

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**ANALISIS DE RIESGOS MICROBIOLOGICOS, FISICOS Y QUIMICOS EN EL
PROCESO DE PESCADO AHUMADO**

AUTOR:

HECTOR FELIPE MORALES MOLINEROS

TUTOR:

VICTOR OSWALDO OTERO TUÁREZ, PhD.

2025 (2)

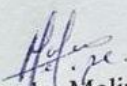
DECLARACION DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

DECLARACIÓN DEL AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro MORALES MOLINEROS HECTOR FELIPE, en calidad de autor del presente trabajo de titulación, en la modalidad de PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, con el tema: **“Análisis de riesgos microbiológicos, físicos y químicos en el proceso de pescado ahumado”**, es de mi 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



Morales Molineros
Héctor Felipe
C.I: 1351307564

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

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

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:

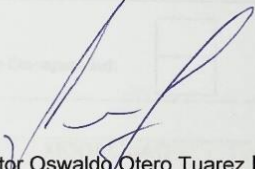
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Morales Molineros Héctor Felipe, legalmente matriculado/a en la carrera de AGROINDUSTRIA período académico 2025(2), cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto técnico de investigación es **“Análisis de riesgos microbiológicos, físicos y químicos en el proceso de pescado ahumado”**

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

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 mi madre, 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.

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!

Resumen

El pescado ahumado es un alimento que se consume mucho en las regiones costeras de Ecuador porque su valor nutricional es alto, tiene una mayor vida útil que el pescado fresco y además es aceptable sensorialmente. Sin embargo, a lo largo de su procesamiento pueden surgir variados riesgos químicos, físicos y microbiológicos que ponen en peligro la seguridad alimentaria y la salud del consumidor. El objetivo de este estudio fue examinar los riesgos fisicoquímicos y microbiológicos que se encuentran en la fabricación de pescado ahumado, con el propósito de detectar posibles amenazas y comprobar si se siguen las regulaciones nacionales e internacionales sobre seguridad. El pescado fresco, que fue comprado en la playa Playita Mía, situada en el cantón de Manta, provincia de Manabí, fue la materia prima empleada; se procesó en las instalaciones de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. El proceso de ahumado se llevó a cabo en condiciones controladas, con una temperatura de 75 °C durante un periodo de 2 horas. Los riesgos microbiológicos, que incluyen levaduras, mohos, enterobacterias y aerobios mesófilos, se evaluaron calculando el pH; los riesgos físicos, inspeccionando cuerpos ajenos; y los químicos, midiendo la concentración de sal y la histamina y analizando los olores y sabores extraños desde un punto de vista sensorial. Las deducciones manifestaron que el producto final no albergaba microorganismos indicadores y que las concentraciones de histamina y sal eran menores a los límites máximos fijados por el Codex Alimentarius. Esto nos puede indicar que el proceso de pescado ahumado resulto una técnica eficaz para así garantizar la seguridad e inocuidad del pescado ahumado.

Palabras clave:

Pescado ahumado; salinidad; inocuidad alimentaria; HACCP; histamina; peligros microbiológicos.

Abstract

Smoked fish is a food widely consumed in the coastal regions of Ecuador because it is highly nutritious, has a longer shelf life than fresh fish, and is also sensorially acceptable. However, throughout its processing, various chemical, physical, and microbiological hazards may arise that jeopardize food safety and consumer health. The objective of this study was to examine the physicochemical and microbiological risks present in the production of smoked fish, with the aim of identifying potential hazards and verifying

compliance with national and international safety regulations. Fresh fish, purchased at Playita Mía beach in the canton of Manta, Manabí province, served as the raw material; it was processed at the facilities of the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. The smoking process was carried out under controlled conditions at a temperature of 75 °C for a period of two hours. Microbiological hazards, including yeasts, molds, Enterobacteriaceae, and mesophilic aerobes, were assessed by measuring pH; physical hazards by inspecting for foreign bodies; and chemical hazards by measuring salt and histamine concentrations and by sensory analysis of off-odors and off-flavors. The findings indicated that the final product did not contain indicator microorganisms and that histamine and salt concentrations were below the maximum limits set by the Codex Alimentarius. This may indicate that the fish-smoking process proved to be an effective technique for ensuring the safety and wholesomeness of the smoked fish.

Keywords:

Smoked fish; salinity; food safety; HACCP; histamine; microbiological hazards.

Índice

Resumen	6
Abstract	6
1. Introducción	11
1.1. Marco teórico.....	12
A nivel global, el pescado ahumado es un alimento que tiene una gran importancia tanto a nivel nutricional como económico. Debido a que tiene un contenido elevado de ácidos grasos omega-3, micronutrientes y proteínas, es un alimento fundamental en una dieta balanceada (FAO, 2022). Asimismo, el ahumado es un procedimiento tradicional que ayuda a extender la duración del producto y a optimizar sus propiedades organolépticas. No obstante, si durante su procesamiento no se manejan de manera adecuada las condiciones físico-químicas y microbiológicas, este podría plantear un peligro para la inocuidad de los alimentos (Olivares et al., 2014).	12
Riesgos microbiológicos	12
Importancia del análisis de riesgos	13
Según la Comisión del Codex Alimentarius (2013), es fundamental implementar las BPM y el sistema HACCP en el sector pesquero con el fin de proteger las características sensoriales del producto y disminuir la posibilidad de contaminación. Además, la instauración de controles analíticos periódicos y la formación técnica de los empleados refuerzan la seguridad alimentaria y la confianza del cliente (Freitas et al., 2019).....	14
1.2. Planteamiento del problema	14
1.3. Justificación.....	15
2. Metodología	16
2.1. Origen de la materia prima	16
2.2. Zona de estudio	16
2.3. Diagrama de proceso del pescado ahumado.....	17
2.3.1. Recepción de la materia prima	18
2.3.2. Selección y clasificación.....	18
Fig 2. Selección y clasificación del pescado fresco para el proceso ahumado.	18
2.3.3. . Lavado	19
2.3.4. Eviscerado	19

