



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN AGROINDUSTRIA
CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

TEMA:

“DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS CADMIO (Cd) Y PLOMO (Pb) EN EL
ATÚN PATUDO (*Thunnus obesus*), EN LA CIUDAD DE MANTA”

AUTORA:

CAROLINA SIERRA MARÍN

E-mail:

sierra.car045@gmail.com

TUTOR

ROBERT MERO SANTANA

MANTA, MANABI, ECUADOR

2021

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, Carolina Sierra Marín con C.I. 1309842043, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría, y que los resultados de este son auténticos, originales y personales, los textos constantes en el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Manta, 06 de diciembre 2021

Carolina Sierra Marín

C.I. 1309842043

Yo, Robert Mero Santana, declaro que, personalmente conozco que la maestranda Carolina Sierra Marín es la autora exclusiva de la presente investigación y que ésta es original, autentica y personal suyo.

Robert Mero Santana

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad ciencias Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, certifico:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es **“Determinación de metales pesados cadmio (Cd) y plomo (Pb) en el atún patudo (*Thunnus obesus*), en la ciudad de Manta”**, el mismo que ha sido desarrollado de acuerdo a los lineamientos internos de la modalidad en mención y en apego al cumplimiento de los requisitos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico, por tal motivo CERTIFICO, que el mencionado proyecto reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

La autoría del tema desarrollado corresponde a la señorita Carolina Sierra Marín, maestrando de la Maestría en Agroindustria con Mención en Gestión de Calidad y Seguridad Alimentaria, período académico 2020-2021.

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

Manta, 06 de diciembre de 2021.

Lo certifico,

ING. ROBERT MERO SANTANA MGE, MGA.

Docente Tutor

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios porque sin él, no soy nada, por todas sus bendiciones y su infinito amor hacia mí.

A mi mami Mirian por haberme encaminado hacia la excelencia, ser la promotora de mis sueños, mi pilar fundamental y por ser mi compañera durante esta jornada y a Patricio, por su apoyo brindado al formar parte de nuestra familia.

A mi hijo Jorgito, por la paciencia y empatía que ha tenido conmigo en este periodo en el que entendiste que a veces era necesario sacrificar nuestro tiempo de juegos por horas de aprendizaje para lograr este objetivo.

A mis queridos hermanos Roxana y Nerhú por su cariño y apoyo en cada momento de esta travesía.

A cada uno de los docentes por haberme llenado de conocimientos a lo largo de este ciclo.

A mi jefe Mario quien es mi mentor, esa persona que me empuja a creer en mí y por darme todo su apoyo incondicional para cumplir esta meta.

A mis amigos que han estado presente de alguna u otra manera aportando cosas buenas a mi vida y son parte de esto.

A mis compañeros de maestría Jeniffer, Paco, Carlos y Nathaly: emprendimos este viaje académico sin saber que una bella amistad nacería y que juntos lograríamos este reto.

Y un agradecimiento muy especial y sincero al Ing. Carlos Alberto Jadán Piedra PhD, por invertir su valioso tiempo en este proyecto de investigación, su participación y dedicación ha enriquecido el trabajo realizado.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón este trabajo de fin de máster a mi madre Mirian Marín, quien desde el comienzo ha estado a mi lado siendo un pilar, sin ella no lo hubiera logrado. Tu determinación y enseñanzas a lo largo de mi vida han permitido que me convierta en lo que soy actualmente, cada meta cumplida es gracias a ti mamá.

A mi papá Nerhú Sierra, sé que desde donde estas guías mis pasos y estarías orgulloso de esta meta cumplida.

A mi hijo Jorgito, quien es la luz de mis ojos, el motor de mi vida y la fuente de motivación e inspiración para superarme y querer ser mejor persona cada día.

RESUMEN

La presente tesis se enfoca en la determinación de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en atún patudo (*Thunnus obesus*), con la finalidad de conocer si las muestras analizadas sobrepasan el límite establecido por la legislación ecuatoriana y europea, además de conocer si la talla y zona de captura influyen en la concentración de los mencionados metales pesados. Se aplicó un diseño experimental de DCA (Diseño Completamente al Azar) con un arreglo de diseño factorial AxB, con tres replicas por cada tratamiento con un total de 27 unidades experimentales; en la que se escogieron tres tallas comerciales del atún (-3, 4-7, +12 libras) en 3 barcos pesqueros distintos para determinar la incidencia sobre los resultados, según talla y zona de pesca. Los resultados obtenidos para el Pb determinaron que el 11% de las muestras sobrepasan los límites establecidos por las legislaciones. Valores obtenidos para Cd indican que ninguna de las muestras analizadas superó los límites establecidos por la legislación ecuatoriana y europea. El estudio de talla determinó que existe una relación talla-concentración, de igual manera se encontró diferentes niveles de concentración según la zona de captura. Se recomienda realizar futuras investigaciones con mayor número de muestras, ampliar el estudio con nuevas tallas analizadas e incrementar las zonas de pesca a ser estudiadas.

SUMMARY

This thesis focuses on the determination of Cadmium (Cd) and Lead (Pb) in bigeye tuna (*Thunnus obesus*), in order to determine whether the samples analyzed exceed the limit established by Ecuadorian and European legislation, as well as to determine whether the size and area of capture influence the concentration of the aforementioned heavy metals. An experimental design of DCA (Completely Randomized Design) was applied with an AxB factorial design arrangement, with three replicates for each treatment with a total of 27 experimental units; in which three commercial sizes of tuna were chosen (-3, 4-7, +12 pounds) in 3 different fishing boats to determine the incidence on the results, according to size and fishing zone. The results obtained for Pb determined that 11% of the samples exceeded the limits established by legislation. Values obtained for Cd indicate that none of the samples analyzed exceeded the limits established by Ecuadorian and European legislation. The size study determined that there is a size-concentration relationship; likewise, different concentration levels were found depending on the area of capture. It is recommended that future research be carried out with a greater number of samples, that the study be expanded with new sizes analyzed, and that the fishing zones to be studied be increased.

INDICE

CAPÍTULO I	13
Introducción	13
MARCO TEÓRICO.....	16
Atún Patudo (<i>Thunnus obesus</i>).....	16
Metales Pesados	16
Cadmio.....	17
Plomo	17
Métodos de Determinación de Metales Pesados.....	18
<i>Espectroscopía de absorción atómica.</i>	18
Planteamiento Del Problema.....	19
Justificación	20
Hipótesis	21
Objetivo General.....	22
Objetivos Específicos.....	22
CAPÍTULO II	23
METODOLOGÍA.....	23
Ubicación	23
Variables	23
<i>Variables independientes</i>	23
<i>Variables dependientes</i>	24
Diseño Experimental.....	24
<i>Tipo de diseño</i>	24

<i>Análisis estadísticos</i>	24
<i>Tratamientos</i>	24
Método de Análisis	26
<i>Método AOAC</i>	26
<i>Evaluación de límites máximos</i>	26
<i>Preparación de muestras</i>	27
<i>Preparación de dilución de reactivos</i>	28
<i>Análisis de Muestras por Medio de Espectroscopía de Absorción Atómica</i>	29
CAPITULO III.....	31
Resultados y discusión	31
CAPÍTULO IV	40
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tratamientos de estudio del diseño experimental</i>	25
Tabla 2. <i>Parámetros equipo Agilent Technologies 200 Series AA</i>	29
Tabla 3. <i>Certificado de análisis CPA-chem Pb y Cd</i>	30
Tabla 4. <i>Resultados de concentración de Pb y contenido máximo permitido de las normativas vigentes</i>	31
Tabla 5. <i>Resultados de concentración de Cd y contenido máximo permitido de las normativas vigentes</i>	33

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Concentración de Pb clasificados por talla y barco.</i>	32
Ilustración 2. <i>Concentración de Cd clasificados por talla y barco.</i>	34
Ilustración 3. <i>Análisis de varianza, según combinaciones de barcos y tallas. Concentración de Pb.</i>	35
Ilustración 4. <i>Prueba Tukey según barcos y tallas. Concentración de Pb.</i>	36
Ilustración 5. <i>Análisis de varianza, según combinaciones de barcos y tallas. Concentración de Cd.</i>	377
Ilustración 6. <i>Prueba Tukey según barcos y tallas. Concentración de Cd.</i>	388

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A Reglamento (UE) 2021/1323 de la Comisión de 10 de agosto de 2021	47
ANEXO B. Reglamento (UE) 2021/1317 de la Comisión de 9 de agosto de 2021	53
ANEXO C. Norma NTE INEN 183:2013.....	57
ANEXO D. Preparación de muestras y lectura mediante EAA	65
ANEXO E. Mapa mundial Zonas de Pesca FAO.....	67
ANEXO F. Análisis estadístico mediante Infostat.....	68

CAPÍTULO I

Introducción

El atún constituye una importante fuente proteica para la población mundial, especialmente para la población que vive en zonas costeras (Lalangui y Lena 2016). Entre sus beneficios se encuentra la reducción del riesgo de adquirir enfermedades coronarias, diabetes e hipertensión, además ayuda al crecimiento y desarrollo del feto, sin embargo, este tipo de pez, predador marino al encontrarse al final de la cadena trófica acuática presenta el inconveniente de poseer elevadas concentraciones de contaminantes metálicos, esto debido a procesos de bioacumulación y biomagnificación. Los metales pesados de interés en este tipo de productos pesqueros son el mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd) y arsénico (As), este último, aunque no es considerado un metal pesado, sino más bien un metaloide, es también estudiado en este conjunto de compuestos tóxicos.

De acuerdo con Barraza *et al.* (2018) los niveles de metales pesados que se encuentran en muchos alimentos son conocidos y aceptados como ingredientes naturales. Sin embargo, en los últimos años, a través de diversas encuestas analíticas, se ha concluido que los metales pesados presentes en algunos alimentos, especialmente pescado, crustáceos y sus derivados se encuentran en concentraciones superiores a los límites establecidos como seguros por organismos encargados de la seguridad alimentaria a nivel mundial, lo que conlleva a un riesgo en el consumo para la población en general y especialmente para la población susceptible (mujeres embarazadas, niños menores a 3 años).

Ecuador está posicionado en el segundo lugar como productor mundial de atún, después de Tailandia. Entre los principales países consumidores de este sector se encuentran Japón, Estados

Unidos, China, Francia, Alemania, Reino Unido, España e Italia (Pazmiño 2017). Es así como el atún, es el género más importante de la industria pesquera y representa aproximadamente el 85% de las capturas en los principales puertos del país (Bucaram 2017). La industria atunera ecuatoriana presta especial atención a las siguientes especies: atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), atún patudo (*Thunnus obesus*) y atún listado (*Katsuwonus pelamis*), que se utilizan principalmente en la elaboración de conservas.

La mayor parte de la industria atunera (70%) se ubica en la ciudad de Manta, la cual es considerada la “capital del atún del Ecuador”, con un volumen de producción de 250 mil toneladas/año, la misma que proviene de pesca de la flota nacional y extranjera (Posligua 2020). Esta industria impulsa el 90% de la economía de Manta, que a la vez es uno de los principales puertos del país.

Por lo indicado, es de vital importancia para garantizar la seguridad alimentaria, realizar un estudio de contaminantes metálicos en el atún capturado por la flota pesquera que llega a la ciudad de Manta, para ser procesada y comercializada. Lo expuesto permite magnificar la importancia de proteger a la población humana, por lo que se hace necesario realizar un estudio científico para determinar el riesgo asociado al consumo de estos peces.

Diversos métodos de análisis cuantitativos se utilizan para determinar el contenido de metales pesados presentes en las especies marinas, entre los principales se encuentran la espectrometría de absorción atómica, fluorescencia atómica y masas.

Estudios previos, realizados por otros investigadores, respaldan la importancia de la determinación de metales pesados en especies marinas, los contaminantes metálicos de interés son Cd, Pb, Hg y As, se busca analizar las especies que exceden los estándares internacionales

aplicables para el consumo humano. Según Londoño-Franco *et al.* (2016) estudios en países tan diversos como Indonesia, Japón, México y Chile han informado la presencia de metales pesados en pescado y camarones, así como carne de cerdo contaminada con plomo en Australia.

De igual manera, es importante conocer información actualizada sobre los niveles de contaminantes metálicos en las zonas de pesca de interés para el Ecuador y su relación con el tamaño del género, lo que el objetivo del presente estudio es determinar el nivel de metales pesados Cd y Pb que contiene el atún patudo (*Thunnus obesus*) en la ciudad de Manta.

