



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

MODALIDAD DE TITULACIÓN:
ARTÍCULO CIENTÍFICO

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA
“ANÁLISIS DE DATOS Y SU CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN
CERTIFICADOS DE CALIDAD DE ATÚN: HISTAMINA Y METALES
PESADOS EN LAS INDUSTRIAS PESQUERAS”

AUTOR
MERO RIVAS JUAN ANTONIO

TUTOR
ING. MERO SANTANA ROBERT, MSC

MANABÍ – ECUADOR

2025 (1

DECLARACIÓN DEL AUTORÍA

Yo, MERO RIVAS JUAN ANTONIO, estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, declaró que las ideas expuestas en este trabajo investigativo y los resultados obtenidos y conclusiones dentro del contenido de este presente trabajo de investigación titulado **“ANÁLISIS DE DATOS Y SU CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN CERTIFICADOS DE CALIDAD DE ATÚN: HISTAMINA Y METALES PESADOS EN LAS INDUSTRIAS PESQUERAS”** es único y correspondiente bajo mi autoría.

La responsabilidad del contenido presente en este estudio corresponde exclusivamente a nuestra autoría y el patrimonio intelectual de la investigación pertenecerá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Manta, 16 de septiembre de 2025

Lo certificamos:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mero Rivas', is written over a horizontal line.

MERO RIVAS JUAN ANTONIO

	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 Ciencia de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular Artículo científico bajo la autoría del estudiante **Mero Rivas Juan Antonio**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agroindustrial, período académico 2025(1), cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto es “**ANÁLISIS DE DATOS Y SU CUMPLIMIENTO NORMATIVO EN CERTIFICADOS DE CALIDAD DE ATÚN: HISTAMINA Y METALES PESADOS EN LAS INDUSTRIAS PESQUERAS**”.

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, 06 de agosto de 2025.

Lo certifico,



Ing. Juan Robert Mero Santana, MGA, MGE
Docente Tutor
Área:

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

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por un nuevo día de vida y por haberme sostenido en cada paso de este largo camino recorrido. Gracias por la fuerza en los momentos difíciles y sus bendiciones día a día. Por ser mi guía constante a lo largo de mi proceso académico y personal.

Agradezco con toda mi vida a mi familia “Mero Rivas” por el cariño, los ánimos, el amor y apoyo mutuo constante, lograron que continúe a paso firme en mi proceso académico. Y doy gracias a Dios por la salud y por permitirme día a día disfrutar de la vida con ellos.

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por haberme brindado la oportunidad de formarme académico y profesionalmente.

Agradezco a la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, a las autoridades, docentes y personal administrativo, por su compromiso con la excelencia educativa. Agradezco a los docentes de Ingeniería Agroindustrial por cada espacio de crecimiento académico y aprendizaje, de nuestra carrera no solo adquirí conocimientos, sino también valores para seguir en nuestro futuro.

Agradezco de manera especial al Ing. Robert Mero Santana, Ing. Edison Lavayen e Ing. Carlos Anchundia por haberme guiado en el desarrollo del artículo académico.

Y por último, también quiero dar las gracias a todo el personal que trabaja en la facultad, y compañeros estudiantes por la compañía y apoyo fuera de clases.

DEDICATORIA

A Dios, mi fortaleza, y mi protección, su amor incondicional y su presencia en cada paso de este largo camino ha sido el fundamento sobre el cual se ha construido este logro. Sin El, nada de esto habría sido posible.

Con todo mi corazón, quiero dedicar mi trabajo a mi familia: A mi madre Mireya Rivas, la mujer que más amo, gracias porque desde que era niño me enseñaste a no rendirme y a luchar por mis sueños, gracias por tu esfuerzo, amor, cariño, consejos que me brindas, gracias por darme el impulso necesario para seguir adelante y siempre guiando y cuidando cada paso que doy. Gracias por ser la fuente de mi inspiración para mejorar día a día y mis logros son el reflejo de la dedicación y de la confianza que siempre depositaste en mí. Gracias por ser la mejor madre.

A mi padre Cesar Mero: por ser mi ejemplo de dedicación y sabiduría, mi modelo a seguir, porque nos enseñaste a mí y a mis hermanos a luchar siempre sin importar las adversidades, gracias por siempre estar a nuestro lado y mostrarnos el significado de la responsabilidad y el trabajo, gracias por enseñarnos que el esfuerzo y perseverancia son la clave para alcanzar todas nuestras metas, todo lo que soy y todo lo que he logrado hasta ahora tiene mucho de ti.

A mi hermana Arelys, gracias por tu constante apoyo y compañía. Nos brindaste el ejemplo de perseverancia y dedicación cuando lograste tu graduación, y eso me motivó a seguir adelante. Gracias por ser mi hermana y mi amiga.

A mi hermano Erick y mi hermana Kimberly, gracias por su apoyo, y por los momentos de alegría en cada día. Gracias por ser mi razón para no rendirme, porque sé que al igual que mi hermana mayor y mis padres yo también tengo que ser un ejemplo para ustedes. Y sé que algún día lograran sus propios sueños y allí estaré para apoyarlos como lo hicieron conmigo.

De igual manera, quiero agradecer a quienes también son parte de mi familia: Susi, Simba, Odín y Zeus, gracias por todos los días y noches que me acompañaron mientras realizara mis actividades académicas.

Mi familia "Mero Rivas" es mi inspiración y es la razón por la cual lucharé día a día para lograr recompensar todo el amor que me brindaron. LOS AMO MUCHO. CMAJEK-SSOZ.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORIA.....	I
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
INDICE DE CONTENIDO	V
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1.1. Atún (<i>Thunnus sp</i>).....	4
1.1.2. Características generales del atún y su importancia en Ecuador	5
1.1.3. Principales zonas de pesca de la FAO	6
1.1.4. Histamina en productos marinos destinados al consumo	7
1.1.5. Metales pesados en productos marinos destinados al consumo.....	8
1.1.6. Criterios de calidad en conservas de productos marinos	9
1.1.7. Certificados de calidad en productos pesqueros	10
1.1.8. Conservas de atún en lata y pouch.....	10
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.3. JUSTIFICACIÓN	12
1.4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.5. HIPÓTESIS.....	13

1.6.	OBJETIVOS	14
1.6.1.	Objetivo general:.....	14
1.6.2.	Objetivos específicos:	14
2.	METODOLOGÍA.....	14
2.1.	Área de estudio	14
2.2.	Diseño y análisis estadístico por objetivo	14
2.2.1.	Origen de los datos.....	14
2.2.2.	Normativas técnicas	15
2.2.3.	Tabulación de datos	15
2.3.	Prueba estadística.....	16
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
3.1.	Evaluación de contenido de Histamina.....	16
3.2.	Evaluación de resultados de Mercurio (Hg)	19
3.3.	Evaluación de resultados de Cadmio (Cd).....	21
3.4.	Evaluación de resultados de Plomo (Pb)	24
3.5.	Evaluación de resultados de Arsénico (As)	26
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
4.1.	Conclusiones.....	28
4.2.	Recomendaciones	29
	BIBLIOGRAFÍA	30

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de límites máximos permitidos para metales pesados en conservas de pescado entre INEN 184 y normativa europea.	9
Tabla 2. Resultados de histamina en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2).....	17
Tabla 3. Comparación estadística de los niveles de histamina en atún en lata y pouch	18
Tabla 4. Resultados del metal pesado Mercurio en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2).....	19
Tabla 5. Comparación estadística de los niveles de mercurio (Hg) en atún en lata y pouch.	20
Tabla 6. Resultados del metal pesado Cadmio en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2).....	21
Tabla 7. Comparación estadística de los niveles de cadmio (Cd) en atún en lata y pouch.....	23
Tabla 8. Resultados del metal pesado Plomo en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2).....	24
Tabla 9. Comparación estadística de los niveles de plomo (Pb) en atún en lata y pouch.....	25
Tabla 10. Resultados del metal pesado Arsénico en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2).....	26
Tabla 11. Comparación estadística de los niveles de arsénico (As) en atún en lata y pouch.	27

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de histamina en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2).....	17
Figura 2. Niveles de mercurio en pescado lata y pouch en el periodo 2021-2024	20
Figura 3. Niveles de cadmio en pescado lata y pouch en el periodo 2021-2024.....	22
Figura 4. Niveles de plomo en pescado lata y pouch en el periodo 2021-2024.	25
Figura 5. Niveles de arsénico en pescado lata y pouch en el periodo 2021-2024.	27

Análisis de datos y su cumplimiento normativo en certificados de calidad de atún: histamina y metales pesados en las industrias pesqueras

Data analysis and regulatory compliance in tuna quality certificates:

histamine and heavy metals in the fishing industries

Mero Rivas Juan Antonio

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Manta- Ecuador

Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Carrera de Ingeniería Agroindustrial

e1350655195@live.ulead.edu.ec

RESUMEN

El presente estudio surge ante la preocupación por la presencia de histamina y metales pesados en productos enlatados, que representan riesgos para la salud pública y pueden afectar la competitividad de la industria pesquera ecuatoriana. El objetivo fue comprobar el cumplimiento normativo en los certificados de calidad de atún en industrias pesqueras, en cuanto a niveles en histamina y metales pesados en relación con los límites establecidos en normativas nacionales e internacionales. Para este análisis, se recopilaron y evaluaron todos los datos relevantes sobre los niveles de histamina, mercurio, cadmio, plomo y arsénico. Se realizaron análisis de muestras independientes con la suposición de homogeneidad de variaciones para evaluar las diferentes presentaciones y periodos. Con relación a los resultados, los niveles de los contaminantes analizados se mantuvieron de forma constante por debajo de los límites fijados por la NTE INEN 184: 2013 y el Reglamento UE 2023/915, además, no hubo diferencias significativas entre el atún enlatado y el atún en bolsa, ni en los distintos periodos analizados. Los resultados indican que los sistemas de producción continúan siendo controlados con rigor, lo cual permite sostener la seguridad del producto. En resumen, este informe evidencia que el operador económico se adhiere a la normativa alimentaria vigente, lo que salvaguarda la salud de los consumidores y, al mismo tiempo, potencia su posicionamiento en la competencia doméstica y global.

