

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS

CARRERA BIOLOGÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

TEMA:

“Incidencia y concentración de Cadmio (Cd) en producto terminado de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (bonaterre, 1788) en envases metálicos, en el Ecuador.”

AUTOR:

Gema Alejandra García Santana

TUTOR:

Blgo. Jaime Sánchez Moreira, Mg.A.

MANTA - ECUADOR

2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Garcia Santana Gema Alejandra**, con número de cédula de identidad **1316069028**, estudiante de la carrera **Biología** de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías perteneciente a la **Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí**, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación, en modalidad **artículo académico**, titulado: **“Incidencia y concentración de Cadmio (Cd) en producto terminado de atún aleta amarilla thunnus albacares (bonaterre, 1788) en envase metálicos, en el Ecuador.”** es de mi autoría y ha sido desarrollado de manera individual.

Este trabajo es original, no ha sido previamente publicado ni presentado para la obtención de otro título o grado académico en esta u otra institución de educación superior.


Asimismo, declaro que he respetado los derechos de autor y he citado adecuadamente todas las fuentes utilizadas, conforme a las normativas académicas vigentes.

En fe de lo cual, firmo la presente declaración en **Manta**, en el mes de **octubre** del año **2025**.



Garcia Santana Gema Alejandra

C.I.: 1316069028

	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 Ciencias de la Vida y Tecnologías de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

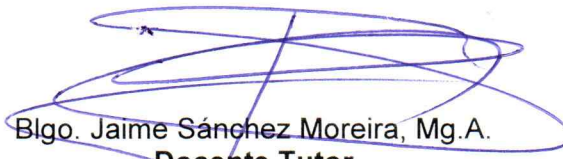
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Gema Alejandra García Santana, legalmente matriculada en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "Incidencia y concentración de Cadmio (Cd) en producto terminado de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre, 1788) en envases metálicos, en el Ecuador."

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, 04 de agosto de 2025.

Lo certifico,


 Blgo. Jaime Sánchez Moreira, Mg.A.
Docente Tutor
Área: Biología

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

Con gratitud a Dios por ser mi guía en cada paso de este camino.

Con profunda gratitud y amor, agradezco a mis padres este logro por su inquebrantable apoyo, sacrificio y amor incondicional.

A mi familia, por su amor incondicional, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por brindarme su apoyo emocional y espiritual a lo largo de mi formación académica. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

Garcia Santana Gema Alejandra

DEDICATORIA

A Dios por haberme brindado esa fuerza, sabiduría y perseverancia en este camino académico por fortalece mi corazón, e iluminar mi mente y por brindarme la paz y el consuelo en los momentos mas difíciles que ya no podía más, has sido mi roca y mi refugio.

A mis padres Lionel Garcia y Patricia Santana por su duro esfuerzo y dedicación, por los innumerables sacrificios que han hecho para que pueda alcanzar mis metas. Cada éxito que alcanzo es tambien suyo, ya que su constante aliento y ejemplo han sido mi mayor inspiracion gracias por estar conmigo en cada camino por su amor incondicional espero que se sientan afortunados de ser mis padres como yo me siento de ser su hija los amo profundamente

A mis hermanos Leonel,Victor y a mis cuñadas por estar siempre ahí, por su apoyo incondicional.

Para mis sobrinas Shelsea,Zharick y charlotte quienes han sido mi fortaleza para seguir adelante.

En este trascurso de este viaje, tanto académico como personal he tenido la fortuna de estar acompañada de personas extraordinaria. En la cual destaca de manera especial Cinthia Segura. Su presencia en mi vida ha sido una fuerte constante de felicidad.

