://doi.org/10.21931/bj/2024.01.01.65>.
- B K. Bartáková et al. "El efecto de la interrupción de la cadena de frío en el perfil microbiológico del pescado refrigerado". *Revista de microbiología, biotecnología y ciencias de la alimentación* (2023). <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9883> .
 - Bermeo, E. F., Figueroa, L. R., & Ortiz, J. G. (2023). Identificación de *Staphylococcus aureus* en pescado fresco "Albacora" (*Thunnus alalunga*) en mercados de la ciudad de Cuenca - Ecuador. *Anatomía Digital*, 59.
 - Cardoza, M., & Olivas, J. (2025). Procesamiento de productos acuáticos: oportunidad para la creación de valor agregado en la industria pesquera y acuícola a través de proyectos estudiantiles. *Revista Mexicana de Agronegocios*.
 - Carvajal-García, A. V. (2015). *Calidad tecnológica y frescura del atún aleta amarilla*. Mexico: Universidad Sonora de México .
 - Castillo Gomez, D. S. (2024). *Colorimetría del Pescado en Tecnología de Alimentos III*. Pimentel PERU: escuela profesional de ingenierías agroindustrial .
 - Centeno, S., & Rodríguez, R. (2005). Evaluación microbiológica de pescados congelados producidos en Cumaná, estado Sucre, Venezuela. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*.
 - Freitas, J., & Lourenço, L. (2012). Evaluación de riesgos microbiológicos en una industria de procesamiento de pescado y propuesta de un sistema de gestión de calidad. Tesis doctoral. Obtenido de <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/4674>
 - Ladines Reyes, B. Y. (2018). *Determinar el número total de microorganismos aeróbicos mesófilos viables del pescado (recuento en placa o recuento total)*. Universidad Nacional Federico Villarreal, Miraflores, Lima.
 - Murrieta Huansi, L. A. (2022). Determinación del pH del pescado fresco.
 - Zapata, S. (2021). *Congreso nacional de color relacionados con pescados* . Alicante España : Universidad Miguel Hernández del Elche .
 - Alemán, M., K. K., & Uchiyama, H. (1982). Congelación parcial como medio para conservar la frescura del pescado.