Palabras claves: Normativa, certificación, calidad, atún, histamina, metales pesados.

ABSTRACT

This study arises from the concern about the presence of histamine and heavy metals in canned products, which represent risks to public health and can affect the competitiveness of the Ecuadorian fishing industry. The objective was to verify regulatory compliance in tuna quality certificates in fishing industries, in terms of histamine and heavy metal levels in relation to the limits established in national and international regulations. For this analysis, all relevant data on histamine, mercury, cadmill, lead, and arsenic levels were collected and evaluated. Independent sample analyses were performed with the assumption of homogeneity of variations to evaluate the different presentations and periods. In relation to the results, the levels of the contaminants analysed remained consistently below the limits set by the NTE INEN 184: 2013 and EU Regulation 2023/915, in addition, there were no significant differences between canned tuna and bagged tuna, nor in the different periods analysed. The results indicate that production systems continue to be rigorously controlled, which allows product safety to be maintained. In summary, this report shows that the economic operator adheres to current food regulations, which safeguards the health of consumers and, at the same time, strengthens its positioning in domestic and global competition.

Keywords: Regulations, certification, quality, tuna, histamine, heavy metals.

1. INTRODUCCIÓN

Las industrias pesqueras como la del atún son un motor de la economía de Ecuador, ya que generan empleos, contribuyen a la balanza comercial, y mejoran la posición del país en el mercado internacional. Sin embargo, es una industria que mantiene un control pesquero que asegura que la actividad de captura, de su procesamiento y distribución, garantizando así la seguridad alimentaria y el control de la sanidad (González et al. 2025). El atún, como otros peces, está compuesto por diversos aminoácidos, entre los cuales destaca la histidina, un precursor de la histamina, que, en condiciones inadecuadas de manejo, puede convertirse en una sustancia tóxica para los consumidores (Cortés et al. 2024).

Los sistemas de garantía de calidad son esenciales para la industria pesquera, pues aseguran que los productos sean aptos para el consumo humano, los cuales incluyen la implementación de buenas prácticas de higiene, así como el monitoreo de contaminantes como la histamina y los metales pesados (Cortés et al. 2024).

A nivel internacional de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) ha establecido directrices internacionales para la pesca sostenible y la conservación de los recursos marinos a través del código FAO 87, promoviendo prácticas de pesca responsables y busca mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas marinos, garantizando que las especies de atún, entre otras, se mantengan en niveles sostenibles y que la actividad pesquera no comprometa la biodiversidad (FAO 2009).

Asimismo, el Código de Prácticas para el Pescado y los Productos Pesqueros, publicado por la FAO y la OMS, es una guía técnica para la captura, procesamiento, transporte y comercialización que asegura la inocuidad y calidad de los productos pesqueros. De hecho, el documento CCLM 87/5 es una propuesta de enmiendas a la Constitución de la FAO, enfocada en la reforma del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (CFS) para garantizar temas de seguridad alimentaria global, donde además se aplica el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) para identificar y controlar los riesgos en todas las etapas de la cadena de producción (FAO 2009).

En el Ecuador es el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) el ente que regula normativas, para nuestro estudio la normativa NTE INEN 183:2013 nos indica los parámetros de

calidad para las conservas de atun y bonito (INEN 2013). Mientras a nivel internacional nos guiaremos con los parametros establecidos por las normativas europeas para conocer los niveles permitidos de metales pesados en las conservas de atún. (Garofalo et al. 2025).

1.1.MARCO TEÓRICO

1.1.1. Atún (*Thunnus sp*)

El atún es un pez marino perteneciente a la familia Scombridae y al género *Thunnus*, ampliamente distribuido en aguas tropicales y subtropicales de todos los océanos. Desde el punto de vista taxonómico, su clasificación es la siguiente: Reino Animalia, Filo Chordata, Clase Actinopterygii, Orden Perciformes, Familia Scombridae, Género *Thunnus* (Servusova y Piskata 2021). Este género agrupa a varias especies de importancia comercial, entre las cuales destacan el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), el atún patudo (*Thunnus obesus*), el atún blanco (*Thunnus alalunga*). De estas, las dos primeras son las más capturadas por la flota ecuatoriana para la industria conservera.

El *Thunnus albacares*, conocido como atún aleta amarilla, es una especie pelágica oceánica, caracterizada por su cuerpo fusiforme, aletas pectorales cortas y aletas dorsal y anal de color amarillo brillante. Puede alcanzar longitudes de hasta dos metros y superar los 150 kilogramos de peso. Esta especie se desplaza en cardúmenes y tiene hábitos migratorios extensos, lo que la convierte en un objetivo importante para la pesca industrial en el océano Pacífico, especialmente en la zona FAO 87 donde Ecuador concentra gran parte de su actividad pesquera (Cabrera 2024).

Por su parte, el *Thunnus obesus* o atún patudo presenta un cuerpo más robusto y profundo, con ojos grandes adaptados a aguas más profundas. Es también muy valorado en la industria de conservas y productos congelados, por su alto contenido de grasa y textura firme. Ambas especies son apreciadas por su alto valor proteico, bajo contenido de carbohidratos y niveles importantes de ácidos grasos omega-3, lo cual refuerza su valor nutricional y demanda en mercados internacionales (Carrillo 2021).

Desde el punto de vista de calidad e inocuidad, es fundamental asegurar la correcta identificación de la especie utilizada en productos enlatados, ya que el mal etiquetado o la sustitución de especies puede dar lugar a sanciones comerciales. Técnicas como la reacción en

cadena de la polimerasa (PCR) y el análisis de secuencias genéticas permiten autenticar las especies de atún utilizadas en las conservas, cumpliendo así con las exigencias normativas de países importadores, especialmente en la Unión Europea (Servusova y Piskata 2021; Cortés et al. 2024).

A nivel nacional el atún es uno de los principales recursos pesqueros de exportación con gran impacto en la economía de zonas costeras como Manta, Posorja y Esmeraldas. El sector industrial atunero ayuda a la economía generando empleo directo e indirecto en actividades como en su captura, procesamiento y comercialización.

1.1.2. Características generales del atún y su importancia en Ecuador

El atún es un pez de gran valor comercial y nutricional, reconocido por su carne magra, rica en proteínas de alto valor biológico, ácidos grasos poliinsaturados (especialmente omega-3), vitaminas del complejo B y minerales como el hierro, fósforo y selenio. Su perfil nutricional lo convierte en un alimento altamente demandado tanto en el mercado nacional como en el internacional, siendo considerado parte de una dieta saludable y equilibrada (Cortés et al. 2024). Las distintas especies de atún presentan diferencia de contenido graso, en el caso de *Thunnus obesus*, su contenido lipídico es superior, lo que lo hace apto para conservas y productos de alta gama.

Desde un enfoque industrial, el atún se separa en diferentes clases según la frescura, la firmeza, la tonalidad, el petfix y la grasa, que determinan el método de conservación y el congelamiento, enlatado, bolsa, entre otros. En la industria alimentaria, la carne de atún pasa por procesos de cocción y posterior esterilización, en donde se obtiene carne en distintos tonos rosados a rojos. Posterior a la separación de piel, espinas y otros órganos, se lograrán obtener filetes los cuales pasan por cocción seguida de un proceso de esterilización. Este proceso es sensible ya que la carne contiene mioglobina y su sabor es neutro, siendo atractivo a un gran rango de la gastronomía (Delgado et al. 2024).

En relación al Ecuador, el atún es una de las especies marinas que resulta trascendente en términos económicos y sociales. Ecuador es el principal exportador de atún en América Latina y en el mundo uno de los más importantes, con una producción que puede superar más de doscientos mil toneladas. La ciudad de Manta, en su puerto atunero, el más importante del país, tiene muchas

plantas procesadoras que sirven a los mercados de la Unión Europea, EE.UU. UU. y Asia (Carrillo, 2021; Huaygua et al. 2021).

En cuanto a la industria, el atún ha motivado el establecimiento de normativas de seguridad, trazabilidad y control internacional. En Ecuador, el cumplimiento de reglas como el HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) y de la normatividad INEN sobre los productos derivados del atún, en especial por la Unión Europea, ha permitido el funcionamiento físico de estas plantas procesadoras (Cerna, 2021).

1.1.3. Principales zonas de pesca de la FAO

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) divide los océanos en zonas de pesca para facilitar la gestión sostenible de los recursos marinos. Una de las más importantes para la actividad pesquera del Ecuador es la zona FAO 87, denominada oficialmente como “Pacífico Sudeste”. Esta región abarca las franjas costeras del océano Pacífico desde la latitud 7°N hasta 60°S, que incluye las costas de Ecuador, Perú y Chile. Se considera una de las regiones más biológicamente productivas debido a la influencia de la corriente de Humboldt (Ministerio de Salud, 2021; Huaygua et al., 2021).

Gracias a las condiciones oceanográficas como la abundancia de fitoplancton y nutrientes que propician una alta biomasa esta región constituye un hábitat ideal para especies migratorias como el *Thunnus albacares* y el *Thunnus obesus* (Domínguez 2021; Cabrera 2024).

La FAO 87 ha sido relevante en diversos acuerdos internacionales de conservación, incluidos los desarrollados por el CIAT, que supervisan las capturas, el tamaño mínimo de pesca y el uso de plantados. Estos acuerdos buscan evitar la sobreexplotación y asegurar que el recurso se mantenga por mucho tiempo, algo que para Ecuador es de vital importancia, dado que la economía del país depende en gran medida de la exportación de productos de atún (Carrillo 2021).

