UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DEL MERCURIO EN ESPECIES DE TIBURÓN AZUL COMERCIALIZADOS EN EL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL DE LA PROVINCIA DE ILO – 2021

INFORME FINAL DE TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. NURIA VIOLETA NINA HUARAHUARA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

ILO – PERÚ

2021

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Folio **Nº 022**

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]
Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]
Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:

Resolución de Facultad Nº 0066-2021-FACIA-UNAM

Fecha: 03-05-2022

III. El jurado ha dictaminado la (el) Tesis, TITULADO:

"Evaluación de los Niveles de Concentración del Mercurio en especies de Tiburón Azul comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo - 2021"

Bachiller: Nuria Violeta Nina Huarahuara

Asesor Principal: M.Sc. Paulino Flavio Rios Zapana

Co-Asesor: .....

IV. Se dictamina:

Como: Aprobado por Unanimidad la sustentación de manera:

Presencial [X] Virtual [ ]

Con nota: Catorce (14) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Siendo las 13:15 horas, del 03 de Mayo del año 2022 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Dr. Teodoro Paulino Cuadros Pena
Presidente

MSc. Rodolfo Sánchez Valencia
Primer Miembro

Lic. Jorge Morales Carazas
Segundo Miembro
2do Miembro

Nuria V. Nina Huarahuara
73466499.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DEL MERCURIO EN ESPECIES DE TIBURÓN AZUL COMERCIALIZADOS EN EL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL DE LA PROVINCIA DE ILO – 2021

PRESENTADA POR:

Bach. NURIA VIOLETA NINA HUARAHUARA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE _____

Dr. Teodoro Agripino Olarte Poma

PRIMER MIEMBRO _____

M.Sc. Rodolfo Sánchez Valencia

SEGUNDO MIEMBRO _____

Lic. Jorge Antonio Morales Carazas

ASESOR _____

M.Sc. Paulino Flavio Ríos Zapana

Ilo, 03 de mayo del 2022

DEDICATORIA

A Dios, por iluminarme y darme la fortaleza en el logro de mis metas. A mis padres, Rogelio y Rosa, por su inmenso apoyo incondicional, gracias por sus enseñanzas, por su sacrificio para darme lo mejor .A mi querida hermana, Marilú, quien es mi compañía, apoyo y fuerza cada que la necesito, por enseñarme a no darme por vencida y seguir adelante. A mi angelito que está en el cielo, A mis familiares y amigos que a lo largo de la vida siempre te demuestran el apoyo incondicional. A todos ellos se los agradezco.

Nuria N.H.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, a todos los docentes que me brindaron sus enseñanzas, experiencias y conocimientos, que fueron pilares para mi formación profesional.

A mi asesor M.Sc. Paulino Flavio Ríos Zapana, por el profesionalismo demostrado, por su paciencia y soporte.

A los miembros del jurado, por cada uno de sus aportes para mejorar el presente proyecto de tesis.

Nuria N.H.

RESUMEN

Actualmente los ecosistemas de los océanos se encuentran amenazados por la contaminación producidos por sobreexplotación de los recursos y las descargas de diversos contaminantes como los metales pesados, dentro de estos ecosistemas se encuentran los tiburones reconocidos por ser uno de los depredadores más importante. El objetivo del estudio fue evaluar los niveles de concentración del mercurio en especies de tiburón azul comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de la provincia de Ilo – 2021. Es un estudio descriptivo - comparativo que busca determinar básicamente la presencia de mercurio en muestras de tejido muscular (pulpa) encontradas en distintas especies de machos y hembras (seis muestras de cada una), para tres tamaños diferentes. La metodología empleada para desarrollar el estudio es deductiva, de tipo cuantitativo, diseño no experimental, ecológico, transversal y el muestreo fue por conveniencia para la elección de las embarcaciones y para la elección de las muestras se decidió por el muestreo según criterio considerando la longitud de las tallas para cumplir con las normas para ambos sexos de la especie. Los resultados resaltantes son que a mayor longitud mayor es el nivel de concentración de mercurio encontrado y que las especies hembras presentaron mayores concentraciones de mercurio que las especies macho y que estos resultados guarda coherencia con su mayor longitud. Todos los contenidos de mercurio encontrados estuvieron por debajo de límites máximos permitidos en las normas nacionales y las normas de la FAO/OMS, Por otra parte, se determinó el coeficiente de correlación de Pearson, entre la concentración de mercurio con los parámetros de longitud y sexo de las especies, ambos resultados mostrando una correlación positiva considerable.

Palabra clave: metales pesados, mercurio, tiburón azul, tejido muscular.

ABSTRACT

Currently, ocean ecosystems are threatened by pollution caused by overexploitation of resources and discharges of various pollutants such as heavy metals, within these ecosystems are sharks recognized as one of the most important predators. The objective of the study was to evaluate the levels of mercury concentration in blue shark species marketed in the artisanal fishing landing site of the province of Ilo - 2021. It is a descriptive-comparative study that basically seeks to determine the presence of mercury in samples of muscle tissue (pulp) found in different species of males and females (six samples of each), for three different sizes. The methodology used to develop the study is deductive, quantitative, non-experimental, ecological, transversal design and the sampling was by convenience for the choice of the vessels and for the choice of the samples it was decided to sample according to criteria considering the length of the sizes to comply with the norms for both sexes of the species. The main results are that the greater the length, the higher the mercury concentration level found and that the female species presented higher mercury concentrations than the male species, and that these results are consistent with their greater length. All the mercury contents found were below the maximum limits allowed by national and FAO/WHO standards. Furthermore, Pearson's correlation coefficient was determined between mercury concentration and the length and sex parameters of the species, both results showing a considerable positive correlation.

Keyword: heavy metals, mercury, blue shark, muscle tissue.

INDICE

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 16

1.1 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 16

1.1.1 Descripción 16

1.1.2 Formulación 18

1.2 OBJETIVOS 19

1.2.1 Objetivo General 19

1.2.2 Objetivos específicos 19

1.3 JUSTIFICACIÓN 19

1.4 HIPÓTESIS 20

1.4.1 Hipótesis general 20

1.4.2 Hipótesis especifica 21

1.5 VARIABLES 21

1.5.1 Variable de estudio 21

1.5.2 Operacionalización de Variables 22

CAPITULO II: MARCO TEORICO 23

2.1. ANTECEDENTES 23

2.1.1. A nivel internacional 23

2.1.2. A nivel nacional 27

2.2. BASES TEÓRICAS 29

2.2.1. Mercurio 29

2.2.2. Bioacumulación 30

2.2.3. Biomagnificación 31

2.2.4. Procesos de Bioacumulación y Biomagnificación del Mercurio en la Cadena Trófica.....32

2.2.5. Efectos en el Ambiente.....35

2.2.6. Prionace glauca.....35

2.2.7. Pesca de tiburón azul.....37

2.2.8. Contenido máximo de mercurio permitido en tiburón azul.....40

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....41

CAPITULO III: METODOLOGIA.....44

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....44

3.1.1. Tipo y nivel de investigación.....44

3.1.2. Diseño de investigación.....45

3.2. ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL.....45

3.2.1. Ubicación Temporal.....45

3.2.2. Ubicación Espacial.....45

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....45

3.3.1. La población.....45

3.3.2. La muestra.....46

3.4. INSTRUMENTOS.....46

3.5. PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS.....47

3.5.1. Muestreo.....47

3.5.2. Preparación de la muestra para la conservación y traslado.....53

3.5.3. Conservación y transporte de muestras.....54

3.5.4. Muestreo biométrico.....56

3.5.5. Determinación de las concentraciones de mercurio.....57

3.6. ANÁLISIS DE DATOS.....58

3.6.1 Procesamiento de Datos.....58

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION 6060

4.1. RESULTADOS 60

4.2. DISCUSIÓN 799

V. CONCLUSIONES.....84

VI. RECOMENDACIONES.....86

REFERENCIAS.....88

ANEXOS.....92

INDICE DE TABLA

Nro.	Descripción	Pág.
Tabla 1.	*Cuadro de Operacionalización de la Variable de Estudio*	22
Tabla 2.	*Desembarque de los principales tiburones en el DPA de Ilo desde el 2010 al 2019.*	39
Tabla 3.	*Contenido Máximo Permisible de Mercurio en especies de Tiburón*	41
Tabla 4.	*Recolección de las Unidades Muéstrales según el estrato de las tallas*	50
Tabla 5.	*Preparación de la Muestra del Musculo de Tiburón Azul Según Tallas*	51
Tabla 6.	*Muestreo por género y tallas enviadas al laboratorio de CERPER S.A.*	52
Tabla 7.	*Datos de la Concentración de Hg en Muestras de las Especies Macho*	56
Tabla 8.	*Datos de la Concentración de Hg en Muestras de las Especies Hembra*	58
Tabla 9.	*Medidas de centralización y error estándar de la media de la concentración de Hg en especie de Tiburón Azul Hembra para el cálculo de la estimación puntual*	61
Tabla 10.	*Estimación puntual de la concentración de Hg y su Intervalo de confianza (95%) para distinto tamaños del tiburón Azul Hembra.*	63
Tabla 11.	*Medidas de centralización y dispersión de la concentración de Hg en especie de Tiburón Azul Macho para el cálculo de la estimación puntual*	64
Tabla 12.	*Estimación puntual de la concentración de Hg y su Intervalo de confianza (95%) para distinto tamaños del tiburón Azul Macho.*	65
Tabla 13.	*Medidas de centralización y dispersión de la concentración de Hg en especie de Tiburón Azul Macho y Hembra para el cálculo de la estimación puntual del Objetivo General*	*67*

Tabla 14.	*Estimación puntual promedios de la concentración de Hg y su Intervalo de confianza (95%) para Tiburón Azul Macho y Tiburón Azul Hembra.*	69
Tabla 15.	*Medidas de centralización y dispersión de la concentración de Hg en especie de Tiburón Azul Macho y Hembra* según tallas *para el cálculo de la estimación puntual del Objetivo General*	70
Tabla 16.	*Estimación puntual de la concentración de Hg y su Intervalo de confianza (95%) para distinto tamaños de los Tiburón Azul Macho y Macho en cumplimiento del Objetivo General*	71
Tabla 17.	*Determinación del P-valor para la concentración del mercurio en los tejidos musculares de la especie de tiburón azul*	75
Tabla 18.	*Coeficiente de correlación de Pearson para la concentración del mercurio en el tejido muscular con la longitud de las especies de tiburón azul.*	76
Tabla 19.	*Coeficiente de correlación de Pearson para la concentración del mercurio en el tejido muscular con el sexo de las especies de tiburón azul.*	77
Tabla 20	*Grado de relación según coeficiente de correlación*	78

INDICE DE FIGURAS

Nro.	Descripción	Pág.
Figura 1.	Biomagnificación del MeHg - Cadena trófica para el tiburón azul (Prionace glauca).	34
Figura 2.	Representación de la especie Tiburón azul (Prionace glauca).	36
Figura 3.	*Zonas de pesca para embarcaciones artesanales y pesca industrial*	38
Figura 4.	*Llegada de las embarcaciones con las capturas y descarga de las especies estudiadas en el Desembarcadero Pesquero*	48
Figura 5.	*Registro de la descarga y coordinación para realizar el muestreo de las especies elegidas*	49
Figura 6.	*Preparación de las muestras en laboratorios de UNAM bajo la supervisión del Ing. de laboratorio de la escuela de Ingeniería pesquera*	52
Figura 7.	*Preparación de las muestras cumpliendo el protocolo de CERPER S.A.*	54
Figura 8.	*Colocación de muestras preparadas en Cooler con hielo según protocolo de CERPER S.A.*	55
Figura 9.	*Diagrama de Tallo y hojas para comparar la Concentración de Hg en Tiburón Azul Hembra en diferentes tamaños muestreados de las especies.*	62
Figura 10.	*Diagrama de Tallo y hojas para comparar la Concentración de Hg en Tiburón Azul Macho en diferentes tamaños muestreados de las especies.*	66
Figura 11.	*Diagrama de Tallo y hojas para comparar la Concentración de Hg en Tiburón Azul Macho y Hembra muestreados de las especies.*	68
Figura 12.	*Diagrama de Tallo y hojas para comparar la Concentración de Hg en Tiburón Azul Macho y Hembra en diferentes tamaños muestreados de las especies*	72

ANEXOS

Anexo 1. *Resolución Ministerial N° 209-2001-PE de fecha 27 de junio del 2001, se aprueba la relación de Tallas Mínimas de Captura y Tolerancia Máxima de Ejemplares Juveniles de los Peces e Invertebrados Marinos*

Anexo 2. *Resolución de Dirección Ejecutiva Nº057-2016- SANIPES-DE, referido al contenido máximo del Hg en todas las especies de Tiburón*

Anexo 3. *Medidas biométricas registrados de Prionace glauca*

Anexo 4. *Informe de ensayo N° 2-00521/21 de CERPER*

Anexo 5: *Matriz en la vista de variable y vista de datos del programa SPSS V25 para el procesamiento de datos.*

Anexo 6. *Normas internacionales de los alimentos OMS, información sobre los niveles máximo permisible del Hg en la especie de tiburón azul, basada en los trabajos de tesis.*

INTRODUCCION

El litoral peruano posee un aspecto morfológico variado, de acuerdo a Petersen (1972), la playa a lo largo de toda la costa peruana posee 2815 km, la Provincia de Ilo cuenta con un litoral costero con un elevado potencial de explotación de diversos recursos marinos, sobre todo para la comercialización de recursos pesqueros para el consumo de la población. En este sentido los tiburones son especie de alto consumo y que en estos últimos años han sido estudiados con mucho interés, primero por el papel que ocupan en la cadena trófica que cumple a lo largo de su existencia, donde su permanencia en mares profundo y a una distancia de mar adentro y como un alimento de gran demanda para el consumo de la población. Uno de los motivos de estudio de esta especie es buscar conocer la concentración del mercurio en su organismo, porque al ser consumidos por el hombre pueden provocarles problemas adversos en su salud debido a la propiedad que tiene el mercurio de bioacumularse.

Esta condición ha proporcionado a los tiburones un interés especial, sobre todo por la exposición a serios problemas de contaminación que enfrentan como producto de los procesos antrópicos, entendiendo que nuestro mar en estos últimos años se ha convertido en receptor de diversos efluentes, de la industria, la agricultura, de las actividades pesqueras o actividades mineras que han sido causantes por lo cual los niveles de mercurio se han venido incrementando considerablemente.

Dentro de los diversos contaminantes, el mercurio es considerado como un elemento metálico no esencial para la vida, la cual se encuentra presente en la naturaleza debido a diferentes fenómenos geológicos que participan en su liberación al ambiente, han logrado su incorporación a las cadenas trófica acuáticas convirtiéndolo en uno de los metales más tóxicos para cualquier ser vivo, los diferentes estudios han revelado que el mercurio se acumulan principalmente en los riñones, el hígado y el musculo (Nuñez Nogeria, et al., 2018). Por otro

lado, los estudios han mostrado que este metal provoca daño principalmente en órganos locomotrices y sistema nervioso de los peces (Castillo, 1990 y Castro 1993). Por esta razón es importante estudiar estas especies que se encuentran expuestas a diversas fuentes contaminantes y buscar conocer cuál es la capacidad de Bioacumulación que tiene estas especies en las diferentes tallas comercializadas y en los diferentes sexos de las especies estudiadas.

El tiburón azul es la principal especie capturada por la pesca artesanal del Perú, especialmente por la carne cuyo mercado es básicamente el consumo interno, los tiburones en general son predadores superiores y se ubican en el nivel más alto de la cadena trófica marina, debido a esto puede contener niveles de mercurio Hg que representen riesgos para la salud del consumidor considerando que este contaminante se bioacumula y biomagnifíca a medida que aumenta en el nivel trófico, es muy importante conocer el nivel concentración de Hg comercializado en el DPA Ilo, este proyecto de investigación pretende determinar el nivel de mercurio presente en el tiburón azul y establecer si los niveles están dentro de los parámetros permitidos por la normativa sanitaria nacional e internacionales.

El presente estudio busca contribuir en la línea de investigación sobre la contaminación y el nivel de concentración del Hg en especie de tiburón azul. La estructura de la tesis está constituida en cinco capítulos: el primer capítulo se refiere al planteamiento del problema, donde se expones los objetivos, la hipótesis y la operacionalización de la variable en el segundo capítulo denominado marco teórico contiene los antecedentes investigativos, las bases teóricas y la definición de términos, el tercer capítulo tres se expone la metodología de investigación, dejando el capítulo cuatro para los resultados y discusión, terminando con las conclusiones y recomendaciones. También se incluyen las referencias y los anexos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y Formulación Del Problema

1.1.1 Descripción

Entre los innumerables contaminantes que existen, la contaminación por metales pesados en el medio ambiente se ha convertido en un fenómeno de interés mundial debido a su toxicidad, persistencia durante varias décadas en el medio acuático, así como Bioacumulación y biomagnificación en la cadena alimenticia (Rajeshkumar & Munuswamy, 2011).

Los contaminantes ambientales que son de mayor impacto, son aquellos que tienden a acumularse en los organismos por su estabilidad química o escasa biodegradabilidad (Lancheros, 2014). Los tiburones por su comportamiento depredador, su larga vida y altos niveles tróficos (Marques-Farias y Castillo-Géniz, 1998), y como resultado de su dieta en la cadena alimentaria, esto pueden acumular contaminantes y biomagnificar mayores concentraciones de elementos

químicos en comparación con otras especies (Delshad et al., 2012) consecuentemente muchas veces sus concentraciones en su organismo exceden los LMP.

El mercurio (Hg), es un metal pesado considerado uno de los contaminantes más importantes para el medio ambiente con efectos tóxicos para los seres vivos marinos debido a que no es metabolizado, se bioacumula y biomagnifica a medida que aumenta el nivel trófico (Aquino, 2016). Estas pueden provenir de fuentes naturales y antropogénicas, de forma natural está presente en minerales de rocas y suelos, pero cuando se produce por actividades antropogénica, son producto de combustibles fósiles liberados, por descargas de efluentes industriales y otras fuentes (Hyman, 2004). Estos metales pesados son tóxicos con capacidad de bioacumularse en los organismos acuáticos incorporándose a la cadena trófica de alimentos (Gonzales et al., 2014; Beltran & Gomez, 2015).

Los tiburones son especies reconocidos como recursos biológicos y ecológicos importantes, desde el punto de vista pesquero, alimentario juegan un papel importante en la economía. La pesca de tiburones en el Perú está enfocada prioritariamente a satisfacer el mercado de la venta de carne; otros subproductos como el hígado para extraer complejos vitamínicos, las aletas, los cartílagos y también como seco salado también son vendidos en menor escala, e incluso la piel es utilizada en la fabricación de zapatos y otros objetos (Acorema, 2014).