Y, finalmente, a mí mismo, por no rendirme, por seguir adelante a pesar de las dificultades y por confiar en que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Garcia Santana Gema Alejandra

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó una revisión de bibliografía referente a la incidencia del metal pesado Cadmio (Cd) en los productos elaborados a base de materia prima de origen marino, principalmente en atún aleta amarilla *Thunnus albacares* que se procesa en envases metálicos en el Ecuador. Para el caso específico de Cadmio (Cd) en tres tallas; pequeña (25 – 27 cm), mediana (36 – 38 cm), grande (53 – 55 cm) de la especie *Thunnus albacares*, se obtuvieron valores promedios de $0.001 \pm 0,0014$ mg/kg, $0.014 \pm 0,024$ mg/kg y $0.042 \pm 0,058$ mg/kg (tallas pequeña, mediana y grande, respectivamente). Todos los valores de concentración de Cd estuvieron dentro de los límites permisibles que rigen las normativas de la Legislación europea, reglamento de la unión europea y la norma INEN NTE.

Palabras claves: Metales pesados, *Thunnus albacares*, Cadmio, Ecuador.

1. INTRODUCCIÓN.-

El estudio del contenido de metales en los alimentos constituye un aspecto de importancia debido a que algunos de estos metales son necesarios para el desarrollo normal de los organismos, mientras que otros, aún en bajas concentraciones no pueden tolerarse debido a su toxicidad para los seres humanos (Milacic y Kralj, 2003).

Los peligros de los metales para los seres humanos a partir del consumo de alimentos contaminados, dependerá de los niveles relativos de metal y su especiación. En caso de toxicidad crónica, se conoce que el plomo causa efectos dañinos sobre los riñones; además del deterioro de la función renal, disfunción hepática y escasa capacidad reproductiva (Abou-Arab et al., 1996).

La pesca es una de las actividades más importante del Ecuador, en la que existen altos volúmenes de exportación en rubros como las conservas de atún, harina y aceite de pescado, pesca fresca y congelada. Se ha reportado que en ese país, el consumo de pescado congelado se incrementó en un 44%, seguido de productos enlatados con 32% y el pescado fresco con el 24% (Ordóñez, 2013).

En el Ecuador, se conoce que el atún es una importante especie de interés comercial debido a esto muchas empresas emplean distintos métodos de envasado o etiquetado en estos productos el cual es comercializado a nivel nacional y en algunos casos a nivel mundial (Macuy, 2017).

El atún es una especie capturada mundialmente por las embarcaciones atuneras debido a que posee mucho interés comercial a nivel mundial, por su carne es muy consumida y generalmente es destinada a los sushis y tartares, una especie distribuida en aguas mediterráneas, logrando un tamaño máximo de 300 cm y un peso máximo de 600 kg, en algunos países se considera al *Thunnus thynnus* como una especie migratoria por lo que se conoce que su dieta depende principalmente de peces pelágicos como: Boquerón, clupeidos y especies afines, aunque en algunos estómagos de distintos individuos se han encontrado cefalópodos y crustáceos contribuyendo a parte de su dieta (Suarez, 2023).

La presencia de algunos elementos tóxicos han incitados a que varias organizaciones realicen estudios sobre los efectos que pueden ocasionar la acumulación de metales pesados en las especies marinas consumidas a nivel mundial, debido a su nivel de toxicidad y bioacumulación, algunos de los metales pesados que podemos mencionar tenemos al arsénico, mercurio, cadmio y plomo, debido a esto se han estudiado ampliamente, su distribución puede variar dependiendo de las especies de pescado, tanto a la edad de la misma como otros factores fisiológicos (peso, talla, sexo y edad) (Gonzales, 2018).

Conocemos que los pescados acumulan concentraciones substanciales de mercurio en sus tejidos finos y el pescado es una de las fuentes mas grandes de plomo para las personas, actualmente a nivel mundial se consume mucho producto enlatado el cual puede ser un factor clave para realizar estudios referente a la cantidad de metales pesados que puede consumir diariamente las personas (Lalangui, 2017).

