

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO, PLOMO, CADMIO Y ARSÉNICO EN PECES Y SU COMPARACIÓN CON LAS NORMATIVAS SANIPES, OMS Y LA UNIÓN EUROPEA”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Autora:

Anabel Thaly Vega Rodriguez

Asesor:

MCs. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

La realización de esta investigación
está dedicada a mis padres Juana
Rodríguez y José Vega por su apoyo en
el trayecto de mi carrera universitaria y
a quienes me brindaron su amistad y
me impulsaron a mejorar como persona
cada día.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por la vida, por su incondicional apoyo que siempre me muestran.

A mi hermana por el aliento y momentos compartidos.

Al Programa Nacional de Becas y Crédito por el apoyo en la realización de mi formación profesional.

A nuestros docentes, por el aporte de sus conocimientos, paciencia y buena instrucción, a mi asesor de tesis MSc. Juan Carlos Flores y a todas las personas que colaboraron directa o indirectamente en esta investigación.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Formulación del problema	21
1.2. Objetivos	21
1.2.1. Objetivo general	21
1.2.2. Objetivos específicos	21
1.3. Hipótesis	21
1.3.1. Hipótesis general	21
1.3.2. Hipótesis específicas	22
CAPÍTULO II. MÉTODO	23
2.1. Tipo de investigación	23
2.2. Población y muestra	23
2.3. Técnicas de instrumentos de recolección y análisis de datos	24
2.4. Materiales	24
2.5. Método	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS	27
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	56
4.1. Discusión	56
4.2. Conclusiones	59
REFERENCIAS	61
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenidos máximos permisibles de mercurio, plomo, cadmio y arsénico(mg/kg)	20
Tabla 2. Estudio 1 concentración mercurio en tres especies de peces	27
Tabla 3. Resultados del estudio de concentración de mercurio en tres especies de peces	28
Tabla 4. Estudio 2 determinación de cadmio y plomo en peces	30
Tabla 5. Resultado de la concentración de cadmio y plomo en peces	31
Tabla 6. Estudio 3 realizado para determinación de mercurio, plomo, cadmio y arsénico.	34
Tabla 7. Resultados de bioacumulación de metales pesados en trucha arcoíris	35
Tabla 8. Estudio 4 determinación de mercurio, plomo y arsénico en dos especies de peces	38
Tabla 9. Concentración de mercurio, plomo y arsénico en dos especies de peces.....	38
Tabla 10. Estudio 5 análisis de concentraciones de mercurio en tres especies de peces.....	42
Tabla 11. Concentraciones de mercurio en tres especies de peces.....	43
Tabla 12. Comparación de concentraciones de mercurio en peces con otras referencias	45
Tabla 13. Comparación de concentraciones de plomo en peces con otras referencias	48
Tabla 14. Comparación de concentraciones de cadmio en peces con otras referencias.....	51
Tabla 15. Comparación de concentraciones de arsénico en peces con otras referencias	53
Tabla 16. Matriz de consistencia metodológica	78
Tabla 17. Recolección de estudios según buscadores	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de vías de transmisión de contaminantes	16
Figura 2. Cadena Productiva Pesquera de SANIPES	19
Figura 3. Proceso de recolección de datos	25
Figura 4. Concentración de mercurio en las tres especies de peces	29
Figura 5. Concentración de Cadmio en la especie Carachama	32
Figura 6. Concentración de plomo en la especie Carachama	33
Figura 7. Concentración de mercurio y arsénico en la especie trucha arcoiris	36
Figura 8. Concentración de plomo en la trucha arcoiris.....	37
Figura 9. Concentración de cadmio en la trucha arcoiris	37
Figura 10. Concentración de mercurio y arsénico en dos especies de peces.....	39
Figura 11. Concentración de plomo en dos especies de peces	40
Figura 12. Concentración de cadmio en dos especies de peces	41
Figura 13. Concentración de mercurio en tres especies	44
Figura 14. Comparación de concentración de mercurio en diferentes especies de peces	46
Figura 15. Comparación de concentración de plomo en diferentes especies	49
Figura 16. Comparación de concentración de cadmio de diferentes especies de peces	52
Figura 17. Comparación de concentración de arsénico en diferentes especies	54

RESUMEN

La presente investigación titulada “Estudio de la concentración de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces y su comparación con las normativas SANIPES, OMS y la Unión Europea”, estudia las concentraciones de metales pesados en distintas especies de peces para su posterior comparación con las normativas correspondientes. Esta investigación es de tipo no experimental con un diseño documental, se utilizaron técnicas de recolección de datos vinculando los resultados con investigaciones anteriores de fuentes confiables. Se recolectaron veinticinco estudios de los cuales se analizó cinco teniendo como base las concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico entre los años 2009 al 2020. En los resultados, la especie Carachama (*Hypostomus oculeus*) fueron los valores que sobrepasaron los contenidos máximos permitidos con las concentraciones de plomo con un valor de 2.18 (mg/kg) en comparación con 0.3 (mg/kg) establecido por el SANIPES, la Unión Europea y 0.2 (mg/kg) valor por la OMS. Las otras concentraciones en las especies como trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), Bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*), La Basa (*Pangasius hypophthalmus*), Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*), Merluza austral (*Merluccius australis*), Pescadilla (*Cynoscion striatus*) no sobrepasaron los valores establecidos, pero a pesar de ello las concentraciones se van acumulando con el transcurso del tiempo.