En la provincia de Ilo, el tiburón que registra mayor desembarque en volumen es el tiburón azul, consecuentemente el de mayor consumo, especialmente es los restaurantes y cevicherías debido a que presenta carne blanca y no posee hueso, sin embargo se desconoce los niveles de concentración de mercurio en esta especie comercializado en el Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) Ilo y si cumplen con la normativa vigente en relación a los límites máximos permisibles, por tanto es necesario evaluar el nivel de concentración de mercurio que

presenta su carne para la población, a fin de establecer si su consumo representa o no riesgo para los consumidores.

En el país y en especial en la región sur, no hay suficientes estudios respecto a la concentración del Hg en especie de tiburón. Esta situación, motiva estudiar los niveles de concentración del Hg, entendiendo que el tiburón azul son capturados por embarcaciones y comercializados en el DPA Ilo, el consumo de esta especie es demandada por diversos consumidores personales y de negocios dedicado a la gastronomía, debido a esta situación existe una alta preocupación por el consumo de carne de tiburón azul, pues existen casos descritos de intoxicación en personas por ingesta de carne toxica (Biswas, 2019).

Debido a la importancia de prevenir la contaminación marino-costera y conocer los rangos o LMP permitidos por las normas nacionales e internacionales para el consumo de carne de tiburón azul, se plantea la necesidad de conocer el nivel de concentraciones del mercurio en especie hembra y macho formulando las siguientes preguntas:

1.1.2 Formulación

Interrogante general

¿Cuál es el nivel de concentración del mercurio en especie de Tiburón Azul comercializado en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021?

Interrogantes específicas

- ¿Cuál es la concentración de mercurio en especie de Tiburón Azul Hembra comercializado en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021?
- ¿Cuál es la concentración de mercurio en especie de Tiburón Azul Macho comercializado en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar los niveles de concentración del mercurio en especies de Tiburón Azul comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración de mercurio en especies de Tiburón Azul Hembra comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.
- Determinar la concentración de mercurio en especies de Tiburón Azul Macho comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

1.3 Justificación

La contaminación marina es un hecho innegable y bien conocido actualmente y afecta a todos los mares del mundo, representa una amenaza para los organismos acuáticos que habitan todos los océanos del mundo.

El mercurio es un elemento no esencial para la vida, de manera natural se encuentra de tres formas: elemental (Hg0), inorgánico (Hg+2 y Hg+1), y orgánico (CH3Hg) y está presente en los organismos en pequeñas cantidades. Sin embargo, constituye un riesgo de contaminación para el medio ambiente, ya que es una sustancia con una gran estabilidad química ante los procesos de biodegradación y no desaparece del medio, sino que es transferido a otros lugares. Puede cambiar de estado o combinarse con otras sustancias, dando lugar a formas más tóxicas del metal, por lo que los seres vivos son incapaces de metabolizarlo y al llegar a niveles que superan su tolerancia produce toxicidad (Mancera-Rodríguez y Álvarez-León, 2006).

El tiburón azul es una especie de importancia debido a que no se tiene información relevante del estado de su población, está siendo afectada por la alta explotación pesquera para consumo humano y, al ser un depredador tope y una especie longeva, tiende a acumular contaminantes, como los metales pesados, en sus tejidos, que pueden llegar a ser nocivos.

El presente proyecto de investigación contribuirá con valiosa información sobre los niveles de mercurio presentes en el tiburón azul comercializado en el DPA Ilo, debido a que están en el nivel más alto de la cadena trófica marino y muy probable que el mercurio esté presente en el tiburón azul y por la característica de los metales pesados de bioacumularse y biomagnificarse, los resultados serán contrastados con la normativa nacional correspondiente a fin de determinar si los niveles de concentración de mercurio en la carne de *Prionace glauca* .Adicionalmente esta información podrá ser útil para determinar las posibles implicaciones en la salud humana por el consumo de este recurso pesquero.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

Los niveles de concentración de mercurio en el tejido muscular de la especie de tiburón azul comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021, se encuentra por debajo del límite máximo permitido por los estándares nacionales e internacionales.

1.4.2 Hipótesis especifica

La hipótesis de estudio para un nivel descriptivo – comparativo, se plantea seguidamente:

Ho (hipótesis nula): No existe diferencia en los niveles de concentración de mercurio entre la especie de Tiburón Azul Macho y el Tiburón Azul Hembra comercializado en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

H1 (hipótesis alterna): Existe diferencia en los niveles de concentración de mercurio entre la especie de Tiburón Azul Macho y el Tiburón Azul Hembra comercializado en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

1.5 Variables

1.5.1 Variable de estudio

Variable única:

Nivel de Concentracion de mercurio en especie de tiburon azul

Dimensiones o sub-variables:

- Tiburon azul macho
- Tiburon azul hembra

1.5.2 Operacionalización de Variables

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización de la Variable de Estudio

Variable	Dimensiones Genero de la especie	Indicadores (medidas biometricas)	Valores finales (concentracion de mercurio)	Tipo de variable
Concentracion de mercurio en especies de tiburon azul	Tiburon Azul Macho	Talla de 160- 175 cm Talla de 176 -200 cm Tallas mayores a 200 cm	miligramos de Hg/kilo de muslo	Numerico continuo
	Tiburon Azul Hembra	Talla de 160- 175 cm Talla de 176 -200 cm Tallas mayores a 200 cm	miligramos de Hg/kilo	Numerico continuo

Nota: Elaboración en base al propósito y a los objetivos planteados en el estudio.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

En la Guía para la determinación de tiburones de importancia comercial en el Perú, se describe a Prionace glauca, como oceánico y pelágico. Hasta 350 m de profundidad. Vivíparo, placenta con saco vitelino 4 -135 crías por camada. Periodo de gestación de 9 - 12 meses. Ciclo reproductivo anual. La talla máxima es de 400 cm longitud total (LT), las hembras maduran de 200 cm (LT), los machos maduran de 180 cm (LT), al nacer de 41 – 50 cm (LT). Distribución geográfica Pacífico Oriental: Desde el Golfo de Alaska hasta Chile (IMARPE, 2015).

Días et al. (2008), en el trabajo de investigación denominado "Mercurio total en músculo de cação Prionace glauca (Linnaeus, 1758) e de espadarte Xiphias gladius Linnaeus, 1758, na costa sul-sudeste do Brasil e suas implicações para a saúde pública", analizaron la concentración de mercurio total en el tejido muscular de tiburón azul Prionace glauca y del pez espada Xiphias gladius, procedentes de la región del sur y sudeste de la costa brasileira, para verificar si estas se encontraban dentro de los estándares legales para consumo humano. Encontraron que la concentración de mercurio en todas las muestras de tiburón azul vario de 0,76 ± 0,48µgg-1 con diferencia no significativa (teste Mann-Whitney, $p < 0,05$). Cerca de 16% de las muestras excedió el límite de 1µgg-1 (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria) y el 62% excedió el límite de 0,5µgg-1 (OMS).

Aquino (2016), en su investigación denominado Bioacumulación de Hg y Se en el Tiburón Blanco (Carcharodon Carcharias) Y los Pinnípedos, En Isla Guadalupe, Baja California, México, estimó las concentraciones de Hg y Se acumuladas en tres depredadores tope como el tiburón blanco, elefante marino del norte (Mirounga angustirostris) y lobo fino de Guadalupe (Arctocephalus townsendi), los muestreos se realizaron durante los meses de verano de 2014 (pinnípedos) y otoño 2013/2014 (tiburón blanco) usando ballesta y pértiga con punta adhesiva en lobo fino y hawaianas con nucleadores de acero inoxidable en tiburón blanco y elefante marino. Mediante un espectrofotómetro de inducción por plasma analizó 37 muestras de tiburón. La concentración de Hg con la talla de tiburón blanco mostró una baja correlación. Los niveles entre sexo y estados de maduración fueron superiores en machos y adultos a pesar de no ser significativas. Para elefante marino y lobo fino de Guadalupe se analizaron 15 y 49 muestras respectivamente; en el elefante marino la concentración de Hg no fue significativamente distinta entre sexos ni clases de edad, aunque la concentración tendió

a ser mayor en machos y juveniles. Mientras que, en el lobo fino, la concentración solo fue significativamente distinta entre adultos y crías.

García y Castro (2018), en su trabajo de investigación Bioacumulación y Biomagnificación de Mercurio en Tiburón Azul Prionace Glauca (Linnaeus, 1758) De las Costas Adyacentes Al Puerto De Santa Rosa De Salinas- Ecuador, entre el 2012 y 2013, a través del muestreo de 80 tejidos musculares y 60 contenidos estomacales de tiburones azules desembarcados en el Puerto de Santa Rosa de Salinas, determinó la concentración promedio de mercurio total, la caracterización del espectro trófico y el factor de biomagnificación por el alimento ingerido. Los resultados indicaron una concentración promedio de 0,77 mg kg-1 de mercurio total para el total de tiburones muestreados; Ancistrocheirus lesueurii como la especie de mayor importancia en la dieta alimenticia del tiburón azul presente en las costas ecuatorianas; y un factor de biomagnificación de mercurio de 0,19 en cefalópodos; 1,26 en peces y 1,16 en mamíferos marinos encontrados en el contenido estomacal.

Sanchez (2010), en el trabajo de investigación titulado "Bioacumulación y biomagnificación de mercurio y selenio en peces pelágicos mayores de la costa occidental de baja california al sur de México 2010" realizado por Ofelia E. encontró que de las muestras de musculo recolectadas y analizadas de 8 especies de peces por espectrofotometría de absorción atómica se registró en el marlín azul (4.38 ± 5.12 μg/g) y en tiburones costeros principalmente en Carcharhinus limbatus (3.78 ± 1.24 μg/g) seguido por los tiburones oceánicos Alopias pelagicus (1.41 ± 0.47 μg/g), Prionace glauca (1.39 ± 1.58 μg/g; N= 38) e Isurus oxyrinchus (1.11 ± 0.88 μg/g). Estos valores sobrepasan el límite permisible de 1.0 μg/g establecido por la NOM-027 para evitar los efectos en la salud humana.

Mársico et al. (2007) en la costa de Brasil, analizaron el mercurio en tres especies de tiburones (Prionace glauca, Sphyrna zygaena e I. oxyrinchus), cuyos valores estaban por debajo de los permitidos a nivel internacional. Asimismo, Dias et al. (2008) analizaron las concentraciones de mercurio total en P. glauca y X. gladius en la región sudeste de Brasil. Para el tiburón azul, obtuvo un valor promedio de 0.76 ± 0.48 μg/g, mientras que para el pez espada X. gladius fue de 0.62 ± 0.31 μg/g. Choy et al. (2009) determinaron que existe una influencia de la profundidad sobre los niveles de mercurio en diferentes especies de pelágicos mayores y sus presas, encontrando valores de 1.85, 0.63 y 0.22 μg/g para T. audax, C. hippurus y T. albacares respectivamente.

Nuñez, et al., (2018), se determinó la concentración promedio de Hg en branquias (0.66 mg/Kg), cerebro (0.45 mg/Kg), hígado (0.16 mg/Kg), musculo (0.63 mg/Kg), páncreas (0.51 mg/Kg) y riñón (0.42 mg/Kg), base seca de 44 cazones, especies capturados en zonas costera del golfo de México. Se compraron las concentraciones de mercurio de los machos (0.57 mg/kg) con los de las hembras (0.75 mg/Kg), y se determinó el índice de correlación entre a cantidad del elemento con la longitud y la edad aproximada del animal, con los siguientes resultados: branquias, 0.47; musculo, 0.64; cerebro, 0.51; riñón, -0.81; hígado, -0.61; y páncreas, 0.91. Para determinar el riesgo por el consumo de carne de esta especie, se tomó el valor máximo de ingesta tolerable de mercurio, establecido por el comité mixto FAO/OMS, y se comparó la suma de la cantidad de carne consumida y la concentración de mercurio que esta contenía. Después de verificar estos datos, se llegó a la conclusión de que es necesario consumir 280 g diarios de carne de tiburón con la concentración promedio, para tener una exposición peligrosa. Sin embargo, si la concentración es más alta, al ser consumida por algún tiempo, el riesgo de exposición peligroso a mercurio será aún más alto.

García (2014), en su tesis Bioacumulación y biomagnificación de mercurio en tiburón azul Prionace glauca (LINNAEUS, 1758) de las costas adyacentes al puerto de Santa Rosa De salinas – Ecuador, se determinó la concentración promedio del mercurio tota, la caracterización del espectro trófico y el facto de biomagnificación por el alimento ingerido. los resultados indicaron una concentración promedio de 0.77 mg Hg/kg de pulpa para el total de tiburones muestreados.

2.1.2. A nivel nacional

Gonzalez-Pestana, A. et al., (2017), en su trabajo de investigación denominado Niveles de Mercurio en el Tiburón Martillo Sphyrna zygaena (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) del Norte del Perú, Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los niveles de mercurio hallados en el músculo del tiburón martillo y su posible implicancia en la salud humana. Además, determinar si existe una correlación entre el tamaño del tiburón y los niveles de mercurio. Se analizaron 27 muestras de músculo de neonatos y juveniles capturados en el norte del Perú. La concentración de mercurio varió entre 0.13 – 0.85 mg kg-1 peso húmedo. Se encontró una relación negativa y significativa entre el tamaño corporal del tiburón y los niveles de mercurio.

Pariona, A. y Pariona, D. (2019), indica que Prionace glauca es una de las especies de elasmobranquios más importantes desembarcadas y consumidas en el Perú. Debido a su importancia como recurso pesquero, se evaluaron plomo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg) y Nitrógeno Base Volátil Total (TVBN) en el tejido muscular de 25 ejemplares, capturados en la zona sur del mar peruano. Estos analitos se compararon con la normativa vigente y se determinó su relación con el sexo y la longitud total (LT). Obtuvimos rangos entre 0.04-0.25, 0.01-0.04 y 0.09-0.50 mg kg-1 para Pb, Cd y Hg, respectivamente. Los valores de TVBN estuvieron entre 38.50-94.60 mg TVBN 100 g-1. Los analitos no

tuvieron diferencias con LT y género. Pb fue correlación positiva con LT, mientras que Cd, Hg y TVBN

Agueda (2017), en su estudio que busca evaluar el contenido de mercurio en pescados comerciales expendidos en el mercado de ventanilla LIMA, entendiéndose que pescados comerciales se refiere a especies carnívoras y no carnívoras, el estudio determino la concentración de mercurio en el tejido muscular de 05 especies de pescado durante los meses de febrero a julio del 2013, con el objeto de conocer los niveles de concentración de mercurio y poder comparar con los límites recomendados por la OMS, la investigación concluyó que el perico presento la mayor concentración cuyo valor fue de 0.5356 mg/kg de peso freso, lo que supera el límite máximo recomendado por OMS (0.5 mg/Kg peso fresco).

Por su parte González, et al. (2017). En su estudio sobre los niveles de mercurio en el tiburón martillo menciona que: Es el primer estudio que evalúa los niveles de mercurio de tiburones en el Perú, concluyeron que si existe una correlación entre el tamaño del tiburón y los niveles de mercurio, analizaron 27 muestras de músculo de neonatos y juveniles capturados en el norte del Perú, continúan mencionando que la concentración de mercurio varió entre 0.13 – 0.85 mg kg-1 peso húmedo y que se encontró una relación negativa y significativa entre el tamaño corporal del tiburón y los niveles de mercurio. El autor argumento que: Si bien los valores hallados fueron menores a lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (< 1 mg kg-1), finalizo recomendando ampliar este tipo de estudios en individuos adultos de tiburón, así como en otros recursos hidrobiológicos de consumo humano. En su trabajo, continúo fundamentando con este apartado: Según la Organización Mundial de la Salud (OMS 1997) y la Comisión Europea (CE 2006) el límite máximo permisible (LMP) para el

consumo humano de mercurio total es 1 mg kg-1 en peso húmedo para peces depredadores, tales como los tiburones.

Según Rodríguez (2016), afirma que La Organización Mundial para la Salud (OMS) plantea como valor recomendado de ingesta semanal tolerable provisional (ISTP o PTWI en inglés) 1,6 μg de Hg*kg-1 de peso corporal. Este valor de ingesta de mercurio está basado en dos estudios epidemiológicos que consideran como grupos de riesgo a las mujeres embarazadas y a los niños (FAO, 2003; FAO/OMS, 2003).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Mercurio

El mercurio (Hg) es un metal cuyo peso atómico 200.59 u y número atómico es 80 su temperatura de fusión de –38.87 ºC y temperatura de ebullición de 356.58 ºC líquido a temperatura ambiente a 20 °C, su gravedad específica es de 13.46 y la presión de vapor es de 0.16 Pa (Rodríguez, 2000).

El mercurio es un elemento no esencial para la vida y está presente en los organismos en pequeñas cantidades. Sin embargo, constituye un riesgo de contaminación para el medio ambiente, ya que es una sustancia con una gran estabilidad química ante los procesos de biodegradación y no desaparece del medio, sino que es transferido a otros lugares. Puede cambiar de estado o combinarse con otras sustancias, dando lugar a formas más tóxicas del metal, por lo que los seres vivos son incapaces de metabolizarlo y al llegar a niveles que superan su tolerancia produce toxicidad (Mancera-Rodríguez y Álvarez-León, 2006).

2.2.2. Bioacumulación

Se entiende por Bioacumulación a la captación de un químico por un organismo vivo desde el medio biótico y/o abiótico y concentrándolo en el organismo (Rand, Wella, P. & McCarthy, 1995). Esto se da cuando la capacidad de absorción del xenobiótico es más rápida de lo que el organismo es capaz de eliminar (Gray, 2002). En el caso específico del mercurio la absorción se da a través de la formación de enlaces covalentes fuertes con grupos thiol, presentes en enzimas (Monteiro et al., 1996; Storelli et al., 2002) siendo ésta una de las principales causas de los efectos que genera la acumulación de metales pesados. Los estudios de intoxicaciones masivas, fue motivo de diversos estudios y mostraron que el mercurio orgánico (metilmercurio), en concentraciones altas, es un potente tóxico que afecta la salud de los seres vivos (Booth y Zeller, 2005; Escobar-Sánchez, 2010).