Fig. 4	Eviscerado del pescado fresco para el proceso de pescado ahumado.....	20
2.3.5.	Fileteado / Obtención de lomos	20
Fig. 5	Fileteado y obtención de lomos del pescado fresco para el proceso de pescado ahumado.....	20
2.3.6.	Lavado final	20
2.3.7.	Salado	21
Fig. 7	salado del pescado para el proceso de pescado ahumado	21
2.3.8.	Escurreido	21
Fig. 8	escurreido del pescado para el proceso de pescado ahumado	22
2.3.9.	Ahumado	22
Figura 9.	Ahumado de los lomos de pescado	22
2.3.10.	Enfriamiento	22
Fig. 10	enfriamiento del pescado ahumado	23
2.4.	Diseño experimental	23
2.5.	Recolección y análisis de los datos	25
2.6.	Riesgos microbiológicos (aerobios mesofilos, mohos y levaduras y enterobacterias)	25
2.7.	Riesgos físicos	26
2.8.	Riesgos químicos	26
2.8.1.	Análisis de sal	27
2.8.2.	Acidez	27
2.8.3.	Histamina método de ELISA	28
2.8.4.	Olor y sabor a detergentes	29
3.	RESULTADOS	30
3.1.	Análisis microbiológicos	30
3.2.	Análisis físicos	30
3.3.	Análisis químicos	31
4.	DISCUSIÓN	33
5.	CONCLUSIÓN	35
6.	RECOMENDACIÓN	36

7. BIBLIOGRAFIA	37
10. ANEXOS.....	39

1. Introducción

En las últimas décadas, el consumo de pescado ha experimentado un notable incremento debido a su elevado valor nutricional, en particular por su abundancia en proteínas de excelente calidad, ácidos grasos omega-3 y micronutrientes vitales (FAO, 2022). Dentro de las técnicas tradicionales de preservación del pescado, el ahumado se ha usado extensamente, dado a que incrementa tanto su vida útil como sus características organolépticas. No obstante, este procedimiento también puede conllevar ciertos peligros para la seguridad alimentaria si no se supervisan correctamente las condiciones microbiológicas y fisicoquímicas durante su preparación (Olivares et al., 2014).

Varias investigaciones han demostrado que el pescado ahumado, en particular el procesado bajo condiciones artesanales o semiindustriales, puede funcionar como un medio de transporte para microorganismos patógenos como la *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* y *Salmonella* spp_ (Figuera et al., 2005). Específicamente, -la *L. monocytogenes* constituye un riesgo significativo debido a su habilidad para desarrollarse a temperaturas bajas y su resistencia a la sal, lo que la hace un peligro constante incluso en productos refrigerados y envasados al vacío (FAO/WHO, 2006).

Más allá de los peligros microbiológicos, también se debe tener en cuenta los riesgos fisicoquímicos. Uno de los procesos más destacados es la presencia de histamina, una amina biógena generada por bacterias a partir de la descomposición de la histidina en especies de pescado azul, como en el atún (Emborg & Dalgaard, 2006). La acumulación excesiva de histamina puede provocar intoxicaciones alimenticias llamadas escombroidosis (Quirónsalud, 2019). En contraposición, el proceso de ahumado tiene la capacidad de producir contaminantes como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), que han sido categorizados como potencialmente carcinogénicos por entidades internacionales como la “International Agency for Research on Cancer“, (IARC, 2012).

1.1.Marco teórico

A nivel global, el pescado ahumado es un alimento que tiene una gran importancia tanto a nivel nutricional como económico. Debido a que tiene un contenido elevado de ácidos grasos omega-3, micronutrientes y proteínas, es un alimento fundamental en una dieta balanceada (FAO, 2022). Asimismo, el ahumado es un procedimiento tradicional que ayuda a extender la duración del producto y a optimizar sus propiedades organolépticas. No obstante, si durante su procesamiento no se manejan de manera adecuada las condiciones físico-químicas y microbiológicas, este podría plantear un peligro para la inocuidad de los alimentos (Olivares et al., 2014).

Riesgos microbiológicos

Los riesgos microbiológicos en el pescado ahumado se asocian principalmente a la presencia de microorganismos patógenos capaces de sobrevivir o desarrollarse bajo las condiciones del proceso. Entre los más comunes se encuentran *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Figuera et al., 2005; Huss et al., 1995).

La *Listeria monocytogenes* es particularmente peligrosa debido a su capacidad para desarrollarse a bajas temperaturas y resistir ambientes salinos, lo que le permite sobrevivir incluso en productos refrigerados y envasados al vacío (FAO/WHO, 2006). Al igual que *Clostridium botulinum*, que puede producir toxinas botulínicas en condiciones anaeróbicas, *Salmonella* spp. y *E. coli* son marcadores de contaminación fecal, lo cual muestra deficiencias higiénicas en la gestión del producto final o de la materia prima (Regalado, 2024).

La aplicación de sistemas de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), la verificación constante de la humedad y la temperatura durante el ahumado y el almacenamiento, además del uso de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), son necesarios para controlar estos microorganismos (FAO, 2005).

Riesgos químicos

Los riesgos físicoquímicos comprenden aquellos contaminantes que afectan la composición y calidad del pescado. Durante el proceso de ahumado pueden formarse hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) debido a la combustión incompleta de la

madera utilizada, los cuales han sido clasificados como potencialmente carcinogénicos por la International Agency for Research on Cancer (IARC, 2012).

Asimismo, la formación de histamina constituye otro riesgo relevante. Esta amina biógena se produce debido a la actividad de bacterias sobre la histidina, en particular en especies de pescado azul como el atún. La histamina en niveles altos puede ocasionar intoxicaciones alimentarias que se denominan escombroidosis, las cuales presentan síntomas tanto digestivos como alérgicos (Quirónsalud, 2019; Emborg & Dalgaard, 2006).

Otros factores fisicoquímicos, como el nivel de pH, la concentración salina, el contenido de humedad y la actividad acuosa (a_w), tienen un impacto directo en la estabilidad del producto final y en su proliferación microbiana (Durruty, 2013).

Riesgos físicos

Los riesgos físicos en el pescado ahumado incluyen la presencia accidental de materiales extraños como fragmentos de metal, astillas de madera, vidrio, cabello o plástico, los cuales pueden introducirse durante la manipulación o por fallas en los equipos de procesamiento. Estos objetos no alteran la composición química del alimento, pero representan un riesgo directo para la seguridad del consumidor (Olmos & Jones, 2023). La prevención de estos peligros requiere controles rigurosos de limpieza, mantenimiento y revisión de los equipos utilizados en las distintas etapas del procesamiento y envasado.