MARCO TEÓRICO

Atún Patudo (*Thunnus obesus*)

El atún ojo grande, atún ojón, atún patudo, *big eye* tuna es un pez pelágico oceánico encontrado en aguas tropicales y templadas, que abarca desde el sur del Golfo de California a Chile y las islas oceánicas; posee un tamaño máximo de 250 cm de largo y se ha registrado mundialmente en pesca deportiva un peso máximo de 197.2 kg. Su dieta se basa en peces óseos, pulpos, calamares y numerosos crustáceos pelágicos (Robertson y Allen 2015); los juveniles y adultos se congregan en la superficie en grupos, solos o mezclados con otras especies de atún (Froese y Pauly 2021), un método común de captura es mediante los dispositivos de concentración de peces (DCP o FADs por sus siglas en ingles), los mismos que son cuestionados por ser una pesca que a comparación de la realizada sobre bancos libres no resulta sostenible, debido a que se capturan muchas especies no objetivo, es por este motivo que a nivel mundial muchos mercados solicitan atún sin DCP o FAD-free.

Metales Pesados

Varios compuestos metálicos son necesarios en nuestra dieta y en algunos casos su deficiencia o exceso puede generar problemas de salud, por ejemplo, el cuerpo necesita cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, vanadio, estroncio y zinc. Por otro lado, un grupo de compuestos metálicos son perjudiciales para la salud, por lo cual se debe evitar su consumo, este es el caso de los metales pesados, llamados también contaminantes metálicos (Londoño-Franco *et al.* 2016). Existen varias definiciones de metales pesados, una de ellas indica que son aquellos cuyo peso específico supera los 5g/cm^3 , sin embargo, bajo esta definición en este grupo entrarían

algunos que son útiles al organismo humano (Tecnosoluciones 2018). Para este trabajo de investigación se considera compuestos metálicos pesados aquellos elementos que resultan tóxicos aún en bajas concentraciones y que no aportan ningún beneficio para la salud, siendo estos específicamente Hg, Cd, Pb, As, este último considerado más bien un metaloide, se lo estudia dentro de los compuestos metálicos tóxicos.

Cadmio

Según Núñez, C (2020), Gonzalez y Osorio (2014) y Faroon *et al.* (2012), el Cd es descrito como un metal plateado, blanco, maleable, insoluble en agua y en disolventes orgánicos, es un metal muy volátil, en ambientes húmedos se oxida lentamente al contacto con el aire desprendiendo vapores del óxido de tonalidad rojizo-amarillo. Dentro de las propiedades físicas y químicas que presenta, el Cd tiene su punto de fusión a 321°C, punto de ebullición a 765°C y su peso molecular es de 112,4 g/mol. Por otra parte, el Cd tiene efectos tóxicos en los riñones y en el sistema óseo y respiratorio; además, está clasificado como carcinógeno para los seres humanos (OMS 2021).

Plomo

Dentro de las propiedades fisicoquímicas que presenta el Pb, tiene un peso molecular de 207.19 g/mol, se funde a 327.4°C (621.3°F) y hierve a 1725°C (3164°F) (Lenntech c2021). El Pb es un metal tóxico presente de forma natural en la corteza terrestre (Espinoza y Falero 2015). Su uso generalizado ha dado lugar en muchas partes del mundo a una importante contaminación del medio ambiente a un nivel considerable, generando graves problemas de salud pública.

Entre las principales fuentes de contaminación ambiental destacan la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje de Pb, y en algunos países el uso persistente de pinturas y gasolinas con Pb. Más de tres cuartas partes del consumo mundial de Pb corresponden a la fabricación de baterías de Pb-ácido para vehículos de motor. Sin embargo, este metal también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, material de soldadura, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicas, artículos de joyería y juguetes, así como en algunos productos cosméticos y medicamentos tradicionales. También puede contener Pb el agua potable canalizada a través de tuberías de este metal. En la actualidad, buena parte del Pb comercializado en los mercados mundiales se obtiene por medio del reciclaje (OMS 2019).

Métodos de Determinación de Metales Pesados

Espectroscopía de absorción atómica.

Los principios de la espectroscopía de absorción implican la medida de la fracción de luz de una longitud de onda dada que pasa a través de una muestra. La muestra no emite luz por sí misma, por lo que se debe incluir una fuente de radiación (Robledo y Castaño 2012). Existen varios métodos espectroscópicos para la determinación de metales pesados, entre los más comunes la fluorescencia atómica, espectrometría de absorción atómica por flama, por horno de grafito, etc.

La siguiente investigación se desarrolló mediante el método de espectrometría de absorción atómica por flama, mediante la utilización del equipo Agilent Technologies 200 Series AA.

Planteamiento Del Problema

La seguridad alimentaria se ha convertido en el eje principal para la supervivencia del planeta, dada la aumentada expansión demográfica y la decreciente disponibilidad de recursos alimenticios. En la actualidad, una de las problemáticas ambientales más importantes se refiere a la contaminación por metales pesados. Este tipo de contaminación química es una de las más nocivas tanto para los ecosistemas acuáticos como para los organismos que habitan en ellos, ya que los peces tienen la capacidad de almacenar en su organismo una concentración mayor de metales pesados en comparación con la presente en el medio. Debido a esta circunstancia la concentración de metales pesados que se encuentra en los peces es un indicador importante de la contaminación ambiental. Por otra parte, el consumo de peces contaminados se puede convertir en un problema de salud para las poblaciones que se alimentan de este recurso (Zorrilla 2011).

La industria atunera en el Ecuador es una de las principales fuentes de ingresos para la economía del país, aporta alrededor del 65,48% de la generación de divisas del sector pesquero (en el periodo 2010-2016). Además, esto representó el 8,71% de las exportaciones no petroleras del país durante el mismo período. La industria en mención se centra particularmente, en la captura de las siguientes especies: atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), atún ojo grande (*Thunnus obesus*) y listados o bonitos (*Katsuwonus pelamis*), utilizados, en su mayoría, para el proceso de transformación del atún en conserva y lomos (Ministerio del Comercio Exterior 2017). Según la Cámara Nacional de Pesca (2020), las capturas de atún del Ecuador en el primer trimestre del 2020 alcanzaron las 87,577 toneladas. El volumen de capturas del año 2020 fue 43.36% superior a lo registrado en el primer trimestre del año 2019, lo que corresponde a 26,490 toneladas adicionales. El atún Patudo (*Thunnus obesus*) obtuvo un incremento del 52% durante el primer trimestre del 2020.

Justificación

Debido a su excelente valor nutritivo, el atún juega un papel esencial en la alimentación, sin embargo, es uno de los productos con mayor implicación en la contaminación por metales pesados, debido a que éstos son bioacumulables en la cadena alimentaria, y al acumularse en el medio acuático son ingeridos por los peces a través de su dieta y los van almacenando a lo largo de su vida. Cabe mencionar que, la bioacumulación se entiende como el incremento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico a través del tiempo, comparado con las concentraciones químicas en el ambiente. Los compuestos se acumulan en los seres vivos y son almacenados en el organismo más rápidamente de lo que pueden metabolizar. (Zorrilla 2011).

Los elementos mencionados, frente a otros contaminantes no son biodegradables y están sujetos a un ciclo ecológico global en el que las aguas naturales son la vía principal para el paso a la cadena alimentaria y los efectos negativos que provocan son importantes, especialmente en las poblaciones susceptibles.

Por lo expuesto, resulta imprescindible la aplicación de estrictos controles de calidad, métodos analíticos que permitan establecer en qué concentración el atún especialmente el atún Patudo (*Thunnus obesus*), manifiesta presencia de metales pesados y a su vez conocer si existen diferencias significativas en la concentración de estos elementos en las diferentes tallas, pues, su correcta determinación es vital para precautelar la seguridad alimentaria del ser humano y al ser Manta una de las ciudades que más aporta en la producción de pesca del Ecuador, es fundamental que cumpla con las normativas que rigen los niveles máximos de metales pesados en los peces y así garantizar productos seguros.

Hipótesis

Ha: La concentración de metales pesados Cd y Pb en el atún patudo (*Thunnus obesus*) varía de acuerdo con las diferentes tallas evaluadas.

Ho: La concentración de metales pesados Cd y Pb en el atún patudo (*Thunnus obesus*) no varía de acuerdo con las diferentes tallas evaluadas.

Objetivo General

- Determinar las concentraciones de Cd y Pb contenido en el tejido muscular del atún patudo (*Thunnus obesus*).

Objetivos Específicos

- Cuantificar la concentración de Cd y Pb en la especie *Thunnus obesus* en tallas específicas y diferentes embarcaciones (zonas de pesca).
- Comprobar que los resultados obtenidos de Cd y Pb se encuentren bajo los límites máximos permitidos por las normativas vigentes.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Ubicación

La presente investigación se realizó en la ciudad de Manta, en una empresa atunera del sector con las siguientes coordenadas 0°56'59.0"S 80°42'29.2"W, donde se solicitaron y obtuvieron las muestras del tejido muscular de la especie *Thunnus obesus*. Los ensayos analíticos para determinar la concentración de metales pesados Pb y Cd se realizaron en el laboratorio de control de calidad de la EPAM (Empresa Pública Aguas de Manta), 1°00'13.2" S, 80°41'14.3" W.

Variables

Variables independientes

A. Tallas del atún *Thunnus obesus*

A₁ Big eye: talla <3 lb

A₂ Big eye: talla 4 – 7 lb

A₃ Big eye: talla >12 lb

B. Embarcaciones

B₁ Embarcación 1 (Zona 77)

B₂ Embarcación 2 (Zona 87)

B₃ Embarcación 3 (Zona 87)

Variables dependientes

- Concentración de Cd
- Concentración de Pb

Diseño Experimental

Tipo de diseño

En esta investigación se aplicó un diseño completamente al azar con un arreglo de diseño factorial AxB, con tres replicas por cada tratamiento con un total de 27 unidades experimentales; en el cual se escogieron tres tallas comerciales diferentes del atún (*Thunnus obesus*) y 3 barcos pesqueros distintos para determinar la incidencia sobre los resultados en la concentración de metales pesados Cd y Pb.

Análisis estadísticos

El análisis estadístico usado en este proyecto de investigación es un análisis descriptivo, un análisis de varianza y una prueba de Tukey con un $\alpha=0,05$ de probabilidad. Se uso el software estadístico Infostat.

Tratamientos

La combinación de las variables dentro del estudio da lugar a los 9 tratamientos, los mismos que se indican a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1.*Tratamientos de estudio del diseño experimental.*

TRATAMIENTOS	COMBINACIÓN	DESCRIPCIÓN
T1	A1B1	A1: BE < 3lb B1: EMBARCACION 1
T2	A1B2	A1: BE < 3lb B2: EMBARCACION 2
T3	A1B3	A1: BE < 3lb B3: EMBARCACION 3
T4	A2B1	A2: BE 4 – 7lb B1: EMBARCACION 1
T5	A2B2	A2: BE 4 – 7lb B2: EMBARCACION 2
T6	A2B3	A2: BE 4 – 7lb B3: EMBARCACION 3
T7	A3B1	A3: BE > 12lb B1: EMBARCACION 1
T8	A3B2	A3: BE > 12lb B2: EMBARCACION 2
T9	A3B3	A3: BE > 12lb B3: EMBARCACION 3

BE: Big Eye

Fuente: Elaboración propia

Método de Análisis

Método AOAC

La determinación de los compuestos metálicos Cd y Pb del presente estudio se basaron en los métodos normalizados según Horwitz W (2000). Método oficial de análisis de la AOAC Internacional 9.1.09, este método se refiere la determinación de Pb, Cd, Zn, Cu y Fe en alimentos mediante espectrometría de absorción atómica por flama previo digestión de muestras. Los métodos oficiales de Análisis de la AOAC International son considerados como un recurso importante donde científicos a nivel mundial colaboran con su experiencia para establecer estas normativas. Esta colección de métodos oficiales de análisis es adoptada como referencia internacional por diversas (AOAC 2016).

Evaluación de límites máximos

La evaluación de los límites máximos permitidos de metales pesados en el tejido muscular del atún patudo (*Thunnus obesus*), se realizaron usando como referencia los reglamentos de la Unión Europea (UE) 2021/1323; (UE) 2021/1317 para Cd y Pb respectivamente y la norma ecuatoriana NTE INEN 183:2013 para ambos metales. A continuación, se indican para cada uno de ellos los límites máximos permitidos:

El Reglamento (UE) 2021/1323 de la Comisión de 10 de agosto de 2021 que modifica el Reglamento (CE) no 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de Cd en determinados

productos alimenticios, donde el contenido máximo permisible es de 0,1 mg/Kg para Cd (ANEXO A).

Reglamento (UE) 2021/1317 de la Comisión de 9 de agosto de 2021 por el que se modifica el Reglamento (CE) no 1881/2006 en lo relativo a los contenidos máximos de Pb en determinados productos alimenticios, donde el contenido máximo permisible es de 0,3 mg/Kg (ANEXO B).

La Norma NTE INEN 183:2013, Pescados en conservas. Requisitos, donde el contenido máximo permisible es de 0,3 mg/Kg para Pb y 0,1 mg/Kg para Cd (ANEXO C).