Con respecto a los estudios, se analizaron niveles de mercurio en diversas especies de tiburones, tanto para juveniles y adultos, estos resultados mostraron niveles de mercurio mayores o igual estaban a 0.5 µg/g en 60% de juveniles y niveles mayores a 1.5 µg/g en el 12% de adultos, muestra tomadas de las costas de Florida (Adams y McMichael, 1999). Por su parte Lacerda et al. (2000), también analizo el contenido d mercurio total en tres especies de tiburón, encontrando una relación significativa entre las concentraciones de mercurio y las tallas de tiburón. En esta misma línea, Mársico et al. (2007), analizó mercurio total en tres especies de tiburones de la costa de Brasil (Prionace glauca, Sphyrna zygaena e Isurus oxyrinchus), encontrando valores por debajo de los permitidos a nivel internacional, de igual manera Horvat et al. (2014) analizó la transferencia trófica y los niveles de mercurio total y monometilmercurio (MMHg) en las branquias, hígado y músculo de cuatro especies de raya, colectados en el Golfo de Triste, una de las áreas más contaminadas en el Mediterráneo. Encontraron las mayores

concentraciones de MMHg en el tejido muscular; la raya pelágica Dasyatis violácea fue la especie con las mayores concentraciones de MMHg en todos los órganos, y de acuerdo al análisis de transferencia trófica determinaron una baja bioacumulación para las especies que se alimentan de los bentos.

En resumen se puede advertir que los resultados de la investigación que buscaban las concentraciones de mercurio total en tiburones guardan una relación directa con los tamaños y las zonas de evaluación, esto también lo corrobora los estudios de Escobar-Sánchez et al. (2011) que evaluó la costa occidental de Baja California Sur, encontrando concentración de mercurio para el tiburón azul Prionace glauca de 1.39 ± 1.58 μg/g en peso húmedo, resultado que supera el límite permitido (1.0 μg g-1 p.h.) para consumo humano. Así mismo, Maz-Courrau et al. (2011) analizó mercurio total de seis especies de tiburones en las costas de la península de Baja California Sur, todos superaron el límite permisible para consumo humano (1.0 μg g-1 p.h.).

2.2.3. Biomagnificación

La velocidad de degradación y el potencial de bioacumulación hacen posible que el mercurio tenga una propiedad de transferencia hacia los niveles tróficos más altos, generando una biomagnificación (Gomes- Ferreire et al., 2004). Se entiende por biomagnificación a la transferencia de un xenobiótico químico desde la comida al organismo (Rand et al., 1995), resultando en una concentración mayor en el organismo que en la fuente. Sin embargo, no todos los autores utilizan el mismo concepto, otros definen biomagnificación como el aumento de la concentración de un nivel trófico a otro. De esa manera, en el caso de que el factor de biomagnificación (concentración en predador/ concentración de presa) sea mayor que 1, el compuesto es biomagnificado

(Gray, 2002). A partir de aquello se considera que los organismos que se encuentren en las posiciones más altas en la cadena trófica y viven más tiempo son más susceptibles a contener altas concentraciones de mercurio (Gomes- Ferreire et al., 2004).

Para demostrar la biomagnificación se deben realizar comparaciones de concentraciones del metal en tejidos específicos tanto en el depredador como en la presa, puesto que el metal tiende a acumularse de diferente manera según el tejido que se analice (Wang, 2002). Los metales pesados muestran diferentes patrones de acumulación en los órganos. En muchos casos se utiliza como referencia el análisis de la concentración del músculo puesto que es el tejido que presenta menor acumulación de concentraciones y es el elemento de mayor consumo y que mayor riesgo genera (Escobar, 2011).

2.2.4. Procesos de Bioacumulación y Biomagnificación del Mercurio en la Cadena Trófica

La Bioacumulación de mercurio se produce principalmente a través de las cadenas tróficas acuáticas. La toxicidad del mercurio pasa a ser un problema real para los organismos acuáticos que tienden a acumular mercurio por difusión y por la ingesta de alimentos contaminados. Una vez que los compuestos orgánicos del mercurio han llegado al ambiente acuático, van a acumularse en los seres vivos debido a que el metilmercurio posee una fuerte afinidad a las proteínas del tejido muscular (García, 2014). Este proceso está mediado por las bacterias reductoras de sulfato que están presentes en el agua, por lo que toman mercurio en su forma inorgánica (Hg2+) y lo convierten a su forma orgánica (CH_3Hg+) a través de procesos metabólicos. Estas bacterias sulforeductoras forman metilmercurio y este compuesto que se encuentra en el agua, es absorbido por el plancton. Por lo tanto, el metilmercurio presente en el agua queda disponible para los organismos

del medio y pasa por la cadena trófica acuática. Esto conlleva a un proceso de biomagnificación en la cadena trófica, por lo que los peces de los niveles tróficos más altos tienen concentraciones de mercurio mucho más elevadas (Kehrig et al., 2017).

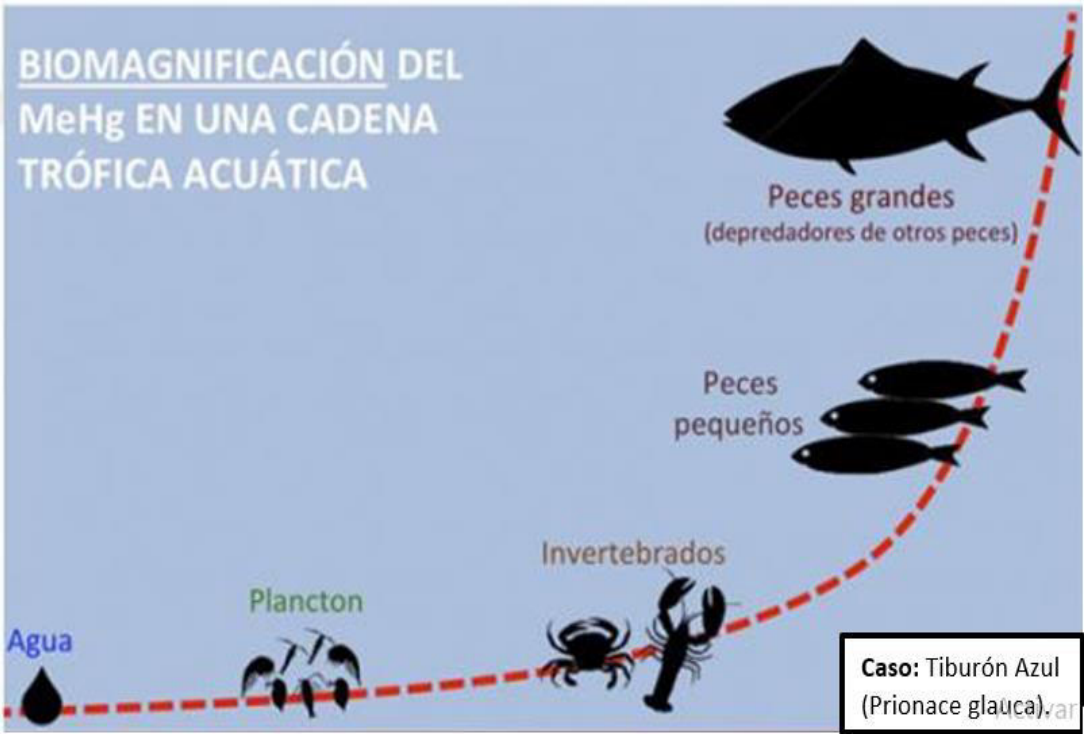
Esto se puede explicar por las características y comportamiento en su alimentación de la clase de tiburón que vive y frecuenta aguas profundas de los océanos templados y tropicales del mundo. Se extiende por todo el mundo y vive tanto en el océano como en la costa, y es uno de los tiburones más comunes de la Tierra. Esta especie es más típica para aguas subtropicales y moderadamente cálidas que para la zona tropical. Aunque generalmente están letárgicos, pueden moverse muy rápidamente. Los tiburones azules son vivíparos y son conocidos por sus grandes camadas de 25 a más de 100 crías. Se alimentan principalmente de peces pequeños y calamares, aunque pueden capturar presas más grandes. El comportamiento de tiburones azules para la caza prefiere peces óseos, mariscos como calamares, sepias y pulpos, y crustáceos. También incluye pequeños tiburones, cadáveres de mamíferos y a veces aves marinas. Se encontraron restos de ballenas y marsopas en los estómagos de los tiburones azules capturados. Se sabe que los tiburones azules comen bacalao capturado con redes de arrastre. Rara vez cazan atún.

El metilmercurio es un compuesto tóxico que es capaz de atravesar las membranas biológicas y bioacumularse en la cadena trófica (EPA, 1997). Esto hace posible que el mercurio tenga la propiedad de transferencia hacia los niveles tróficos más altos, generando así una biomagnificación. Es importante conocer las concentraciones de este metal en los peces pelágicos grandes ya que el consumo de depredadores grandes es la vía de exposición más común de metales pesados para el ser humano (Storelli, 2008), y el estar expuestos a niveles altos de mercurio puede generar alteraciones fisiológicas e incluso podría perjudicar la gestación (Mancera-Rodríguez & Álvarez-León, 2006).

El incremento de las descargas de agua contaminada con metales pesados, producto de la industrialización y la minería artesanal y a gran escala, aumentan las probabilidades de transferencia del mercurio en la cadena trófica y compromete la seguridad alimentaria (Escobar et al., 2011). Uno de los problemas de mayor preocupación asociado a la persistencia del metal pesado es su potencial de bioacumularse y biomagnificarse, resultando en implicaciones a largo plazo en la salud del ecosistema y del ser humano; cita de (Rainbow 2007; Wang & Rainbow, 2008). Para determinar la influencia de la contaminación con metales pesados se identifican las concentraciones de los depredadores tope y de sus respectivas presas (Escobar, 2011).

Figura 1

Biomagnificación del MeHg - Cadena trófica para el tiburón azul (Prionace glauca).



Nota. Esquema adaptado.

2.2.5. Efectos en el Ambiente

El mayor efecto negativo de la contaminación ambiental por mercurio se produce a nivel acuático, debido a que el metilmercurio (toxina muy potente para el pescado) con el tiempo se acumula en la vida acuática en concentraciones y niveles más elevados. Al ir remontando la cadena alimentaria, las dosis medidas en los depredadores van por consiguiente en aumento (Altahona y Movilla, 2016).

2.2.6. Prionace glauca

Especie conocida como tiburón azul, pertenece a la familia Carcharrinidae que está constituida por 12 géneros y 53 especies. Con excepción de los tiburones tigres Galeocerdo cuvier de reproducción ovovivípara, todas las especies de esta familia son vivíparas (Compagno, 1984). Según Compagno (1984), el tiburón azul se clasifica de la Siguiente manera:

- Phylum: Chordata
- Subphylum: Vertebrata
- Superclase: Gnathostomata
- Clase: Chondrichtyes
- Subclase: Elasmobranchii
- Superorden: Galeomorphi
- Orden: Carcharhiniformes
- Familia: Carcharhinidae

Es una especie presenta un cuerpo largo, delgada y fusiforme, delgado con el dorso azul oscuro, azul brillante en los costados y una clara delimitación con la parte inferior de color blanco, con un hocico largo y estrechamente redondeado en la figura 1, se observan las características mencionadas.

Figura 2

Representación de la especie Tiburón azul (Prionace glauca).



Nota. Tomado de Hoffmayer et al. (2009)

Prionace glauca, es uno de los tiburones oceánicos más abundantes (Beckett, 1970; Stevens, 1976) y es el de más amplia distribución en todos los océanos del mundo (Compagno, 1984). Prionace glauca habita la zona oceánica-epipelágica y litoral de aguas templadas, subtropicales y tropicales (Pratt, 1979). Se puede encontrar desde la superficie hasta 152 metros de profundidad, con un récord de 600 m; en ocasiones puede encontrarse en la costa, especialmente de noche. Prefiere aguas frías de 7 - 16°C, pero puede tolerar 21°C o más; Aunque se encuentra presente en los trópicos lo hace a grandes profundidades (Carey y Scharold, 1990). En el Océano Pacífico tiene una mayor abundancia entre los 20 y 50° N (Compagno 1984). Presenta un patrón de movimientos estacionales, con un incremento en la abundancia en altas latitudes durante el verano y en bajas latitudes en el invierno (Sudda 1953; Strasburg 1958; Compagno 1984). Se encuentra en los trópicos entre los 20° N y S. Siendo abundante de manera uniforme durante todo el año. El período de gestación es de entre 9 a 12 meses. Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 4-5 años (Compagno, 1984). Según Cailliet y Bedford (1983) mencionan que una talla de primera madurez de 220 cm de longitud total y como talla de nacimiento de 34 a 63 cm LT (longitud total).

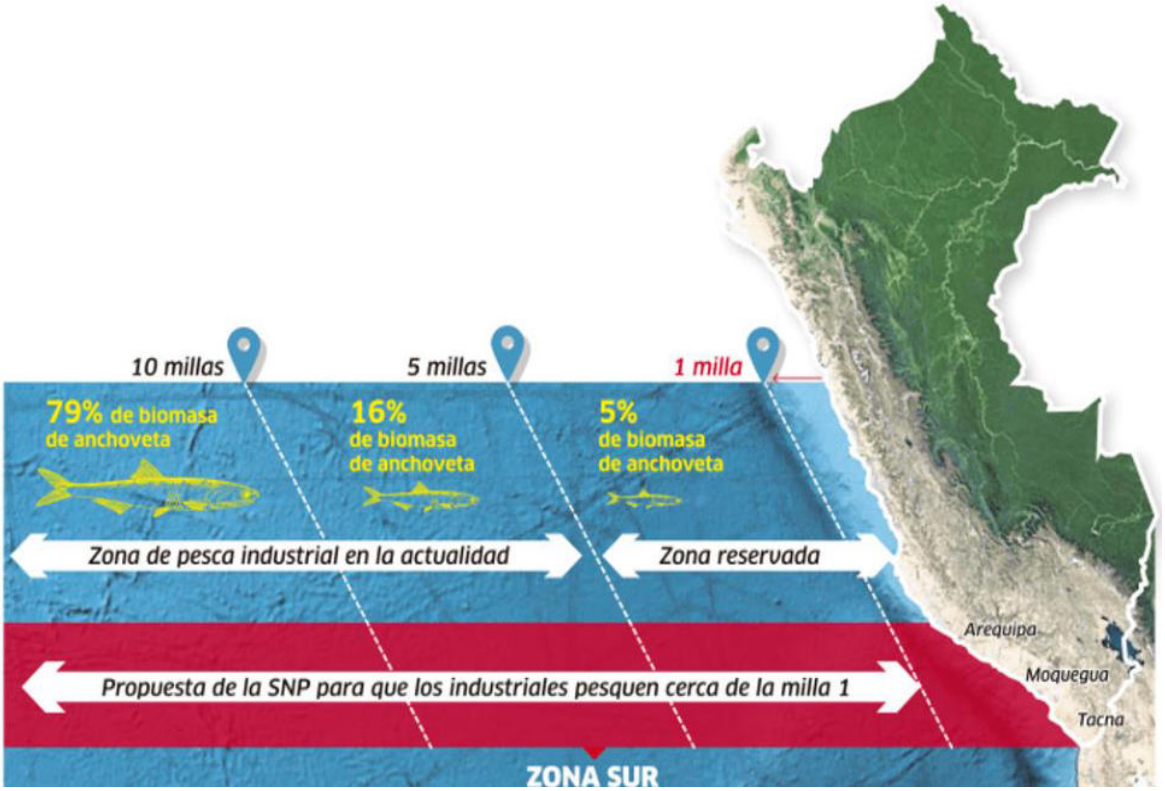
Los tiburones azules, son vivíparos placentados y pueden tener entre 4 - 35 crías por camada (normalmente entre 15-30) con un período de gestación de 9 a 12 meses. La reproducción es estacional (anual o en años alternos) y en el Pacífico Norte el apareamiento ocurre durante el verano, dándose el alumbramiento entre las estaciones de primavera y verano. Presentan dimorfismo sexual siendo las hembras de mayor tamaño que los machos con una longevidad para ambos sexos de unos 20 años. La talla máxima reportada es 4.0 m de LT (Compagno et al., 2005). P. glauca de alimenta fundamentalmente de pequeños peces pelágicos (Carrera-Fernández, 2004), pequeños crustáceos como la langostilla Pleuroncodes planipes (Escobar-Sánchez et al., 2011), cefalópodos (Escobar-Sánchez, 2010), peces bentónicos, pequeños tiburones, cetáceos (posiblemente carroña) y aves marinas (Compagno, 1984).

2.2.7. Pesca de tiburón azul

A escala global, la pesca de tiburones ha merecido especial interés y preocupación de parte de los especialistas debido al impacto que tiene sobre las poblaciones de estos peces. El tiburón azul es uno de los más grandes predadores de mar abierto a nivel global, y el tiburón pelágico más abundante (Carvalho et al., 2011).

Figura 3

Zonas de pesca para embarcaciones artesanales y pesca industrial



Nota: D.S. 001 – 2015- PRODUCE

Pesca de tiburones en el Perú está enfocada prioritariamente a satisfacer el mercado de la venta de carne de Tiburón; otros subproductos como aletas, cartílago y seco salado también son vendidos en menor escala, e incluso la piel es utilizada en la fabricación de zapatos y otros objetos (Acorema, 2014).

Las actividades extractivas se desarrollan con embarcaciones artesanales predominantemente de madera, propulsadas por motores fuera de borda (potencia mayor a 40 HP) y Centrales (Potencia mayor a 100 HP), con autonomía de 8 a 25 días aproximadamente, tienen Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y Radio UHF; solamente algunas embarcaciones tienen Radio Baliza (PAN Tiburón – Perú, 2014).

Las características fisiológicas de los tiburones hacen necesario eviscerarlos lo antes posible después de la captura para mantener la calidad de la carne. Durante el eviscerado es común descabezar los organismos, por lo que con frecuencia son desembarcados únicamente los troncos (Gallegos y Tovar, 2011).

Desembarcar tiburones en forma de troncos, es decir sin cabeza y eviscerados es una práctica común, que dificulta la obtención de longitudes tradicionalmente usadas describir composición de tallas y relacionarlas con importantes parámetros Biológicos (Gallegos y Tovar, 2011).

El tiburón *Prionace glauca*, es el tiburón más abundante en los desembarques de la pesca artesanal en el Perú, (Romero, Alcántara y Verde, 2015). En la Tabla 2, se muestra el Desembarque del tiburón azul en el Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de Ilo.

Tabla 2

Desembarque de los principales tiburones en el DPA de Ilo desde el 2010 al 2019

Año	***Prionace Glauca***	***Nº Viajes***	**Año**	***Prionace Glauca***	***Nº Viajes***
2010	1023.51	73	2015	2409.26	114
2011	1122.37	75	2016	2311.00	83
2012	919.39	62	2017	2249.03	72
2013	866.18	59	2018	2142.60	69
2014	1503.69	78	2019	2575.10	75

Nota. Información proporcionada por IMARPE hasta el 2016 y por el Desembarcadero Pesquero Artesanal (DPA) de Ilo desde el 2015 al 2019.