Importancia del análisis de riesgos

El análisis integral de riesgos microbiológicos, físicos y químicos permite establecer estrategias de control que garanticen la inocuidad del pescado ahumado. El sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) es una herramienta reconocida internacionalmente que identifica las etapas más vulnerables del proceso y define medidas preventivas para asegurar la calidad sanitaria del producto (Pan American Health Organization [PAHO], s.f.).

Según la Comisión del Codex Alimentarius (2013), es fundamental implementar las BPM y el sistema HACCP en el sector pesquero con el fin de proteger las características sensoriales del producto y disminuir la posibilidad de contaminación. Además, la instauración de controles analíticos periódicos y la formación técnica de los empleados refuerzan la seguridad alimentaria y la confianza del cliente (Freitas et al., 2019).

1.2. Planteamiento del problema

En Ecuador, específicamente en la provincia de Manabí, ahumar pescado es una práctica que se remonta a tiempos antiguos y es habitual en las zonas costeras. Esta técnica no solo conserva el pescado, sino que también le añade valor. No obstante, este procedimiento conlleva numerosos peligros microbiológicos que pueden poner en riesgo la seguridad de los alimentos y la salud pública (Regalado, 2024).

En los últimos años, el consumo de pescado ahumado ha crecido considerablemente gracias a su sabor singular, su relevancia nutricional y su larga durabilidad. Sin embargo, este producto puede constituir un peligro potencial para la salud pública, si no se respetan rigurosamente las buenas prácticas de producción e inocuidad alimentaria durante su procesamiento. La contaminación microbiana y las alteraciones fisicoquímicas pueden suceder en diferentes fases del proceso de ahumado, particularmente si no se regulan correctamente factores como la temperatura, el periodo de exposición al humo, las condiciones de almacenaje y el manejo del producto (Codex Alimentarius-Commission, 2013).

En productos de pescado ahumado, incluyendo aquellos que cumplen con las regulaciones vigentes, se han encontrado agentes patógenos como *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, según diversas investigaciones.

Desde esta perspectiva, la protección de la salud del consumidor requiere un enfoque integral que no se limite únicamente a la detección de peligros, sino que también promueva el fortalecimiento de los sistemas de control sanitario y la mejora continua de la calidad del producto final, especialmente en pequeñas y medianas empresas procesadoras de productos pesqueros. Sin embargo, en múltiples regiones se observa una escasez de estudios científicos específicos sobre los riesgos asociados al pescado

ahumado, lo cual dificulta el diseño de regulaciones técnicas adaptadas a contextos locales y limita la implementación eficaz de herramientas preventivas como el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP), (López-Caballero et al., 2001; EFSA, 2018).

Para proteger la salud pública, es importante no solo reconocer y valorar estos riesgos, sino además para aumentar los estándares de calidad del producto final y reforzar las habilidades de control sanitario en pequeñas y medianas compañías procesadoras. Asimismo, debido a que hay muy pocas publicaciones científicas en varias áreas acerca de los riesgos particulares relacionados con el pescado ahumado, la elaboración de normativas específicas y la implementación de sistemas eficaces para garantizar la seguridad alimentaria, como el HACCP, se ven restringidas.

1.3. Justificación.

El pescado ahumado es un alimento que se acepta muy bien dentro de la dieta humana, debido a que su perfil nutricional tiene proteínas de gran calidad y ácidos grasos esenciales. Asimismo, el método tradicional que se utiliza para procesarlo lo enriquece. Sin embargo, si no se controla correctamente durante el proceso de elaboración, este producto puede estar expuesto a varios riesgos microbiológicos, físicos y químicos que pueden poner en peligro la inocuidad alimentaria. Por ejemplo, el aumento de microorganismos dañinos como *Listeria monocytogenes* ha provocado que se retiren productos ahumados en varios países debido al riesgo que representan para la salud de las personas, Mérida, D. (2025, 13 octubre).

Por otra parte, desde el punto de vista de las normas internacionales, las recomendaciones del Codex Alimentarius definen límites concretos para compuestos que impactan la inocuidad, tal como la histamina que no debería sobrepasar los 20 mg/100 g en productos de especies vulnerables si se quiere reducir los impactos negativos en la salud humana. Esto enfatiza lo necesario que es supervisar y regular de manera estricta los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos durante todo el proceso de producción, desde la llegada de la materia prima hasta el producto terminado.

Por ende, es imprescindible llevar a cabo este estudio para generar datos técnicos que puedan ser verificados, implementar el HACCP para facilitar la detección de puntos críticos de control y proponer medidas de mitigación adecuadas que refuercen la

seguridad alimentaria del pescado ahumado producido en la zona costera de Manta. Además, los resultados contribuirán a reducir las brechas de conocimiento, promover prácticas adecuadas en procesos convencionales y apoyar a los productores a implementar sistemas de gestión que cumplan con las demandas internacionales para la inocuidad alimentaria.