Además, las capturas en FAO 87 se realizan bajo estrictos protocolos de trazabilidad, que requieren documentación de la ubicación precisa donde se capturó el pez, el equipo de pesca utilizado y las condiciones de almacenamiento a bordo del buque. Tal información es crítica para certificar el cumplimiento de los estándares de calidad y normativos, particularmente para exportaciones a la Unión Europea (Chele y Tomalá 2019; Garofalo et al. 2025).

Por otro lado, es relevante mencionar que el uso del código de la FAO sobre pescado y productos pesqueros es bien aceptado y permite al comprador rastrear el origen del producto. Por ejemplo, en el caso del atún enlatado, el código FAO 87 garantiza a los consumidores que el pescado fue capturado en una de las regiones biológicamente y responsablemente gestionadas. Esto aumenta la confianza del consumidor y refuerza la posición de los productos ecuatorianos en los mercados internacionales (Servusova y Piskata 2021).

1.1.4. Histamina en productos marinos destinados al consumo

La histamina es un tipo de amina biogénica que se forma en los productos del mar debido a la descarboxilación del aminoácido histidina catalizada por bacterias, especialmente después de un manejo o almacenamiento inadecuado del producto. Esta sustancia es de especial interés en peces de carne oscura como el atún, la caballa y la sardina, donde su concentración puede aumentar rápidamente si no se mantienen cadenas de frío adecuadas (Visciano et al. 2020). El consumo de productos con altos niveles de histamina puede provocar intoxicación histamínica, también conocida como escombroidosis, cuyos síntomas incluyen enrojecimiento facial, dolor de cabeza, urticaria, náuseas y diarrea (Ghidini et al. 2021).

La producción de histamina está vinculada con la proliferación de bacterias como "*Morganella morganii*, *Klebsiella pneumoniae*, *Hafnia alvei*", entre otras. Estas bacterias al actuar sobre la histidina (presente en el músculo del pescado), generan histamina a través de la enzima histidina descarboxilasa.

Los reglamentos de denominación de origen de productos marinos de Sudamérica y de Ecuador disponen de un contenido máximo de histamina de 1:200 para potenciar la agresión de otros venenos y otras infecciones de productos marinos ecuatorianos. En el caso de Ecuador, la norma técnica ecuatoriana INEN 184 de 2013 de atún y bonitos en conservas y al servir en productos marinos se debe cumplir con un límite máximo de 5 mg en 100 mg de histamina como criterio de buena fresca físico-química INEN 2013.

Los métodos de análisis más aplicados en Sudamérica, incluido Ecuador, de histaminas de sus mariscos se encuentran métodos extractivos de tipo cromatográfico por la cromatografía líquida de alta resolución, el tipo de HPLC que se prefiere por su precisión en la detección de atón e histidina, elementos autoinmunitarios. Este método de diagnóstico carece de por el prescriptivo por la IOWA y AOAC. Esta técnica permite una cuantificación precisa de histamina incluso en

concentraciones bajas, lo cual es vital para asegurar la conformidad del producto con los requisitos sanitarios (Filipec et al. 2021).

De acuerdo a estudios se han evidenciado que mucho tiempo de exposición a temperatura ambiente la histamina puede desarrollarse, incluso durante el almacenamiento refrigerado prolongado (Altafini et al. 2022).

1.1.5. Metales pesados en productos marinos destinados al consumo

Los metales pesados son contaminantes ambientales que se acumulan en organismos marinos como el atún, debido a la contaminación de los ecosistemas acuáticos por actividades industriales, agrícolas y mineras (Akkaya et al. 2025). Entre los metales pesados de mayor preocupación en destacan el cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y arsénico (As), debido a su toxicidad y capacidad de bioacumulación en la cadena alimentaria (Garofalo et al. 2025).

El mercurio, especialmente en su forma orgánica como metilmercurio, es el más peligroso para la salud humana, ya que puede afectar el sistema nervioso central, provocando daños neurológicos y trastornos en el desarrollo fetal (Lombana et al. 2022). El cadmio y el plomo se encuentran entre los metales que pueden provocar efectos renotóxicos, osteotóxicos y además cáncer, lo cual derivará en efectos nocivos tras una exposición prolongada (Cabrera, 2024; Crisanto et al., 2022). Por eso, resulta clave el monitoreo de estos metales como contaminantes en productos que se elaboran para el consumo humano, en especial el atún enlatado.

Estudios llevados a cabo en la zona costera del Pacífico han encontrado metales pesados en atún y otras especies de gran valor comercial, lo cual resalta la necesidad prioritaria de que se optimicen los sistemas de monitoreo ambiental y control de calidad en la industria pesquera (Salvatierra, 2022; Morocho 2023).

Por su parte, la norma INEN 184 que regula las conservas de atún y bonito, establece límites para los contaminantes de estos productos, por lo que es de suponer que resulta benéfica para la salud del consumidor (INEN 184). A nivel internacional, la Unión Europea regula estos límites en su legislación, siguiendo recomendaciones de la Comisión del Codex Alimentarius, siendo más restrictiva en algunos casos, para proteger la salud pública (Akkaya et al. 2025; Garofalo et al. 2025).

Los métodos para la detección y cuantificación de metales pesados en productos pesqueros incluyen espectrometría de absorción atómica (AAS), espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) y espectrometría de emisión óptica (ICP-OES). Estas técnicas ofrecen alta sensibilidad y precisión, siendo empleadas tanto en laboratorios nacionales como internacionales para garantizar el cumplimiento normativo (Cabrera 2024; Cortés et al. 2024).

1.1.6. Criterios de calidad en conservas de productos marinos

El control de calidad de productos marinos enlatados es importante para garantizar la seguridad y cumplir con los estándares internacionales y nacionales. En Ecuador, la norma INEN 184:2013 especifica los criterios de calidad fisicoquímica y microbiológica relevantes para los productos de atún enlatados y también tiene valores límite para algunos contaminantes como la histamina y metales pesados (INEN 184:2013). Por su parte, la normativa europea, contenida principalmente en el Reglamento (CE) No. 2023/915 sobre criterios microbiológicos para alimentos, establece requisitos similares en los límites y métodos de muestreo (Morello et al. 2024). En la tabla 1 se observa la comparación de límites máximos permitidos para metales pesados en conservas de pescado entre INEN 184 y normativa europea.

Tabla 1. Comparación de límites máximos permitidos para metales pesados en conservas de pescado entre INEN 184 y normativa europea.

LIMITE MAXIMO			
Contaminante	INEN 184:2013	Reglamento UE 2023/915	Unidad
Histamina	5	5	mg/100g
Mercurio (Hg)	1.0	1.0	mg/kg
Cadmio (Cd)	0.1	0.1	mg/kg
Plomo (Pb)	0.3	0.3	mg/kg
Arsénico (As)	1.0	1.0	mg/kg

Como se menciona en la tabla 1, las empresas pesqueras ecuatorianas deben cumplir con ambos conjuntos de regulaciones para exportar a la Unión Europea y otros mercados internacionales, utilizando sistemas de control y evaluación de calidad rigurosos para asegurar que

los parámetros de seguridad alimentaria necesarios se mantengan dentro de los límites predefinidos.

1.1.7. Certificados de calidad en productos pesqueros

Los certificados de calidad son documentos oficiales que los productos pesqueros tienen, los cuales no solo son documentos, sino que sirven como prueba de cumplimiento con regulaciones sanitarias, de seguridad y otras relevantes a nivel nacional e internacional. Involucran más que solo la etiqueta del producto, que incluye análisis microbiológicos, fisicoquímicos y de contaminantes como la histamina y los metales pesados que verifican que el producto cumple con los límites seguros para el comercio (Chele y Tomalá 2019).

En la industria pesquera, estos certificados son vitales para garantizar la trazabilidad y la confianza, sobre todo para exportaciones hacia mercados exigentes como la Unión Europea y Estados Unidos, donde la seguridad alimentaria es primordial (Hidalgo et al. 2022; Cortés et al. 2024). Contienen información detallada sobre origen, fecha de procesamiento, condiciones de almacenamiento y resultados de laboratorio, además de evidenciar el cumplimiento con normativas locales como la INEN y reglamentos internacionales como el Reglamento UE 2023/915 (Huaygua et al. 2021).

1.1.8. Conservas de atún en lata y pouch

El atún se conserva principalmente enlatado o envasado en bolsa, con características distintivas que impactan la conservación y seguridad del atún (Delgado et al. 2024). El envase de la conserva de atún enlatado, en vasija de acero recubierto, proporciona una fuerte defensa contra la contaminación, prolongando la vida del atún. No obstante, se ha documentado que algunos metales, particularmente el estaño y el aluminio, aunque de manera controlada y regulada, pueden migrar desde el envase al alimento, principalmente en el caso de atunes enlatados (Salvatierra 2022). El pouch, fabricado con materiales plásticos multicapa, es más liviano y sostenible, pero puede permitir la migración de aditivos plásticos o compuestos, aunque los controles y regulaciones minimizan estos riesgos (Filipec et al. 2021; Visciano et al. 2020).

El envase juega un papel protector, evitando contaminaciones externas que puedan alterar la calidad final (Morello et al. 2024; Ramona et al. 2023). Es por ello que la industria debe evaluar

el envase no solo por aspectos logísticos y económicos, sino también considerando el efecto de la seguridad para el producto. (Hidalgo et al. 2022).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria pesquera, una de las principales preocupaciones actuales es la presencia de histamina en el pescado, un compuesto que se forma como resultado de la descomposición de la histidina por acción bacteriana, especialmente cuando se dan condiciones inadecuadas de almacenamiento, manipulación o refrigeración (Esparragoza et al. 2023).