2.2.8. Contenido máximo de mercurio permitido en tiburón azul

De acuerdo a la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 057-2016 -SANIPES-DE, que aprueba el manual de "Indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación" en relación a los contaminantes de metales establece que: El Contenido máximos de mercurio (Hg) es de 1 mg/kg Peso fresco para todas las especies de Tiburón.

Los límites máximos de mercurio en alimentos vigentes desde el 2001 para toda la UE [La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)] son: 1,00 mg/kg para bonito, tiburón, pez espada, atún y otros. Si bien es cierto que esta información es importante, pero más aún es la cantidad de ingesta o consumo en su dieta por las personas está en función de la frecuencia y el peso corporal, según estudio realizados en 1979, basados en la tolerancia diaria adquirida de las personas concluyeron que es cerca de 7 onzas por semana. En un estudio realizado en Barraquilla, Altahona y Movilla (2016) en su tesis titulada "Análisis de las concentraciones de Mercurio en peces importados en la ciudad de Barranquilla y riesgo potencial para la salud humana" menciona que: El límite máximo permisible establecido por la JECFA es de 1.6 ug/g. semana, asimismo en la página 16, dicen: "Al evaluar el índice de peligrosidad, se implanto que el consumo de 0.12 kg de pescado por día en la población humana puede causar envenenamiento por mercurio, principalmente si se consume especies carnívoras" es decir si se consume especies de tiburón. Por su parte Nuñez et al., (2018), menciona lo siguiente: Para determinar el riesgo por el consumo de carne de esta especie, se tomó el valor máximo de ingesta tolerable de mercurio, establecido por el comité mixto FAO/OMS, y se comparó la suma de la cantidad de carne consumida y la concentración de mercurio que esta contenía. Después de verificar estos datos, se llegó a la conclusión de que es necesario consumir 280 g diarios de carne de tiburón con la concentración promedio, para tener una exposición

peligrosa. Sin embargo, si la concentración es más alta, al ser consumida por algún tiempo, el riesgo de exposición peligroso a mercurio será aún más alto.

Tabla 3

Contenido Máximo Permisible de Mercurio en especie de Tiburón

Metal pesado	Productos alimenticios	Contenidos máximos mg/kg Peso pulpa fresco
Mercurio	Tiburón (todas las especies)	1

Nota: Basado en la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 057-2016 -SANIPES-DE

2.3. Definición de Términos

DPA: Desembarcadero Pesquero Artesanal

Laboratorio acreditado: Laboratorio que cumple con los criterios de acreditación y es competente para efectuar tareas específicas conforme a normas internacionales.

Bioacumulación

Se entiende por Bioacumulación a la captación de un químico por un organismo vivo desde el medio biótico y/o abiótico y concentrándolo en el organismo (Rand, Wella, P. & McCarthy, 1995).

Biomagnificación

Se entiende por biomagnificación a la propagación sucesiva de la bioconcetración de los diferentes eslabones que participan a lo largo de la cadena trófica. Es la transferencia de un xenobiótico químico (sustancia que se encuentra dentro del organicismo y que no se produce naturalmente) desde la comida al organismo (Rand et al., 1995).

Contaminación Ambiental

Cualquier sustancia química, elemento físico u organismo patógeno, presente en el medio ambiente que interfiere de manera adversa con los recursos naturales o la salud de los animales o de los ecosistemas (Tomado de Vélez-Alavez, 2009).

Contaminación por metales pesados.

Se denomina contaminación a la aparición de una nueva sustancia en un sistema natural (atmósfera, aguas, suelos) o al aumento de la concentración de una sustancia del sistema superando las variaciones típicas y naturales. La contaminación puede ser química, física o biológica, debido a las actividades industriales y minera que arroja al ambiente metales tóxicos como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y cromo, muy dañinos para la salud humana y para la mayoría de formas de vida. (Eróstegui, C., 2009)

Metales pesados.

Metales pesados son aquellos cuya densidad es por lo menos cinco veces mayor que la del agua otras, otras se pueden basar en el número atómico o peso atómico, y algunas en sus propiedades químicas o de toxicidad. Los más importantes son: Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Níquel, Estaño y Cinc (Duffus, J., 2002)

Metales tóxicos

Metales tóxicos son aquellos cuya concentración en el ambiente puede causar daños en la salud de las personas. Los términos metales pesados y metales tóxicos se usan como sinónimos, pero sólo algunos de ellos pertenecen a ambos grupos.

Sustancias químicas peligrosas.

Las sustancias químicas peligrosas son aquellas que pueden producir daño a la salud de las personas o al medio ambiente, debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o se halla presente.

Nivel Trófico

Posición en la que se encuentra un determinado organismo en la cadena trófica, dicha posición está clasificada mediante la manera por la cual obtiene su energía (Lindeman, 1942; Gerking, 1994).

Depredador Tope

Los grandes depredadores (también conocidos como superpredadores) se encuentran ubicado en el nivel trófico más alto de la cadena de alimentación. Los grandes depredadores son responsables, en gran medida, de la estructura de los ecosistemas donde habitan (Di Bitetti, M., 2008)

Elasmobranquios

Los elasmobranquios son peces de esqueleto cartilaginoso. Las especies más representativas son los tiburones, las rayas y los torpedos. Los peces elasmobranquios comprenden unas 800 especies vivas de tiburones y raya (González, J., s.f.)

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1. Tipo y nivel de investigación

- Según el enfoque, es un estudio denominado cuantitativo, porque se utiliza procedimientos estadísticos para el análisis de sus datos.
- Según la intervención del investigador: Es un estudio Observacional (no experimental)
- Según la planificación de las mediciones: Es prospectivo, porque existe una planificación para realizar las mediciones, por lo tanto, los datos son primarios.
- Según el número de mediciones de la variable de estudio: Es transversal porque solo se va realizar una sola medición.

- Según el número de variables analíticas: Es descriptivo, porque es univariable (es decir tiene una sola variable).

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental, denominado diseño comunitario o ecológico por que la característica primaria en estos diseños es que la unidad de estudio es la población, Es un estudio que se analizan a las especies, con la finalidad de llegar a conclusiones sobre la población estudiada. (Supo, 2014)

3.2. Ámbito Temporal y Espacial

3.2.1. Ubicación Temporal

Las muestras se tomaron en el mes de octubre, corresponde a los meses de mayor aparición de este tipo de especie (setiembre a diciembre).

3.2.2. Ubicación Espacial

El área de estudio corresponde al habita de la especie ubicada en la zona marina frente al litoral de la ciudad de Ilo, que por su característica de convivencias esta especie viven mar adentro y su presencia es a partir del mes de septiembre hasta el mes de diciembre.

3.3. Población y Muestra

3.3.1. La población

Son toda la especie de tiburón azul capturadas y comercializadas en el desembarcadero pesquero artesanal de Ilo, de acuerdo a la normativa vigente, mediante la Resolución Ministerial N° 209-2001-PE de fecha 27 de junio del 2001, donde se

aprueba la relación de Tallas Mínimas de Captura y Tolerancia Máxima de Ejemplares Juveniles de los Peces e Invertebrados Marinos (ver anexo 1)

3.3.2. La muestra

El muestreo de la especie se dio en dos etapas ambos muestreos son no probabilístico: la primera etapa consta de la elección de la embarcación de donde se comprarán las especies de tiburón azul, entendiendo que en un día pueden llegar varias embarcaciones dedicadas a la captura de tiburón azul. Para esta etapa se recurrirá al muestreo por conveniencia, conocido también como muestreo deliberado, porque no hay ningún procedimiento, no hay ninguna forma de seleccionar la muestra, es simplemente deliberado (Supo, J., 2014, p. 55).

En la segunda etapa, corresponde la elección de las piezas de tiburón azul, en esta etapa se manejaron dos criterios, primero se eligen las especies según sexo (macho y hembras), el segundo criterio es la elección de los tamaños o madurez de la especie, este muestreo no probabilístico, es denominado Muestreo según criterio. Dentro del muestreo existen dos formas de criterio: el primer criterio, que es el criterio del investigador; y el segundo criterio, que es el criterio de un grupo de expertos (estos dos criterios se exponen en el marco teórico). Al primero de ellos se le denomina discrecional; y al segundo, de juicio (Supo, J., 2014, p. 49).

3.4. Instrumentos

Técnica para recolección de datos: Es la observación, esta técnica puede ser directa o indirecta, nos permite realizar medidas de magnitud física y químicas, empleando métodos, técnicas e instrumentos.

Instrumentos para recolección de datos: los instrumentos de medición a emplearse para determinar la concentración del mercurio, será de responsabilidad del laboratorio acreditado y certificado que se ha contratado para este propósito.

3.5. Procedimientos Empleados

3.5.1. Muestreo

El proceso para la recolección de las muestras de tiburón azul, se procedió siguiendo la siguiente secuencia:

1. Determinación de la embarcación en el desembarcadero artesanal.
2. Registro de descarga de la embarcación para elegir las muestras de tiburón azul
3. Selección de la especie de tiburón azul.
4. Preparación de la muestra y cumplimiento del protocolo para envío a CERPER S.A.

1. Determinación de la embarcación.

La toma de las unidades muestrales (embarcaciones) en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de Ilo (Figura 3 y 4). Del total de embarcaciones la elección de estas unidades se realizó un muestreo por conveniencia y disponibilidad de los dueños de estas unidades, todo esto se realizó en coordinación con el administrador del DAP de Ilo.

Figura 4

Llegada de las embarcaciones con las capturas y descarga de la especie estudiada en el Desembarcadero Pesquero.



2. Registro de descarga de la embarcación para elegir las muestras de la especie

Con autorización del administrador y en coordinación con el personal que cumple la función de registrar las embarcaciones dedicadas a la captura de tiburón azul, se procedió a elegir la embarcación que proporcionará la muestra de la especie.

Figura 5

Registro de la descarga y coordinación para realizar el muestreo de la especie elegida



3. **Selección de la especie de tiburón azul.**

Criterio de selección de la muestra: En cumplimiento con la normativa vigente bajo el principio de pesca responsable y expuesta en la Resolución Ministerial N° 209-2001-PE de fecha 27 de junio del 2001, que considera que la captura y la comercialización deben respetar la talla mínima con tolerancias máximas de ejemplares juveniles de los peces e invertebrados marinos (ver anexo 1). En total se tomaron 12 especies de tiburón azul, 6 especies hembra y 6 especies machos, dentro de cada grupo de determinaron tres tamaños, la longitud de la especie estaban determinados por rangos: dos para tamaños entre 160 – 175 cm, dos para 176 – 200 y dos para >200, tal como se señala en la tabla 4.

Tabla 4

Recolección de las Unidades Muéstrales según el estrato de las tallas

Descripción de la especie	Dimensión física: Talla en centímetros			Cantidad
	160 - 175	176 - 200	>200	Total de Ud.
Tiburón azul macho	2	2	2	6
Tiburón azul hembra	2	2	2	6

Nota. Elaboración en base al procedimiento del muestreo por estratos de la talla.

Las unidades muéstrales elegidas para el estudio han sido considerados como talla mínima 160 cm. Según lo establecido por la Resolución Ministerial N° 209-2001-PE, y supervisados por (SANIPES-DE) y como podrá observase las 06 unidades de Tiburón azul macho y 06 unidades de Tiburón azul hembras, cumplen este criterio.

4. Preparación de la muestra

Tabla 5

Preparación de la Muestra del Musculo de Tiburón Azul Según Tallas

Descripción de la especie	Descripción de la muestra	Dimensión física: Peso en Kg.		
		160 - 175	176 - 200	>200
Tiburón azul macho	Muestra 1	0.5	0.5	0.5
	Muestra 2	0.5	0.5	0.5
Tiburón azul hembra	Muestra 1	0.5	0.5	0.5
	Muestra 2	0.5	0.5	0.5

Nota. Elaboración en base al género de la especie por estratos de las tallas y su peso de las muestras 1 y 2.

La preparación de la muestra se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería pesquera, todo el procedimiento se ajustó a los protocolos establecidos por CERPER S.A., adicionalmente todo el proceso estuvo bajo la supervisión de un Ingeniero pesquero que labora en la UNAM.

Figura 6

Preparación de las muestras en laboratorios de UNAM bajo la supervisión del Ing. de laboratorio de la escuela de Ingeniería pesquera





Tabla 6

Muestreo por género y tallas enviadas al laboratorio de CERPER S.A.

Medidas de las Talla	Sexo de la especie		Total de especie
	Macho	Hembra	
200 cm (adulto)	2	2	4
176 cm (medio)	2	2	4
160 cm (juvenil)	2	2	4
Sub-totales	6	6	**12**

Nota. Elaboración en base al género de la especie por estratos de las tallas y su peso de las muestras.

La tabla 6, muestra la cantidad de especie tomadas para ser analizadas en laboratorios de CERPER S.A., como se podrá ver que son 12 especies, agrupadas por sexo y tres longitudes distintas de la especie, es decir dos de cada una.

3.5.2. Preparación de la muestra para la conservación y traslado.

Antes de ser enviadas las muestras al laboratorio, previamente se realizó la preparación de la muestra en las instalaciones de la UNAM, específicamente en los laboratorios especializado de la Escuela de Ingeniería Pesquera, El procedimiento seguido para la preparación de la muestra cumplió estrictamente con el protocolo entregado por CERPER S.A. laboratorio contratado que entrego el procedimiento y el sobre para su conservación, esto corresponde al corte de los músculos y tejidos de diversas partes del cuerpo de la especie, exceptuando los órganos internos y la parte de

las cabezas que previamente fueron retirados en las embarcaciones, por una práctica de rutina para la conservación de las muestras.

Figura 7

Preparación de las muestras cumpliendo el protocolo de CERPER S.A





En la figura 7, podemos observar la forma como se empacaron las 12 muestras enviadas con un peso (500 g. c/u) que permitirá realizar ensayos duplicados. Todos se protegieron con bolsas rotuladas y enviadas por CERPER S.A.

3.5.3. Conservación y transporte de muestras

Para la obtención de las partes de la especie tiburón azul, estuvo bajo supervisión por los profesionales de la Escuela de Ingeniería Pesquera de la UNAM.

Antes de ser enviadas, las muestras fueron pesadas para obtener 12 porciones de 500 gramos cada muestra, distribuidos entre machos y hembras, dentro de cada género se

consideró los juveniles y los adultos, luego se colocaron en las bolsas de plástico respectivo (ver figura 7).

Para la conservación de las muestras se colocaron en cajas isotérmicas (cooler) debidamente rotuladas (con cintillos) identificando los contenidos de las muestras preparadas previamente definidas, inmediatamente se enviaron al laboratorio de CERPER (Arequipa).

Figura 8

Colocación de muestras preparadas en Cooler con hielo según protocolo de CERPER S.A.



En la figura 8, se muestra la forma como se organizó en cooler contenido hielo para su conservación y traslado al laboratorio, cabe precisar que su envió fue coordinado para no poner en riesgo la calidad de la muestra.

3.5.4. Muestreo biométrico

El muestreo biométrico se ejecutó siguiendo la metodología de IMARPE,

Tabla 7

Datos de la Concentración de Hg en Muestras de Tiburón Azul Macho.

Ítems	Puntos de Muestra	Medidas biométricas	Unidad
		Talla en cm	mg/kg
1	Tiburón azul - T. 160 cm SEXO- MACHO	160 - 175	0.046
2	Tiburón azul - T. 160 cm SEXO- MACHO	160- 175	0.035
3	Tiburón azul - T. 176 cm SEXO- MACHO	176 -200	0.057
4	Tiburón azul - T. 176 cm SEXO- MACHO	177 -200	0.021
5	Tiburón azul - T. 200 cm SEXO- MACHO	> a 200 cm	0.234
6	Tiburón azul - T. 200 cm SEXO- MACHO	> a 200 cm	0.218

Nota. Datos extraídos del informe N° del Informe: Ensayo N° 2-00521/21 - CERPER S.A.

En la tabla 7, se exponen las medidas biométricas para los tiburones macho con sus respectivas concentraciones de mercurio teniendo como unidad de medida los mg/kg de pulpa húmeda.

Tabla 8

Datos de la Concentración de Hg en Muestras de Tiburón Azul Hembra

ítems	Puntos de Muestra	Medidas biométricas	Unidad
		Talla en cm	mg/kg
1	Tiburón azul - T. 160 cm SEXO- HEMBRA	160 - 175	0.191
2	Tiburón azul - T. 160 cm SEXO- HEMBRA	160- 175	0.118
3	Tiburón azul - T. 176 cm SEXO- HEMBRA	176 -200	0.225
4	Tiburón azul - T. 176 cm SEXO- HEMBRA	177 -200	0.138
5	Tiburón azul - T. 200 cm SEXO- HEMBRA	> a 200 cm	0.266
6	Tiburón azul - T. 200 cm SEXO- HEMBRA	> a 200 cm	0.330

Nota. Datos extraídos del informe N° del Informe: Ensayo N° 2-00521/21 - CERPER S.A.

En la tabla 8, se exponen las medidas biométricas para los tiburones hembra con sus respectivas concentraciones de mercurio teniendo como unidad de medida los mg/kg de pulpa húmeda.

3.5.5. Determinación de las concentraciones de mercurio.

Para realizar el análisis correspondiente, se empleó 4 etapas: el preprocesamiento de las muestras, la digestión de la muestra, la preparación del analítico y la lectura de las concentraciones; mediante la técnica de espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) y que se encuentra acreditado por los controles de calidad que se refleja en la certificación de referencia mostradas en el documento de resultados (N° del Informe: Ensayo N° 2-00521/21 - CERPER S.A)

3.6. Análisis de Datos

3.6.1 Procesamiento de Datos

La intensión analítica para la variable “Niveles de concentración del Mercurio en especies de tiburón azul”, es evaluar el contenido de mercurio en el tejido muscular de la especie de tiburón azul macho y tiburón azul hembra para distintas longitudes o tamaños.

Considerando que el nivel de investigación es descriptivo y que sus valores finales son numérico continuo, se procederá a calcular la media aritmética y la desviación estándar, adicionalmente se calculará una estimación puntual.

El procesamiento de datos va a seguir la metodología expuesta que permitió lograr los objetivos específicos y el objetivo general:

Una estimación puntual de un parámetro poblacional es cuando se utiliza un único valor para estimar ese parámetro, es decir, se usa un punto en concreto de la muestra para estimar el valor deseado. Cuando estimamos un parámetro de forma puntual, podemos saber con certeza, cuál es ese valor dentro de un rango definido.