2. Metodología

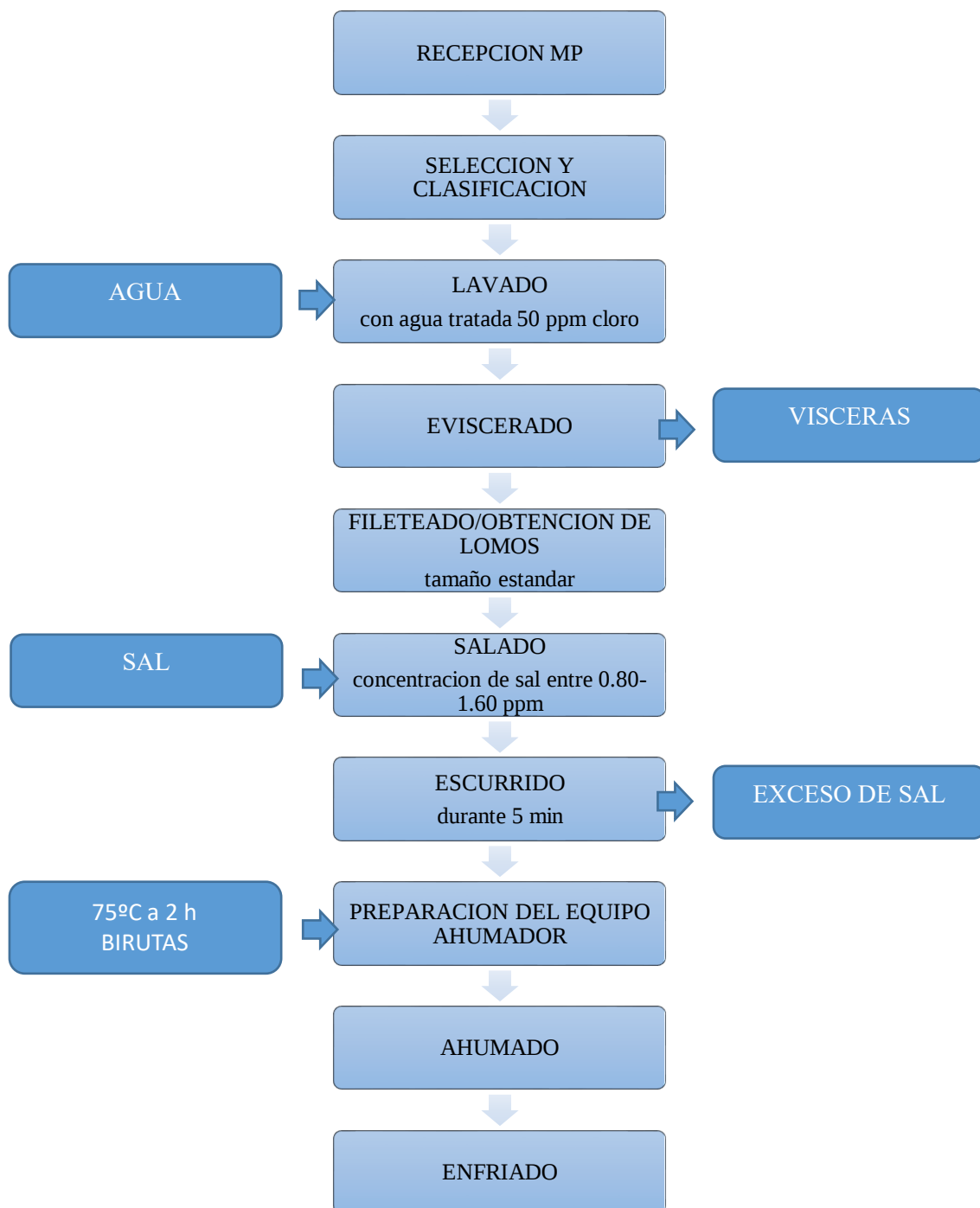
2.1. Origen de la materia prima

La materia prima utilizada en la presente investigación correspondió a pescado fresco apto para consumo humano con una cantidad de 20 g adquirido directamente en la playa Playita Mía, ubicada en el cantón Manta, provincia de Manabí. La elección del pescado se llevó a cabo en estado fresco, teniendo en cuenta factores sensoriales como el color natural, la textura firme, la falta de indicios visibles de deterioro y un olor característico del mar. Después, la materia prima fue llevada a las instalaciones de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí bajo condiciones de refrigeración controladas, con el fin de mantener sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas antes del comienzo del proceso experimental para crear pescado ahumado.

2.2. Zona de estudio

El estudio se desarrolló en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, específicamente en la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, donde se realizaron tanto las actividades experimentales de procesamiento como los análisis de laboratorio. Esta institución cuenta con las instalaciones, equipos y condiciones necesarias para la ejecución de investigaciones en el área de alimentos, permitiendo el control adecuado de variables como temperatura, tiempo y condiciones higiénico-sanitarias durante el desarrollo del proceso de ahumado y la evaluación de los riesgos asociados.

1.1. Diagrama de proceso del pescado ahumado



2.2.1. Recepción de la materia prima

Se recibió el pescado fresco proveniente de la playa Playita Mía (Manta), verificando su estado general, temperatura, olor y apariencia para asegurar que sea apto para el procesamiento (Fig.1).



Figura 1. Recepción del pescado fresco para el procesamiento del pescado ahumado

2.2.2. Selección y clasificación

Se eliminaron peces que presenten signos de deterioro y se clasifican los ejemplares según tamaño y estado físico para garantizar uniformidad en el proceso (Fig. 2)



Fig 2. Selección y clasificación del pescado fresco para el proceso ahumado.

2.2.3. . Lavado

Se realizó un lavado inicial con agua potable para eliminar suciedad, restos de arena, sangre y posibles contaminantes externos (Fig. 3).



Fig. 3 Lavado del pescado fresco

2.2.4. Eviscerado

Se retiraron las vísceras manualmente, evitando la ruptura del tracto digestivo para prevenir contaminación microbiológica del músculo (Fig. 4).



Fig. 4 Eviscerado del pescado fresco para el proceso de pescado ahumado.

2.2.5. Fileteado / Obtención de lomos

Se separaron los lomos del pescado, retirando espinas, piel y partes no comestibles, según el diseño del experimento (Fig. 5).



Fig. 5 Fileteado y obtención de lomos del pescado fresco para el proceso de pescado ahumado.

2.2.6. Lavado final

Los lomos obtenidos se lavaron nuevamente con agua potable para eliminar residuos generados durante el fileteado (Fig. 6).



Fig. 6 lavado final de los lomos de pescado fresco para el proceso de pescado ahumado

2.2.7. Salado

Los lomos se sometieron a salado (seco o en salmuera), con el objetivo de reducir la actividad de agua, mejorar el sabor y contribuir al control microbiológico (Fig. 7).



Fig. 7 salado del pescado para el proceso de pescado ahumado

2.2.8. Escurrido

Se eliminaron los excesos de sal y líquido superficial antes del secado, evitando una concentración excesiva de sal en el producto final (Fig. 8).



Fig. 8 escurrido del pescado para el proceso de pescado ahumado

2.2.9. Ahumado

El pescado se sometió al proceso de ahumado bajo condiciones controladas de **temperatura (75 °C)** y **tiempo (2 horas)**, según el diseño experimental (Fig. 9.)