La intoxicación por histamina es una de las causas más comunes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) asociadas al consumo de productos marinos, y puede desencadenar reacciones alérgicas severas, como erupciones cutáneas, vómito, diarrea e incluso alteraciones neurológicas (Mititelu et al. 2025).

La histamina no es lo único que representa una amenaza para los productos pesqueros, de hecho, los metales pesados como el mercurio, cadmio, plomo y arsénico también representan una amenaza para la seguridad. Estos metales se biomagnifican en los tejidos de los peces y se concentran principalmente en peces más viejos y grandes como el atún (Garofalo et al. 2025). El consumo prolongado de estos alimentos nutricionalmente peligrosos conduce a graves repercusiones para la salud, causando efectos tóxicos como daños neurológicos y renales permanentes, y enfermedades crónicas junto con un daño significativo en el desarrollo de los niños (García y Escobar 2022). Investigaciones recientes han demostrado que incluso en productos procesados como las conservas, estas sustancias pueden estar presentes si no se aplican procesos de control eficaces (Calderón et al. 2023).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), las Enfermedades de transmisión alimentarias (ETA) son responsables de millones de casos de enfermedad al año, y afectan de forma más grave a poblaciones vulnerables como niños y ancianos (Lo Magro et al. 2020). Así, asegurar la inocuidad de los productos pesqueros se ha convertido en una exigencia para la producción alimentaria.

En el Ecuador la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) nuestro ente de regulación ha realizado monitoreos periódicos de productos pesqueros como parte de su programa de vigilancia, y aunque muchos lotes cumplen con las normas

nacionales e internacionales, se han detectado desviaciones puntuales en los niveles permitidos de histamina o metales pesados (ARCSA 2024).

Como se mencionó anteriormente, no hay datos sistemáticos que muestren el crecimiento de la industria a lo largo del tiempo o que contengan información que permita el análisis de tendencias, ni información sistemática y comparativa sobre las diferentes presentaciones de los productos como atún en latas y en bolsitas, lo que dificulta la identificación de patrones de contaminación.

En Ecuador hay dos problemas principales: el problema de seguridad sanitaria pública que se engloba en el ámbito de la seguridad alimentaria, y cómo mejorar la competitividad del marketing y del comercio del país. Sin estándares de exportación claros y verificables, el riesgo de incurrir en sanciones comerciales, devoluciones de productos y pérdidas en mercados internacionales clave aumenta. Por lo tanto, es necesario realizar evaluaciones continuas de las certificaciones de calidad en la industria pesquera y controlar el cumplimiento de las normas nacionales (INEN 184) e internacionales (regulaciones de la UE), así como las acciones necesarias para el sistema de garantía de calidad de los pescadores y la gestión de seguridad alimentaria en la acuicultura.

Esta investigación se vuelve esencial no solo para identificar cualquier incumplimiento específico, sino también para producir datos estadísticos confiables que respalden la toma de decisiones técnicas y regulatorias. Además, busca promover el sistema de garantía de calidad en la industria pesquera para apoyar prácticas de pesca sostenible que cumplan con los estándares internacionales.

1.3.JUSTIFICACIÓN

Este estudio se justifica en el marco de resguardar la seguridad alimentaria y salvaguardar la salud pública mediante el diagnóstico de la inocuidad de los productos marinos, en especial del atún, de los más representativos para el Ecuador en el comercio exterior, considerando que la histamina y los metales pesados en productos del mar pueden afectar la salud mediante intoxicaciones alimentarias agudas o acumulativas, por lo que es necesario verificar el cumplimiento de los límites máximos regulados por las normas nacionales (INEN) y las internacionales (Unión Europea).

Este estudio es de relevancia porque nos da a conocer que de existir un incumplimiento de los límites establecidos podría desencadenar la suspensión o la no aceptación de exportaciones del producto provocando daños en la imagen de la empresa y del país tanto a nivel nacional como internacional.

Además, esta investigación ayuda a las empresas pesqueras en la realización de diagnósticos y reforzar o eliminar las medidas de control de calidad al identificar las fortalezas y debilidades de las medidas de control de calidad en uso. En este sentido, no solo ayuda a la seguridad y protección de los consumidores, sino que también respalda el adiestramiento de la pesca responsable y la sostenibilidad que procura el medio ambiente en la pesquería ecuatoriana.

Es de resaltar que este estudio, a nivel de alimentos y control de calidad, hace posible la comparación de la evidencia empírica con los umbrales establecidos en los marcos regulatorios de control de calidad lo que lo convierte en un valioso aporte en el análisis de datos. Asimismo, contribuye al desarrollo de futuras líneas de investigación orientadas a la evaluación de contaminantes en productos marinos, el impacto de los tipos de envase sobre la calidad alimentaria y la optimización de los procesos de certificación industrial. De este modo, se fortalece el vínculo entre la investigación académica y las necesidades del sector productivo.

Por ello, el objetivo principal de este estudio es analizar los datos sobre la presencia de histamina y metales pesados en los productos de atún y su cumplimiento con las normativas de calidad y seguridad alimentaria.

1.4.PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cumplen los resultados de los análisis de histamina y presencia de metales pesados en el atún con los límites establecidos por las normativas vigentes para garantizar su seguridad para el consumo humano?

1.5.HIPÓTESIS

El análisis de los datos provenientes de los certificados de calidad permitirá determinar si las industrias pesqueras cumplen con los límites establecidos por las normativas nacionales (INEN) e internacionales (Unión Europea) en relación con los niveles de histamina y metales

pesados en productos de atún en conserva y si el material del envase de la conserva influye en los resultados del producto.

1.6.OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo general:

Comprobar el cumplimiento normativo en los certificados de calidad de atún en industrias pesqueras, en cuanto a niveles en histamina y metales pesados en relación con los límites establecidos en normativas nacionales e internacionales.

1.6.2. Objetivos específicos:

- Recopilar los datos sobre los certificados de calidad de atún en las industrias pesqueras de la ciudad de Manta.
- Reconocer las normas técnicas nacionales e internacionales que regulan la inocuidad del atún en los límites permitidos para histamina y metales pesados.
- Evaluar el grado de cumplimiento con las normativas establecidas de los resultados de los análisis obtenidos en la empresa pesquera.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

El estudio se centró en la seguridad alimentaria y el control de calidad de productos pesqueros, específicamente en el análisis de datos obtenidos de resultados químicos realizados a muestras de atún enlatado y en pouch. El objetivo fue evaluar la presencia de histamina y metales pesados en relación con los parámetros normativos establecidos.

2.2.Diseño y análisis estadístico por objetivo

2.2.1. Origen de los datos

El desarrollo del proyecto requeriría aplicar un enfoque sistemático. En primer lugar, se tomó contacto con los responsables del área de calidad de una empresa del rubro pesquero. Se explicó el alcance del proyecto, su importancia y se solicitó su apoyo en la entrega de la información relacionada con los certificados de calidad.

Se gestionó la firma de un acuerdo de confidencialidad con la empresa participante, el cual se comprometía a mantener la información en reserva ya no usarla con cualquier otro propósito distinto al académico. Mediante este acuerdo, se accedió a los certificados de calidad que la empresa poseía para las conservas de atún en lata y en bolsa correspondientes al período de 2021, primer semestre, a 2024, segundo semestre, con dos certificaciones por año.

Los certificados de calidad de las conservas de atún en lata y bolsa obtenidos a 2024, sumados a los otros certificados de calidad, facilitaban la realización de un análisis dual que era comparación y relación en el tiempo, por tipo de presentación, y análisis de los niveles de histamina y metales pesados.

2.2.2. Normativas técnicas

Para cumplir con el segundo objetivo del estudio, se aplicó un enfoque descriptivo a través de una revisión bibliográfica de las normativas técnicas aplicables. Se revisaron documentos emitidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), en particular la norma INEN 184 sobre productos pesqueros en conserva, y se consultaron las disposiciones del Reglamento (CE) N.º 2073/2005 de la Unión Europea, que establece criterios microbiológicos y contaminantes como la histamina, el plomo, el mercurio y el cadmio en alimentos.

Esta revisión se encargó de determinar la base de comparación entre ambas normativas, tanto los rasgos comunes como los puntos de divergencia en los niveles más contaminantes evaluados en productos pesqueros enlatados.

2.2.3. Tabulación de datos

Los datos provenientes de los certificados de calidad fueron organizados en una tabla en la que se diferenciaban los valores que poseían los productos enlatados de los que tenían en bolsa. Luego, se verificó si los resultados obtenidos se ajustaban a los parámetros fijados por las normativas ecuatorianas (INEN) y europeas (UE) en cuanto a seguridad alimentaria e higiene de los productos.

Para una comparación estadística se utilizó la prueba estadística de Student con la finalidad de comprobar si los medios de las dos presentaciones existían o no diferencias significativas. Este análisis permitirá identificar posibles similitudes y variaciones.

Los resultados se confeccionaron en tablas y gráficos que los comparaban y que, a la vez, facilitaban la interpretación y el análisis visual de las tendencias de forma visual. En la discusión se abordó el grado de cumplimiento de las normativas y, con base en la información obtenida y la experiencia del personal de calidad, se propusieron recomendaciones orientadas al fortalecimiento de los procesos de control de calidad dentro de la empresa.

2.3. Prueba estadística

Para identificar posibles diferencias significativas se aplicó la prueba estadística T de Student. Este análisis nos permitira observar si existen diferencias significativas entre las dos presentaciones del producto.