El Software que se va emplear para todo el procedimiento estadístico es el programa SPSS V.25. El SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es un programa para Windows, permite el procesamiento de datos y análisis estadísticos para la investigación de enfoques cuantitativos, es uno de los programas de mayor uso, permite realizar análisis adecuados para la investigación educativa con diversas técnicas estadísticas (Castañeda, M. et al., 2010, pp. 15-20). El SPSS, ofrece diversas posibilidades para crear vínculos con otros programas comunes tales como Microsoft Word, Microsoft Excel, además permite manejar bancos de datos de gran magnitud y también efectuar análisis estadísticos muy complejos, este programa permite efectuar tanto análisis estadísticos básicos como avanzados, contiene diversos procedimientos que pueden utilizarse para tal

efecto, utiliza una serie de cuadro de diálogos que permite, en forma secuencial determinara las acciones a tomar y seleccionar el análisis requerido, en el anexo 5, se muestran la Vista de datos y vista de variables que se empleó para nuestro caso. Dependiendo de los objetivos del estudio y de la naturaleza de las variables, se puede elegir la opción analizar y seleccionar los procedimientos descriptivos o la estadística deseada, seguidamente nos aparecen la caja de diálogos y las opciones de graficas que se desea, se presiona el botón para darle la ejecución elegida.

Como una acción adicional a los objetivos del estudio, se procesará la relación de la concentración de mercurio en los tejidos con la longitud, la edad y por sexo de la especie. Es decir, se medirán la correlación de Pearson para analizar la variable concentración y las dimensiones por sexo, talla y edad de la especie.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

La presentación de resultados se realizó en concordancia con los objetivos específicos y el objetivo general

Objetivos específicos 1: Determinar la concentración de mercurio en especies de Tiburón Azul Hembra comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Tabla 9

Medidas de centralización y error estándar de la media de la concentración de Hg en especie de Tiburón Azul Hembra para el cálculo de la estimación puntual

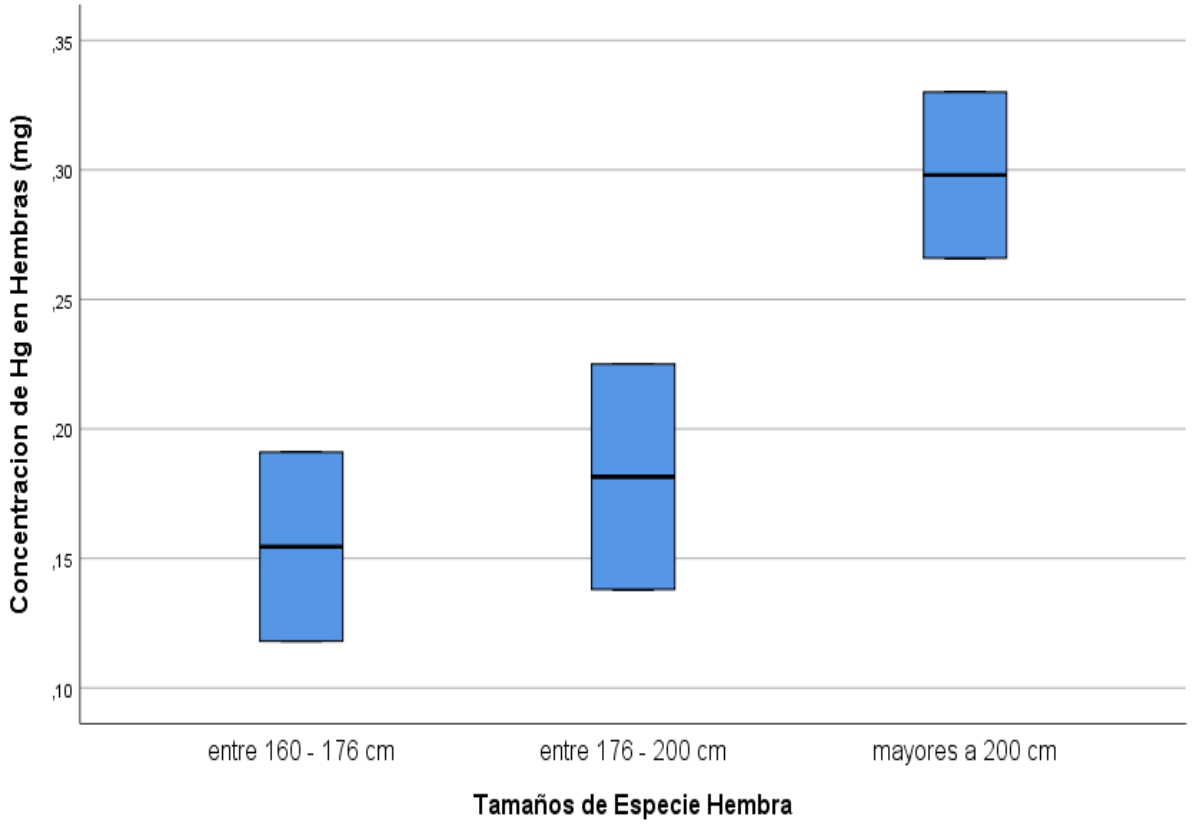
Tamaños de Especie Hembra	Media	N	Error estándar de la media
entre 160 - 176 cm	0.154500	2	0.037
entre 176 - 200 cm	0.181500	2	0.044
mayores a 200 cm	0.298000	2	0.032

Nota. Datos extraídos de los cálculos realizados por SPSS.

La estadística descriptiva de la tabla 9, permite obtener datos de la media y del error estándar para calcular la estimación puntual para las tres diferentes longitudes de especie hembra, considerando que para cada tamaño se tienen dos especies.

Figura 9

Diagrama de Tallo y hojas para comparar la Concentración de Hg en Tiburón Azul Hembra en diferentes tamaños muestreados de la especie.



En la figura 9, se observa el esquema de caja y bigotes que grafican que la concentración de mercurio para distintas longitudes tiburón azul hembra, se puede destacar que las concentraciones de tamaños 160 – 176cm y los tamaños 176 – 200 cm son similares, mientras que tallas mayores a 200cm los valores de mercurio son notoriamente mayor que la especie con tallas menores.

Tabla 10

Estimación puntual de la concentración de Hg y su Intervalo de confianza (95%) para distinto tamaños del tiburón Azul Hembra.

Estadístico Tamaño de la Especie Hembra	Media de Hg en mg/Kg de pulpa	Error estándar	Intervalos de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
entre 160 - 176 cm	0.154500	0.037	0.1175	0.1915
entre 176 - 200 cm	0.181500	0.044	0.1375	0.2255
mayores a 200 cm	0.298000	0.032	0.266	0.330

Nota. Valores calculados para el intervalo de confianza al 95% según los datos de la estadística descriptiva

Según los resultados de la tabla 10, podemos observar que la concentración del mercurio en especie hembra, de tamaños entre 160 – 176 cm, está en un rango de 0.1545 ± 0.037; para tamaños entre 176 a 200 cm, está en un rango de 0.1815 ± 0.044 y para de tamaño mayores a 200 cm, está en un rango de 0.298 ± 0.032, es decir que a mayor longitud mayor de la especie hembra mayor es la concentración de mercurio encontrada en la pulpa.

Objetivos específicos 2: Determinar la concentración de mercurio en especies de Tiburón Azul Macho comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Tabla 11

Medidas de centralización y dispersión de la concentración de Hg en especie de Tiburón Azul Macho para el cálculo de la estimación puntual

Tamaño de Especie Macho	Media	N	Error estándar de la media
entre 160 - 176 cm	0.040500	2	0.005
entre 176 - 200 cm	0.039000	2	0.018
mayores a 200 cm	0.226000	2	0.008

Nota. Datos extraídos de los cálculos realizados por SPSS V.25

La estadística descriptiva de la tabla 11, permite obtener datos de la media y del error estándar de la media para calcular la estimación puntual para diferentes longitudes de especie macho, considerando que para cada tamaño se tienen dos especies.

Tabla 12

Estimación puntual de la concentración de Hg y su Intervalo de confianza (95%) para distinto tamaños del tiburón Azul Macho.

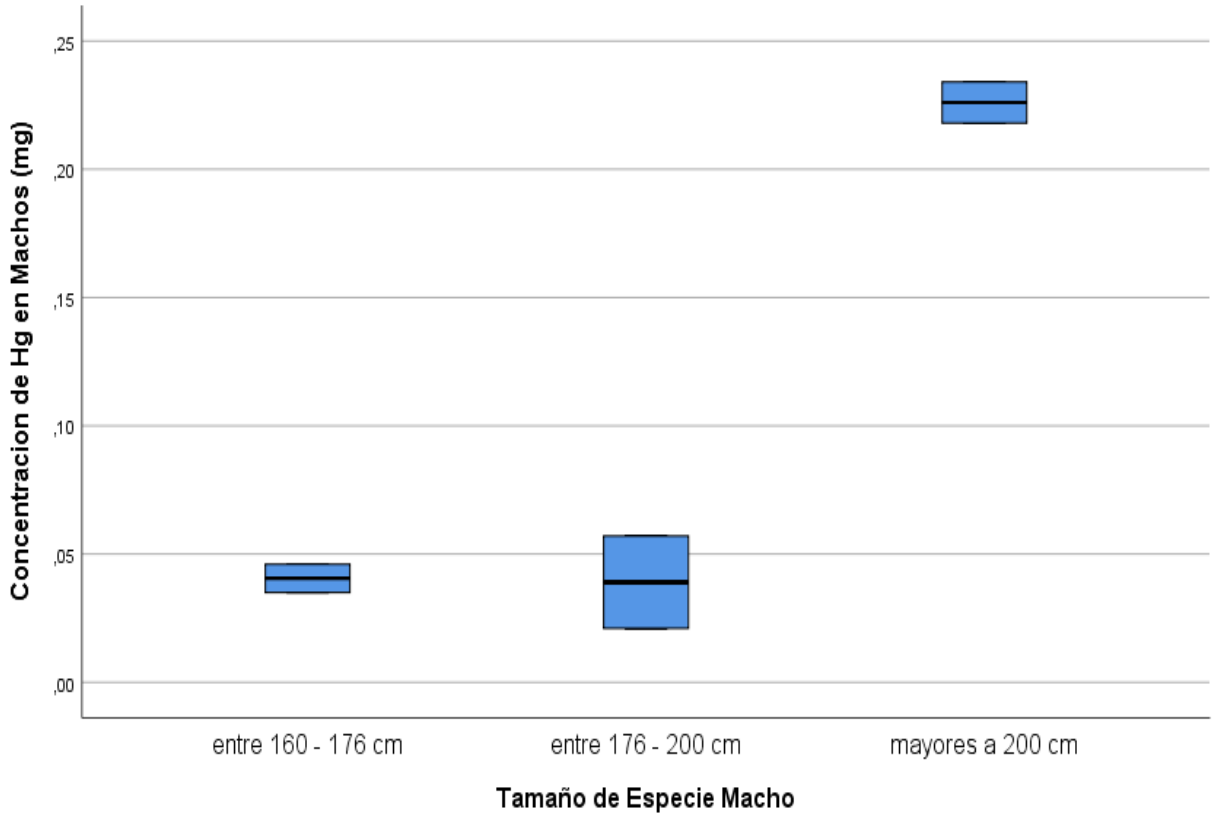
Estadístico Tamaño de la Especie Macho	Media de Hg en mg/Kg de pulpa	Error estándar	Intervalos de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
entre 160 - 176 cm	0.040500	0.005	0.0355	0.0455
entre 176 - 200 cm	0.039000	0.018	0.021	0.057
mayores a 200 cm	0.226000	0.008	0.218	0.234

Nota. Valores calculados para el intervalo de confianza al 95% según los datos de la estadística descriptiva

Según los resultados de la tabla 12, podemos observar que la concentración del mercurio en especie machos, tamaños entre 160 – 176 cm, está en un rango de 0.04050 ± 0.005; para tamaños entre 176 a 200 cm, está en un rango de 0.03900 ± 0.018 y para de tamaño mayores a 200 cm, está en un rango de 0.22600 ± 0.008, es decir que a mayor longitud mayor de la especie hembra mayor es la concentración de mercurio encontrada en la pulpa.

Figura 10

Diagrama de Tallo y hojas para comparar la Concentración de Hg en Tiburón Azul Macho en diferentes tamaños muestreados de la especie.



Según la figura 10, se observa el esquema de caja y bigotes que grafican la concentración de mercurio para distintas longitudes de especie macho, se puede destacar que las concentraciones y tamaños 160 – 176cm y los tamaños 176 – 200 cm son similares, mientras que tallas mayores a 200cm los valores de mercurio son notoriamente mayor que la especie con tallas menores.

Objetivo General: Evaluar los niveles de la concentración del mercurio en especies de Tiburón Azul comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Tabla 13

Medidas de centralización y dispersión de la concentración de Hg en especie de Tiburón Azul Macho y Hembra para el cálculo de la estimación puntual del Objetivo General

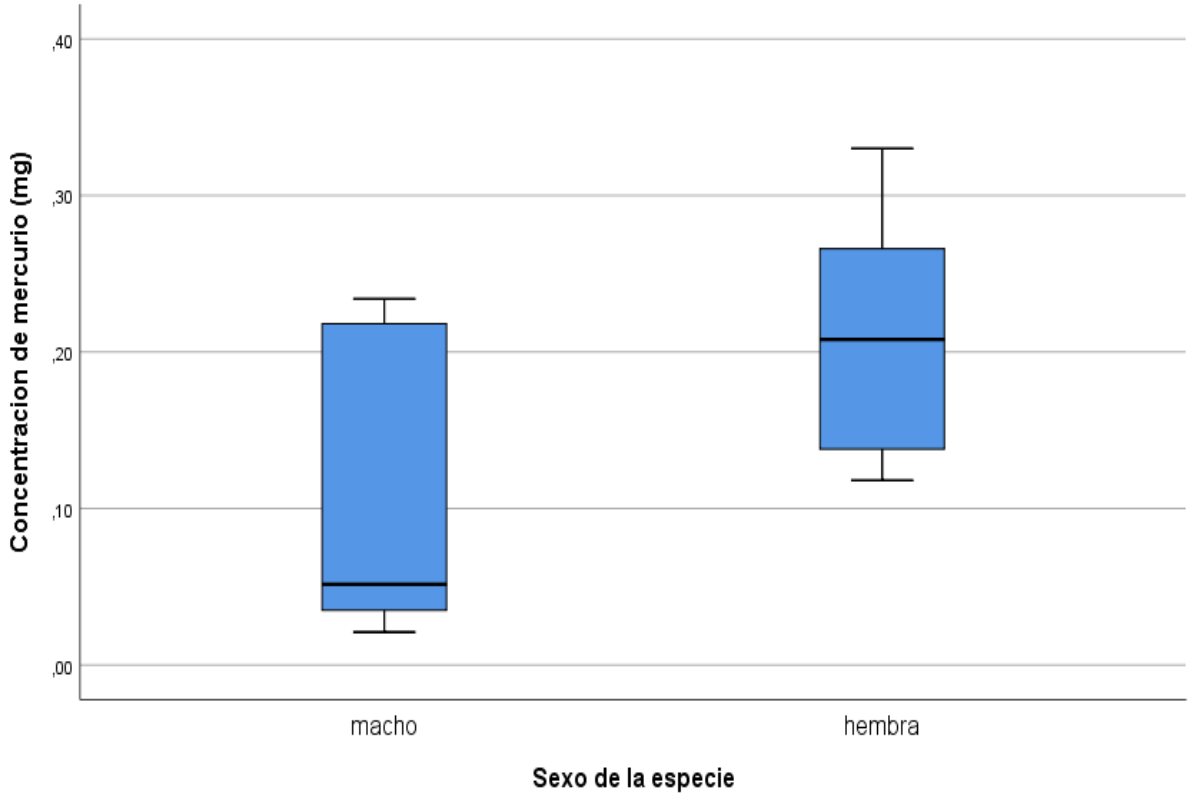
Sexo de la especie Tiburón	Media	N	Error estándar de la media
Macho	0.1018	6	0.03962
Hembra	0.2113	6	0.03254

Nota. Datos extraídos de los cálculos realizados por SPSS V.25

La estadística descriptiva de la tabla 13, permite obtener datos de la media y del error estándar para calcular la estimación puntual en tiburón azul macho y tiburón azul hembra.

Figura 11

Diagrama de Tallo y hojas para comparar la Concentración de Hg en Tiburón Azul Macho y Hembra muestreados de la especie.



Según la figura 11, se observa el esquema de caja y bigotes que grafican que la concentración promedio de mercurio para especie macho y hembra, de este grafico se puede destacar que las concentraciones promedias de mercurio en especie hembra son mayores que en especie macho.

Tabla 14

Estimación puntual promedios de la concentración de Hg y su Intervalo de confianza (95%) para Tiburón Azul Macho y Tiburón Azul Hembra.

Estadístico de la especie	Media	Error estándar	Intervalos de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
Tiburón Azul Macho =	0.1018	0.03962	0.06218	0.14142
Tiburón azul Hembra =	0.2113	0.03254	0.17876	0.24384

Nota. Valores calculados para el intervalo de confianza al 95% según los datos de la estadística descriptiva

Según los resultados de la tabla 14, podemos observar que el intervalo de confianza de la concentración promedio del mercurio en especie Macho, es de 0.1018 ± 0.0396, mientras que la concentración promedio del mercurio en especie hembra es de 0.2113 ± 0.03254, es decir que el tiburón azul hembra presenta mayor concentración de mercurio que en tiburón azul macho.

Tabla 15

Medidas de centralización y dispersión de la concentración de Hg en especie de Tiburón Azul Macho y Hembra según tallas *para el cálculo de la estimación puntual del Objetivo General*

Tamaño de la especie	Media	N	Error estándar de la media
entre 160 - 176 cm	0.0975	4	0.03620
entre 176 - 200 cm	0.1103	4	0.04540
mayores a 200 cm	0.2620	4	0.02477

Nota. Datos extraídos de los cálculos realizados por SPSS V.25

La estadística descriptiva de la tabla 15, permite obtener datos de la media y del error estándar de la media para calcular la estimación puntual para diferentes longitudes de especie tanto para tiburón azul macho como para tiburón azul hembra, considerando que para cada tamaño se tienen cuatro muestras, es decir estamos analizando las 12 especies.