Figura 9. Ahumado de los lomos de pescado

2.2.10. Enfriamiento

Una vez finalizado el ahumado, el producto se enfrió a una temperatura ambiente controlada para evitar condensación y proliferación microbiana (Fig. 10).



Fig. 10 enfriamiento del pescado ahumado

2.3. Diseño experimental

La investigación se desarrolló bajo un **Diseño Completamente al Azar (DCA) con un solo tratamiento**, con el objetivo de evaluar los **riesgos microbiológicos, físicos y químicos** presentes en el proceso de elaboración de pescado ahumado bajo condiciones controladas de ahumado.

El proceso experimental se realizó utilizando **una temperatura fija de 75 °C y un tiempo de ahumado constante de 2 horas**, parámetros seleccionados por ser representativos de un ahumado caliente efectivo y adecuados para la reducción microbiana, sin comprometer las características sensoriales del producto.

Al no existir variación en los factores de temperatura y tiempo, **no se aplicó un diseño factorial**, sino un tratamiento único, el cual fue evaluado mediante análisis microbiológicos, físicos y químicos realizados en laboratorio. Este enfoque permitió caracterizar el nivel de riesgo asociado al producto final y verificar su cumplimiento con los límites establecidos por las normas de inocuidad alimentaria.

Variables independientes

Factor A: Temperatura del ahumado

- Temperatura a 75°C

Factor B: Tiempo de ahumado

- Tiempo de 2 horas

Variables Dependientes

Riesgos microbiológicos

- Recuentos totales de aerobios mesófilos
- Mohos y levaduras
- Enterobacterias

Riesgos físicos

- Vidrio
- Cabello
- Astillas de madera
- Trozo de metal

Riesgos químicos

- Acidez
- Altos niveles de sal
- Histamina
- Olor y sabor a detergentes

Tipo de diseño

Este estudio se llevará a cabo con una metodología cualitativa, descriptiva y experimental, enfocada en determinar los riesgos biológicos, físicos y químicos involucrados en el proceso de producción de pescado ahumado, con el objetivo de detectar los aspectos críticos de control y sugerir acciones que aseguren la seguridad y la calidad del producto final (FAO, 2005).

Tratamientos

La distribución de los tratamientos del diseño experimental se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos para la evaluación sensorial del pescado ahumado

Tratamiento	Temperatura	Tiempo	Humedad
T1	75 °C	2 h	60%

2.4. Recolección y análisis de los datos

Se recogieron y examinaron las muestras (20 g) en diversas fases del proceso de producción por triplicada para cada tratamiento de estudio concretamente en las etapas de: recepción de la materia prima y post ahumado. Se llevaron a cabo un muestreo planeado, teniendo en cuenta un total de 6 muestras recolectadas en situaciones reales de procesamiento. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio en condiciones de enfriamiento para evitar la proliferación de microorganismos.

2.5. Riesgos microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras y enterobacterias)

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 de 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 procede a verter el agar en las placas Petri a un espesor de 3-4 mm.

Por último se realizó la siembra. Las placas se incubaron de manera invertida a una temperatura de 30 °C por 48 horas en una incubadora (Mettler). Cada tratamiento se lo realizó por triplicado para llegar a un resultado más exacto.

Enterobacteria

En el recuento de enterobacteria se ejecutó con el agar Bilis Rojo Glucosa Violeta (VRBG: Violet Red Bile Glucose Agar), del agar se peso 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.

Las placas fueron incubadas a una temperatura de 37 °C por 24 horas de forma invertida.

Staphylococcus

Se empleó 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.

Las placas fueron incubadas a una temperatura de 37 °C por 24 horas de forma invertida.

2.6. Riesgos físicos

Se analizó la materia prima en el momento en que se empezaron a realizar las pruebas las cuales en este efecto fueron netamente con los sentidos por lo tanto se observó si la materia prima contenía vidrios, astillas, cabello y trozos de metal, los cuales estos pueden llegar a presentarse por la mala manipulación del pescado en el momento de captura y a lo largo de la cadena de conservación.

2.7. Riesgos químicos

Los materiales, reactivos y equipos que se utilizaron a lo largo de todo el proceso de pescado ahumado fueron los siguientes:

Tabla 1. Materiales, reactivos y equipos usados para el análisis

Materiales y reactivos	Equipos
Matraces	Equipo completo para determinar histamina por metodo de ELISA
Pipetas	Balanza analitica
Probetas	Equipo de proteccion personal

Bureta	Computador portatil
Papel filtro	
Micropipetas	
Puntas para micropipeta	
Vasos de precipitacion	
Vasos pequeños de plastico	
Cromtato de potasio	
Nitrato de plata	
Agua destilada	
Fenostaleina	

También se detallará a continuación el paso a paso debidamente correcto para los análisis correspondientes y así poder obtener los resultados deseados:

2.7.1. Análisis de sal

1. Se pesó 10 g de la muestra (composito)
2. Se colocó el composito previamente pesado en un vaso de licuadora.
3. Se midió 90 ml de agua destilada en una probeta
4. En el vaso de licuadora se añadió los 90 ml de agua destilada con los 10 g de muestra
5. Se licuo hasta homogenizar.
6. Se preparó un vaso de precipitación con un embudo de papel filtro
7. Se filtró la muestra en el vaso de precipitación
8. De la muestra filtrada se tomó 10 ml con una pipeta y colocamos en un matraz
9. Seguidamente se añadió el indicador (cromato de potasio) 1 ml con otra pipeta distinta
10. Se homogenizo con el indicador
11. Se tituló desde la bureta gota a gota con el reactivo (nitrato de plata al 0.1N) con agitación constante hasta observar un cambio permanente a color rojo ladrillo. Se anotó el volumen consumido en ml.

2.7.2. Acidez

1. Se pesó 10 g de la muestra (composito)

2. Se colocó el composito previamente pesado en un vaso de licuadora.
3. Se midió 90 ml de agua destilada en una probeta
4. En el vaso de licuadora se añadió los 90 ml de agua destilada con los 10 g de muestra.
5. Se licuo hasta homogenizar.
6. Se preparó un vaso de precipitación con un embudo de papel filtro
7. Se filtró la muestra en el vaso de precipitación
8. De la muestra filtrada se tomó 10 ml con una pipeta y se colocó en un matraz
9. Seguidamente se añadió el indicador Fenostaleina 3gotas
10. Se homogenizo con el indicador
11. Se tituló desde la bureta gota a gota con agua destilada y agitación constante hasta observar un cambio permanente a violeta. Se anotó el volumen consumido en ml.