Para la aplicación de la prueba estadística T de student, se utilizó el programa Microsoft Excel, y procedemos activar un complemento titulado Analisis de Datos, esta herramienta nos permite aplicar a diferentes pruebas estadísticas de forma automática. Dentro de las opciones de Analisis de Datos, se empleó la prueba t de student para muestras independientes para comparar las medias entre nuestros dos grupos de conservas de atún.

Con nuestra prueba estadística conoceremos la media de cada grupo presentada a lo largo de los periodos establecidos para el estudio y otro valor importante en nuestra prueba es un “p valor”, que significa la probabilidad de error, este valor nos indicara las posibles diferencias significativas y con ello planteamos nuestras hipótesis.

Hipótesis nula: En ambas presentaciones de conservas de atún no presentan diferencias significativas en sus resultados y se comportan iguales

Hipótesis alternativa: Una de las dos presentaciones de conservas de atún presenta diferencias significativas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Evaluación de contenido de Histamina.

A continuación, en la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos sobre el contenido de Histamina durante el periodo 2021(1) – 2024(2).

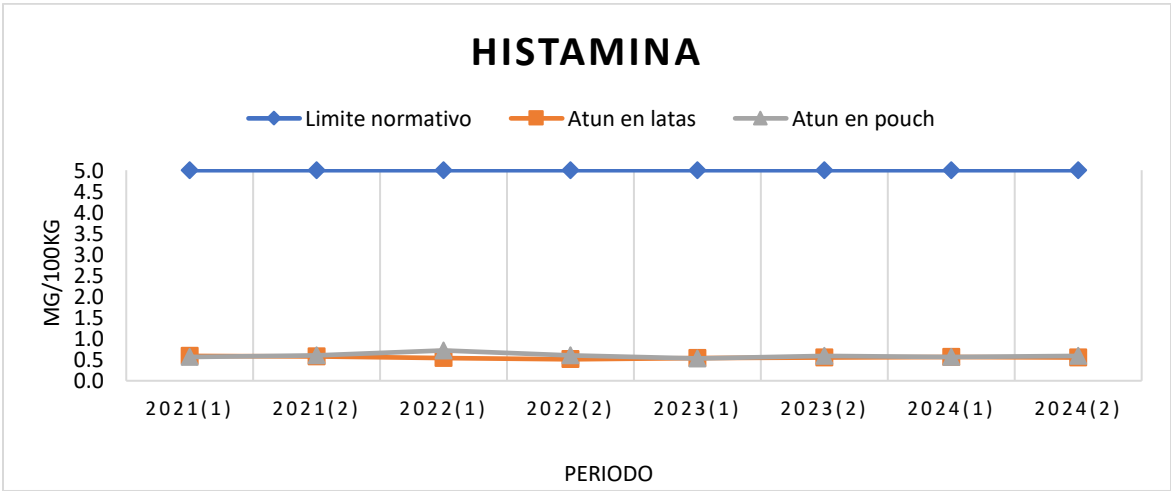
Tabla 2. Resultados de histamina en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2)

	Histamina							
	2021(1)	2021(2)	2022(1)	2022(2)	2023(1)	2023(2)	2024(1)	2024(2)
Limite normativo	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Atún en latas	0.59	0.58	0.54	0.51	0.54	0.55	0.56	0.55
Atún en pouch	0.56	0.60	0.72	0.60	0.53	0.59	0.56	0.59

Nota: Los valores para histamina del límite establecido es referencial a la normativa NTE INEN 184:2013 y los resultados presentados se encuentran en unidades de mg/100 g.

Los resultados obtenidos para la histamina en las formulaciones de atún, tanto en lata como en pouch, demuestran consistentemente valores inferiores a 5.0 mg/100 g a lo largo de los ocho periodos de análisis. Esta observación confirma el cumplimiento con la normativa vigente, la cual establece dicho límite máximo permitido (NTE INEN 184:2013).

Figura 1. Niveles de histamina en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2).



Como se observa en la Tabla 3, en el análisis de la prueba t para muestras independientes observamos variaciones iguales, en donde el atún enlatado tuvo un valor medio de 0.5525 mg/100 g y las muestras de atún en pouch tuvieron un valor medio de 0.59375 mg/100 g. Estos valores están por debajo del límite normativo lo que indica un buen control de la formación de histamina durante el procesamiento y almacenamiento de los productos.

Tabla 3. Comparación estadística de los niveles de histamina en atún en lata y pouch

<i>Prueba T</i>	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	0,5525	0,59375
Varianza	0,00062143	0,00319821
Observaciones	8	8
Varianza agrupada	0,00190982	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	-1,8878069	
P(T<=t) una cola	0,03997777	
Valor crítico de t (una cola)	1,76131014	
P(T<=t) dos colas	0,07995553	
Valor crítico de t (dos colas)	2,14478669	

De acuerdo con el valor obtenido en P(T<=t) dos colas donde se obtuvo un resultado de 0,07995553 respecto a la información teórica sobre la prueba t de student nos indica que si su valor es mayor a 0,05 se aprueba la hipótesis nula en donde aceptamos que no existen diferencias significativas y las conservas de atún se comportan iguales en ambas presentaciones.

Aunque las cantidades detectadas en ambas formas de presentación fueron inferiores a 1,0 mg/100 g, en pouch tuvo un promedio ligeramente superior (0,59375 mg/100 g) que la lata (0,5525 mg/100 g). A pesar de que esta diferencia no es estadísticamente significativa se sugiere un control homogéneo entre las dos formas de presentación.

Morello et al. (2024), indica que la acumulación de histamina en los pescados podría ser causada por el aire que llena el contenedor, el tiempo de esterilización y las condiciones de

almacenamiento después del procesamiento. Además en el artículo de Altafini et al. (2022) mencionan que los productos envasados y enlatados podrían presentar alguna diferencia mínima en la concentración de histamina debido a la variabilidad en el tratamiento térmico y el sellado del paquete.

Los resultados obtenidos en esta investigación no solo cumplen ampliamente con los límites nacionales, sino que también se sitúan por debajo de los valores aceptados por la Unión Europea, reflejando un adecuado control de calidad en el procesamiento del atún ecuatoriano.

3.2. Evaluación de resultados de Mercurio (Hg)

A continuación, en la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos sobre el contenido de Mercurio en atunes en conservas durante el periodo 2021(1) – 2024(2).

Tabla 4. Resultados del metal pesado Mercurio en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2)

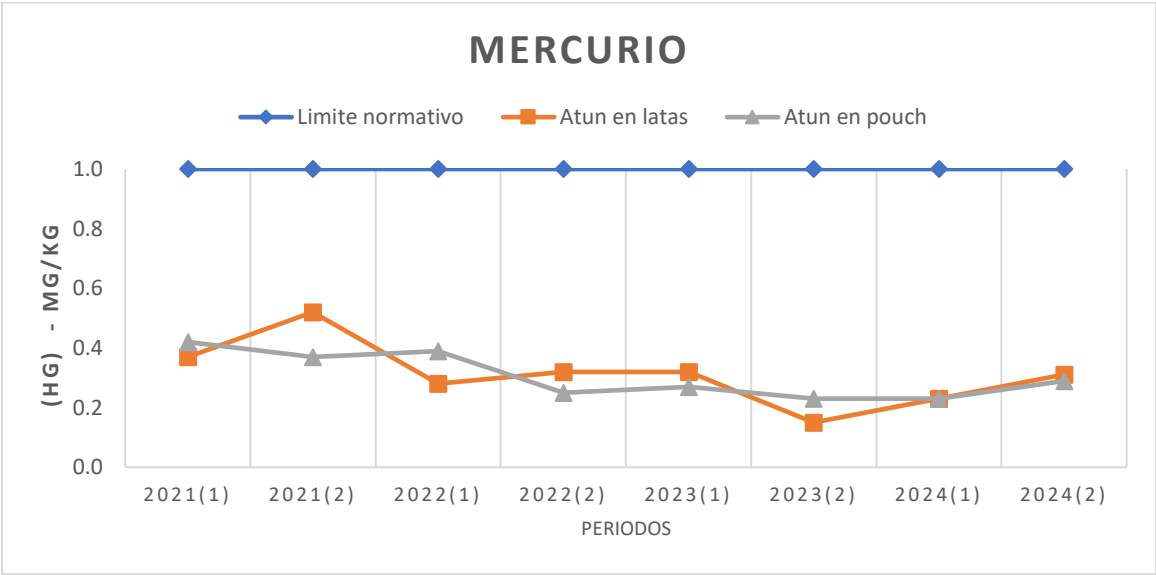
		Mercurio (Hg)							
		2021(1)	2021(2)	2022(1)	2022(2)	2023(1)	2023(2)	2024(1)	2024(2)
Limite	normativo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Atún en	latas	0.37	0.52	0.28	0.32	0.32	0.15	0.23	0.31
Atún en	pouch	0.42	0.37	0.39	0.25	0.27	0.23	0.23	0.29

Nota: Los valores obtenidos de Mercurio respecto al límite establecido es referencial a la normativa NTE INEN 184:2013 y los resultados presentados se encuentran en unidades de mg/kg.

El contenido de mercurio (Hg), medido en mg/kg, se registró durante ocho períodos mostrando fluctuaciones entre 0,23 mg/Kg y 0,39 mg/Kg. El valor medio más alto se registró durante 2021(2) y el más bajo durante 2023(1) y 2023(2). Es importante señalar que estas cifras,

en relación con el límite máximo regulatorio (NTE INEN 184:2013) de 1 mg/kg establecido por el Ministerio de Salud y Protección Social, 2021, son bastante bajas.

Figura 2. Niveles de mercurio en pescado lata y pouch en el periodo 2021-2024



Es crucial señalar que estos valores son relativamente bajos en comparación con el límite máximo establecido por la normativa NTE INEN 184:2013, que es de 1 mg/kg (Ministerio de Salud y Protección Social 2021).