Tabla 16

Estimación puntual de la concentración de Hg y su Intervalo de confianza (95%) para distinto tamaños de los Tiburón Azul Macho y Macho en cumplimiento del Objetivo General

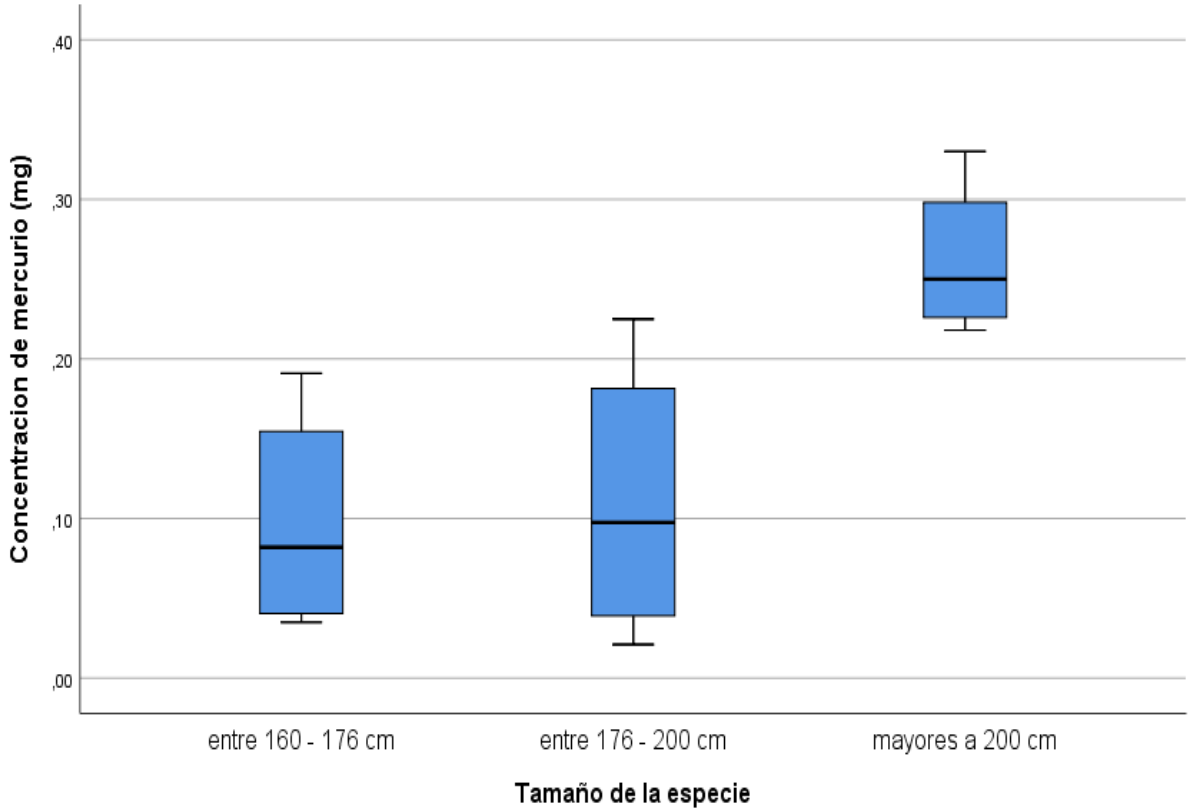
Tamaño de la Especie Macho y Hembra	Media	Error estándar	Intervalos de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
entre 160 - 176 cm	0.0975	0.03620	0.0613	0.1337
entre 176 - 200 cm	0.1103	0.04540	0.0649	0.1557
mayores a 200 cm	0.2620	0.02477	0.23723	0.28677

Nota. Valores calculados para el intervalo de confianza al 95% según los datos de la estadística descriptiva

Según los resultados de la tabla 16, podemos observar que el intervalo de confianza de las concentraciones promedio del mercurio para los tres tamaños de especie machos analizadas en conjunto con la especie hembras, son es de 0.0975 ± 0.0362 para los tamaños (entre 160 - 176 cm), mientras que la concentración promedio del mercurio para el tamaño (entre 176 - 200 cm) de ambas especies es de 0.1103 ± 0.004540, asimismo el intervalo de confianza para los tamaños (mayores a 200 cm) la concentración promedio de mercurio encontradas en ambas especies y analizadas conjuntamente fue de 0.2620 ± 0.02477, estos resultados muestran que ha mayor longitud de la especie se encontraron mayores contenidos de mercurio.

Figura 12

Diagrama de Tallo y hojas para comparar la Concentración de Hg en Tiburón Azul Macho y Hembra en diferentes tamaños muestreados.



Según la figura 12, se observa el esquema de caja y bigotes que refleja la concentración de mercurio para distintas longitudes analizadas en conjunto entre especie macho y hembra, de estos resultados se puede destacar que las concentraciones en tamaños 160 – 176 cm y los tamaños 176 – 200 cm son muy similares, mientras que en tallas mayores a 200 cm los valores de mercurio son notoriamente mayor que la especie con talla menores.

Prueba de hipótesis para definir el procesamiento estadístico paramétrico y determinar el Coeficiente de Correlación de Pearson.

Para determinar el procedimiento estadístico, es necesario determinar si el estadístico de prueba que se va emplear para realizar la relación de la concentración del Hg y los parámetros de sexo y longitud de la especie. Este coeficiente puede ser el Rho de Spearman para procedimientos no paramétricos o el Coeficiente de Pearson para procedimiento paramétricos. Para elegir el procedimiento, es necesario determinar si los datos de la variable de estudio tienen o no tienen una distribución normal, entendiendo que los valores de la concentración de mercurio en los tejidos musculares proceden de un muestreo y un análisis de laboratorio.

Debido a esto, antes de realizar el procesamiento estadístico se ha planteado la hipótesis de normalidad para los datos de las variables, cuyas decisiones están basadas en el P-valor, considerando que si el valor es menor a 0.05 se aceptará la hipótesis alterna y se rechazará la hipótesis nula.

Planteamiento de la hipótesis para comprobar la normalidad de la distribución de los datos:

- H_o: La distribución de los valores de las variables aleatorias (concentraciones del mercurio) tienen distribución normal
- H_1: La distribución de los valores de las variables aleatoria (concentraciones del mercurio) NO tienen distribución normal

Nota: Todos estos cálculos para la prueba de hipótesis se realizan al 95% de confianza y 5% de significancia.

Criterio de decisión

- Si $p \geq 0.05$ aceptamos la H_o y rechazamos la H_1 (hipótesis alterna)
- Si $p < 0.05$ rechazamos la H_o y aceptamos la H_1

Para el supuesto de normalidad, diversos autores afirman que la prueba de Kolmogórov-Smirnov solo se aplica con muestras grandes ($n \geq 50$) y se aplica la prueba de Shapiro-Wilk, cuando las muestras son pequeñas ($n < 50$). En este caso, se aplicó la prueba Shapiro-Wilk para la distribución normal.

Tabla 17

Determinación del P-valor para la concentración del mercurio en el tejido muscular de la especie de tiburón azul

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concentración de mercurio	0.168	12	0.200*	0.935	12	0.433

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 17, se observa el resultado del P- valor es 0.4333, y cotejando este resultado con los criterios de decisión, con este resultado se concluye que se va utilizar procedimientos paramétricos es decir para determinar la correlación de la variable se va emplear el Coeficiente de Pearson

Determinación de la Correlaciones con el Coeficiente de Pearson con los parámetros longitud de la especie y según sexo.

Tabla 18

Coeficiente de correlación de Pearson para la concentración del mercurio en el tejido muscular con la longitud en especie de tiburón azul.

Correlaciones

		Tamaño de la especie	Concentración de mercurio
Tamaño de la especie	Correlación de Pearson	1	0.687*
	Sig. (bilateral)		0.014
	N	12	12
Concentración de mercurio	Correlación de Pearson	0.687*	1
	Sig. (bilateral)	0.014	
	N	12	12

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

De la tabla 18, se observa que la correlación entre el tamaño de la especie y la concentración de mercurio presenta un valor de la correlación de Pearson de 0.687, al 95% de confianza.

Tabla 19

Coeficiente de correlación de Pearson para la concentración del mercurio en el tejido muscular con el sexo en especie de tiburón azul.

Correlaciones

		Concentración de mercurio	Sexo de la especie
Concentración de mercurio	Correlación de Pearson	1	0.560
	Sig. (bilateral)		0.058
	N	12	12
Sexo de la especie	Correlación de Pearson	0.560	1
	Sig. (bilateral)	0.058	
	N	12	12

De la tabla 19, se observa que el coeficiente de correlación entre la concentración de mercurio encontradas en las muestras analizadas con el sexo de la especie, presenta un valor de la correlación de Pearson de 0.560, al 95% de confianza.

Criterios para el análisis del coeficiente de correlación de Pearson

En la Tabla 20, nos indica el grado de relación según coeficiente de correlación, basado en estos rangos se procederá a realizar el análisis de los resultados mostrados en la Tabla 18 y la tabla 19

Tabla 20

Grado de relación según coeficiente de correlación

Rango	Relación
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-051 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0.00	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Nota. Tomado de Mondragón M. (2014), basada en Hernández Sampieri & Fernández Collado, 1998.

El análisis de los resultados de la correlación del coeficiente de Pearson entre la concentración de mercurio y el parámetro longitud de la especie de tiburón azul mostrado en la tabla 18. De igual modo, se analizará el resultado de la correlación del coeficiente de Pearson entre la concentración de mercurio y parámetro sexo de la especie de tiburón azul mostrados en la tabla 20,

4.2. Discusión

Objetivos específicos 1: Determinar la concentración de mercurio en especies de Tiburón Azul Hembra comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Los resultados encontrados muestran que las concentraciones promedias de mercurio en especie de Tiburón Azul Hembra comercializado en el DAP, obtuvieron valores desde 0.1545 ± 0.037 mg de Hg/Kg de pulpa fresca para tamaños entre 160 – 176 cm y valores de 0.298 ± 0.032 mg de Hg/Kg de pulpa fresca para tamaño de especies mayores a 200 cm de longitud. También se destaca que los tamaños entre 160 – 176cm y los tamaños entre 176 – 200 cm son muy similares. Tomando como referencia algunas investigaciones que tomaron valores de referencia de la FAO/OMS y a los límites máximos permitidos según las normas peruanas, estos valores encontrados en las muestras de estudio están por debajo de 1 mg/kg de tejido muscular. Por su parte, otros estudios como el desarrollado por Mármy sico et al. (2007), manifiestan que de encontraron valores por debajo los permitidos a nivel internacional. Por su parte, Escobar-Sánchez et al. (2011) estimaron una concentración de mercurio para el tiburón azul Prionace glauca de 1.39 ± 1.58 μg/g peso húmedo que está por encima del límite permitido (1.0 μg g-1 p.h.) para consumo humano, similares resultado fueron encontrados por Maz-Courrau et al. (2011) quienes analizaron en mercurio total de seis especies de tiburones en costas de la península de Baja California Sur e indicaron que todos superan el límite permisible para consumo humano (1.0 μg g-1 p.h.), es decir de acuerdo al análisis de transferencia trófica determinaron una alta bioacumulación para las especies que se alimentan y su ingesta en zonas con agua contaminada los cuales fundamenta su incremento.

Se debe precisar que esta especie de tiburón viven y frecuentan aguas profundas de los océanos templados y tropicales del mundo, asimismo se alimentan principalmente de peces

pequeños y calamares, aunque pueden capturar presas más grandes es decir cazan peces óseos, mariscos como calamares, sepias y pulpos, y crustáceos. También incluye pequeños tiburones, cadáveres de mamíferos y a veces aves marinas.

En resumen, podemos afirmar que el nivel de concentración del mercurio, mostró un resultado diferente en función a la longitud y a la edad de la especie, explicando su mayor capacidad está en sus dimensiones, es decir que se bioacumulan a través de la cadena trófica y que esta mayor concentración se da en los tejidos musculares. Así también afirmó Gutiérrez-Mejía et al. (2009), quien manifestó que observaron una relación significativa entre las concentraciones de mercurio y arsénico con la talla de los organismos. La acumulación de este metal en el mar ha dado paso a la formación de metilmercurio a través de la acción de microrganismos. El metilmercurio es un compuesto tóxico que es capaz de atravesar las membranas biológicas y bioacumularse en la cadena trófica (EPA, 1997).

Objetivos específicos 2: Determinar la concentración de mercurio en especie de Tiburón Azul Macho comercializado en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Los resultados encontrados muestran que las concentraciones promedias de mercurio en especie de Tiburón Azul Macho comercializado en el DAP, obtuvieron valores desde 0.04050 ± 0.005 mg de Hg/Kg de pulpa fresca para tamaños entre 160 – 176 cm y valores de 0.2260 ± 0.008 mg de Hg/Kg de pulpa fresca para tamaño de especie mayor a 200 cm de longitud. También se destaca que los tamaños entre 160 – 176cm y los tamaños entre 176 – 200 cm son muy similares, es decir no muestra diferencias significativas. Tomando como referencia algunas investigaciones que tomaron valores de referencia de la FAO/OMS y a los límites máximos

permitidos según las normas peruanas, estos valores encontrados en las muestras de estudio están por debajo de 1 mg/kg de tejido muscular.

En resumen, podemos afirmar que el nivel de concentración del mercurio, mostró un resultado diferente en función a la longitud y a la edad de la especie, explicando su mayor capacidad está en sus dimensiones de la especie, es decir que se bioacumulan atreves de la cadena trófica y que esta mayor concentración se da en los tejidos musculares.

Objetivo General: Evaluar los niveles de la concentración del mercurio en especies de Tiburón Azul comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Cuando se analizan de forma conjunta toda la especie agrupadas por sexo y diferenciándose por sus longitudes, los resultados de concentraciones promedio de mercurio en especie de Tiburón Azul Macho fue de 0.1018 ± 0.03962 mg de Hg/Kg de pulpa fresca y para la especie de Tiburón Azul Hembra fue de 0.2113 ± 0.03254 mg de Hg/Kg de pulpa fresca, es decir que la especie de Tiburón azul Hembra concentraron mayor cantidad de mercurio en su tejido muscular cuando se agruparon las 12 especies muestreadas y realizando un análisis solo por sus longitudes, se encontraron diferencias significativas en sus valores, este resultados no se presentaron cuando se analizaron las especies separadas por sexo, es decir las tallas entre 160 - 176 cm y las tallas entre 176 - 200 cm, fueron muy similares, diferenciándose solo con las tallas mayores a 200 cm. Resumiendo los valores encontrados en los intervalos de confianza al 95%, los resultados fueron los siguientes: 0.0975 ± 0.03620 para tallas entre 160 - 176 cm; 0.1103 ± 0.04540 para tallas entre 176 - 200 cm y 0.2620 ± 0.02477 para tallas mayores a 200 cm, esto se explica porque al estar todos agrupados es decir machos y hembras sus concentraciones diferenciadas se compensan.

En resumen, podemos afirmar que el nivel de concentración del mercurio, mostró un resultado diferente en función a la longitud y a la edad de las especies, explicando su mayor capacidad está en sus dimensiones de especie, es decir que se bioacumulan atreves de la cadena trófica y que esta mayor concentración se da en los tejidos musculares.

Finalmente, podemos afirmar que el nivel de concentración del mercurio, mostró un resultado diferente en función a la longitud y a la edad de la especie, explicando su mayor capacidad está en sus dimensiones, es decir que se bioacumulan atreves de la cadena trófica y que esta mayor concentración se da en los tejidos musculares. Esto permite presumir que las concentraciones están relacionadas linealmente con la longitud de las especies, con el sexo y con la edad de la especie de tiburón azul, esto concuerda con lo que se ha encontrado en otros estudios de especies de tiburones y de peces carnívoros. Del mismo modo, como se mencionó en otros estudios, la concentración de metales tiende a ser mayores en tiburones grandes (Nuñez et al., 1998), es decir que en especies longevas y de mayor tamaño, presenta mayor capacidad de retención de mercurio.

Con respecto al coeficiente de correlación de Pearson, podemos destacar que cuando se relacionan las concentraciones de mercurio encontradas en los tejidos musculares con los parámetros de longitud o tamaño de la muestra y el parámetro de sexo, se determinó que la correlación entre el tamaño de las especies y la concentración de mercurio presenta un valor de correlación de Pearson de 0.687, al 95% de confianza y para la concentración de mercurio encontradas en las muestras analizadas con el parámetro sexo de las especies, presenta un valor de la correlación de Pearson de 0.560, al 95% de confianza y según la tabla 20, podemos afirmar que se encuentra en un rango de +0.51 a +0.75, de decir que para la dos relaciones existe una Correlación positiva considerable.

Procesamiento de Datos

La intensión analítica para la variable “Niveles de concentración del Mercurio en especies de tiburón azul”, es evaluar el contenido de mercurio en el tejido muscular de las especies de tiburón azul macho y tiburón azul hembra para distintas longitudes o tamaños.

Considerando que el nivel de investigación es descriptivo y que sus valores finales son numérico continuo, se procederá a calcular la media aritmética y la desviación estándar, adicionalmente se calculará una estimación puntual.

El procesamiento de datos va a seguir la metodología expuesta que permitió lograr los objetivos específicos y el objetivo general:

Una estimación puntual de un parámetro poblacional es cuando se utiliza un único valor para estimar ese parámetro, es decir, se usa un punto en concreto de la muestra para estimar el valor deseado. Cuando estimamos un parámetro de forma puntual, podemos saber con certeza, cuál es ese valor dentro de un rango definido.

El Software que se va emplear para todo el procedimiento estadístico es el programa SPSS V.25.

Como una acción adicional, se procesará la relación de la concentración de mercurio en los tejidos con la longitud, la edad y por sexo de la especie. Es decir, se medirán la correlación de Spearman para analizar la variable concentración y las dimensiones por sexo, talla y edad de la especie.

V. CONCLUSIONES

Primero: De acuerdo al primer objetivo específico. Determinar la concentración de mercurio en especies de Tiburón Azul Hembra comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Podemos concluir que todas las concentraciones de mercurio para distintos tamaños de las muestras de la especie hembra son mayores en longitudes mayores a 200 cm, lo que evidencia que este valor es mayor en los tiburones más grandes o de mayor edad, explicando su mayor capacidad de acumulación de este contaminante. No siendo así para los tamaños inferiores.

Segundo: De acuerdo al segundo objetivo específico. Determinar la concentración de mercurio en especies de Tiburón Azul Macho comercializados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Podemos concluir que todas las concentraciones de mercurio para distintos tamaños de las muestras de la especie machos son mayor para longitudes mayores a 200 cm, lo que evidencia que este valor es mayor en los tiburones más grandes o de mayor edad, explicando su mayor capacidad de acumulación de este contaminante.

Tercero: De acuerdo al objetivo general. Evaluar los niveles de la concentración del mercurio en especies de Tiburón Azul comercializado en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de la Provincia de Ilo – 2021.

Podemos concluir que los mayores niveles de concentración de mercurio están en función del tamaño y del sexo de la especie, encontrándose mayores valores en el tiburón azul hembra respecto al tiburón macho, esto se da para todos los casos y con longitudes diferentes, lo que evidencia que la especie hembra tienen mayor capacidad de acumulación, esto se explica porque las hembras generalmente son más grandes que los tiburones macho, por lo tanto, podemos corroborar que su envergadura les proporciona una mayor capacidad de acumulación de este contaminante.