Preparación de muestras

Las muestras de pescado se obtuvieron en una empresa atunera de la ciudad de Manta a partir de distintos barcos y tallas comerciales, realizando un corte en el lomo de la especie, estas muestras fueron manipuladas, identificadas y acondicionadas en la cámara de frío de la empresa a -18°C. Se seleccionaron muestras de 3 barcos y de 3 tallas distintas por triplicado, en total se obtuvieron 27 muestras.

Las muestras de pescado que se recolectaron fueron etiquetadas con la siguiente información:

- Especie y talla
- Numero de muestra
- Nombre de la embarcación
- Viaje de captura
- Fecha

Luego las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la EPAM (Empresa Pública de Aguas de Manta) para su respectivo tratamiento y análisis.

Preparación de dilución de reactivos

Dilución de HNO₃ al 1N. En la campana de extracción de gases se procedió a medir 69.77 ml de HNO₃ al 65% de grado reactivo en una probeta de 100 ml; en un balón aforado se colocó 500 ml de agua destilada, se adicionó los 69.77 ml de HNO₃ y se aforó con agua destilada hasta completar los 1000 ml, la solución se colocó en el agitador para homogenizar.

Dilución de HNO₃ al 10%. En la campana de extracción de gases se procedió a medir 100 ml de HNO₃ al 65 % de grado reactivo en una probeta de 100ml; en un balón aforado se colocó 500 ml de agua destilada; se adicionó el HNO₃ y se aforó con agua destilada hasta completar los 1000 ml, la solución se colocó en el agitador para homogenizar.

Digestión de muestras. La digestión se basó en los métodos de la ASEAN Manual For Food Analysis con breves modificaciones.

Previamente 24 horas antes del análisis se trataron los crisoles y material de vidrio con una solución de HNO₃ al 10%, para retirar posibles trazas de metales pesados, posteriormente se enjuagó con agua destilada por tres ocasiones (Linares 2020). Se tomó una muestra de 10 g para cada una de las tallas, posteriormente se homogenizó y de la mezcla se pesó en la balanza analítica

Sartorius 2g, se realizaron los análisis por triplicado. Una vez pesadas todas las muestras se colocaron en el *hot plate* por 30 minutos a 150°C, a continuación, las muestras fueron sometidas a 550 ± 50°C en horno de mufla marca JP. Selecta por cuatro horas, hasta aparición de cenizas de color blanco. Una vez tratadas las muestras se enfriaron en desecador, posteriormente se realizó un lavado con HNO₃ 1% y a continuación filtrado mediante papel Whatman grado 1, por último, se aforo a 30 ml con HNO₃ 1% y se almacenó a 6°C hasta análisis.

Análisis de Muestras por Medio de Espectroscopía de Absorción Atómica

Una vez realizado la digestión de las muestras, se procedió hacer la lectura en un espectrómetro de absorción atómico de marca Agilent Technologies 200 Series AA por el método de flama. Los parámetros de trabajo del espectrómetro de absorción atómica en flama se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.

Parámetros equipo Agilent Technologies 200 Series AA.

<i>Estándares</i>	<i>Plomo</i>	<i>Cadmio</i>
<i>Lectura</i>	4 s	4 s
<i>Longitud de onda</i>	217,0 nm	228,8nm
<i>Corriente de la lámpara</i>	12 mA	3 mA
<i>Ganancia %</i>	25%	24%
<i>Gas</i>	Acetileno/aire	Acetileno/aire
<i>Sensibilidad</i>	Alta	Alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.*Certificado de análisis CPA-chem Pb y Cd.*

Estándar	Marca	Concentración	Matriz	Patrón
Plomo	CPA-chem Certified Reference Material ISO 9001, ISO 17025, ISO 17034 Pb (Lead) Concentration: 1000 mg/l Matrix: 2% HNO ₃	1000 mg/l	HNO ₃ 2%	En 100 ml de agua ultrapura se adicional 0,1 ml de Pb(NO ₃) ₂ , luego se toman 5ml de la solución y se afora hasta 100 ml de agua ultrapura.
Cadmio	CPA-chem CPA-chem Certified Reference Material CRM, ISO 17034 and ISO 17025 Cd (Cadmium) Concentration: 1000 mg/l Matrix : 2% HNO ₃	1000 mg/l	HNO ₃ 2%	En 100 ml de agua ultrapura se adicional 0,1 ml de Cd(NO ₃) ₂ , luego se toman 5ml de la solución y se afora hasta 100 ml de agua ultrapura.

Fuente: Elaboración propia

Antes de dar inicio con la lectura, se realizó la curva de los estándares de Cd y Pb, respectivamente, la curva de calibración fue hecha según los procedimientos internos del laboratorio.

Para obtener resultados más confiables se procedió a efectuar la lectura de las muestras por triplicado por cada una de las tallas y se utilizó material de referencia mostrado en la Tabla 3.

CAPITULO III

Resultados y discusión

Tabla 4.

Resultados de concentración de Pb y contenido máximo permitido de las normativas vigentes.

No	BARCO	TALLA	Resultados Pb mg/Kg	Contenido máximo mg/Kg INEN	Contenido máximo mg/Kg Reglamento UE
1	EMBARCACIÓN 1	-3	0.145		
2	EMBARCACIÓN 1	-3	0.148		
3	EMBARCACIÓN 1	-3	0.141		
4	EMBARCACIÓN 2	-3	0.175		
5	EMBARCACIÓN 2	-3	0.210		
6	EMBARCACIÓN 2	-3	0.182		
7	EMBARCACIÓN 3	-3	0.147		
8	EMBARCACIÓN 3	-3	0.134		
9	EMBARCACIÓN 1	4-7	0.366*		
10	EMBARCACIÓN 1	4-7	0.388*		
11	EMBARCACIÓN 1	4-7	0.353*		
12	EMBARCACIÓN 2	4-7	0.249	0,3	0,3
13	EMBARCACIÓN 2	4-7	0.234		
14	EMBARCACIÓN 2	4-7	0.222		
15	EMBARCACIÓN 3	4-7	0.184		
16	EMBARCACIÓN 3	4-7	0.204		
17	EMBARCACIÓN 1	12	0.199		
18	EMBARCACIÓN 1	12	0.203		
19	EMBARCACIÓN 2	12	0.215		
20	EMBARCACIÓN 2	12	0.180		
21	EMBARCACIÓN 2	12	0.207		
22	EMBARCACIÓN 3	12	0.209		
23	EMBARCACIÓN 3	12	0.209		
24	EMBARCACIÓN 3	12	0.180		

*Valores por encima del contenido máximo mg/Kg (Reglamento UE)

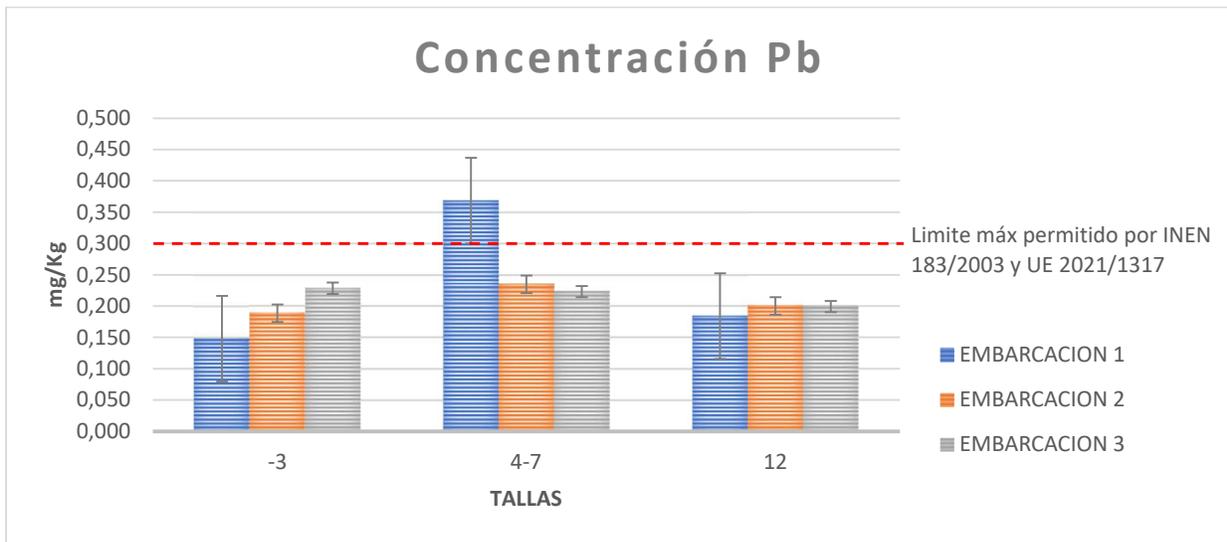
Fuente: Elaboración propia

Acorde al reglamento (UE) 2021/1317 de la Comisión de 9 de agosto de 2021 donde el contenido máximo de Pb en carne de pescado es de 0.30 mg/Kg, los valores de una sola muestra (por triplicado) del conjunto analizado exceden el límite máximo establecido (Tabla 4), esta muestra pertenece a la Embarcación 1 (Zona FAO 77), con pescado de talla 4-7lb donde la media refleja 0,369 mg/Kg de Pb.

Es así como, el 11% de las muestras totales estudiadas en esta investigación sobrepasan el límite máximo permitido de la Norma NTE INEN 183:2013 y el Reglamento UE para Pb (Ilustración 1).

Ilustración 1.

Concentración de Pb clasificados por talla y barco.



Fuente: Elaboración propia

Los datos fueron agrupados por barco/talla, se puede observar que los valores más altos de Pb se encuentran en la talla 4-7lb, la misma que es la de mayor comercialización para el procesamiento industrial del atún. La talla 12lb presenta una concentración de Pb inferior a los límites máximos permitidos, de igual manera la talla -3lb.

Todas las muestras se realizaron por triplicado, estas provienen de diferentes embarcaciones, cada una identificada con los números 1, 2 y 3, la muestra que excede el límite máximo permitido pertenece a la Embarcación 1, que realizó su captura en la Zona de pesca FAO 77, mientras que las Embarcaciones 2 y 3 en la Zona FAO 87.

Tabla 5.

Resultados de concentración de Cd y contenido máximo permitido de las normativas vigentes

No	BARCO	TALLA	Resultados Cadmio mg/Kg	Contenido máximo mg/Kg INEN	Contenido máximo mg/Kg Reglamento UE
1	EMBARCACIÓN 1	-3	0.059		
2	EMBARCACIÓN 1	-3	0.045		
3	EMBARCACIÓN 2	-3	0.052		
4	EMBARCACIÓN 2	-3	0.052		
5	EMBARCACIÓN 2	-3	0.051		
6	EMBARCACIÓN 3	-3	0.045		
7	EMBARCACIÓN 3	-3	0.048		
8	EMBARCACIÓN 3	-3	0.046		
9	EMBARCACIÓN 1	4-7	0.062		
10	EMBARCACIÓN 1	4-7	0.061		
11	EMBARCACIÓN 2	4-7	0.053		
12	EMBARCACIÓN 2	4-7	0.055	0,1	0,1
13	EMBARCACIÓN 2	4-7	0.050		
14	EMBARCACIÓN 3	4-7	0.045		
15	EMBARCACIÓN 3	4-7	0.051		
16	EMBARCACIÓN 3	4-7	0.049		
17	EMBARCACIÓN 1	12	0.062		
18	EMBARCACIÓN 1	12	0.061		
19	EMBARCACIÓN 1	12	0.068		
20	EMBARCACIÓN 2	12	0.046		
21	EMBARCACIÓN 2	12	0.052		
22	EMBARCACIÓN 2	12	0.047		
23	EMBARCACIÓN 3	12	0.063		
24	EMBARCACIÓN 3	12	0.059		

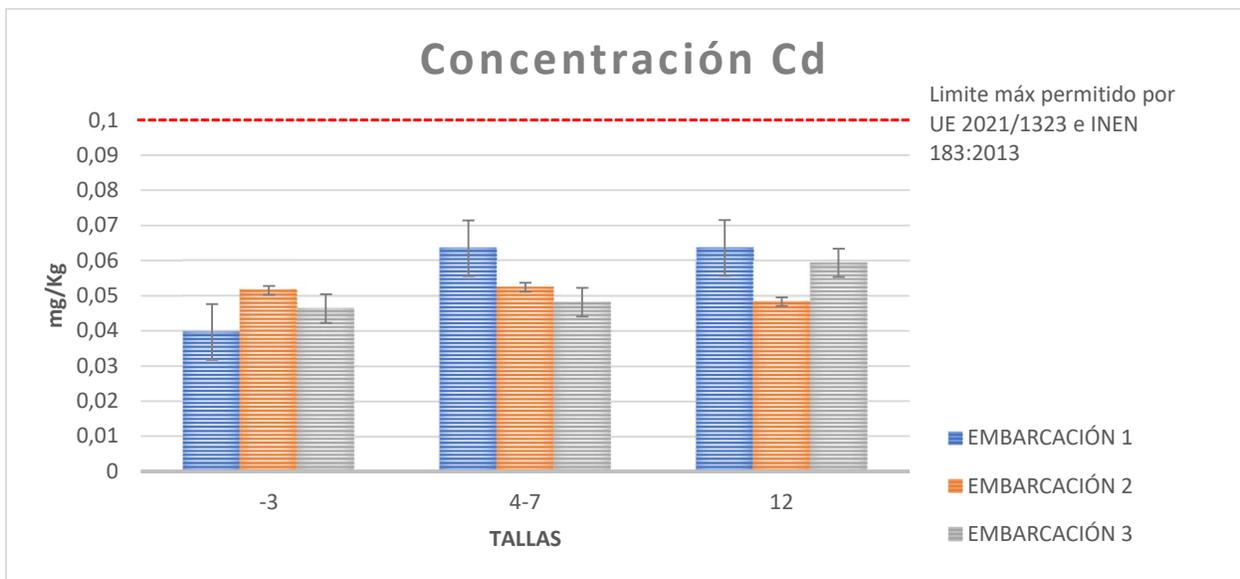
Fuente: Elaboración propia

Para Cd, el reglamento (UE) 2021/1323 de la Comisión de 10 de agosto de 2021 establece que el contenido máximo para el género *Thunnus* es de 0,1 mg/Kg. Para la norma ecuatoriana NTE INEN 183:2013 se establece un contenido máximo de 0,1 mg/Kg. La tabla 5 expone las concentraciones encontradas por cada talla y embarcación.