Tabla 5. Comparación estadística de los niveles de mercurio (Hg) en atún en lata y pouch.

Prueba T	Variable 1	Variable 2
Media	0,3125	0,30625
Varianza	0,011535714	0,00576964
Observaciones	8	8
Varianza agrupada	0,008652679	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	0,134380028	

P($T \leq t$) una cola	0,447507411
Valor crítico de t (una cola)	1,761310136
P($T \leq t$) dos colas	0,895014823
Valor crítico de t (dos colas)	2,144786688

De acuerdo con la tabla 5 de la prueba t de comparación de medias arrojó un valor de p aproximado de 0.89. Debido a que este valor p es mayor que 0.05, no hay evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que no hay una diferencia estadísticamente notable en los niveles de mercurio entre las muestras durante los períodos evaluados.

Los resultados de mercurio de ambas presentaciones de atún muestran una baja exposición al contaminante con valores entre 0,23 mg/kg y 0,39 mg/kg, todos los cuales están por debajo del límite nacional y del límite indicado por las normativas europeas: 1 mg/kg.

Garófalo et al. (2025) enfatizan que las especies de depredadores tope como el atún tienden a bioacumular más mercurio, por lo tanto, la adherencia a los límites establecidos sugiere un buen control de la materia prima y control de la cadena de suministro.

De igual manera, García y Escobar (2022) señalan que la sobreexposición al mercurio puede resultar en efectos tóxicos sobre los neurosistemas, por lo que en este caso, el mantener los niveles mucho más bajos que el umbral regulatorio, contribuye a la seguridad alimentaria y a la defensa del consumidor.

3.3. Evaluación de resultados de Cadmio (Cd)

A continuación, en la Tabla 6 se presentan los resultados obtenidos sobre el contenido de Cadmio de atunes en conservas durante el periodo 2021(1) – 2024(2).

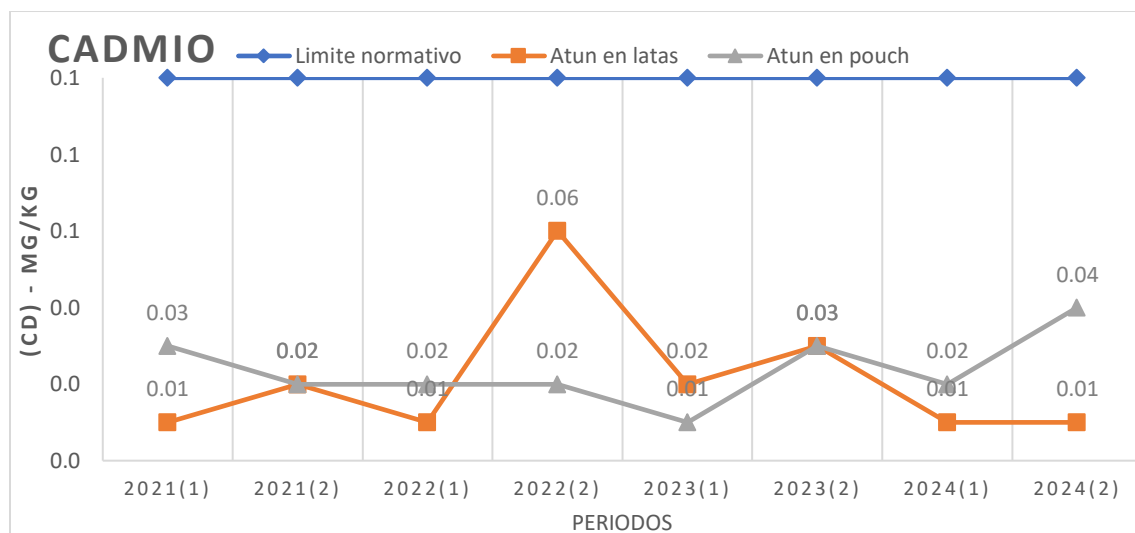
Tabla 6. Resultados del metal pesado Cadmio en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2)

Cadmio (Cd)		2021(1)	2021(2)	2022(1)	2022(2)	2023(1)	2023(2)	2024(1)	2024(2)
Límite normativo		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Atún en latas		0.01	0.02	0.01	0.06	0.02	0.03	0.01	0.01
Atún en pouch		0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.04

Nota: Los valores obtenidos de Cadmio respecto al límite establecido es referencial a la normativa NTE INEN 184:2013 y los resultados presentados se encuentran en unidades de mg/kg.

En las muestras analizadas de cadmio (Cd) en el 2021 y 2022 se observa una concentración promedio de 0.012 mg/Kg y 0.02375 mg/Kg respectivamente, lo que representó los valores más bajos y más altos para esos años.

Figura 3. Niveles de cadmio en pescado lata y pouch en el periodo 2021-2024.



La baja variabilidad y los niveles reducidos de cadmio son indicativos de un control efectivo de las fuentes de materia prima y de la minimización de la contaminación durante el procesamiento.

Tabla 7. Comparación estadística de los niveles de cadmio (Cd) en atún en lata y pouch

Prueba T	Variable 1	Variable 2
Media	0,02125	0,02375
Varianza	0,000298214	8,3929E-05
Observaciones	8	8
Varianza agrupada	0,000191071	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	-0,361719673	
P(T<=t) una cola	0,3614813	
Valor crítico de t (una cola)	1,761310136	
P(T<=t) dos colas	0,722962599	
Valor crítico de t (dos colas)	2,144786688	

La prueba estadística t de student arrojó un valor $p = 0.72$, indicando que no existe diferencia significativa entre los niveles de cadmio en atún en lata y en pouch, y que ambos formatos presentan resultados consistentes en cuanto a inocuidad alimentaria.

Los resultados obtenidos de la medición de niveles de cadmio en atún enlatado y en pouch se muestran por debajo de los límites normativos con un promedio de 0,02125 mg/kg a 0,02375 mg/kg, estas cifras no solo cumplen con los requisitos, sino que también son sustancialmente más bajas que 0,1 mg/kg que es el límite establecido por la normativa nacional NTE INEN 184:2013 y el Reglamento Europeo CE No. 2032/2003.

De acuerdo con los autores Calderón et al. (2023), la presencia de cadmio en productos marinos suele estar relacionada con fuentes industriales o contaminación del entorno acuático, por lo que estos resultados sugieren una adecuada selección del lugar de captura o cultivo. Asimismo, Mititelu et al. (2025) señalan que incluso pequeñas cantidades de cadmio pueden representar un riesgo si el consumo es prolongado, ya que este metal tiende a acumularse en órganos como los riñones y el hígado. En este sentido, los hallazgos respaldan que las prácticas de manejo, almacenamiento y procesamiento han sido efectivas para prevenir esta forma de contaminación.

3.4. Evaluación de resultados de Plomo (Pb)

A continuación, en la Tabla 8 se presentan los resultados obtenidos sobre el contenido de Plomo de atunes en conservas durante el periodo 2021(1) – 2024(2).

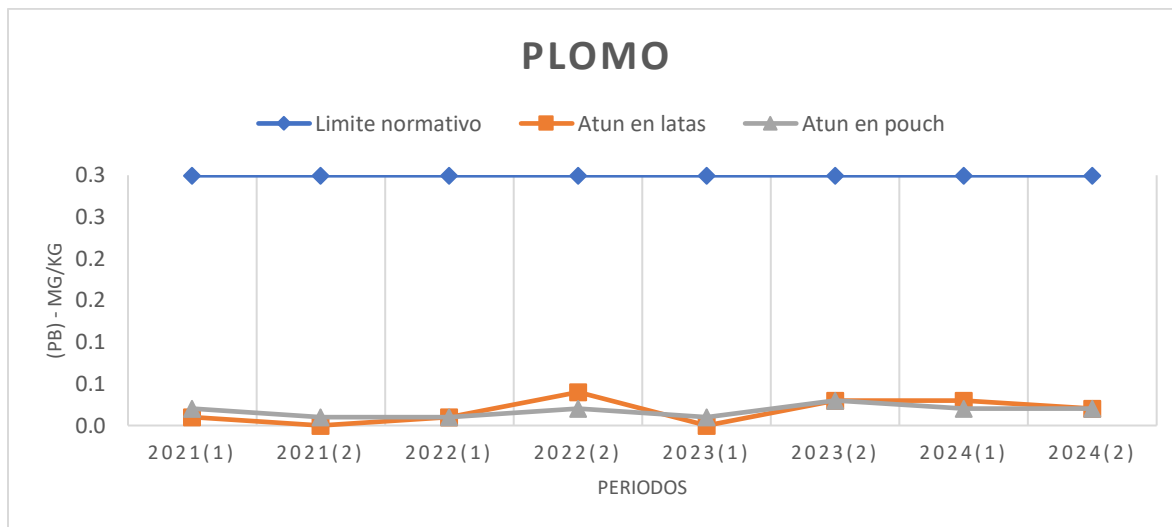
Tabla 8. Resultados del metal pesado Plomo en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2)

		Plomo (Pb)							
		2021(1)	2021(2)	2022(1)	2022(2)	2023(1)	2023(2)	2024(1)	2024(2)
Limite	normativo	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Atún en	latas	0.01	0	0.01	0.04	0	0.03	0.03	0.02
Atún en	pouch	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02

Nota: Los valores obtenidos de plomo respecto al límite establecido es referencial a la normativa NTE INEN 184:2013 y los resultados presentados se encuentran en unidades de mg/kg.

Los niveles de plomo (Pb) en las muestras evaluadas se mantuvieron por debajo de lo establecido en las normativas con un valor promedio de 0.0175 mg/Kg. Al igual que con el cadmio, estos valores están muy por debajo de los límites regulatorios (NTE INEN 184:2013), lo que garantiza la seguridad del producto.

Figura 4. Niveles de plomo en pescado lata y pouch en el periodo 2021-2024.