Finalmente se demuestra la hipótesis, que existe una diferencia en la capacidad de acumulación del mercurio entre tiburón azul hembra y tiburón azul macho.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio relacional para determinar los factores de Bioacumulación y/o biomagnificación para comprobar que factores influyen más en la concentración del mercurio en la especie de tiburón azul.

Se recomienda que para estudios futuros similares se pueda incrementar el tamaño de la población de estudio y determinar el lugar de procedencia, con el propósito de identificar lugares contaminantes, esto requiere trabajar con la escuela de ingeniería ambiental y la participación de IMARPE.

Se recomienda que las futuras investigaciones se realicen de forma conjunta con la escuela de ingeniería pesquera, para relacionar los niveles de concentración del tiburón azul con su cadena trófica y su habitad para determinar las condiciones y especies que impacta en el resultado de la concentración de mercurio del tiburón azul.

Recomendar a la administración del desembarcadero del puerto de Ilo y a IMARPE, un continuo monitoreo programado de las especies (tipo y origen) que se comercializan en sus instalaciones, esto permitirá una información sistematizada de las concentraciones de metales pesados que contienen las especies capturadas.

REFERENCIAS

A. Gonzalez-Pestana, J. A.-S. (2017). Niveles de mercurio en el tiburon martillo Sphyrna zygaena (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) del Norte Peru. Revista peruana de Biologia, 24(4), 407 - 411. Obtenido de http://dx.doi.org/10.15381/ rpb.v24i4.14066

Adams, D. H. (2003). Mercury Levels in Marine and Estuarine Fishes of Florida 1989–2001. revised.

al, G. P. (2017). Niveles de Mercurio en el Tiburon Martillo Sphyrna zygaena . *Revista Peruana de Biologia*.

Aquino, M. (2016). *Bioacumulación de Hg y Se en el tiburón blanco (Carcharodon carcharias) y los pinnípedos, en Isla Guadalupe.* Baja California, México.

Castro, I. G. (2018). Bioacumulación y Biomagnificación de Mercurio en Tiburón Azul Prionace Glauca de Las Costas Adyacentes al Puerto de Santa Rosa de Salinas.

Clarkson, T. W. (1997). The toxicology of mercury. . *Crit Rev Clin Lab Sci, 34*(4), 369-403.

Compagno, L. J. (1984). FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. The Evolution and diversity of sharks. In. D. *FAO Fish, Synop, Vol.4* (125), Part 1 y 2.

DiasI, A. C., GuimarãesI, J. R., & Costa, O. M. (s.f.).

DiasI, A. C., GuimarãesI, J. R., & Costa, O. M. (2008). Mercúrio total em músculo de cação Prionace glauca (Linnaeus, 1758) e de espadarte Xiphias gladius Linnaeus, 1758, na costa sul-sudeste do Brasil e suas implicações para a s.

Escobar, O. (2010). y biomagnificación de mercurio y selenio en peces pelágicos mayores de la costa occidental de baja california Sur Mexico [t e s i s que para obtener el grado de: Doctorado en Ciencias Marinas]. Instituto Politécnico Nacional.

F.C. Carvalho, D. M. (2011). Spatial predictions of blue shark (Prionace glauca) catch rate and catch probability of juveniles in the Southwest Atlantic. . *ICES Journal of Marine Science*(68), 890–900.

Garcia, R. C. (2018). Bioacumulación y Biomagnificación de Mercurio en Tiburón Azul Prionace Glauca de Las Costas Adyacentes al Puerto de Santa Rosa de Salinas.

García Arévalo, I. (2014). bioacumulación y biomagnificación de mercurio en tiburón azul prionace glauca (linnaeus, 1758) de las costas adyacentes al puerto de santa rosa de salinas-ecuador (Bachelor's thesis).

González, J., (s.f.). Taxonomía, morfología, anatomía y muestreo biológico de elasmobranquios. Departamento de Biología - Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

González, A. et al. (2017). Niveles de mercurio en el tiburón martillo Sphyrna zygaena (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) del norte del Perú. Revista Peruana de Biología versión On-line ISSN 1727-9933. Rev. peru biol. vol.24 no.4 Lima dic. 2017. http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i4.14066

L.J.V. Compagno, F. K. (1995). Tiburones En: Fischer, W., Krupp, F.,Schneider, W., Sommer, C., Carpeter, K. E. y Niem, V. H (eds). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. . *Parte 1.* .

M, A. (2016). *Bioacumulación de Hg y Se en el tiburón blanco (Carcharodon carcharias) y los pinnípedos, en Isla Guadalupe.* Baja California, México.

Mancera Rodríguez, N. y.-L. (2006). Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuicolas de Colombia. *Acta Biologica Colombiana, 11*(1), 3-23.

Maquera, A. (2016). *Estimación de las longitudes total y horquilla de Prionace glauca tiburón azul a partir de longitudes alternativas. [Tesis para titulo, Universidad Nacional de Moquegua]* . Repositorio institucional, Ilo, Perú.

Márwhile, E. T. (2007). Total mercury in sharks along the southern Brazilian Coast.

Pariona, A. R. (2019). Determinación de plomo, cadmio, mercurio y Bases Volátiles Nitrogenadas Totales (NBVT) en el músculo de tiburón azul Prionace glauca procedente de la zona sur del Perú. *Revistas de Biologia Marina y Oceonografia, 54*(3), 336-342.

PRODUCE. (2014). *Decreto Supremo Nº 002-2014. Plan de Acción Nacional para la Conservación y Ordenamiento de Tiburones, Rayas y Especies Afines en el Peru (PAI Tiburón – Perú).* Decreto supremo, PRODUCE.

Rajeshkumar, S. &. (2011). Impact of metals on histophatology and expression of HSP 70 different tissues of milk fish (chanos chanos) of Kaattppall Island, India. *Chemosphere, 83*, 415-421.

Reátegui-Quispe, Andrés, & Pariona-Velarde, Daniel. (2019). Determinación de plomo, cadmio, mercurio y Bases Volátiles Nitrogenadas Totales (NBVT) en el músculo de tiburón azul Prionace glauca procedente de la zona sur del Perú. Revista de biología marina y oceanografía, 54(3), 336-342. https://dx.doi.org/10.22370/rbmo.2019.54.3.2029

Rendón, I. G. (2018). Bioacumulación y Biomagnificación de Mercurio en Tiburón Azul Prionace Glauca de Las Costas Adyacentes al Puerto de Santa Rosa de Salinas. . .

Rodriguez, R. (2000). *Aportaciones al conocimiento del estado medioambiental de hidrosistemas de interes internacional situados en Castilla- La Mancha. [Tesis de grado, Universidad de Castilla - La Mancha]*. Repositorio de la Universidad, La Mancha, España.

Rodríguez, J. (2016). Niveles de mercurio en atún (Thunnini) y tiburón (Selachimorpha) en Costa Rica. Cuadernos de Investigación UNED (ISSN: 1659-4266) Vol. 9(1): 119-125, Junio, 2017.

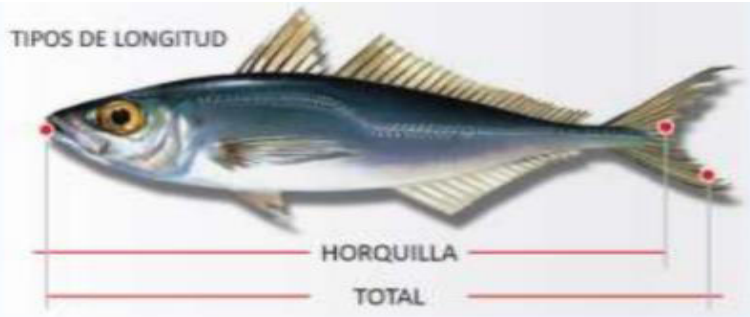
Romero M.A., A. P. (2015). Guía de campo para la determinación de Tiburones en la pesca artesanal del Perú. *Instituto del Mar del Peru*, 15.

SANIPES-DE. (s.f.). *-esolucion de Direccion Ejecutiva N° 057-2016.*

Supo, J. (2014). *Como Elegir una Muestra - Tecnicas para Seleccionar una Muestra Representativa* (Primera ed.). Bioestadistico EIRL.

ANEXOS

Anexo 1. Resolución Ministerial N° 209-2001-PE de fecha 27 de junio del 2001, se aprueba la relación de Tallas Mínimas de Captura y Tolerancia Máxima de Ejemplares Juveniles de los Peces e Invertebrados Marinos



Nombre común	Longitud (cm)	Tipo Longitud	% de tolerancia
Albacora	96	Horquilla	10
Atún aleta amarilla	60	Horquilla	20
Falso volador	20	Total	20
Lenguado ojón	22	Total	10
Machete de hebra	26	Total	10
Merlin azul	130	Total	-
Parela, corvina dorada	35	Total	20
Pez espada	150	Total	10
Robalo, grandazo	60	Total	10
Samasa	9.5	Total	20
Sardina	26	Total	10
Sierra	60	Horquilla	10
Tiburón	150	Total	15
Tiburón azul	160	Total	15
Tiburón diamante	170	Total	15
Tollo blanco	60	Total	20
Tollo pintado	60	Total	20

Nota. Las tallas de captura, así como las tolerancias por debajo de las mismas, de ser el caso, se sujetan a las disposiciones que establezca cada régimen provisional aprobado por el Ministerio de la Producción, de acuerdo a las recomendaciones del IMARPE.

Anexo 2. Resolución de Dirección Ejecutiva Nº057-2016- SANIPES-DE, referido al contenido máximo del Hg en todas las especies de Tiburón



RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN EJECUTIVA
Nº 057-2016-SANIPES-DE

Surquillo, 23 JUN 2016



VISTOS:

El Informe Nº 010-2016-SANIPES/DHCPA de la Dirección de Habilitaciones y Certificaciones Pesqueras y Acuícolas; el Informe Técnico N° 020-2016-SANIPES/DSFPA de la Dirección de Supervisión y Fiscalización Pesquera y Acuícola; el Informe Nº 083-2016-SANIPES-DSNPA de la Dirección Sanitaria y de Normatividad Pesquera y Acuícola; y el Informe Nº 372-2016-SANIPES/OAJ de la Oficina de Asesoría Jurídica; y,



CONSIDERANDO:

Que, mediante la Ley N° 30063, que creó el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), como organismo técnico especializado adscrito al Ministerio de la Producción, encargado de normar supervisar y fiscalizar las actividades de sanidad e inocuidad pesquera, acuícola y de piensos de origen hidrobiológico, en el ámbito de su competencia;



Que, el inciso b) del artículo 9 de la citada Ley establece como una de las funciones del SANIPES, formular, actualizar y aprobar reglamentos autónomos, protocolos y directivas, entre otras normas, en el ámbito de su competencia, vinculados a aspectos sanitarios de inocuidad que regulan la captura, extracción, preservación, cultivo, desembarque, transporte, procesamiento, importación y comercialización interna y externa del pescado, de productos pesqueros, acuícolas y de piensos de origen hidrobiológico;

Que, asimismo, el inciso c) del artículo 5° del Reglamento de la Ley N° 30063, aprobado mediante el Decreto Supremo Nº 012-2013-PRODUCE, dispone que una de las funciones del SANIPES es formular, actualizar y aprobar normas sanitarias que regulen la captura, extracción, preservación, cultivo, desembarque, transporte, procesamiento, almacenamiento, importación y comercialización interna y externa de los productos pesqueros y acuícolas, piensos, aditivos y productos veterinarios destinados a la acuicultura, así como la sanidad de los recursos hidrobiológicos procedentes de la acuicultura y del medio natural (silvestre), en concordancia con los dispositivos legales nacionales e internacionales, así como las normas sectoriales aprobadas por el Ministerio de la Producción;



"INDICADORES SANITARIOS Y DE INOCUIDAD PARA LOS PRODUCTOS PESQUEROS Y ACUICOLAS PARA MERCADO NACIONAL Y DE EXPORTACION"

ÍNDICE

I.	OBJETIVO	2
II.	BASE LEGAL Y REFERENCIA	2
III.	ALCANCE	4
IV.	DISPOSICIÓN GENERAL	4
V.	DISPOSICIONES ESPECÍFICAS	4
VI.	SIMBOLOS EN PLANES DE MUESTREO	4
VII.	INDICADORES SANITARIOS Y DE INOCUIDAD PARA LOS PRODUCTOS PESQUEROS Y ACUICOLAS DE CONSUMO HUMANO DIRECTO	5
1.	PERÚ	5
2.	UNIÓN EUROPEA	23
3.	UNIÓN ADUANERA	33
4.	CHINA	47
5.	JAPÓN	50
6.	CHILE	51
7.	BRASIL	56
8.	ESTADOS UNIDOS	57
VIII.	INDICADORES SANITARIOS Y DE INOCUIDAD PARA LOS PRODUCTOS PESQUEROS Y ACUICOLAS DE CONSUMO HUMANO INDIRECTO	59
9.	PERÚ	59
10.	UNIÓN EUROPEA	62
11.	UNIÓN ADUANERA	66
12.	CHINA	67
13.	JAPÓN	69
14.	CHILE	69
15.	BRASIL	70
16.	ESTADOS UNIDOS	71
IX.	DEFINICIONES	72

1.3.2 CONTAMINANTES

El control de contaminantes en productos pesqueros y acuícolas para consumo humano directo, se realizará mediante determinaciones de:

- Metales Pesados (Plomo, Cadmio y Mercurio),
- Hidrocarburos Aromáticos Policiclicos (HAP) - Benzopirenos
- Dioxinas y Furanos, PCBs y similares a Dioxinas.
- Plaguicidas y
- Residuos de Productos Farmacéuticos y Sustancias Prohibidas

1.3.2.1 METALES PESADOS

- **Frecuencia de control**

El control se realizará en forma semestral o cuando el SANIPES lo determine conveniente.

- **Plan de muestreo**

Las unidades muestrales se obtendrán de acuerdo a la NTP 700.002.

- **Estandares de certificación**

El lote será aceptado cuando los valores no superen el contenido máximo respectivo establecido en la Tabla N° 06 ó N° 07.

Tabla N° 06 - Contenidos máximos permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo

METAL PESADO	N°	PRODUCTOS ALIMENTICIOS	Contenidos máximos (mg/kg peso fresco)
Plomo [1]	1	Carne de pescado [2] [3]	0,30
	2	Crustáceos: carne de los apéndices y del abdomen[4]. En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), la carne de los apéndices.	0,50
	3	Moluscos bivalvos [5]	1,5
	4	Cefalópodos (sin vísceras) [5]	1,0
	5	Complemento alimenticio [6]	3,0
Cadmio[1]	1	Carne de pescado [2] [3], excluida las especies enumeradas en los puntos 2, 3 y 4	0,050
	2	Carne de los siguientes pescados [2] [3]: bonito (*Sarda sarda*) mojarra (*Diplodus vulgaris*) anguila (*Anguilla anguilla*) lisa (Chelon labrosus) jurel (*Trachurus species*) emperador (*Luvarus imperialis*) caballa (Scomber species) sardina (*Sardina pilchardus*) sardina (*Sardinops species*) atún (*Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pelamis*) acedía o lenguadillo (*Dicologoglossa cuneata*)	0,10
	3	Carne de los siguientes pescados [2] [3]: Melva (Auxis species)	0,20
	4	Carne de los siguientes pescados [2] [3]: anchoa (*Engraulis species*) pez espada (*Xiphias gladius*)	0,30

	5	Crustáceos: carne de los apéndices y del abdomen [4].En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), la carne de los apéndices.	0,50
	6	Moluscos bivalvos [5]	1,00
	7	Cefalópodos (sin vísceras) [5]	1,00
	8	Complementos alimenticios[6] compuestos exclusiva o principalmente de algas marinas desecadas, de productos a base de algas marinas o de moluscos bivalvos desecados.	3,00
Mercurio[7]	1	Producto de la pesca [5] y carne de pescado [2] [3], excluidas las especies enumeradas en el punto 2. El contenido máximo para los crustáceos se aplica a la carne de los apéndices y al abdómen (4). En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), se aplica a la carne de los apéndices.	0,50
	2	Carne de los siguientes pescados [2] [3] : Rape (*Lophius species*) Perro del norte (*Anarhichas lupus*) bonito (*Sarda sarda*) anguila (*Anguilla species*) reloj (*Hoplostethus species*) cabezudo (*Coryphaenoides rupestris*) fletán (*Hippoglossus hippoglosus*) rosada del Cabo (*Genypterus capensis*) merlin (*Makaira species*) gallo (*Lepidorhombus species*) salmonete (*Mullus species*) rosada chilena (*Genypterus blacodes*) lucio (*Esox lucius*) tasarte (*Orcynopsis unicolor*) capellán (*Trisopterus minutus*) pailona (*Centroscymnus coelolepis*) raya (*Raja species*) gallineta nórdica (*Sebastes marinus, S. mentella, S. viviparus*) pez vela (*Isthiophorus platypterus*) pez cinto (*Lepidopus caudatus), sable negro (Aphanopus carbo*) besugo o aligote (*Pagellus species*) tiburón (todas las especies) escolar (*Lepidocybium flavobrunneum, Ruvettus pretiosus, Gempylus serpens*) esturión (*Acipenser species*) pez espada (*Xiphias gladius*) atún (*Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pelamis*)	1,0
	3	Complementos alimenticios [6]	0,10
Estaño	1	Alimentos enlatados diferentes de las bebidas	200

(*)Referencia:
FACTORES DE TRANSFORMACIÓN DE METALES PESADOS. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. España
Subdirección General de Gestión de Riesgos Alimentarios. Octubre/2013.

(1) a) Reglamento (CE) Nº 629/2008 DE LA COMISIÓN de 2 de julio de 2008 se modifica el Reglamento (CE) Nº 1881/2006.
b) Reglamento (CE) Nº 420/2011 DE LA COMISIÓN de 29 de abril de 2011 se modifica el Reglamento (CE) Nº 1881/2006.

(2) Pescado enumerado en esta categoría, tal como se define en la categoría a), excluido el hígado de pescado contemplado en el código NC03027000, de la lista del artículo 1 del Reglamento (CE) nº 104/2000 del Consejo (DO L 17 de 21.1.2000, p. 22). Reglamento modificado en último lugar por el Acta relativa a las condiciones de adhesión de la República Checa, la República de Estonia, la República de Chipre, la República de Letonia, la República de Lituania, la República de Hungría, la República de Malta, la República de Polonia, la República de Eslovenia y la República Eslovaca, y a las adaptaciones de los Tratados en los que se fundamenta la Unión (DO L 236 de 23.9.2003, p. 33). En caso de productos alimenticios desecados, diluidos, transformados o compuestos, se aplicará el artículo 2, apartados 1 y 2.