Entre los contaminantes más nocivos se encuentran los metales pesados como el mercurio y el plomo, debido a que son elementos muy tóxicos tanto para las especies de interés comercial que se comercializan a nivel mundial y para los consumidores de estas especies. En la actualidad sabemos que algunas de las empresas o industrias están utilizando en su proceso de manufactura estos componentes tóxicos pero en muy bajas concentraciones para distintos procesos (Mero, 2013).

Se han realizado estudios para ver la incidencia y cuantificación de los metales pesados, dando como prioridad al Mercurio y Cadmio que fueron los metales que tuvieron mayor incidencia, donde la exposición a dosis bajas en periodos de tiempos prologados tienen efectos sobre la salud humana, lo cual se va manifestando en el sistema nervioso central y periférico. Conocemos que en los adultos el Mercurio se puede manifestar o relacionar con temblor y demencia, sin embargo en los niños tiene un efecto en el desarrollo neurológico, del lenguaje y el comportamiento de los niños. Por otro lado el Plomo se lo relaciona a desencadenar a las personas un coeficiente intelectual bajo, alteraciones al desarrollo y como el Mercurio a trastornos neurológicos (Armando, 2021).

Se considera que la bioacumulación de Cadmio podría incidir en disfunción renal, daños en el esqueleto y deficiencia reproductiva, un estudio dio a conocer que la procedencia del atún también influye sobre las concentraciones de metales pesados. A mayor fuente de contaminantes surge o es provocada por el hombre, tanto en trabajo de minerías, practicas agronómicas y emisiones industriales, debido a que sus propiedades son: persistencia, bioacumulación, biotransformación y alta toxicidad, por este se mantiene en el ambiente durante largos periodos de tiempo, su degradación natural es muy complicada y se recomienda que el análisis de metales pesados se realice en medición por equipos de absorción atómica, para lograr alcanzar con mayor facilidad los resultados de los metales (Lalangui, 2017).

De acuerdo a lo mencionado el atún pasa por distintos procesos hasta poder considerarlo como producto terminado donde se empieza con la recepción del producto el cual es suministrado desde una flota atunera y revisado en planta por un inspector de calidad para realizar su respectiva evaluación, después se clasifican de acuerdo al peso que posee cada individuo para su respectiva congelación, realizando la respectiva evaluación, la producción considera las necesidades que tienen con los clientes, se realiza un descongelado del producto para seguir con el corte y eviscerado, luego de eso se realiza un lavado para que quede completamente limpio, se colocan los trozos y se realiza la respectiva cocción para finalizar en el correcto empaclado y cierre del producto, en cada uno de estos procesos siempre habrá una supervisora o supervisor de calidad que evalúe aquellos lotes de producto, revisando si las concentraciones de metales pesados están de acuerdo a lo estipulado por la ley (Barberan, 2008).

La materia prima que se utiliza para envasar atún en latas, en la industria atunera ecuatoriana mayormente se utiliza a las especies:

- Atún aleta amarilla
- Atún blanco o albacora
- Atún ojo grande
- Listado
- Bonito

Una de las principales observaciones sobre el atún es que mayormente se vende y consume por las personas pero es la especie que mas metales acumula y algunas de las especies mencionadas tienen ciertas restricciones de consumo en poblaciones debido a sus concentraciones de mercurio elevadas, para que los productos sean absolutamente seguros, los fabricantes de pescados en conservas deben cerciorarse que el tratamiento térmico a la que someten sean suficiente para eliminar todos los microorganismos patógenos responsables de la descomposición de estos, uno de los mas conocidos es el *Clostridium botulinum* debido a que suele producirse en envases sellados y puede llevar a la formación de toxinas potencialmente mortíferas (Cuellar, 2010).

Existe un desconocimiento sobre los contaminantes que se transfieren a lo largo de la red trófica marina, donde se acumulan y si pueden llegar a ser tóxicas en humanos, son algunas preguntas que surgen a partir de la problemática de los contaminantes, los metales pesados o contaminantes se vienen bioacumulando a partir del nivel mas bajo de la cadena trófica o alimenticia y conforme va avanzando la cadena alimenticia, cada depredador va bioacumulando estos contaminantes y poco a poco va aumentando hasta llegar al ultimo depredador (Nieto, 2021).