Ninguna de las muestras analizadas supera el límite máximo permitido por el reglamento (UE) 2021/1323, de igual manera ninguna de las muestras supera el límite máximo en la Norma NTE INEN 183:2013.

Ilustración 2.

Concentración de Cd clasificados por talla y barco.



Fuente: Elaboración propia

Las embarcaciones y zonas de pesca se indican en la página 21, apartado variables independientes B.

Es así que, acorde a los resultados obtenidos en las muestras de la presente investigación el 100% de las muestras obtenidas se encuentra bajo lo establecido por la legislación nacional e internacional.

Cabe recalcar que los valores expuestos en las tablas anteriores se obtuvieron por medio del software Infostat, donde se aplicaron análisis de varianza y diferentes pruebas y herramientas estadísticas para determinar aquellos factores relevantes en la concentración de metales pesados Cd y Pb de la especie *Thunnus obesus*.

A continuación, se muestran los diferentes análisis realizados con el software estadístico:

Ilustración 3.

Análisis de varianza, según combinaciones de barcos y tallas. Concentración de Pb.

Variable N R² R² Aj CV
mg/Kg Pb 24 0.97 0.95 6.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.10	8	0.01	59.65	<0.0001
BARCOS	0.01	2	0.01	30.43	<0.0001
TALLA	4.6E-03	2	2.3E-03	10.75	0.0013
BARCOS>TALLA	0.03	6	4.3E-03	19.78	<0.0001
Error	3.2E-03	15	2.2E-04		
Total	0.11	23			

Fuente: Infostat

El análisis de varianza permite deducir que, con valor p de <0.0001 , y un α de 0.05 se rechaza la hipótesis nula para talla, la cual manifiesta que la concentración de Pb en el atún (*Thunnus obesus*) no varía de manera con las diferentes tallas evaluadas.

Posteriormente, al realizar la prueba tukey, para obtener una interpretación desde el punto de vista práctico, se generaron los siguientes resultados:

Ilustración 4.

Prueba Tukey según barcos y tallas. Concentración de Pb.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04645

Error: 0.0002 gl: 15

BARCOS	TALLA	Medias	n	E.E.			
EMBARCACIÓN 3	-3	0.14	2	0.02	A		
EMBARCACIÓN 1	-3	0.14	3	0.01	A	B	
EMBARCACIÓN 2	-3	0.19	3	0.02		B	C
EMBARCACIÓN 3	4-7	0.19	2	0.04			C
EMBARCACIÓN 3	12	0.20	3	0.03			C
EMBARCACIÓN 2	12	0.20	3	0.03			C
EMBARCACIÓN 1	12	0.20	2	0.01			C
EMBARCACIÓN 2	4-7	0.24	3	0.04			C
EMBARCACIÓN 1	4-7	0.37	3	0.01			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fuente: Infostat

Considerando que las diferencias entre las medias que comparten una letra no son estadísticamente significativas; es posible destacar que existen diferencias significativas entre tallas.

Ilustración 5.

Análisis de varianza, según combinaciones de barcos y tallas. Concentración de Cd.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
mg/Kg Cd	24	0.82	0.72	6.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.5E-04	8	1.1E-04	8.57	0.0002
BARCOS	3.0E-04	2	1.5E-04	12.02	0.0008
TALLA	2.5E-04	2	1.2E-04	9.92	0.0018
BARCOS>TALLA	1.5E-04	6	2.5E-05	2.01	0.1276
Error	1.9E-04	15	1.2E-05		
Total	1.0E-03	23			

Fuente: Infostat

En el caso de la concentración de Cd, el análisis de varianza permite deducir que, con valor p de 0.1276, y un α de 0.05 se rechaza la hipótesis nula para talla, la hipótesis manifiesta que la concentración de Cd en el atún (*Thunnus obesus*) no varía de acuerdo con las diferentes tallas evaluadas.

Al realizar la prueba tukey, se obtuvieron los siguientes resultados:

Ilustración 6.

Prueba Tukey según barcos y tallas. Concentración de Cd.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01116

Error: 0.0000 gl: 15

BARCOS	TALLA	Medias	n	E.E.			
EMBARCACIÓN 3	-3	0.05	3	0.01	A		
EMBARCACIÓN 3	4-7	0.05	3	0.01	A		
EMBARCACIÓN 2	12	0.05	3	0.01	A		
EMBARCACIÓN 2	-3	0.05	3	0.01	A	B	
EMBARCACIÓN 1	-3	0.05	2	2.5E-03	A	B	
EMBARCACIÓN 2	4-7	0.05	3	0.01	A	B	C
EMBARCACIÓN 3	12	0.06	2	0.01		B	C
EMBARCACIÓN 1	4-7	0.06	2	2.5E-03		B	C
EMBARCACIÓN 1	12	0.06	3	2.0E-03			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Fuente: Infostat

Considerando que las diferencias entre las medias que comparten una letra no son estadísticamente significativas, se puede deducir que existen diferencias significativas.

De acuerdo con el estudio realizado por Araujo y Cedeño-Macias (2016) en túnido aleta amarilla (*Thunnus albacares*) con una media de concentración de Cd en el tejido muscular de 0.24 ppm y una media de concentración de Pb en el tejido muscular de 0.04 ppm, se considera al relacionar el estudio previo con el presente que existe una diferencia notable ya que para el presente estudio en el atún patudo (*Thunnus obesus*) se obtuvieron resultados de Cd con valores que oscilan de 0.045 a 0.068 ppm, para Pb se obtuvieron resultados que oscilan entre 0.134 y 0.388 ppm, sin embargo, los valores del estudio de Araujo y Cedeño-Macias (2016) son referenciales, ya que realizaron en el mismo género (*Thunnus*) pero en diferentes especies.

Acorde al estudio preliminar sobre el contenido de Cd, Pb, Hg y As realizada por Senior *et al.* (2016) en muestras de filetes de pescado congelado, la muestra de atún (*Thunnus obesus*) presentó una concentración de 0.19 mg/Kg de Pb y 0.013 mg/Kg de Cd, valores que en el caso del Pb entran en el rango de valores obtenidos para nuestro estudio (0.134 – 0.388 mg/Kg). Los valores para Cd de estudios previos varían considerablemente con el rango de valores encontrados en este estudio (0.045 – 0.068 mg/Kg).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

Se ha determinado la concentración de Cd y Pb en las muestras del *Thunnus obesus* capturado en las Zonas FAO 77 y 87. Los resultados señalan que el 11% de las muestras sobrepasan los límites máximos establecidos para el Pb, esta concentración supera en un 23% el límite máximo permitido por la legislación nacional e internacional, esto obedece como es conocido, que entre mayor sea la talla, mayor concentración de contaminantes metálicos tóxicos pueden encontrarse en el pescado, debido a la bioacumulación y biomagnificación. Para el Cd, en las muestras analizadas en el presente estudio, ninguna de las mismas sobrepasó el límite máximo permitido por la legislación nacional e internacional.

Los resultados obtenidos mediante los análisis estadísticos realizados permiten aseverar que, tanto para Pb y Cd las tallas influyen considerablemente en la variación de concentración de los metales analizados.

Los valores obtenidos en el presente estudio son similares a estudios previos para el Pb, pero presentan diferencias significativas en el caso del Cd encontrándose valores muchos mas bajos, cabe indicar que los estudios previos se tomaron las muestras de mercados públicos y para el presente estudio de la industria atunera, lo que da lugar a nuevas investigaciones sobre las concentraciones de metales pesados en túnidos comercializados para la población.

RECOMENDACIONES

El estudio de metales pesados en las especies marinas debe convertirse en una acción de total relevancia para salvaguardar la salud del consumidor, por lo que es necesario realizar estudios frecuentes en productos de la pesca comercializados para la población en general.

Se recomienda replicar la presente investigación con otros metales tóxicos en diferentes tallas hasta las mayores capturadas destinadas a la comercialización industrial.

Se sugiere realizar estudios de concentraciones de compuestos metálicos en las diferentes zonas de pesca FAO, desde donde se capturan los túnidos para la industria ecuatoriana.

Se recomienda realizar un estudio de determinación de metales pesados en diferentes especies del mismo género (*Thunnus*) ya que no existe suficiente información al respecto.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC INTERNACIONAL, 2016. Official methods of analysis of AOAC International. Editorial Gaithersburg. USA.

Araújo, C; Cedeño-Macias, L. 2016. Heavy metals in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) landed on the Ecuadorian coast. Science of the Total Environment 541:149–154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.090>.

Barraza, MH; Recavarren, M; Sanzano, P. 2018. Análisis Cuantitativo De Metales Pesados En Pescados Para Exportación A La Unión Europea. Tesina de la Orientación de Tecnología de los Alimentos. Tandil, Argentina, UNCPBA.

Bucaram, S. 2017. Ecuador y su influencia sobre la salud de la pesquería del atún en el océano pacífico oriental. Boletín KOYUNTURA, Quito. Ecuador. N°66-9

CNP (Cámara Nacional de Pesquería, Ecuador). 2020. Capturas de Atún en el OPO (en línea, sitio web). Consultado 17 mar. 2021. Disponible en: <https://camaradepesqueria.ec/wp-content/uploads/2020/06/CAPTURAS-DE-ATUN-EN-EL-OPO-2020-ENE-MAR.pdf>

Espinoza, D; Falero, S. 2015. Niveles de mercurio, cadmio, plomo y arsénico en peces del río Tumbes y riesgos para salud humana por su consumo. Rev. Del Instituto de Investigación (RIIEGO), FIGMMG-UNMSM. Perú. 18(36):35-41

Faroon, O; Ashizawa, A; Wright, S. *et al.* 2012. Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta (GA): Agency for Toxic Substances and Disease Registry (US). Table 4-2, Physical and Chemical

- Properties of Cadmium and Compounds. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK158842/table/T25/>
- Froese, R; Pauly, D. 2021. FishBase *Thunnus obesus*. Disponible en
<https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?id=146&lang=spanish>
- Horwitz W (2000). Método oficial de análisis de la AOAC Internacional. Edición “17” AOAC Internacional, Marylans USA (Método 9.1.09)
- INEN. 2013. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 183:2013, Pescado fresco refrigerado o congelado. Requisitos. Primera edición.
- Lenntech (European Head Office). c2021. Propiedades químicas del Plomo - Efectos del Plomo sobre la salud - Efectos ambientales del Plomo. (en línea, sitio web). Consultado 12 mar. 2021. Disponible en <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm#ixzz6p2uTdJdv>
- Lalangui, K; Lema, E. 2016. Determinación de mercurio en atún enlatado por espectroscopía de absorción atómica comercializadas en a parroquia de Chongón del cantón de Guayaquil. Tesis. Guayaquil, Ecuador, UG. p. 1.
- Linares, G. 2020. Instructivo de lavado de material de vidrio y plástico. IDEAM. Bogotá. Colombia. p. 7.
- Londoño-Franco, L; Londoño-Muñoz, P; Muñoz-García, F. 2016. Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agorindustrial. 14(2):145-153.
- Ministerio de Comercio Exterior. 2017. Informe sobre el Sector Atunero Ecuatoriano (en línea). Ecuador. p. 9. Informe Julio 2017. Consultado 15 mar. 2021. Disponible en

<https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Reporte-del-sector-atunero.pdf>

Posligua, S. 2020. Las empresas y su incidencia en la generación de fuentes de empleo en el cantón Manta. Manta, Ecuador. p. 20. Consultado 12 mar. 2021, Disponible en <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2448/1/STEFANIA%20POSLIGUA-PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION.pdf>

Puwastien, P; Siong, T.E; Kantasubrata, J; Craven, G; Feliciano, R.R; Judprasong, K. 2011. ASEAN Manual of Food Analysis. Institute of Nutrition, Mahidol University. Food Chemistry, Bangkok, Thailand. Disponible en: <https://inmu2.mahidol.ac.th/aseanfoods/doc/ASEAN%20Manual%20of%20Food%20Analysis.pdf>

Gonzalez, L; Osorio, J. 2014. Determinación espectrofotométrica por absorción atómica de la concentración de cadmio y arsénico en aguas de consumo de la comunidad urbana de Chuquitanta - Distrito de San Martín de Porres. Lima, Perú. UNMSM. p. 4

Núñez, C. 2020. Determinación de la concentración de cadmio en muestras de atún en conserva (en línea). Tesis, Título de Química de Alimentos. Quito, Ecuador, UCE.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2019. Intoxicación por plomo y salud. (en línea, sitio web). Consultado 12 mar. 2021. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/lead-poisoning-and-health>

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2021. Cadmio. (en línea, sitio web). Consultado 12 mar. 2021. Disponible en

https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/cadmium/es/

Pazmiño, G. 2017. Situación actual del sector pesquero artesanal del Ecuador ante los cambios de la matriz productiva del país y mejora de los puertos pesqueros artesanales. Revista Perfiles gerenciales, 6(2):59-71.