2.7.3. Histamina método de ELISA

1. Se pesó 10 g de la muestra (composito)
2. Se colocó el composito previamente pesado en un vaso de licuadora.
3. Medimos 190 ml de agua destilada en una probeta
4. En el vaso de licuadora se añadió los 190 ml de agua destilada con los 10g de muestra
5. Se licuo hasta homogenizar.
6. Se preparó 3 vasos de precipitación con un embudo de papel filtro
7. Se filtró la muestra en los vasos de precipitación.
8. Se preparó 3 vasos pequeños de plástico para el primer reactivo que es Dilution Bufer en una cantidad de 450 μm .
9. Se preparó a un lado la placa que llevara los pocillos verdes y transparentes que después se usara.
10. De la muestra filtrada se tomó 50 μm con micropipeta única con punta azul y se colocó 50 μm en cada vaso pequeño de plástico para que se mezcle con el Dilution Bufer.
11. Se toma el siguiente reactivo que es el Detection Solution con una micropipeta a una medida de 100 μm y se los coloca en los pocillos verdes que vienen en el pack del equipo para histamina.

12. Se tomó la micropipeta de 100 μm y se recogió de la muestra la cantidad necesaria para luego mezclar 3 veces con la misma micropipeta en el pocillo verde sin sacar la punta del pocillo y luego se traspasó a los pocillos finales (transparentes).
13. Se realizó el anterior paso con las 3 muestras que tenemos.
14. Una vez teniendo listos los pocillos transparentes con la mezcla de los reactivos y la muestra se dejó reposar 10 min.
15. Una vez pasado los 10 min se procedió a lavar los pocillos transparentes 5 veces con una solución de agua destilada.
16. Ya lavados los pocillos nos aseguramos que no contengan burbujas y se las seco bien dando pequeños golpecitos con un poco de papel para asegurar que no tenga burbujas.
17. Se volvió a colocar los pocillos transparentes en la placa en orden según como estaban y como vayan dentro del equipo de análisis
18. Seguidamente se usó el ultimo reactivo que es el Substrate con una micropipeta de 100 μm y se añadió a los pocillos transparentes.
19. Se dejó reposar por 10 min
20. Pasados los 10 min se llevó la placa al equipo para su correspondiente análisis
21. Se conectó el equipo de histamina a la computadora.
22. Se abrió el programa correspondiente y se ingresó los datos necesarios para que el equipo analice correctamente.
23. Una vez todo listo en la computadora se insertó la placa con las muestras al equipo.
24. Finalmente se obtuvo los resultados mediante el equipo de histamina y se analizó los resultados.

2.7.4. Olor y sabor a detergentes

Se analizó mediante nuestros sentidos organolépticos si contiene la materia prima alguno de estos factores para así cualificar de manera correcta.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis microbiológicos

Según la tabla 2 podemos observar que en cada parámetro analizado se pudo determinar que no existe crecimiento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras y tampoco presencia de enterobacterias, por lo cual la materia prima se encontraba en excelentes condiciones para el correspondiente proceso.

Tabla 2. Resultados de los análisis microbiológicos

Tratamiento	Aerobios mesófilos (UFC/g)	Mohos y levaduras (UFC/g)	Enterobacterias (UFC/g)
T1 (75°C–2h)	Sin presencia de aerobios mesófilos	Sin presencia de mohos y levaduras	Sin presencia de enterobacterias

3.2. Análisis físicos

Recepción de la materia

Dentro de los análisis físicos podemos destacar dentro de la tabla 3 que hubo una discrepancia en el apartado de cabello ya que se encontró en el pescado un pequeño cabello en donde rápidamente se tomó las respectivas medidas de limpieza para preservar el alimento y así este no pueda afectar directamente en las calidades sensoriales del producto final y tampoco afecte al tratamiento de este proceso.

Tabla 3. Resultados de los análisis de los riesgos físicos

Tratamiento	Tratamiento 1 75°C a 2h		Observaciones
	Sí presenta	No presenta	
Vidrio		No	
Cabello	Si		Se encontró un pequeño cabello en la parte ventral del pescado

Tratamiento	Tratamiento 1 75°C a 2h		Observaciones
Astillas de madera		No	
Trozos de metal		No	

3.3. Análisis químicos

Recepción de la materia prima

Las pruebas químicas efectuadas al pescado ahumado según la tabla 4, que se realizaron a 75 °C durante un período de 2 horas, muestran una acidez del 6,5 %. Esto está relacionado con las alteraciones fisicoquímicas características del proceso térmico y con la posible emisión de ácidos orgánicos en el transcurso del ahumado. La muestra analizada mostraba olor a combustible, lo que indica una contaminación potencial originada por el tipo de material que se empleó para crear el humo o por un control deficiente de la combustión en el proceso de ahumado. En cambio, se observó la ausencia de olor a detergente, lo que sugiere que las prácticas de limpieza y enjuague se aplicaron adecuadamente.

Tabla 4. Resultados de los análisis de acidez, olor a combustible y olor a detergentes

Tratamiento	Tratamiento 1 75°C a 2h
Acidez %	6.5
Olor a combustible	Si
Olor a detergentes	No

También la tabla 5 arroja los resultados de histamina realizado por el método de ELISA el cual nos proporcionó datos aceptables y dentro del rango según la normas que es hasta 50ppm, además encontramos las variaciones entre los datos de la materia prima y los datos del post-ahumado los cuales son entendibles ya que el método de ahumado es un método de conservación el cual nos ayuda a mantener de una mejor manera las cualidades

y características sensoriales del pescado disminuyendo así los puntos críticos como lo es la concentración de HISTAMINA.