El presente estudio consiste en una revisión bibliográfica referente al índice del metal pesado Cadmio (Cd) en producto terminado de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* encontrados en los productos de envase metálicos en el Ecuador.

2. METODOLOGÍA.-

Se realizo una investigación mediante revisión sistemática, en el cual se buscaron artículos referentes al tema mencionado sobre el índice de Cadmio (Cd), para conocer cuales son las investigaciones que se han venido realizando de este tema y la problemática actual de algunos productos derivados de la pesca del atún aleta amarilla.

Debido a esto se emplearon varias páginas de búsqueda de información online de las cuales podemos mencionar a los siguientes sitios web:

- Science direct
- Dialnet
- Google Académico
- Scielo
- PMC (PubMed Central)

3. RESULTADOS.-

Carlos Chávez, 2021, en su estudio del trabajo de titulación para la obtención de su grado de maestría en la ULEAM sobre los metales pesados para el caso específico de Cadmio (Cd) en tres tallas; pequeña (25 – 27 cm), mediana (36 – 38 cm), grande (53 – 55 cm) de la especie *Thunnus albacares*, obtuvo valores promedios de 0.001 ± 0.0014 mg/kg, 0.014 ± 0.024 mg/kg y 0.042 ± 0.058 mg/kg (tallas pequeña, mediana y grande, respectivamente). Todos los valores de concentración de Cd estuvieron dentro de los límites permisibles que rigen las normativas de la Legislación europea, reglamento de la unión europea y la norma INEN NTE.

Evelyn Flores, *et al.*, 2018, realizó un estudio en 36 muestras de atún de las especies *Thunnus albacares* y *Katsuwonus pelamis*, donde se demostró que el 66% superó los límites máximos permisibles según las normas NTE INEN 183, 184 y el Reglamento de la Unión Europea (UE) 488/2014, cuyo límite máximo permitido es de 0.10 ppm Cd. Los resultados indicaron que el contenido de Cadmio en atún supera el límite máximo permisible de 2 a 5 veces, considerando el rango de concentraciones de 0.2 a 0.5 ppm Cd. Comparativamente, no existen diferencias estadísticamente significativas entre la concentración de Cd en tejidos de atún enlatado de consumo nacional y de exportación ($F=2.64$; $p=0.077$). De igual forma, no existen diferencias entre la concentración de este metal pesado en atún enlatado o fresco (Fig. 1 y Tabla 1). Por otro lado, existe una leve tendencia hacia una mayor acumulación de Cd en atún de consumo nacional (0.441 ± 0.046 ppm Cd) en comparación con el atún de exportación (0.297 ± 0.109 ppm Cd); sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p>0.05$).

Por otro lado, las concentraciones en atún fresco de la especie *Katsuwonus pelamis* (0.385 ± 0.174 ppm Cd) parecieran ser mayores a las de la especie *Thunnus albacares* (0.295 ± 0.187 ppm Cd) pero tampoco existen diferencias significativas ($p > 0.05$).

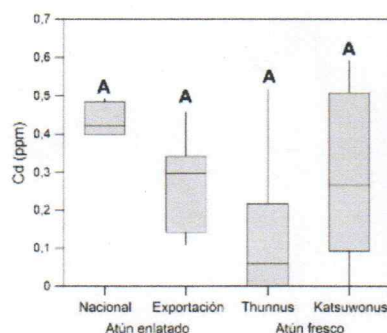


Figura 1. Comparación entre las concentraciones de Cd (ppm) en tejido de atún en las muestras obtenidas de enlatado y pescado fresco. Letras iguales señalan que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias, según ANOVA de 1-vía ($p < 0.05$) y test de Tukey. (Evelyn Flores, *et al.*, 2018)