La prueba t para varianza agrupada dio un resultado muy bajo 0.00001357. Tal varianza tan baja indica un muy buen ajuste de los valores a la media lo que indica casi nula dispersión en los niveles de plomo. Siendo T casi 0, no hay evidencia estadística significativa para rechazar la hipótesis nula por lo que, en los periodos analizados, no hay diferencias en los niveles de plomo.

Tabla 9. Comparación estadística de los niveles de plomo (Pb) en atún en lata y pouch

Prueba T	Variable 1	Variable 2
Media	0,0175	0,0175
Varianza	0,00022143	5E-05
Observaciones	8	8
Varianza agrupada	0,00013571	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	0	
P(T<=t) una cola	0,5	
Valor crítico de t (una cola)	1,76131014	
P(T<=t) dos colas	1	
Valor crítico de t (dos colas)	2,14478669	

Los resultados obtenidos para el plomo (Pb) muestran que las concentraciones detectadas presentaron una igualdad promediando 0.0175 mg/kg tanto en el atún enlatado como el atún , con una varianza agrupada de tan solo 0.00013571. Esta escasa dispersión sugiere que ha habido un correctamente controlado en los procesos de producción, previniendo un producto con contaminación de algun metal pesado y asegurando condiciones de salud adecuadas durante el saneamiento del producto.

“De acuerdo a los hallazgos de este estudio demostramos el cumplimiento de la industria de conserva de atún con las normativas nacionales e internacionales sino que también da la credibilidad de los sistemas de control de calidad contribuyendo así a la seguridad alimentaria

3.5. Evaluación de resultados de Arsénico (As)

A continuación, en la Tabla 10 se presentan los resultados obtenidos sobre el contenido de Arsénico en conservas de atún durante el periodo 2021(1) – 2024(2).

Tabla 10. Resultados del metal pesado Arsénico en conservas de atún en lata y pouch entre el periodo 2021(1) - 2024(2)

		Arsénico (As)							
		2021(1)	2021(2)	2022(1)	2022(2)	2023(1)	2023(2)	2024(1)	2024(2)
Limite	normativo	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Atún en	latas	0.35	0.45	0.37	0.38	0.22	0.83	0.72	0.47
Atún en	pouch	0.27	0.38	0.33	0.39	0.31	0.47	0.49	0.43

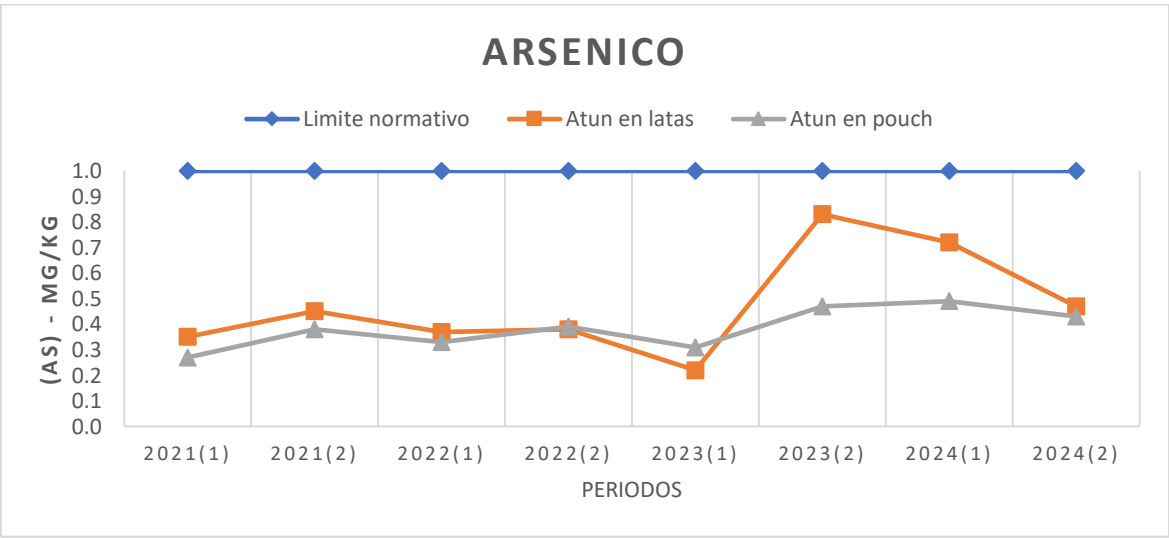
Nota: Los valores obtenidos de arsénico respecto al límite establecido es referencial a la normativa NTE INEN 184:2013 y los resultados presentados se encuentran en unidades de mg/kg.

Los niveles de arsénico (As) en ambas presentaciones de atún (lata y pouch) se mantuvieron por debajo de los límites permitidos. Podemos observar de acuerdo a la tabla 10 que

el atún enlatado mostró un rango de 0,22 mg/kg en 2023-1 a 0,83 mg/kg en 2023-2. Por otro lado, el atún en pouch mostró un rango de 0,27 mg/kg en 2021-1 a 0,49 mg/kg en 2024-1.

Aunque los valores en las latas parecen ser ligeramente más altos, el análisis de varianza mostró un valor agrupado de 0.02354107, lo que indica que no hay una diferencia estadísticamente significativa en las medias de los grupos para ninguna de las formas de atún.

Figura 5. Niveles de arsénico en pescado lata y pouch en el periodo 2021-2024.



Aunque los valores observados presentan ligeras variaciones, ambos se mantienen dentro de los límites establecidos por la normativa ecuatoriana NTE INEN 184:2013 y por el Reglamento (CE) N.º 2023/915 de la Unión Europea, lo que respalda la conformidad de los productos.

Tabla 11. Comparación estadística de los niveles de arsénico (As) en atún en lata y pouch.

Prueba T	Variable 1	Variable 2
Media	0,47375	0,38375
Varianza	0,04105536	0,00602679
Observaciones	8	8
Varianza agrupada	0,02354107	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	

Estadístico t	1,1731658
P(T≤t) una cola	0,13015175
Valor crítico de t (una cola)	1,76131014
P(T≤t) dos colas	0,26030349
Valor crítico de t (dos colas)	2,14478669

La prueba t de student para muestras independientes con varianzas iguales se aplicó con el objetivo de comparar los niveles de arsénico (As) en el atún en lata y en pouch, utilizando ocho observaciones por cada tipo de presentación correspondientes a certificados de calidad del periodo 2021(1) al 2024(2). Los resultados arrojaron una media de 0,47375 mg/kg para el atún en lata y 0,38375 mg/kg para el atún en pouch, con una varianza agrupada de 0,0235. El valor p (dos colas) fue 0,2603, lo cual es superior al umbral de significancia de 0,05; por tanto, no se rechaza la hipótesis nula, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de arsénico presentes en ambas presentaciones.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Los resultados destacan la eficacia de los procesos de producción y del sistema de control de calidad realizado, y demuestran un estricto control de las materias primas y de las condiciones de procesamiento que, el control de las materias primas y las condiciones de procesamiento, es crucial para la seguridad de los productos pesqueros controlan las materias primas y las condiciones de procesamiento de los productos pesqueros y los productos pesqueros y productos pesqueros.
- Se revisaron y analizaron todas las regulaciones nacionales e internacionales relevantes sobre la seguridad del atún, prestando especial atención a la legislación ecuatoriana y europea que regula los niveles de histamina y metales pesados en mariscos, con un enfoque particular en el cumplimiento de la legislación ecuatoriana y de la regulación europea, que es muy estricto con respecto a los niveles de histamina y metales pesados en mariscos. Esto ayudó a orientar la revisión legislativa realizada y demuestra que la industria local del atún no solo cumple con la legislación nacional, sino que también está en cumplimiento con las

expectativas internacionales. Esto es clave para que una empresa acceda y se mantenga en mercados globales ferozmente competitivos.

- Finalmente, después de los análisis y su comparación con una prueba estadística observamos que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos presentaciones de atún: enlatado y pouch. Este resultado nos da a conocer confiabilidad del sistema de control de calidad, que beneficia a la salud pública al mitigar el riesgo de exposición a contaminantes. Además, esta vigilancia rigurosa y continua fortalece la confianza del consumidor y la reputación de la industria pesquera ecuatoriana, que sostiene y mejora la competitividad en un mercado global con crecientes demandas de seguridad alimentaria y trazabilidad.

4.2.Recomendaciones

- Para mitigar el riesgo de contaminación por histamina y metales pesados es esencial proporcionar formación continua a los trabajadores de las industrias pesqueras sobre el manejo, almacenamiento y el procesamiento del atún.
- Además, para garantizar que se cumplan las regulaciones nacionales e internacionales sobre la contaminación por histamina y metales pesados, es necesario estrechar e incrementar el control de monitoreo a lo largo de toda la cadena de producción de atún, desde la captura hasta el envasado.