Tabla 5. Resultados de los análisis de histamina tanto en la recepción de materia prima como en el post-ahumado

HISTAMINA MP		
Tratamiento	Tratamiento 1 75°C a 2h Concentración ppm	Observaciones
Muestra 1	6.18	Ninguna
Muestra 2	8.04	Ninguna
Muestra 3	3.53	Ninguna
HISTAMINA POST AHUMADO		
Tratamiento	Tratamiento 1 75°C a 2h Concentraci3n ppm	Observaciones
Muestra 1	0.63	Ninguna
Muestra 2	3.14	Ninguna
Muestra 3	4.54	Ninguna

Por otro lado en la tabla 6 se puede ver que los resultados obtenidos se encuentran en los rangos aceptables dentro de las normas de concentración de sal en un pescado fresco tanto en la recepción de materia prima como en el post-ahumado la cual su rango máximo es de 2.5%, también se observó variaciones en los datos teniendo en cuenta que los datos de post-ahumado incrementaron relativamente debido al proceso de Ahumado a causa de diversos factores como el calor, el tiempo de cocción y las virutas utilizadas que pudieron incidir en el aumento de sal.

Tabla 6. Resultados de los análisis de concentración de sal tanto en la recepción de materia prima como en el post-ahumado

CONCENTRACION DE SAL MP		
Tratamiento	Tratamiento 1 75°C a 2h %	Observaciones
Muestra 1	0.87	Ninguna
Muestra 2	0.70	Ninguna
Muestra 3	1.57	Ninguna
CONCENTRACION DE SAL POST AHUMADO		
Tratamiento	Tratamiento 1 75°C a 2h	Observaciones
Muestra 1	1.16	Ninguna
Muestra 2	1.57	Ninguna
Muestra 3	0.46	Ninguna

4. DISCUSIÓN

El pescado ahumado procesado a 75 °C durante 2 horas no presenta en su producto final ningún tipo de enterobacterias, aerobios mesófilos, mohos ni levaduras, según se desprende de los análisis microbiológicos. Estos resultados señalan que las condiciones de temperatura empleadas durante el ahumado fueron efectivas para disminuir la carga microbiana hasta niveles indetectables, lo cual coincide con lo expuesto por Huss et al. (1995), quienes sostienen que los tratamientos térmicos de más de 65 °C, aplicados durante períodos apropiados, son útiles para controlar microorganismos indicadores y patógenos en productos pesqueros ahumados.

La carencia de enterobacterias en el producto final indica un apropiado control de la higiene a lo largo de las fases de recepción, manipulación y procesamiento del pescado, dado que estos microorganismos se emplean con frecuencia como marcadores de contaminación fecal y deficiencias en las prácticas higiénicas (FAO/WHO, 2006). En esta

dirección, los hallazgos obtenidos apoyan que la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) es esencial para prevenir problemas en la producción de productos pesqueros ahumados (Codex Alimentarius Commission, 2013).

En lo que respecta a los riesgos físicos, el hallazgo puntual de un cabello en la fase de recepción de la materia prima demuestra que, aunque el proceso térmico posterior reduce considerablemente los peligros microbiológicos, continúan existiendo riesgos físicos relacionados sobre todo con la manipulación inicial del pescado. Olmos y Jones (2023) han descrito a esta clase de contaminantes como uno de los riesgos más comunes en procesos semiindustriales y artesanales, lo que destaca la necesidad de implementar controles estrictos de higiene individual y procedimientos estandarizados de limpieza desde las primeras etapas del proceso.

En lo que respecta a los peligros químicos, las concentraciones de histamina en la materia prima oscilan entre 3.53 y 8.04 ppm; sin embargo, tras el ahumado se detectaron niveles más bajos, con un máximo de 4.54 ppm. Según el Codex Alimentarius, que establece un límite de 50 ppm para productos pesqueros susceptibles a la formación de histamina (Codex Alimentarius Commission, 2013), estos resultados son notablemente inferiores al máximo permitido. Se observa una disminución de la histamina después del ahumado, lo cual coincide con los hallazgos de Emborg y Dalgaard (2006), que indican que es posible reducir la actividad de las bacterias descarboxilantes que generan dicha amina biógena mediante tratamientos térmicos apropiados.

Según las sugerencias técnicas de la FAO (2005), el contenido de sal hallado en la materia prima y en el producto final tras el ahumado fue menor al 2,5 %, lo que se considera adecuado para los productos de pescado ahumado. El fenómeno ampliamente documentado en los procesos de conservación por deshidratación parcial (Durruty, 2013) que consiste en la pérdida de humedad durante el tratamiento térmico puede explicar el aumento relativo de la concentración de sal que se observó después del ahumado. Sin embargo, los valores documentados no constituyen un peligro químico para el consumidor ni deterioran las propiedades sensoriales del producto.

Respecto a los parámetros sensoriales vinculados a riesgos químicos, el hecho de que se perciba olor a combustible en la fase inicial podría estar vinculado al tipo de material combustible empleado durante el ahumado. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, 2012) ha destacado este punto como un elemento

importante, ya que una combustión deficiente puede producir hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), elementos con potencialidad de cancerígenos. La identificación de olores anormales a través de la detección sensorial, aunque no se cuantificaron HAPs en el presente estudio, pone de relieve que es necesario supervisar estrictamente las condiciones bajo las cuales se produce humo y los materiales que se emplean.

5. CONCLUSIÓN

Los hallazgos del estudio actual indican que el proceso de producción de pescado ahumado a 75 °C durante dos horas asegura la inocuidad microbiológica del producto final, lo cual se demuestra por la falta de levaduras, mohos, enterobacterias y aerobios mesófilos. Como indican estos resultados, el tratamiento térmico aplicado es efectivo para disminuir los principales peligros microbiológicos vinculados a productos pesqueros ahumados.

Además, los valores de histamina medidos en la materia prima y en el producto después del ahumado se mantuvieron muy por debajo de los máximos establecidos por las normas internacionales. Esto señala que la materia prima empleada tenía una calidad apropiada y que el procedimiento de ahumado ayudó a reducir el riesgo de intoxicaciones por escombrototoxicosis.

Los valores obtenidos en cuanto a la concentración de sal se hallan dentro de los márgenes permisibles dictados por entidades internacionales, sin mostrar impactos negativos sobre la calidad química del producto. La pérdida de humedad que ocurre durante el tratamiento térmico, fenómeno habitual en los procesos tradicionales de conservación es la razón del aumento moderado de sal después del ahumado.