Cd (ppm)	Muestras enlatadas	
	Mercado nacional	Exportación
Media	0.441	0.297
DS	0.046	0.109
Mín.	0.399	0.142
Máx.	0.491	0.458

Tabla 1. Contenidos de Cd en atún enlatado destinado por el mercado nacional e internacional. (Evelyn Flores, *et al.*, 2018)

4. CONCLUSIONES.-

En base a la revisión bibliográfica realizada, se determina que los niveles de Cadmio (Cd) en productos elaborados en Ecuador a base de materia prima atún aleta amarilla *Thunnus albacares*, se determina que las concentraciones oscilan entre 0.001 ± 0.0014 mg/kg, 0.014 ± 0.024 mg/kg y 0.042 ± 0.058 mg/kg, lo que indica que estos rangos se han mantenido dentro de los límites permisibles según lo indicado en las normas vigentes tales como la Legislación europea, reglamento de la unión europea y la norma INEN NTE 183 y 184. Estos límites permisibles, también indican que es posible consumir atún enlatado en el Ecuador con estos bajos contenidos de Cadmio.

5. RECOMENDACIONES.-

Se han realizado varios estudios sobre contenido de metales pesados en muchos alimentos procesados a base de materia prima animal, en este caso de origen acuático y nos referimos al atún aleta amarilla *Thunnus albacares*, entre ellos el Mercurio en forma de metil mercurio, Plomo, Arsénico entre otros, pero se recomienda realizar mas análisis del metal Cadmio en otras especies de túnidos como el atún ojo grande *Thunnus obesus* y el atún bonito *Katsuwonus pelamis* y así determinar si los niveles de Cadmio (Cd) se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por las normativas vigentes.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.
2. Abou-Arab A. A. K., A. M. Ayeshe, H. A. Amra and K. Naguib. 1996. Characteristic levels of some pesticides and heavy metals in imported fish. Food Chemistry, 57(4):487-492.
3. Armando, C. S. C. determinación de la concentración de cadmio y plomo en la especie yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), en la ciudad de Manta.
4. Barberán Cevallos, J. P. Estudio de la presencia de plomo en conservas de atún *Katsuwonus pelamis* para exportación, producidas en cinco empresas de Manta por el método de espectrofotometría de absorción atómica. (2008).
5. Cuellar Mejía, E. A. & Mena Durán, K. G. Determinación del contenido de mercurio por espectrofotometría de absorción atómica de vapor frío en atún enlatado comercializado en la Ciudad de Santa Ana. (Universidad de El Salvador, 2010).
6. González-Ortegón, E. *et al.* Bioacumulación y transferencia de metales en el Golfo de Cádiz. (2018).
7. Mero Moreira, A. P. & Solís Mero, M. S. Incidencia del metal plomo en producto enlatado de atún skip jack por el método de espectrofotometría de absorción atómica en Seafman c.a. (2013).
8. Milacic, R. and B. Kralj. 2003. Determination of Zn, Cu, Cd, Pb, Ni and Cr in some Slovenian foodstuffs. Eur. Food Res. Technol. 217:211-214.
9. Macuy Jose & Nuñez Catherine, Evolución de las exportaciones del atún ecuatoriano y su importancia en la balanza comercial como bien tradicional. período 2010-2016, (2017).
10. Nieto Campuzano, P. J. Determinación de metales pesados cadmio (Cd) y plomo (Pb) en el atún en skip jack *Katsuwonus pelamis* (2021).
11. Lalangui López, K., Lema Chóez, E. A., García Larreta, F. S., Mariscal Santi, W. & Mariscal García, R. S. Determinación de Mercurio en atún enlatado por Espectrofotometría de Absorción Atómica. *Dominio de las Ciencias* 3, 148-164 (2017).
12. Ordonez, A., 2013. Pro Ecuador. Análisis del sector pesca. Disponible en línea: <http://www.proecuador.gob.ec/pubs/analisis-sector-pesca-2013/> [Oct. 20, 2016]