Reglamento (UE) 2021/1317 de la Comisión de 9 de agosto de 2021, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1881/2006 en lo relativo a los contenidos máximos de Pb en determinados productos alimenticios.

Reglamento (UE) 2021/1323 de la Comisión de 10 de agosto de 2021, por el que se modifica el Reglamento (CE) n° 1881/2006 en lo relativo a los contenidos máximos de Cd en determinados productos alimenticios.

Robertson, DR; Allen, GR. 2015. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. Disponible en <https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages>

Robledo, L; Castaño, A. 2012. Validación de la metodología para el análisis de los metales cadmio y plomo en agua tratada por absorción atómica con horno de grafito en el laboratorio de análisis de aguas y alimentos de la Universidad Tecnológica de Pereira. Trabajo de Grado. Pereira, Colombia. UTP. p. 41.

Senior, W; Cornejo-Rodriguez, MH; Tobar, J; Ramirez-Muñoz, MR; Marquez, A. 2016. Metales pesados (cadmio, plomo, mercurio) y arsenico en pescados congelados de elevado consumo en el Ecuador. *Zootecnia Trop.*, 34 (2): 143-153.

Tecnosoluciones. 2018. Consumos de metales pesados a través de los alimentos. (En línea, sitio web) Consultado 12 mar. 2021. Disponible en [https://tecnosolucionescr.net/blog/28-consumo-de-metales-pesados-a-trav%C3%A9s-de-los-alimentos#:~:text=Los%20metales%20pesados%20cuyos%20efectos,y%20el%20Mercurio%20\(Hg\).&text=La%20ingesta%20de%20alimentos%20y,pesados%20ingresen%20al%20cuerpo%20humano.](https://tecnosolucionescr.net/blog/28-consumo-de-metales-pesados-a-trav%C3%A9s-de-los-alimentos#:~:text=Los%20metales%20pesados%20cuyos%20efectos,y%20el%20Mercurio%20(Hg).&text=La%20ingesta%20de%20alimentos%20y,pesados%20ingresen%20al%20cuerpo%20humano.)

Zorrilla, M. 2011. Estado del Arte sobre la Presencia de Metales Pesados en Tejidos y Agallas de Peces (en línea). Proyecto de grado para optar al título de Administrador del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, Santiago de Cali- Colombia, UAO.

REGLAMENTO (UE) 2021/1323 DE LA COMISIÓN

de 10 de agosto de 2021

que modifica el Reglamento (CE) n.º 1831/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en determinados productos alimenticios

(Texto pertinente a efectos del EEE)

LA COMISIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea,

Visto el Reglamento (CEE) n.º 315/93 del Consejo, de 8 de febrero de 1993, por el que se establecen procedimientos comunitarios en relación con los contaminantes presentes en los productos alimenticios (*), y en particular su artículo 2, apartado 3,

Considerando lo siguiente:

- (1) El Reglamento (CE) n.º 1831/2006 de la Comisión (†) fija el contenido máximo de cadmio en varios productos alimenticios.
- (2) El 30 de enero de 2009, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria («Autoridad») emitió un dictamen sobre el cadmio en los alimentos (‡). La Autoridad llegó a la conclusión de que el cadmio es fundamentalmente tóxico para el riñón, especialmente para las células tubulares proximales, donde se acumula con el tiempo y puede provocar disfunciones renales. Teniendo en cuenta los efectos tóxicos del cadmio en los riñones, la Autoridad estableció una ingesta semanal tolerable de cadmio de 2,5 µg/kg de peso corporal. Además, la Autoridad concluyó que la exposición media de los adultos en la Unión se aproxima a la ingesta semanal tolerable o la supera ligeramente. También concluyó que algunos subgrupos, como vegetarianos, niños, fumadores o personas que viven en zonas muy contaminadas, pueden superar la ingesta semanal tolerable en alrededor de dos veces. Por tanto, la Comisión Técnica CONTAM llegó a la conclusión de que era necesario reducir la exposición actual al cadmio a nivel de la población. A raíz de dicho dictamen, el 17 de enero de 2012 la Autoridad publicó un informe científico en el que confirmaba que los niños y los adultos en la exposición al percentil 95 podían superar los valores orientativos sanitarios (‡).
- (3) Teniendo en cuenta el dictamen y el informe científico de la Autoridad, mediante el Reglamento (UE) n.º 488/2014 de la Comisión (†) se establecieron nuevos contenidos máximos para los alimentos infantiles y los productos de chocolate y de cacao.
- (4) Sin embargo, la Comisión consideró que una reducción inmediata de los contenidos máximos vigentes no era apropiada en ese momento. Por consiguiente, adoptó la Recomendación 2014/193/UE (†), en la que se instaba a los Estados miembros a garantizar que los métodos de mitigación ya disponibles se dieran a conocer y se promovieran entre los agricultores, y que comenzaran o volvieran a aplicarse, a hacer un seguimiento periódico de los progresos de las medidas de mitigación recogiendo datos sobre los contenidos de cadmio presentes en los alimentos y a comunicar dichos datos, prestando especial atención a los contenidos de cadmio próximos o superiores a los contenidos máximos, a más tardar en febrero de 2018.
- (5) Una evaluación de los datos de presencia más recientes recogidos tras la aplicación de las medidas de mitigación pone de manifiesto que ahora es factible reducir la presencia de cadmio en muchos productos alimenticios. Por tanto, conviene reducir los contenidos máximos vigentes de cadmio o establecer contenidos máximos para esos productos alimenticios.
- (6) Procede, por tanto, modificar el Reglamento (CE) n.º 1831/2006 en consecuencia.

(*) DO L 37 de 13.1.1993, p. 1.

(†) Reglamento (CE) n.º 1831/2006 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (DO L 364 de 20.12.2006, p. 5).

(‡) Comisión Técnica de Contaminantes de la Cadena Alimentaria (CONTAM) de la EFSA: «Scientific Opinion on Cadmium in Food» [Dictamen científico sobre la presencia de cadmio en los alimentos], documento en inglés, EFSA Journal 2009(980) 1-139, <http://efsa.europa.eu/library/ydkey.com/doc/epdf/10.1003/efsa.2009.080>.(†) «Scientific Report of EFSA on Cadmium dietary exposure in the European population» [Informe científico de la EFSA sobre la exposición alimentaria al cadmio en la población europea], documento en inglés, EFSA Journal 2012;10(1), 2551 [37 pp.], <http://efsa.europa.eu/library/ydkey.com/doc/epdf/10.1003/efsa.2012.2551>.

(†) Reglamento (UE) n.º 488/2014 de la Comisión, de 12 de mayo de 2014, que modifica el Reglamento (CE) n.º 1831/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios (DO L 132 de 13.5.2014, p. 75).

(†) Recomendación 2014/193/UE de la Comisión, de 4 de abril de 2014, sobre la reducción de la presencia de cadmio en los productos alimenticios (DO L 104 de 5.4.2014, p. 80).

- (7) Dado que el cadmio es un carcinógeno genotóxico indirecto y, por consiguiente, su presencia es un riesgo más elevado para la salud pública, los productos que contienen cadmio que no se ajustan a los nuevos contenidos máximos y que se comercializaron antes de la entrada en vigor del presente Reglamento solo deben poder permanecer en el mercado durante un período de tiempo limitado.
- (8) Las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité Permanente de Vegetales, Animales, Alimentos y Piensos.

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

El anexo del Reglamento (CE) n.º 1831/2006 se modifica de conformidad con el anexo del presente Reglamento.

Artículo 2

Los productos alimenticios enumerados en el anexo que hayan sido comercializados legalmente antes de la entrada en vigor podrán seguir comercializándose hasta el 28 de febrero de 2022.

Artículo 3

El presente Reglamento entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 10 de agosto de 2021.

Por la Comisión
La Presidenta
Ursula VON DER LEYEN

ANEXO

En la sección 3, «Metales», del anexo del Reglamento (CE) n.º 1831/2006, la subsección 3.2 (Cadmio) se sustituye por el texto siguiente:

Productos alimenticios ^(a)		Contenido máximo (mg/kg peso fresco)
3.2	Cadmio	
3.2.1	Frutas ^(b) y frutos de cáscara arbóreos ^(b)	
3.2.1.1	Cítricos, frutas de pepita, frutas de hueso, aceitunas de mesa, kiwis, plátanos, mangos, papayas y piñas	0,020
3.2.1.2	Bayas y frutas pequeñas, salvo las frambuesas	0,030
3.2.1.3	Frambuesas	0,040
3.2.1.4	Frutas, salvo las enumeradas en los puntos 3.2.1.1, 3.2.1.2 y 3.2.1.3	0,050
3.2.1.5	Frutos de cáscara arbóreos ^(c)	
3.2.1.5.1	Frutos de cáscara arbóreos, salvo los enumerados en el punto 3.2.1.5.2	0,20
3.2.1.5.2	Piñones	0,30
3.2.2	Hortalizas de raíz y tubérculo ^(d)	
3.2.2.1	Hortalizas de raíz y tubérculo, salvo las enumeradas en los puntos 3.2.2.2, 3.2.2.3, 3.2.2.4, 3.2.2.5 y 3.2.2.6. En el caso de las patatas, el contenido máximo se aplica a las patatas peladas.	0,10
3.2.2.2	Rábanos	0,020
3.2.2.3	Raíces y tubérculos tropicales, raíces de perejil, nabos	0,050
3.2.2.4	Remolachas	0,060
3.2.2.5	Apionabos	0,15
3.2.2.6	Rábanos rusticanos, chirivías, salinfes	0,20
3.2.3	Bulbos ^(e)	
3.2.3.1	Bulbos, salvo el ajo	0,030
3.2.3.2	Ajo	0,050
3.2.4	Hortalizas de fruto ^(f)	
3.2.4.1	Hortalizas de fruto, salvo las berenjenas	0,020
3.2.4.2	Berenjenas	0,030
3.2.5	Hortalizas del género <i>Brassica</i> ^(g)	
3.2.5.1	Hortalizas del género <i>Brassica</i> distintas de las hortalizas de hoja del género <i>Brassica</i>	0,040
3.2.5.2	Hortalizas de hoja del género <i>Brassica</i>	0,10
3.2.6	Hortalizas de hoja y hierbas ^(h)	
3.2.6.1	Hortalizas de hoja, salvo las enumeradas en el punto 3.2.6.2	0,10
3.2.6.2	Espinacas y hojas similares, plantones de mostaza y hierbas frescas	0,20
3.2.7	Leguminosas ⁽ⁱ⁾	0,020