No obstante, la identificación de un contaminante físico durante la recepción de la materia prima pone de manifiesto que esta etapa constituye un punto crítico dentro del proceso, lo que valida la hipótesis planteada y subraya la necesidad de fortalecer los controles higiénicos desde el inicio de la cadena productiva. En conjunto, los resultados obtenidos respaldan la importancia de aplicar un enfoque preventivo basado en el análisis de riesgos y en los principios del sistema HACCP para garantizar la inocuidad y calidad del pescado ahumado, especialmente en contextos artesanales y académicos.

6. RECOMENDACIÓN

Se aconseja instaurar y poner en marcha de manera oficial un sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) para todo el proceso del pescado ahumado, aunque sea en circunstancias de producción artesanal o académica. La literatura demuestra que el uso de sistemas HACCP, adaptados a productos pesqueros como la anchoveta en salazón, mejora el control sobre parámetros críticos, incluyendo la formación de histamina y otros riesgos microbiológicos que amenazan la inocuidad alimentaria.

Como el ahumado tradicional produce compuestos químicos resultantes del proceso térmico, como las aminas heterocíclicas, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) y las nitrosaminas, que tienen la capacidad de sobrepasar los límites máximos permitidos por las entidades reguladoras, se aconseja implementar controles rigurosos acerca de la temperatura, el tipo de combustible y el tiempo de exposición al humo para reducir su creación y garantizar así la protección del consumidor.

También es aconsejable reforzar los controles microbiológicos integrales, no únicamente de indicadores generales como coliformes o aerobios mesófilos, sino también de patógenos potenciales que han sido identificados en productos ahumados en varios estudios. Esto permite identificar a tiempo posibles fuentes de contaminación o crecimiento bacteriano indeseado.

Se recomienda seguir con el seguimiento y la valoración de parámetros fisicoquímicos y sensoriales, como olor, textura y sabor, que tienen la capacidad de señalar deterioro o presencia de compuestos químicos no deseados. Esto es crucial, especialmente cuando se emplean técnicas de ahumado tradicionales o en situaciones no reguladas, porque la calidad sensorial tiene una relación directa con lo que el consumidor percibe acerca de la seguridad alimentaria y con la posible existencia de productos que provienen de la descomposición lipídica o sustancias tóxicas.

Finalmente, es aconsejable desarrollar e implementar programas de formación permanente para los manipuladores, los operadores y el personal técnico, centrados en prácticas adecuadas de manufactura, control de temperatura e higiene. Esto no solo ayuda

a evitar la contaminación microbiana y física desde los primeros pasos del proceso, sino que también promueve el cumplimiento de estándares de inocuidad alimentaria con reconocimiento global.

7. BIBLIOGRAFIA

FAO. (s.f.). *Aspectos de la calidad asociados con los productos pesqueros: Listeria monocytogenes en pescado ahumado*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de FAO

Huss, H. H., et al. (1995). Perfil microbiológico del pescado ahumado en frío: presencia de *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum* y *Salmonella spp.* SEDICI – UNLP.

Figuera, B. E., Cabello, A. M., Villalobos, L. B., Márquez, Y. d. V., & Vallenilla, O. M. (2005). Crecimiento de *Listeria monocytogenes* en atún ahumado empacado al vacío. Scielo Venezuela.

Quirónsalud. (2019, enero 10). *Escombroidosis o intoxicación por pescado en mal estado*. Blog Allergiate.

Emborg, J., & Dalgaard, P. (2006). *Formation of histamine and biogenic amines in cold-smoked tuna: an investigation of psychrotolerant bacteria from samples implicated in cases of histamine fish poisoning*. *Journal of Food Protection*, 69(4), 897–906.

Pan American Health Organization (PAHO). (s. f.). *Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP): peligros físicos en alimentos* [PDF]. Organización Panamericana de la Salud.

Olmos, R. C., & Jones, R. C. (2023). Contaminación por objetos extraños en alimentos: metal, madera, plásticos y cristal. *Food Safety Net Services*.

Regalado, L. (2024). *Manabí y su comida milenaria: conocimiento, técnicas y valores de la cocina tradicional* (p. 12). Ediciones ULEAM.

Guale Coello, Angie Arlette Mite Alvarado, Génesis Michelle. (2021). Evaluación de la calidad microbiológica de *Cynoscion xanthulus* conservados por métodos de ahumado y congelación en la Parroquia Posorja.

Alimentaria, R. (2025, abril 10). Seguridad alimentaria en el procesamiento del pescado ahumado. Revista Alimentararia.

Durruty, M. A. (2013). Análisis físico-químico, sensorial y consumo de productos pesqueros ahumados.

Freitas, J., Vaz-Pires, P., & Câmara, J. S. (2019). From aquaculture production to consumption: Freshness, safety, traceability and authentication, the four pillars of quality. *Aquaculture*, 518, 734857.

Afé, O. H. I., Kpoclou, Y. E., Douny, C., Anihouvi, V. B., Scippo, M.-L., & Hounhouigan, J. (2021). Chemical hazards in smoked meat and fish. *Food Science & Nutrition*.

Legese, H. (2021). Smoking Methods and Microbiological Characteristics of Smoked Fishes: A Review. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 9(5), 113-116.

Maza López, M. M., Alavedra Flores, C. A., & Castillo Martínez, W. (2018). El sistema HACCP para la inocuidad de la anchoveta en salazón. *Revista Científica EPígmalión*.

Zelasko, N. A., et al. (2021). Improvement of sensorial, physicochemical, microbiological attributes and shelf life of hot smoked half-dried Pacific saury. *Foods*, 9(8), 1009.

Codex Alimentarius Commission. (2013). Code of Practice for Fish and Fishery Products. *FAO/WHO*.

Durruty, I. (2013). *Tecnología de los alimentos de origen pesquero*. Editorial Acribia.

FAO. (2005). *Guía de buenas prácticas para productos pesqueros ahumados*. FAO.

FAO/WHO. (2006). Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods.

Huss, H. H., Reilly, A., & Ben Embarek, P. K. (1995). Prevention and control of hazards in seafood. *Food Control*, 6(2), 95–102.

IARC. (2012). *Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*

10. ANEXOS