BIBLIOGRAFÍA

- Akkaya, E; Muratoglu, K; Tarhan, D; Ozsobaci, NP; Ercan, AM; Colak, H; Hampikyan, H; Bingol, EB; Or, ME; Andoni, E; Ozuni, E; Gobbi, M; Petrucci, L; Di Cesare, F; Cagnardi, P; Curone, G; Balzaretto, CM; Giaccone, V; Castrica, M. 2025. Determinación de los niveles de metales pesados y evaluación de la presencia de *L. monocytogenes* y *Salmonella* spp. en productos pesqueros y mejillones (en línea). *Tóxicos* 13(3):10. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics13030153>.
- Altafini, A; Roncada, P; Guerrini, A; Sonfack, G; Accurso, D; Caprai, E. 2022. Desarrollo de histamina en filetes de atún fresco y enlatado almacenados en diferentes condiciones experimentales de temperatura (en línea). *Alimentos* 11(24):1-14. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11244034>.
- Cabrera, S. 2024. Concentración de cadmio y plomo en *Scomber japonicus* desembarcados en el puerto pesquero artesanal de Anconcito (en línea). s.l., Tesis. Bióloga Universidad Estatal Península de Santa Elena. EC. 112 p. Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/11799/1/UPSE-TBI-2024-0062.pdf>.
- Carrillo, O. 2021. Plan de negocios para la creación de una empresa productora y exportadora de derivados de atún en la ciudad de Quito (en línea). s.l., Tesis. Máster en Administración de Empresas. Universidad Internacional SEK. EC. 1-89 p. Disponible en <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4228/1/CARRILLO>.
- Cerna, E. 2021. Implementación de un sistema de gestión de calidad en base al sistema HACCP en la pesquera Pelayo S.A.C. – Puerto Supe 2019 (en línea). s.l., Tesis. Ing. Químico. “Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión”. Perú. 115 p. Disponible en <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/4660/ELVIS>.
- Chele, B; Tomalá, A. 2019. Evaluación de histamina y metales pesados en productos pesqueros comercializados en los mercados de Guayaquil. s.l., Tesis. Ing. Químico. Universidad de Guayaquil. EC. 105 p.
- Chóez, M. 2023. Determinación de los niveles de histamina en las especies de pescados más vendidos en el mercado sauces ix de Guayaquil (en línea). s.l., Tesis. Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Agraria del Ecuador. EC. 1-81 p. Disponible en

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CHOEZ>.

- Condori, R. 2023. Evaluación de la calidad de sedimento marino por metales pesados en el puerto de Ilo, Perú (en línea). s.l., Tesis. Maestría en Gestión minera y ambiental. Escuela de Posgrado Newman. Perú. 99 p. Disponible en <https://repositorio.epnewman.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12892/713/Rene>.
- Cortés, A; Díaz, M; Torres, E; Espinosa, L; Rayas, A; Cruz, R; Aguilar, J; Salgado, M de la P. 2024. Procesamiento, Calidad y Seguridad Elemental del Pescado (en línea). Ciencias Aplicadas 14(7):4-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14072903>.
- Crisanto, L; Palacios, A; Vilchez, C; Rodriguez, M; De La Cruz, M; Rojas, S. 2022. Fitorremediación con macrófitos en agua contaminada por plomo del puerto pesquero de Paíta-Perú (en línea). LACCEI 5(1):1-6. Disponible en https://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13067/2594/53_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Delgado, M; Arteaga, Á; Rodríguez, P. 2024. Mantenimiento Preventivo en empresas conserveras de atún: desempeño e influencia en la sostenibilidad (en línea). Ingeniería Mecánica 27(1):1-9. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/im/v27n1/1815-5944-im-27-01-1.pdf>.
- Domínguez, D. 2021. Estudio del contenido de metales pesados, tóxicos, macroelementos, microelementos y elementos traza en tres especies de interés pesquero, Balistes capriscus, Canthidermis sufflamen y Heteropriacanthus cruentatus, procedentes de la Isla del Hierro (en línea). s.l., Tesis. Master en Biología Marina. Universidad de Laguna. España. 71 p. Disponible en <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/23442/Estudio>.
- Farias, Á. 2025. Calidad y estandarización como estrategias competitivas de las empresas industriales del Ecuador (en línea). Polo del Conocimiento 10(5):983-1002. Disponible en <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/9486/pdf>.
- Filipeć, S; Valinger, D; Mikac, L; Ivanda, M; Kljusurić, J; Janči, T. 2021. Influencia de la matriz de muestra en la determinación de histamina en peces mediante espectroscopia (en línea). Alimentos 10(8):1-9. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10081767>.
- García, R; Soler, S; Castellanos, M; Morales, M. 2022. Contribuciones desde la gestión del conocimiento tradicional a la implementación de la agenda 2030. Estudio de caso. Revista

- Universidad y Sociedad 14(4):138-155.
- Garofalo, L; Sala, M; Focardi, C; Pasqualetti, P; Delfino, D; D'Onofrio, F; Droghei, B; Pasquali, F; Nicolini, V; Galli, FS; Scaramozzino, P; Ubaldi, A; Russo, K; Neri, B. 2025. Monitoreo de los niveles de cadmio, plomo y mercurio en productos del mar: un análisis de diez años (en línea). *Alimentos* 14(3):12. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14030451>.
- Ghidini, S; Chiesa, LM; Panseri, S; Varrà, MO; Ianieri, A; Pessina, D; Zanardi, E. 2021. Control de histamina en atún crudo y procesado: una herramienta rápida (en línea). *Alimentos* 10(4):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10040885>.
- Hidalgo, A; Zambrano, M; Pinargote, N. 2022. Validación de las dimensiones para auditorías de gestión de la calidad en empresas pesqueras mantenses (en línea). *ECA Sinergia* 13(2):53-70. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5885/588571220005/588571220005.pdf>.
- Huaygua, M; Cedeño, Y; Coral, B. 2021. Uso de normas de calidad: estudio comparado de empresas atuneras en la ciudad de Manta-Ecuador (2018-2019) (en línea). *ECA Sinergia* 12(2):60-68. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5885/588569075006/html/>.
- Lombana, M; Lans, E; Pinedo, J. 2022. Concentraciones de mercurio en atún comercializado en Montería, Colombia: evaluación del riesgo en la salud (en línea). *Revista de Salud Pública* 23(2):1-12. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-00642021000200004&script=sci_arttext.
- Luqman, M; Hassan, H; Ghaffar, R; Bilal, M; Kanwal, R; Raza, MA; Kabir, M; Fadladdin, Y; Ali, A; Rafiq, N; Ibáñez, E; Ríos, P; Siddique, M. 2024. Contaminación bacteriana poscosecha del pescado, su evaluación y estrategias de control (en línea). *Brazilian journal of biology* 84:1-14. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.282002>.
- Milea, Ștefania; Simionov, I; Lazăr, N; Iticescu, C; Timofti, M; Georgescu, P; Faggio, C. 2025. Evaluación integral de riesgos de metales y minerales en mariscos mediante corrección de bioaccesibilidad (en línea). *Revista de xenobióticos* 15(3):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/jox15030092>.
- Ministerio de Salud y Protección Social. 2021. Análisis de impacto normativo de la resolución 148 de 2007 “por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que debe

- cumplir el atún en conserva y las preparaciones de atún que se fabriquen, importen o exporten para el consumo humano” (en línea). s.l., s.e. p. 63. Disponible en https://www.minsalud.gov.co/Normativa/PublishingImages/Paginas/analisis-de-impacto-normativo/AIN_Atún.pdf.
- Morello, S; Lupi, S; Barcucci, E; Fragassi, S; Torres, E; Dosio, D; Marchese, C; Bezzo, T; Gili, M; Bianchi, D. 2024. Histamina en la pesca: un estudio de cinco años (en línea). *Toxinas* 16(11):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins16110456>.
- Morocho, E. 2023. Determinar la presencia de metales pesados en camarones expandidos en el mercado de Guayaquil (en línea). s.l., Tesis.Médica Veterinaria y Zootecnista. Universidad Agraria del Ecuador. EC. 60 p. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MOROCHO>.
- Pais, A; Marques, A; Oliveira, H; Gonçalves, A; Camacho, C; Augusto, H; Nunes, M. 2025. Nuevas perspectivas sobre la calidad y la seguridad del pescado enlatado en el camino hacia la sostenibilidad (en línea). *Alimentos* 14(1):1-9. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14010099>.
- Pais, G; Meloni, D; Mudadu, A; Crobu, L; Pulina, A; Chessa, G. 2022. Análisis colorimétrico y determinación de histamina en muestras de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) (en línea). *Alimentos* 11(5):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11050639>.
- Ramona, Y; Oktariani, A; Wirasuta, A; Teriyani, N; Sarkar, D; Shetty, K. 2023. Supresión de la formación de histamina en atún procesado mediante un enfoque probiótico (en línea). *Revista NFS* 31:133-141. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.nfs.2023.05.001>.
- Salvatierra, V. 2022. Determinación de Metales Pesados (Cadmio y Plomo) en el Calamar Gigante (*Dosidicus Gigas*) en la Ciudad de Manta, Ecuador (en línea). *Dominio de las Ciencias* 8(1):85-98. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8383461.pdf>.
- Servusova, E; Piskata, Z. 2021. Identificación de especies seleccionadas de atún en productos comerciales (en línea). *Moléculas* 26(4):1-9. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26041137>.
- Silviu, V; Tabaran, A; Crişan, O; Duma, M; Panait, L; Daniel, S. 2025. Caracterización del crecimiento microbiano, la presencia de patógenos y la acumulación de histamina en

- muestras refrigeradas de trucha arcoíris y caballa recolectadas en mercados rumanos (en línea). *Patógenos* 14(6):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens14060580>.
- Taylor, B; Ofori, K; Parsaeimehr, A; Akdemir, G; Attarwala, T; Ozbay, G. 2025. Explorando las complejidades de los mariscos: desde los beneficios hasta los contaminantes (en línea). *Alimentos* 14(9):1-10. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14091461>.
- Torres, M. 2023. Evaluación de la contaminación con metales pesados en la bahía de Coronel mediante el análisis de sedimentos (en línea). s.l., Tesis. Ingeniero ambiental. Universidad de Concepción. Chile. 65 p. Disponible en <https://repositorio.udec.cl/server/api/core/bitstreams/d3017d94-aa44-47c0-abf8-582b5d61cc2e/content>.
- Visciano, P; Schirone, M; Paparella, A. 2020. Una descripción general de la histamina y otras aminas biógenas en el pescado y los productos pesqueros (en línea). *Alimentos* 9(12):1-15. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9121795>.