3.2.8	Tallos jóvenes ⁽⁷⁾	
3.2.8.1	Tallos jóvenes distintos de los enumerados en los puntos 3.2.8.2 y 3.2.8.3	0,030
3.2.8.2	Puerros	0,040
3.2.8.3	Apios	0,10
3.2.9	Setas ⁽⁸⁾	
3.2.9.1	Setas cultivadas distintas de las enumeradas en el punto 3.2.9.2	0,050
3.2.9.2	<i>Lentinula edodes</i> (seta shiitake) y <i>Pleurotus, ostreatus</i> (seta de ostra)	0,15
3.2.9.3	Setas silvestres	0,50
3.2.10	Legumbres secas y proteínas procedentes de legumbres secas	
3.2.10.1	Legumbres secas, salvo las proteínas procedentes de legumbres secas	0,040
3.2.10.2	Proteínas procedentes de legumbres secas	0,10
3.2.11	Semillas oleaginosas ⁽⁹⁾	
3.2.11.1	Semillas oleaginosas, salvo las enumeradas en los puntos 3.2.11.2, 3.2.11.3, 3.2.11.4, 3.2.11.5 y 3.2.11.6	0,10
3.2.11.2	Semillas de colza	0,15
3.2.11.3	Cacahuetes y habas de soja	0,20
3.2.11.4	Semillas de mostaza	0,30
3.2.11.5	Semillas de lino y de girasol	0,50
3.2.11.6	Semillas de adormidera	1,20
3.2.12	Cereales ⁽¹⁰⁾	
3.2.12.1	Cereales distintos de los enumerados en los puntos 3.2.12.2, 3.2.12.3, 3.2.12.4 y 3.2.12.5	0,10
3.2.12.2	Centeno y cebada	0,050
3.2.12.3	Arroz, quinoa, salvado de trigo y gluten de trigo	0,15
3.2.12.4	<i>Triticum durum</i> (trigo duro)	0,18
3.2.12.5	Gérmene de trigo	0,20
3.2.13	Productos específicos de cacao y chocolate enumerados a continuación ⁽¹¹⁾	
3.2.13.1	— chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30 %	0,10
3.2.13.2	— chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50 %; chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 30 %	0,30
3.2.13.3	— chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50 %	0,80
3.2.13.4	— cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber)	0,60
3.2.14	Productos de origen animal: animales terrestres ⁽¹²⁾	
3.2.14.1	Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral	0,050

3.2.14.2	Carne de caballo, excluidos los despojos	0,20
3.2.14.3	Hígado de bovinos, ovinos, cerdos, aves de corral y caballos	0,50
3.2.14.4	Riñones de bovinos, ovinos, cerdos, aves de corral y caballos	1,0
3.2.15	Productos de origen animal: pescado, productos de pescado y otros productos alimenticios marinos y de agua dulce	
3.2.15.1	Carne de pescado ^{(24) (25)} , excluidas las especies enumeradas en los puntos 3.2.15.2, 3.2.15.3 y 3.2.15.4	0,050
3.2.15.2	Carne de los siguientes pescados ^{(24) (25)} : caballa (<i>Scomber species</i>), atún (<i>Thunnus species</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i> , <i>Euthynnus species</i>) y bichique (<i>Siganus lagocephalus</i>)	0,10
3.2.15.3	Carne de los siguientes pescados ^{(24) (25)} : melva (<i>Axair species</i>)	0,15
3.2.15.4	Carne de los siguientes pescados ^{(24) (25)} : anchoa (<i>Engraulis species</i>), pez espada (<i>Xiphias gladius</i>) y sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	0,25
3.2.15.5	Crustáceos ⁽²⁶⁾ : carne de los apéndices y del abdomen ⁽²⁴⁾ . En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (<i>Brachyura</i> y <i>Anomura</i>), la carne de los apéndices.	0,50
3.2.15.6	Moluscos bivalvos ⁽²⁶⁾	1,0
3.2.15.7	Cefalópodos (sin vísceras) ⁽²⁶⁾	1,0
3.2.16	Preparados para lactantes, preparados de continuación y alimentos para usos médicos especiales destinados a los lactantes y niños de corta edad ^{(27) (28)} y preparados para niños de corta edad ^{(28) (29)}	
3.2.16.1	— comercializados en polvo y elaborados a partir de las proteínas obtenidas de la leche de vaca o de hidrolizados de proteínas de la leche de vaca	0,010
3.2.16.2	— comercializados líquidos y elaborados a partir de las proteínas obtenidas de la leche de vaca o de hidrolizados de proteínas de la leche de vaca	0,005
3.2.16.3	— comercializados en polvo y elaborados a partir de aislados de proteína de soja sola o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	0,020
3.2.16.4	— comercializados líquidos y elaborados a partir de aislados de proteína de soja sola o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	0,010
3.2.17	Preparados para niños de corta edad ^{(28) (29)}	
3.2.17.1	— comercializados en polvo y elaborados a partir de aislados de proteína vegetal distintos de los aislados de proteína de soja sola o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	0,020
3.2.17.2	— comercializados líquidos y elaborados a partir de aislados de proteína vegetal distintos de los aislados de proteína de soja sola o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	0,010

3.2.18	Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad ^(*) ^(**)	0,040
3.2.19	Bebidas para lactantes y niños de corta edad, vendidas como tales, distintas de las mencionadas en los puntos 3.2.16 y 3.2.17	
3.2.19.1	comercializadas líquidas o para ser reconstituídas siguiendo las instrucciones del fabricante, incluidos los zumos de frutas ^(*)	0,020
3.2.20	Complementos alimenticios ^(**)	
3.2.20.1	Complementos alimenticios, salvo los enumerados en el punto 3.2.20.2	1,0
3.2.20.2	Complementos alimenticios compuestos exclusiva o principalmente de algas marinas desecadas, de productos a base de algas marinas o de moluscos bivalvos desecados	3,0
3.2.21	Sal	0,50

(*) Los contenidos máximos no se aplicarán a los frutos de cáscara arbórea ni a las semillas oleaginosas destinados a molerse y al refinado de aceite, siempre que los pressados restantes no se comercialicen como alimento. En caso de que los frutos de cáscara arbórea o las semillas oleaginosas pressados restantes se comercialicen como alimento, se aplicarán los contenidos máximos, teniendo en cuenta el artículo 2, apartados 1 y 2, del presente Reglamento.

(**) Los contenidos máximos no se aplicarán a los cereales utilizados para la obtención de malta destinada a la producción de cerveza o destilados, siempre que la malta restante no se comercialice como alimento. En caso de que la malta restante se comercialice como alimento, se aplicarán los contenidos máximos, teniendo en cuenta el artículo 2, apartados 1 y 2, del presente Reglamento.

II

(Acto no legislativo)

REGLAMENTOS

REGLAMENTO (UE) 2021/1317 DE LA COMISIÓN

de 9 de agosto de 2021

por el que se modifica el Reglamento (CE) n.º 1831/2006 en lo relativo a los contenidos máximos de plomo en determinados productos alimenticios

(Texto pertinente a efectos del EEE)

LA COMISIÓN EUROPEA,

Visto el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea,

Visto el Reglamento (CEE) n.º 315/93 del Consejo, de 8 de febrero de 1993, por el que se establecen procedimientos comunitarios en relación con los contaminantes presentes en los productos alimenticios (1), y en particular su artículo 2, apartado 3,

Considerando lo siguiente:

- (1) En el Reglamento (CE) n.º 1831/2006 de la Comisión (2) se fijan contenidos máximos de plomo (Pb) en los productos alimenticios.
- (2) El 18 de marzo de 2010, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria («la Autoridad») adoptó un dictamen sobre el plomo en los alimentos (3). La Autoridad señaló que el plomo puede causar neurotoxicidad para el desarrollo en niños de corta edad y problemas cardiovasculares y nefrototoxicidad en adultos. La evaluación del riesgo del plomo se basó en estos efectos adversos potencialmente críticos. Según la conclusión de la Autoridad, hay varios parámetros críticos, como la neurotoxicidad para el desarrollo y la nefrototoxicidad en adultos, para los que no está demostrado que exista un umbral. Por lo tanto, no puede deducirse que haya una ingesta semanal tolerable. La Autoridad expresó su preocupación por la posibilidad de que los niveles actuales de exposición alimentaria al plomo afecten al desarrollo neurológico de los fetos, los lactantes y los niños.
- (3) Las conclusiones de la Autoridad se vieron confirmadas en 2010 por las del informe relativo a determinados aditivos y contaminantes del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios y Contaminantes (4).
- (4) La Comisión del Codex Alimentarius, en su 41.º período de sesiones (CAC41), redujo el contenido máximo establecido en el Codex para el plomo en la sal (excluida la sal de salinas) de 2 mg/kg a 1 mg/kg, teniendo en cuenta los datos más recientes sobre la presencia de la sustancia.
- (5) En su 42.º período de sesiones (CAC42) y considerando asimismo los datos más recientes, la Comisión del Codex Alimentarius redujo los contenidos máximos en los despojos comestibles, que estaban fijados en 0,5 mg/kg, a 0,2 mg/kg en los despojos de bovino, 0,15 mg/kg en los de porcino y 0,1 mg/kg en los despojos comestibles de aves de corral. También redujo los contenidos máximos en el vino elaborado a partir de uvas de 0,2 mg/kg a 0,1 mg/kg y fijó en 0,15 mg/kg el contenido máximo en los vinos generados de licor obtenidos de uvas. Ambos contenidos máximos son aplicables a los vinos elaborados a partir de uvas vendimiadas después de la fecha en que la CAC42 adoptó esos contenidos máximos.

(1) DO L 37 de 13.2.1993, p. 1.

(2) Reglamento (CE) n.º 1831/2006 de la Comisión, de 19 de diciembre de 2006, por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios (DO L 364 de 20.12.2006, p. 5).

(3) Comisión Técnica de Contaminantes de la Cadena Alimentaria (Contam) de la EFSA (2010): «Scientific Opinion on Lead in Food», EFSA Journal 2010;8(4):1570. <https://efsa.europa.eu/efsa-portal/efsa-portal/efsa-portal/10.2903/efsa.2010.1570>

(4) «Evaluation of certain food additives and contaminants: seventh (2010) report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives», WHO Technical Report Series 960.

- (6) Teniendo en cuenta esta evolución y los datos más recientes sobre presencia, conviene reducir en la Unión la exposición alimentaria al plomo fijando contenidos máximos inferiores a los vigentes, o nuevos contenidos máximos en los productos alimenticios para los que sea razonablemente posible establecer contenidos más bajos de plomo, como los despojos, determinados alimentos para lactantes y niños de corta edad, la sal y las setas silvestres. Asimismo, se deben reducir los contenidos máximos de plomo en los vinos y establecer un contenido máximo para los vinos de licor producidos a partir de vendimias futuras. Por último, por las mismas razones, pero también para ayudar a combatir las prácticas fraudulentas, como la adición de cromato de plomo a la cúrcuma, deben establecerse contenidos máximos para las especias.
- (7) Procede, por tanto, modificar el Reglamento (CE) n.º 1831/2006 en consecuencia.
- (8) Dado que el plomo es un carcinógeno genotóxico indirecto débil, y por ello su presencia plantea un riesgo elevado para la salud pública, los productos comercializados antes de la entrada en vigor del presente Reglamento que no respeten los nuevos contenidos máximos de plomo solo deben poder permanecer en el mercado durante un breve periodo.
- (9) Las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité Permanente de Vegetales, Animales, Alimentos y Piensos.

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

El anexo del Reglamento (CE) n.º 1831/2006 se modifica de conformidad con el anexo del presente Reglamento.

Artículo 2

Los productos alimenticios que figuran en el anexo que hayan sido comercializados legalmente antes de la entrada en vigor del presente Reglamento podrán permanecer en el mercado hasta el 28 de febrero de 2022.

Artículo 3

El presente Reglamento entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el *Diario Oficial de la Unión Europea*.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 9 de agosto de 2021.

Por la Comisión
La Presidenta
Ursula VON DER LEYEN

ANEXO

En la sección 3 (Metales) del anexo del Reglamento (CE) n.º 1831/2006, la subsección 3.1 (Plomo) se sustituye por el texto siguiente:

Productos alimenticios (*)		Contenido máximo (mg/kg peso fresco)
3.1.	Plomo	
3.1.1.	Leche cruda (*), leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos	0,020
3.1.2.	Preparados para lactantes, preparados de continuación y preparados para niños de corta edad (**)	
	comercializados en polvo (*) (**)	0,020
	comercializados líquidos (*) (**)	0,010
3.1.3.	Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad (*) (**) distintos de los indicados en 3.1.5	0,020
3.1.4.	Alimentos para usos médicos especiales destinados a lactantes y niños de corta edad	
	comercializados en polvo (*) (**)	0,020
	comercializados líquidos (*) (**)	0,010
3.1.5.	Bebidas para lactantes y niños de corta edad etiquetadas y vendidas como tales, distintas de las mencionadas en 3.1.2 y 3.1.4	
	comercializadas líquidas o para ser reconstituidas siguiendo las instrucciones del fabricante, incluidos los zumos de frutas (*)	0,020
	para ser preparadas mediante infusión o decocción (**)	0,50
3.1.6.	Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, porcino y aves de corral (*)	0,10
3.1.7.	Despojos (*)	
	de bovinos y ovinos	0,20
	de porcino	0,15
	de aves de corral	0,10
3.1.8.	Carne de pescado (**) (**)	0,30
3.1.9.	Cefalópodos (*)	0,30
3.1.10.	Crustáceos (*) (**)	0,50
3.1.11.	Moluscos bivalvos (*)	1,50
3.1.12.	Cereales y legumbres secas	0,20
3.1.13.	Raíces y tubérculos (excluidos los salicis, el jengibre fresco y la cúrcuma fresca) bulbos, inflorescencias y cogollos del género <i>Brassica</i> , colirrábanos, leguminosas y hortalizas de tallo (*) (**)	0,10
3.1.14.	Hortalizas de hoja del género <i>Brassica</i> , salicis, las setas siguientes: <i>Agaricus bisporus</i> (champiñón), <i>Pleurotus ostreatus</i> (seta de ostra) y <i>Leptinula odorata</i> (seta shiitake) y hortalizas de hoja (excluidas las hierbas frescas) (*)	0,30
3.1.15.	Setas silvestres, cúrcuma fresca y jengibre fresco	0,80