(3) Si el pescado está destinado a ser consumido entero, el contenido máximo se aplicará al pescado entero.

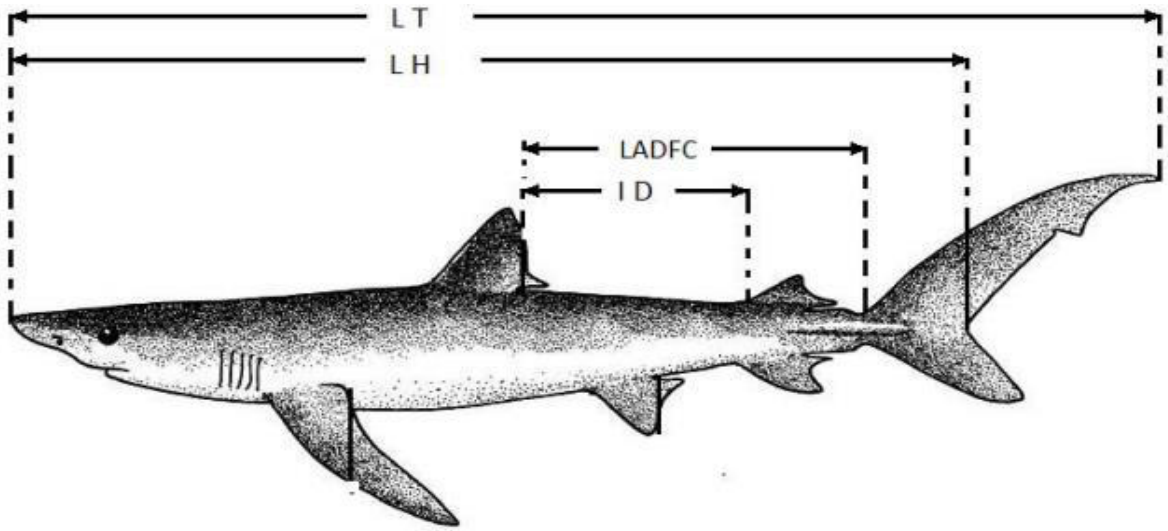
(4) El cefalotórax de los crustáceos queda excluido de esta definición.

(5) Productos alimenticios incluidos en las categorías c) y f) de la lista del artículo 1 del Reglamento (CE) no 104/2000, según proceda (especies enumeradas en la entrada correspondiente). En caso de productos alimenticios desecados, diluidos, elaborados o compuestos, se aplicará el artículo 2, apartados 1 y 2.

(6) El contenido máximo se aplica al complemento alimenticio comercializado.

(7) Reglamento (CE) Nº 1881/2006 relativo al Estaño inorgánico (3.4.1).

Anexo 3. Medidas biométricas registrados de Prionace glauca



Nota. Tomado de Maquera, A (2016), modificado de Compagno (1984).

Donde:

LT: Longitud Total

LH: Longitud Horquilla

LID: Longitud Interdorsal

LIADFC: Longitud del Punto de Inserción de la Primera Aleta Dorsal a la Foseta Caudal.

Anexo 4. Informe de ensayo N° 2-00521/21 de CERPER

INFORME DE ENSAYO N° 2-00521/21

Solicitante	:	**NINA HUARAHUARA, NURIA VIOLETA**
Domicilio legal	:	LUIS E. VALCARCEL MZ 44 - LOTE 8 – ILO - MOQUEGUA
Producto declarado	:	**TEJIDO MUSCULAR (PECES)**
Lugar de Muestreo	:	DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL DE LA PROVINCIA ILO
Fecha de Muestreo	:	2021-10-12
Cantidad de Muestras para el Ensayo	:	6.5 Kilogramos **Muestra proporcionada por el solicitante**
Forma de Presentación	:	En Bolsa de Polietileno Transparente, Cerrada Y Congelada
Identificación de la muestra	:	Según se indica
Fecha de recepción	:	2021-10-13
Fecha de inicio del ensayo	:	2021-10-13
Fecha de término del ensayo	:	2021-10-21
Ensayo realizado en	:	Laboratorio ICP-AA Callao
Identificado con	:	**HS 21008556 (EXMA-12406-2021)**
Validez del documento	:	Este documento es válido solo para la muestra descrita

Proyecto:				
Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Descripción de la Estación de Monitoreo	Observaciones
	ESTE	NORTE		
TIBURON AZUL-T.160 CM SEXO-HEMBRA	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.160 CM SEXO-HEMBRA-1	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.160 CM SEXO-MACHO	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.160 CM SEXO-MACHO-1	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.176 CM SEXO-HEMBRA	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)

INFORME DE ENSAYO N° 2-00521/21

Proyecto:				
Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Descripción de la Estación de Monitoreo	Observaciones
	ESTE	NORTE		
TIBURON AZUL-T.176 CM SEXO-HEMBRA-1	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.176 CM SEXO-MACHO	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.176 CM SEXO-MACHO-1	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.200 CM SEXO-HEMBRA-1	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.200 CM SEXO-HEMBRA	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.200 CM SEXO-MACHO	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)
TIBURON AZUL-T.200 CM SEXO-MACHO-1	------	------	------	la muestra proviene de Tiburón Azul (Prionace Glauca)

INFORME DE ENSAYO N° 2-00521/21

RESULTADOS

		Estación de Muestreo	TIBURON AZUL-T.160 CM SEXO-HEMBRA	TIBURON AZUL-T.160 CM SEXO-HEMBRA-1	TIBURON AZUL-T.160 CM SEXO-MACHO	TIBURON AZUL-T.160 CM SEXO-MACHO-1
		Fecha y Hora de Muestreo	2021-10-12 12:46	2021-10-12 12:56	2021-10-12 13:06	2021-10-12 13:06
		Tipo de Muestra	Tejido Biologico	Tejido Biologico	Tejido Biologico	Tejido Biologico
Parámetro	*Límite de Detección*	*Unidad*	*Resultados*	*Resultados*	*Resultados*	*Resultados*
Metales (Callao)						
Mercurio	0,01	mg/kg	0,191	0,118	0,046	0,035

		Estación de Muestreo	TIBURON AZUL-T.176 CM SEXO-HEMBRA	TIBURON AZUL-T.176 CM SEXO-HEMBRA-1	TIBURON AZUL-T.176 CM SEXO-MACHO	TIBURON AZUL-T.176 CM SEXO-MACHO-1
		Fecha y Hora de Muestreo	2021-10-12 13:16	2021-10-12 13:16	2021-10-12 13:26	2021-10-12 13:26
		Tipo de Muestra	Tejido Biologico	Tejido Biologico	Tejido Biologico	Tejido Biologico
Parámetro	*Límite de Detección*	*Unidad*	*Resultados*	*Resultados*	*Resultados*	*Resultados*
Metales (Callao)						
Mercurio	0,01	mg/kg	0,225	0,138	0,057	0,021

		Estación de Muestreo	TIBURON AZUL-T.200 CM SEXO-HEMBRA-1	TIBURON AZUL-T.200 CM SEXO-HEMBRA	TIBURON AZUL-T.200 CM SEXO-MACHO	TIBURON AZUL-T.200 CM SEXO-MACHO-1
		Fecha y Hora de Muestreo	2021-10-12 13:26	2021-10-12 13:30	2021-10-12 13:30	2021-10-12 13:30
		Tipo de Muestra	Tejido Biologico	Tejido Biologico	Tejido Biologico	Tejido Biologico
Parámetro	*Límite de Detección*	*Unidad*	*Resultados*	*Resultados*	*Resultados*	*Resultados*
Metales (Callao)						
Mercurio	0,01	mg/kg	0,266	0,330	0,234	0,216

INFORME DE ENSAYO N° 2-00521/21

MÉTODOS

Mercurio: NOM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de Prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Fierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de Absorción Atómica

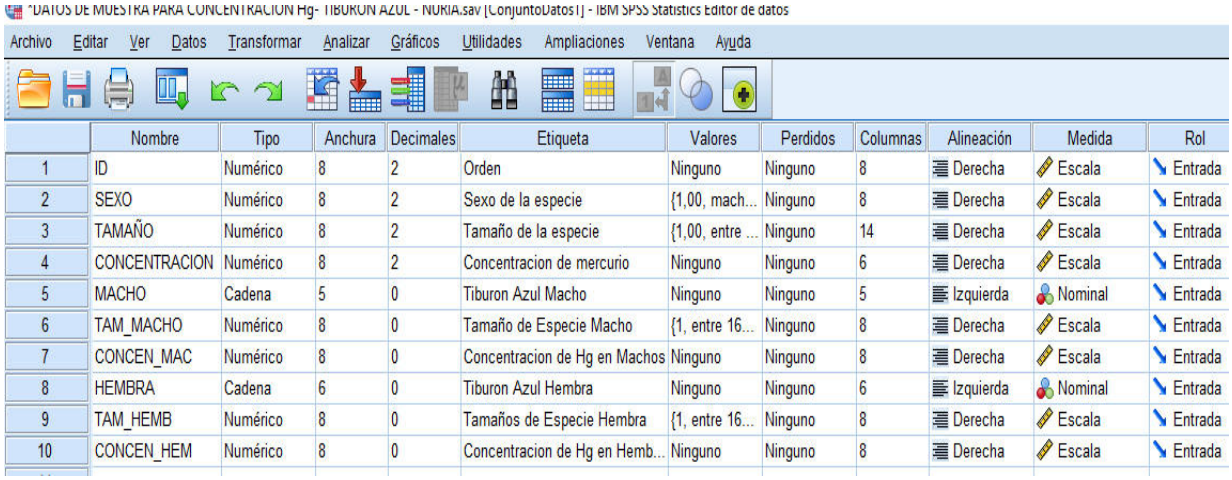
OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Arequipa, 22 de octubre de 2021

BORRADOR

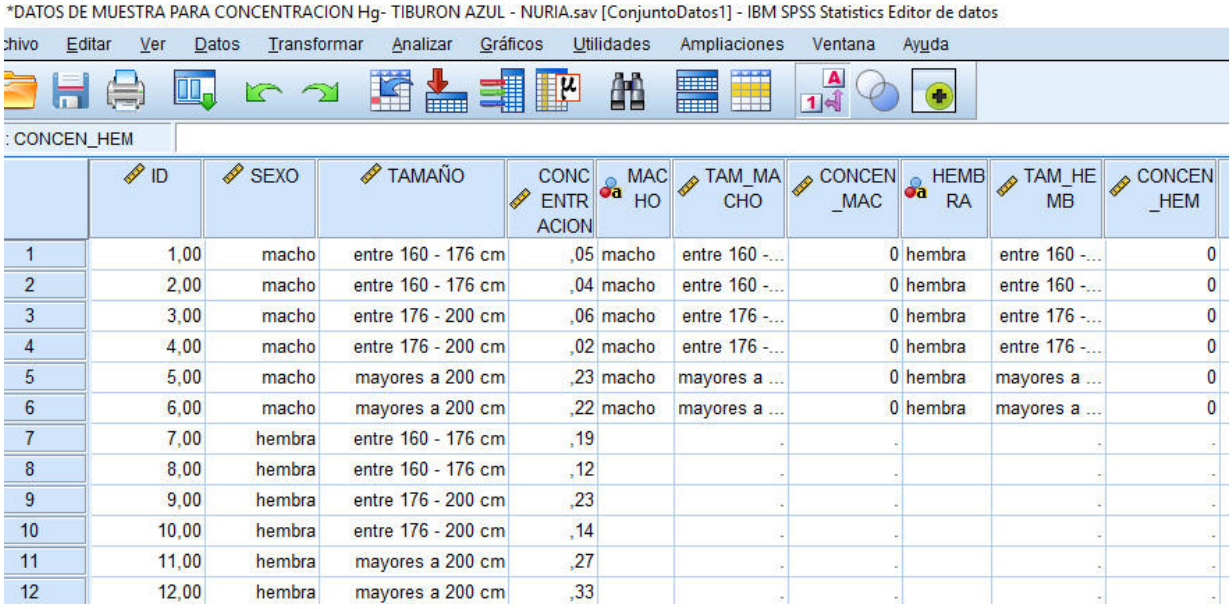
Anexo 5: Matriz en la vista de variables y vista de datos del programa SPSS V.25 para el procesamiento estadístico de datos.



*DATOS DE MUESTRA PARA CONCENTRACION Hg- TIBURON AZUL - NURIA.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	ID	Numérico	8	2	Orden	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	SEXO	Numérico	8	2	Sexo de la especie	{1,00, mach...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	TAMAÑO	Numérico	8	2	Tamaño de la especie	{1,00, entre ...	Ninguno	14	Derecha	Escala	Entrada
4	CONCENTRACION	Numérico	8	2	Concentracion de mercurio	Ninguno	Ninguno	6	Derecha	Escala	Entrada
5	MACHO	Cadena	5	0	Tiburon Azul Macho	Ninguno	Ninguno	5	Izquierda	Nominal	Entrada
6	TAM_MACHO	Numérico	8	0	Tamaño de Especie Macho	{1, entre 16...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
7	CONCEN_MAC	Numérico	8	0	Concentracion de Hg en Machos	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
8	HEMBRA	Cadena	6	0	Tiburon Azul Hembra	Ninguno	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	Entrada
9	TAM_HEMB	Numérico	8	0	Tamaños de Especie Hembra	{1, entre 16...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
10	CONCEN_HEM	Numérico	8	0	Concentracion de Hg en Hemb...	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada



*DATOS DE MUESTRA PARA CONCENTRACION Hg- TIBURON AZUL - NURIA.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

chivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

: CONCEN_HEM

	ID	SEXO	TAMAÑO	CONCENTRACION	MACHO	TAM_MACHO	CONCEN_MAC	HEMBRA	TAM_HEMB	CONCEN_HEM
1	1,00	macho	entre 160 - 176 cm	,05	macho	entre 160 -...	0	hembra	entre 160 -...	0
2	2,00	macho	entre 160 - 176 cm	,04	macho	entre 160 -...	0	hembra	entre 160 -...	0
3	3,00	macho	entre 176 - 200 cm	,06	macho	entre 176 -...	0	hembra	entre 176 -...	0
4	4,00	macho	entre 176 - 200 cm	,02	macho	entre 176 -...	0	hembra	entre 176 -...	0
5	5,00	macho	mayores a 200 cm	,23	macho	mayores a ...	0	hembra	mayores a ...	0
6	6,00	macho	mayores a 200 cm	,22	macho	mayores a ...	0	hembra	mayores a ...	0
7	7,00	hembra	entre 160 - 176 cm	,19		.	.		.	.
8	8,00	hembra	entre 160 - 176 cm	,12		.	.		.	.
9	9,00	hembra	entre 176 - 200 cm	,23		.	.		.	.
10	10,00	hembra	entre 176 - 200 cm	,14		.	.		.	.
11	11,00	hembra	mayores a 200 cm	,27		.	.		.	.
12	12,00	hembra	mayores a 200 cm	,33		.	.		.	.

Anexo 6. Normas internacionales de los alimentos OMS, información sobre los niveles máximo permisible del Hg en la especie de tiburón azul, basada en los trabajos de tesis.



TITULO: "DETERMINACIÓN DE MERCURIO (Hg) EN CARNE DE TIBURÓN Sphyrna lewini y Carcharhinus falciformis, EN EL PACIFICO DE GUATEMALA"

Presentado por: GUSTAVO ADOLFO ELIAS OGALDEZ - COORDINADOR DEL PROYECTO - enero 2015.

El contenido máximo de mercurio en productos de la pesca según normativa europea, se establece en 0,5 mg/kg de peso fresco, salvo para determinadas especies, como el bonito y tiburones que se permite 1 mg/kg de peso fresco (World Health Organization, 1991). El contenido máximo de mercurio en los alimentos se fija en el reglamento europeo solo para productos de la pesca y se establece en 0,5 mg/kg de peso fresco, salvo para determinadas especies, como el bonito y otros, para las que se permite 1 mg/kg de peso fresco (WHOWMEAHC 86, 1989).

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNAM

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con la Ley N° 30035 Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y Resolución de Comisión Organizadora N° 041-2022-UNAM que aprueba el Reglamento que regula el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

1. DATOS DEL AUTOR

Nombres y Apellidos	:	NURIA VIOLETA NINA HUARAHUARA
DNI/Carnet de Extranjería/Pasaporte N°	:	73466499
Correo electrónico	:	vayo.nina@gmail.com
Teléfono/Celular	:	993268594

2. GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (Marque con una X)

Bachiller	Título Profesional	Magister	Doctor	Segunda Especialidad
	X			

3. TIPO DE PUBLICACIÓN (Marque con una X)

a) Articulo ( )
b) Tesis de pregrado (**X**)
c) Tesis de Maestría ( )
d) Tesis de Doctorado ( )
e) Monografía ( )
f) Reporte de caso científico o hallazgos ( )
g) Libro ( )
h) Parte de un libro ( )
i) Revisión ( )
j) Conferencia ( )
k) Presentación ( )
l) Artículo preliminar ( )
m) Articulo antes de ser publicado ( )
n) Artículo de prensa ( )
o) Documentos internos ( )
p) Imagen ( )
q) Documentos técnicos ( )
r) Ponencias presentadas en eventos científicos (Jornada, Congreso, Simposio Conferencias, etc.) ( )
s) Informes de suficiencia profesional ( )
t) Patentes producidas por académicos/as ( )

4. TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Marque con una X)

- **a)** Tesis **(X)**
- **b)** Trabajo de Investigación **( )**
- **c)** Trabajo de suficiencia profesional **( )**
- **d)** Trabajo académico **( )**

5. DATOS DE LA PUBLICACION

a) Título:

EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DEL MERCURIO EN ESPECIES DE TIBURÓN AZUL COMERCIALIZADOS EN EL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL DE LA PROVINCIA DE ILO - 2021

b) Campo del conocimiento OCDE (Indicar el código de clasificación OCDE de la obra : https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html) : 2.07.00

c) Fecha de publicación: 2022

6. DATOS DEL ASESOR:

a) Nombres y Apellidos : Msc.PAULINO FLAVIO RIOS ZAPANA
b) DNI/Pasaporte/Cédula : 29265730
c) ORCID : 0000-0001-5863-3992

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 73466499
NOMBRES Y APELLIDOS : NURIA VIOLETA NINA HUARAHUARA

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAM.

Con la autorización de depósito da mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional de Moquegua, una Licencia No Exclusiva para reproducir. distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAM, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación no infringe derechos de autor de terceras personas.

La UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA consignara el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no le hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X).

(X) **SI autorizo que se deposite inmediatamente.**

FIRMA : .....

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 73466499
NOMBRES Y APELLIDOS : NURIA VIOLETA NINA HUARAHUARA
FECHA : 10/08/2022