3.1.16.	Hortalizas de fruto	
	maíz dulce ^(*)	0,10
	distintas del maíz dulce ^(*)	0,05
3.1.17.	Frutas, excluidos los arándanos, las grosellas, las bayas de saúco y los madroños (27)	0,10
3.1.18.	Arándanos, grosellas, bayas de saúco y madroños ^(*)	0,20
3.1.19.	Grasas y aceites, incluida la grasa láctea	0,10
3.1.20.	Zumos de frutas, zumos de frutas concentrados reconstituidos y néctares de frutas	
	exclusivamente de bayas y otras frutas pequeñas ^(*)	0,05
	de frutas distintas de las bayas y otras frutas pequeñas ^(*)	0,03
3.1.21.	Vino (incluido el vino espumoso y excluido el vino de licor), sidra, perada y vino de frutas ^(*)	
	producidos desde la cosecha de frutas de 2001 hasta la cosecha de frutas de 2015	0,20
	producidos desde la cosecha de frutas de 2016 hasta la cosecha de frutas de 2021	0,15
	producidos a partir de la cosecha de frutas de 2022	0,10
3.1.22.	Vino aromatizado, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas ^(*)	
	producidos desde la cosecha de frutas de 2001 hasta la cosecha de frutas de 2015	0,20
	producidos desde la cosecha de frutas de 2016 hasta la cosecha de frutas de 2021	0,15
	producidos a partir de la cosecha de frutas de 2022	0,10
3.1.23.	Vino de licor elaborado a partir de uvas ^(*)	
	producido a partir de la vendimia de 2022	0,15
3.1.24.	Complementos alimenticios ^(*)	3,0
3.1.25.	Miel	0,10
3.1.26.	Espicias secas ^(*)	
	especies de frutos	0,60
	especies de raíces y rizomas	1,50
	especies de corteza	2,0
	especies de yemas y especias del estigma de las flores	1,0
	especies de semillas	0,90
3.1.27.	Sal, excepto las siguientes sales sin refinar: "flor de sal" y "sal gris" recolectadas manualmente a partir de salinas con fondo arcilloso	1,0
	las siguientes sales sin refinar: "flor de sal" y "sal gris" recolectadas manualmente a partir de salinas con fondo arcilloso	2,0

(*) Tal como se define en la parte II del anexo VII del Reglamento (UE) n.º 1308/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, del 17 de diciembre de 2013, por el que se crea la organización común de mercados de los productos agrícolas y por el que se derogan los Reglamentos (CEE) n.º 924/72, (CEE) n.º 234/79, (CE) n.º 1037/2001 y (CE) n.º 1234/2007 (DO L 347 de 20.12.2013, p. 671),.

ANEXO C



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 183:2013
Primera revisión

PESCADO FRESCO REFRIGERADO O CONGELADO REQUISITOS

Primera edición

FISH FRESH CHILLED OR FROZEN. REQUIREMENTS

First edition

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, pesca y productos de la pesca.
AL 03.03-401
CDU: 664.94-664.028.8
CIIU: 3114
ICS: 67.120.30

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	PESCADO FRESCO REFRIGERADO O CONGELADO REQUISITOS	NTE INEN 183:2013 Primera revisión 2013-01
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el pescado fresco refrigerado o congelado, que se presenta para el consumo directo.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica al pescado fresco refrigerado o congelado eviscerado o no eviscerado y a los filetes de pescado.</p> <p>2.2 Esta norma no se aplica a los productos provenientes de la producción acuícola.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Pescado fresco refrigerado</i>. Pescado apto para el consumo humano, con o sin la cabeza, que no ha recibido ningún tratamiento de conservación fuera del enfriamiento.</p> <p>3.1.2 <i>Pescado congelado</i>. Pescado apto para el consumo humano, con o sin la cabeza, al que pueden haberse quitado completa o parcialmente las vísceras u otros órganos, sometido a congelación.</p> <p>3.1.3 <i>Filetes de pescado congelado</i>. Son lonjas de pescado de la misma especie, apto para el consumo humano, de tamaños y formas irregulares que se separan del cuerpo del pescado mediante cortes paralelos a la espina dorsal, así como los trozos en que se cortan dichas lonjas para facilitar el envasado, sometidos a congelación.</p> <p>3.1.4 <i>Glaseado</i>. Capa protectora delgada de hielo de agua potable o de mar limpia, que recubre la superficie del producto dándole un aspecto brillante.</p> <p>3.1.5 <i>Agua de mar limpia</i>. Es el agua de mar tratada que cumple los mismos criterios microbiológicos que se aplican al agua potable.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Los productos contemplados por las disposiciones de la presente norma se deben preparar y manipular de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados del Ministerio de Salud y con los Requisitos sanitarios mínimos que deben cumplir las Industrias pesqueras y acuícolas.</p> <p>4.2 El producto debe prepararse con pescados sanos y deben manipularse desde la captura en condiciones sanitarias apropiadas, libres de arena o de otra materia extraña.</p> <p>4.3 El proceso de congelación debe realizarse en un equipo apropiado, de manera que atraviese rápidamente el intervalo de temperaturas de cristalización máxima. El proceso de congelación no se considerará completo hasta que el producto alcance una temperatura de -18 °C o inferior en el centro térmico, una vez estabilizada la temperatura.</p> <p>4.4 Los filetes pueden declararse como "filetes sin espinas", siempre y cuando se hayan quitado todas las espinas, incluidas las espinas costales.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p>		
<p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, pesca y productos de la pesca.</p>		

4.5 Se recomienda que el producto al que se aplican las disposiciones de la presente norma, se prepare y manipule en conformidad con las secciones apropiadas del Código Internacional de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969) y los siguientes códigos afines:

4.5.1 CAC/RCP 8-1976. Código de Prácticas para la Elaboración y Manipulación de Alimentos Congelados Rápidamente

4.6.2 CAC/RCP 52-2003 Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El olor, color y sabor deben ser los característicos de la especie. No se permiten olores o sabores objetables persistentes e inconfundibles que sean signo de descomposición.

5.1.2 Los pescados frescos refrigerados o congelados, ensayados de acuerdo a las normas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

Tabla 1. Requisitos físico químicos para el pescado fresco refrigerado o congelado

Requisito	min.	máx.	Método de ensayo
Nitrógeno básico volátil (expresado como total) mg/100g	-	30	NTE INEN 182
Histamina ¹⁾ mg/100g	-	5	Determinación por método HPLC

¹⁾ Esta disposición se aplica únicamente a las especies pertenecientes a las familias Clupeidae, Scombridae, Scombroideae, Pomatomidae y Coryphaenidae.

5.1.3 Requisitos microbiológicos

5.1.3.1 Los productos deben estar exentos de microorganismos patógenos y sustancias tóxicas producidas por estos, que puedan ocasionar un peligro para la salud.

5.1.3.2 Los productos deben cumplir con lo indicado en la tabla 2.

Tabla 2. Requisitos microbiológicos para los pescados frescos refrigerados o congelados

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Recuento de microorganismos mesófilos, ufc/g	5	5×10^5	10×10^5	3	AOAC 990.12
E. coli ufc/g	5	10	500	3	AOAC 998.08
Staphylococcus aureus coagulasa positiva, ufc/g	5	100	1000	2	AOAC 2003.11
Salmonella /25g	5	no detectado	-	0	NTE INEN 1529-15
Vibrio cholerae/25 g	5	no detectado	-	0	ISO/TS 21872-1
Vibrio parahaemolyticus/25 g	5	no detectado	-	0	ISO/TS 21872-1

donde:

n: Número de muestras a examinar.

m: Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M: Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c: Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

(Continua)

5.1.6 Aditivos

5.1.6.1 Se permite el uso de los aditivos enlistados en la NTE INEN 2074.

5.1.7 Contaminantes

5.1.7.1 El límite máximo de contaminantes no debe superar lo establecido en la tabla 3.

Tabla 3. Límite máximo de contaminantes

REQUISITOS	LÍMITE MÁXIMO Mg/kg	MÉTODO DE ENSAYO
Mercurio, como Hg	0,5	AOAC.974.14
Piomo, como Pb	0,3	AOAC. 999.10
Cadmio, como Cd con exclusión de las especies enlistadas en la nota 1 para las que el valor es 0,10; para la melva (<i>Axixis species</i>) 0,20 y para la anchoa (<i>Engraulis species</i>), pez espada (<i>Xiphias gladius</i>) 0,30	0,05	AOAC 999.10
NOTA 1: Carne de los siguientes pescados: bonito (<i>Sarda sarda</i>) mojarra (<i>Diplodus vulgaris</i>) anguila (<i>Anguilla anguilla</i>) lisa (<i>Chelon labrosus</i>) jurel (<i>Trachurus species</i>) emperador (<i>Luvarus imperialis</i>) caballa (<i>Scomber species</i>) sardina (<i>Sardina pilchardus</i>) sardina (<i>Sardinops species</i>) atún (<i>Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pelamis</i>) acedía o lenguadillo (<i>Dicologoglossa cuneata</i>)		

5.2 Requisitos complementarios

5.2.1 Las unidades de comercialización de estos productos deben cumplir con lo dispuesto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

6. INSPECCIÓN

6.1 **Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con las Directrices generales sobre muestreo CAC/GL 50-2004.

6.2 Criterios de aceptación o rechazo

6.2.1 Se acepta el producto, si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 Los pescados frescos refrigerados o congelados se deben procesar y envasar de manera que la deshidratación y la oxidación sean mínimas.

7.2 El material del envase debe ser resistente a la acción del producto, de manera que no altere su composición y su calidad organoléptica.

7.3 El envasado y el empaque deben hacerse en condiciones que permitan mantener las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

7.4 El producto se mantendrá en refrigeración (0 °C a 4 °C) o congelación (-18 °C) de modo que mantenga su calidad durante el transporte, el almacenamiento y la distribución.

(Continúa)

8. ROTULADO

- 8.1 El rotulado de estos productos debe cumplir con lo establecido en el RTE INEN 022.
- 8.2 Cuando el producto esté glaseado con agua de mar, debe indicarse explícitamente.
- 8.3 En el caso del pescado eviscerado, la etiqueta indicará que el pescado está eviscerado y si se presenta con o sin cabeza.
- 8.5 Se indicará en la etiqueta claramente la manera de conservar el producto para mantener las condiciones de calidad durante el transporte, el almacenamiento y la distribución.
- 8.6 En la etiqueta se debe declarar si el producto es de pesca o acuicultura.
- 8.7 En el caso de las especies *Lepidocybium flavobrunneum* or *Ruvettus pretiosus* debe declararse: "contiene aceite que puede ocasionar efectos purgativos".

APÉNDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 182	Conservas envasadas de pescado. Determinación de nitrógeno básico volátil.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15	Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos
Norma ISO/TS 21872-1	Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of potentially enteropathogenic <i>Vibrio</i> spp. – Part 1: Detection of <i>Vibrio parahaemolyticus</i> and <i>Vibrio cholerae</i> .
AOAC Official method 974.14	Mercury in Fish. Alternative Digestion Method.
AOAC Official method 990.12	Aerobic plate count in foods. Dry rehydratable film.
AOAC Official method 998.08	Confirmed <i>Escherichia coli</i> counts in poultry meats and sea foods. Dry rehydratable film method.
AOAC Official method 999.10	Lead, Cadmium, Copper and Iron in Foods Atomic Absorption Spectrophotometry after microwave digestion
AOAC Official method 2003.11	Enumerations of staphylococcus aureus in selected meat, sea food and poultry petrifilm staph express count plate method.
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empacados.
Reglamento de Buenas prácticas de Manufactura para alimentos procesados. Decreto Ejecutivo 3253. R. Of. 096 de 4 de noviembre 2002	
Acuerdo 241	Requisitos sanitarios mínimos que deben cumplir las industrias pesqueras y acuícolas, publicado en el Registro Oficial No. 228 del 5 de julio de 2010.
Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, publicada en Registro Oficial. No. 26 del 22 de febrero de 2007.	
Instituto Nacional de Pesca. Plan Nacional de Control, para el ofrecimiento de garantías oficiales respecto a la exportación de productos pesqueros y acuícolas de la República del Ecuador a la Unión Europea. Septiembre 6 de 2006.	
CAC/RCP 1-1969	Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos.
CAC/RCP 8-1976	Código de Prácticas para la Elaboración y Manipulación de Alimentos Congelados Rápidamente.
CAC/GL 50-2004	Directrices Generales Sobre Muestreo
CAC/RCP 52-2003	Código de prácticas para el pescado y los productos pesqueros

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma del Codex para Pescados no eviscerados y eviscerados congelados rápidamente CODEX STAN 36-1981. Revisión 1-1995.
Norma del Codex para Filetes de pescado congelados rápidamente CODEX STAN 190-1995.
Reglamento (CE) No. 2073/2005 de la comisión del 15 de noviembre de 2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.
Instituto Nacional de Pesca. Plan Nacional de Control, para el ofrecimiento de garantías oficiales respecto a la exportación de productos pesqueros y acuícolas de la República del Ecuador a la Unión Europea. Septiembre 6 de 2006.
Department Of Health And Human Services Public Health Service Food And Drug Administration Center For Food Safety And Applied Nutrition Office Of Food Safety Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance Fourth Edition – April 2011.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 183 Primera revisión	TÍTULO: PESCADO FRESCO REFRIGERADO O CONGELADO. REQUISITOS	Código: AL03.03-401
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 1975-04-29 Oficialización con el Caracter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No 785 de 1975-06-06 publicado en el Registro Oficial No. 861 de 1975-08-06 Fecha de iniciación del estudio: 2012-04	

Fechas de consulta pública: de 2012-04-13 a 2012-04-28

Subcomité Técnico: **PESCADO Y PRODUCTOS PESQUEROS**

Fecha de iniciación: 2012-05-02 y 2012-05-03

Fecha de aprobación: 2012-05-02 y 2012-05-03

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

2012-05-02

Ing. Fernanda Hurtado (Presidenta)
Ing. Yahir Piedrahita
Ing. Daniel Núñez
Ing. Marcela Rendón
Ing. Félix Martínez
Dra. Ana Cristina Araujo
Ing. Anita Moreira
Eco. Mónica Maldonado
Dra. Nancy Llanga

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
STARKIST-GALAPESCA
INEPACA
PRONACA
MINISTERIO DE SALUD – ALIMENTOS
CONSERVA ISABEL – ECUATORIANA
CEIPA
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil

Ing. Gladys Niza
Ing. Ingrid Muñoz
Ing. Isaias Suarez
Dr. Eduardo Vidal
Dra. Blanca Matute
Dr. Leonardo Mariduella
Ing. Nelson Bautista
Ing. Nohelia Vásquez
Ing. María E. Dávalos (Secretaria)

MIPRO - LITORAL
STARKIST-GALAPESCA
MARDEX S.A.
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Azuay
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Azuay
CÁMARA DE ACUICULTURA
INEN – REGIONAL GUAYAS
INEN – REGIONAL GUAYAS
INEN – REGIONAL CHIMBORAZO

2012-05-03

Ing. Fernanda Hurtado (Presidenta)
Dr. Eduardo Solís
Ing. Daniel Núñez
Ing. Marcela Rendón
Ing. Félix Martínez
Dra. Ana Cristina Araujo
Ing. Anita Moreira
Dra. Nancy Llanga
Dra. Luisa Ponguillo
Ing. Gladys Niza
Ing. Ingrid Muñoz
Ing. Isaias Suarez
Ing. María Grazia López
Dra. Blanca Matute
Dr. Leonardo Mariduella
Ing. Nelson Bautista
Ing. Nohelia Vásquez
Ing. María E. Dávalos (Secretaria)

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
INSTITUTO NACIONAL DE PESCA
STARKIST-GALAPESCA
INEPACA
PRONACA
MINISTERIO DE SALUD – ALIMENTOS
CONSERVA ISABEL – ECUATORIANA
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil
MIPRO - LITORAL
STARKIST-GALAPESCA
MARDEX S.A.
CORPORACIÓN EL ROSADO
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Azuay
CÁMARA DE ACUICULTURA
INEN – REGIONAL GUAYAS
INEN – REGIONAL GUAYAS
INEN – REGIONAL CHIMBORAZO

Otros trámites: Esta NTE INEN 183:2013 (Primera revisión) reemplaza a la NTE INEN 183:1975

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma.

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 868 de 2013-01-11

Por Resolución No. 12 306 del 2012-12-17

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquero Moreno E5-29 y Av. 6 de Diciembre
Cajalita 17-01-3000 - Telf: (093 2) 2 001665 al 2 001891 - Fax: (093 2) 2 007616
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencat@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenco@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec**

ANEXO D. Preparación de muestras y lectura mediante Espectrometría de Absorción Atómica.



Imagen 1. Selección de pescado por especie / talla / barco.



Imagen 2 y 3. Corte de tejido muscular de la especie big eye (*Thunnus obesus*)



Imagen 4. Etiquetado de muestras



Imagen 5. Pesado de muestras



Imagen 6, 7 y 8. Secado de muestras en *hot plate*, mineralización en mufla y digestión de muestras.

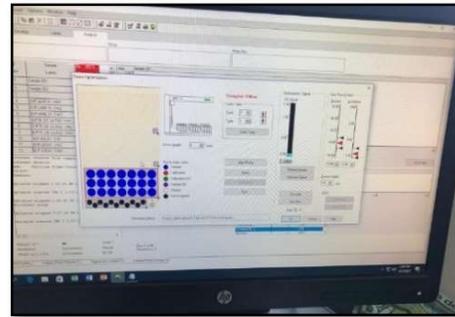
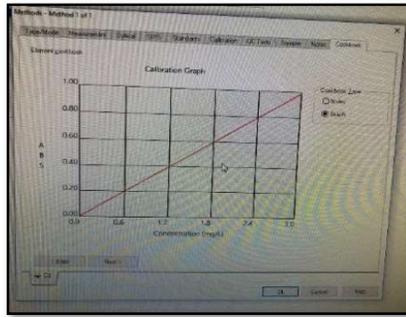


Imagen 9. Lectura de muestras en el espectrofotómetro

ANEXO F. Análisis estadísticos del Cd mediante INFOSTAT.

Nueva tabla_1 : 04/12/2021 - 11:36:10 PM - [Versión : 30/04/2020]

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
mg/Kg Cd 24 0.82 0.72 6.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.5E-04	8	1.1E-04	8.57	0.0002
BARCOS	3.0E-04	2	1.5E-04	12.02	0.0008
TALLA	2.5E-04	2	1.2E-04	9.92	0.0018
BARCOS>TALLA	1.5E-04	6	2.5E-05	2.01	0.1276
Error	1.9E-04	15	1.2E-05		
Total	1.0E-03	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00460

Error: 0.0000 gl: 15

BARCOS	Medias	n	E.E.	
EMBARCACIÓN 2	0.05	9	1.2E-03	A
EMBARCACIÓN 3	0.05	8	1.3E-03	A
EMBARCACIÓN 1	0.06	7	1.4E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00458

Error: 0.0000 gl: 15

TALLA	Medias	n	E.E.	
-3	0.05	8	1.3E-03	A
4-7	0.05	8	1.3E-03	A B
12	0.06	8	1.3E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

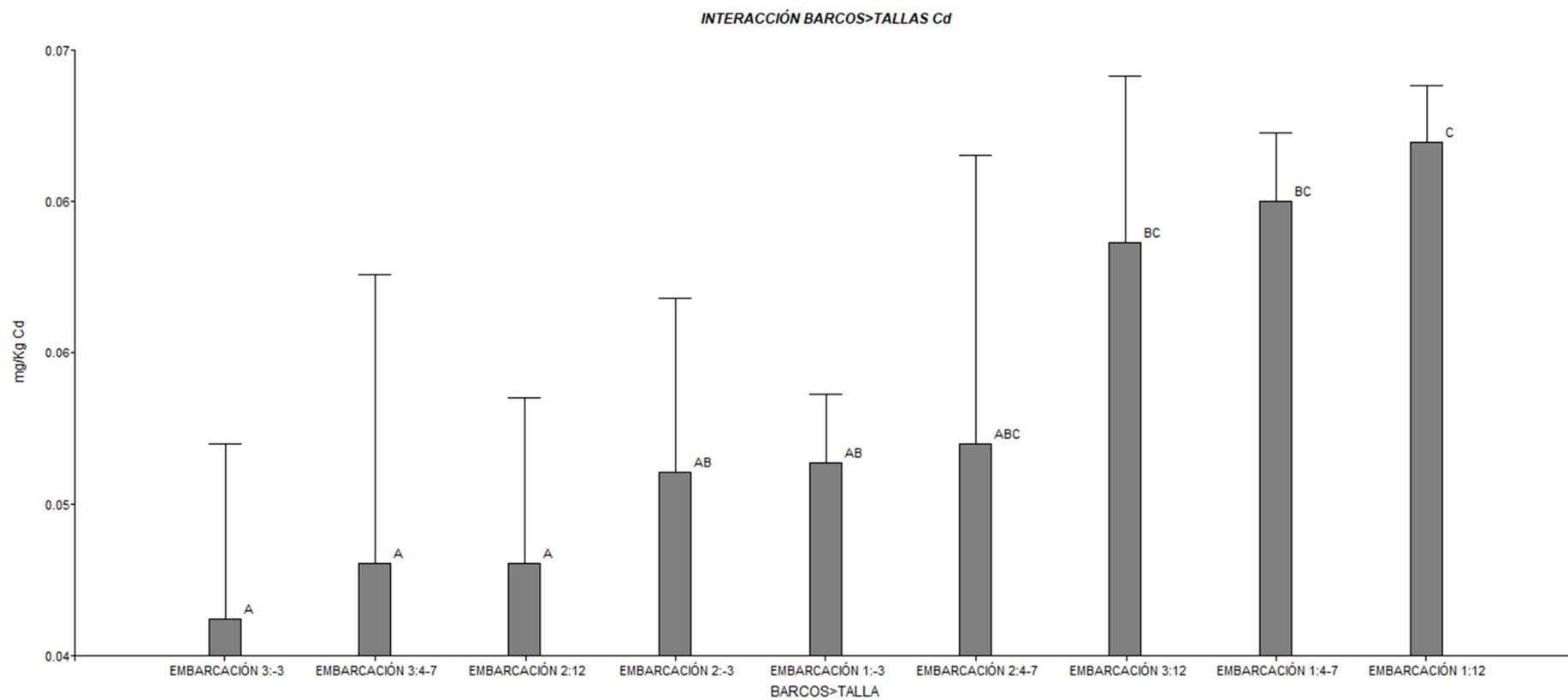
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01116

Error: 0.0000 gl: 15

BARCOS	TALLA	Medias	n	E.E.	
EMBARCACIÓN 3	-3	0.05	3	0.01	A
EMBARCACIÓN 3	4-7	0.05	3	0.01	A
EMBARCACIÓN 2	12	0.05	3	0.01	A
EMBARCACIÓN 2	-3	0.05	3	0.01	A B
EMBARCACIÓN 1	-3	0.05	2	2.5E-03	A B
EMBARCACIÓN 2	4-7	0.05	3	0.01	A B C
EMBARCACIÓN 3	12	0.06	2	0.01	B C
EMBARCACIÓN 1	4-7	0.06	2	2.5E-03	B C
EMBARCACIÓN 1	12	0.06	3	2.0E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Datos de Infostat. Interacción Concentración de Cd en Barcos / Tallas



Análisis estadísticos de Pb mediante INFOSTAT.

Nueva tabla : 04/12/2021 - 11:21:06 PM - [Versión : 30/04/2020]

Análisis de la varianza

Variable N R² R² Aj CV
 mg/Kg Pb 24 0.97 0.95 6.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.10	8	0.01	59.65	<0.0001
BARCOS	0.01	2	0.01	30.43	<0.0001
TALLA	4.6E-03	2	2.3E-03	10.75	0.0013
BARCOS>TALLA	0.03	6	4.3E-03	19.78	<0.0001
Error	3.2E-03	15	2.2E-04		
Total	0.11	23			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01915

Error: 0.0002 gl: 15

BARCOS	Medias	n	E.E.	
EMBARCACIÓN 3	0.18	7	0.01	A
EMBARCACIÓN 2	0.21	9	4.9E-03	B
EMBARCACIÓN 1	0.24	8	0.01	C

Medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01905

Error: 0.0002 gl: 15

TALLA	Medias	n	E.E.	
-3	0.16	8	0.01	A
12	0.20	8	0.01	B
4-7	0.27	8	0.01	C

Medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04645

Error: 0.0002 gl: 15

BARCOS	TALLA	Medias	n	E.E.	
EMBARCACIÓN 3	-3	0.14	2	0.02	A
EMBARCACIÓN 1	-3	0.14	3	0.01	A B
EMBARCACIÓN 2	-3	0.19	3	0.02	B C
EMBARCACIÓN 3	4-7	0.19	2	0.04	C
EMBARCACIÓN 3	12	0.20	3	0.03	C
EMBARCACIÓN 2	12	0.20	3	0.03	C
EMBARCACIÓN 1	12	0.20	2	0.01	C
EMBARCACIÓN 2	4-7	0.24	3	0.04	C
EMBARCACIÓN 1	4-7	0.37	3	0.01	D

Medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Datos de Infostat. Interacción Concentración de Pb en Barcos / Tallas