Palabras clave: Concentración, metales pesados, normativa.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios han cuestionado la toxicidad de metales pesados en peces por lo que es necesario que existen y se cumplan algunas normativas. Los niveles de concentración de metales pesados en ecosistemas acuáticos se han incrementado ya que dependen de su distribución, meteorización en el área de la cuenca, por actividades antropogénicas, industrial, agrícola y minera ocasionando un desequilibrio ecológico en el ecosistema (Chung, 2011).

La contaminación por metales pesados se ha convertido en el foco de interés mundial debido a que tienden a bioacumularse afectando a las cadenas alimenticias, generalmente los peces ingieren los metales provenientes del agua dulce (Fernández, 2012). Esta acumulación causa daños muy severos y muchos de ellos son tan ausentes de síntomas, que al paso del tiempo puede representar la muerte de quienes estuvieron expuestos.

Distintas especies presentan un beneficio nutricional de ser fuente de proteínas y Omega 3, por lo que ha recibido la atención de investigadores debido a los efectos en la salud. Existen zonas puntuales que deben presentar serios problemas de contaminación por mercurio debido a que existe una actividad minera (Alminagorta, 2018).

En nuestro país los principales contaminantes tenemos: mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), aluminio (Al), cobre (Cu), adicionando ácido sulfúrico y dióxido de azufre (R.M. N° 525-2005/MINSA). El mercurio (Hg) al igual que los demás

metales pesados se han convertido en el principal riesgo siendo el hombre quien dispone de él más adelante por medio de la cadena trófica (Ramos *et al.*, 2005).

Por lo expuesto anteriormente, existe la necesidad de analizar la concentración de ciertos metales pesados en peces. En la presente tesis titulada **“Concentración de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces y su comparación con las normativas SANIPES, OMS y la Unión Europea”**, se busca comparar las concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en distintas especies de peces con las normativas correspondientes.

Los antecedentes de investigación se mencionan a continuación:

A nivel internacional el trabajo realizado por Ramírez y Rodríguez, (2017) en México, titulado “Determinación de mercurio en pescado fresco que se comercializa en el área metropolitana de monterrey”, cuyo objetivo fue estimar la concentración de mercurio en cuatro especies de pescado que se comercializa en Monterrey. La metodología utilizada es cuantitativa, descriptiva y analítica. En todas las muestras se detectó una cantidad de mercurio: en el Bagre (*Ameiurus me as*) 0.336 mg/kg, en el Pez sierra (*Scomberomorus sierra*) 0.19 mg/kg, y en el Pez Robaldo (*Dicentrarchus abrax*) 0.15 mg/kg, por debajo del valor de 0.5 mg/kg, recordando que este metal es acumulativo por lo que se debe considerar riesgo para la salud humana.

En otro estudio Lozada (2007), para obtener el título profesional en Licenciado en Biología, en su estudio “Determinación de la concentración de metales en pez Carpa (*Cyprinus carpio*, *Linnaeus*) de la Laguna de Metztlán, Hidalgo, México”, este estudio fue con el objetivo principal de determinar la presencia y concentración de

metales bioacumulados en los tejidos. Su metodología utilizada fue cuantitativa, descriptiva y analítica. En sus resultados muestra que encontró concentraciones por debajo del contenido máximo de los metales en mercurio 0.020 mg/kg y plomo 0.028 mg/kg comparándolo con 0.5 mg/kg y 0.3 mg/kg respectivamente. Al finalizar concluye que las branquias son un tejido de acumulación de metales, dichos metales por pasar directamente, las vísceras, huesos y branquias por estar expuestas con el agua tienden a acumularse.

Owolabi y Awodele, (2019) llevaron una investigación titulada “Heavy metal bioaccumulation in the kidneys of scaly and non scaly fishes from Epe Lagoon, Nigeria”, Evaluaron los niveles de concentración de hierro y plomo en riñones en peces escamosos y no escamosos, con una muestra de 141 peces escamosos y 134 no escamosos. En sus resultados obtuvieron hierro 2.92 mg/kg; cadmio 0.18 mg/kg; comparándolo con el límite de 0.01 mg/kg establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

A nivel Nacional el autor Rivas, (2020) en la ciudad de Lima para optar el grado académico de Magister en Toxicología, desarrollo el tema: Determinación de arsénico, mercurio y plomo en truchas (*Oncorhynchus mykiss*), y agua de piscigranjas del distrito de Pachangara, provincia de Oyón, región Lima, utilizó un método cuantitativo para determinar las concentraciones de metales pesados en truchas, llegando a los resultados que las concentraciones máximas y mínimas de arsénico fueron 1.140 ppb y 0.510 ppb, las concentraciones máximas y mínimas de mercurio fueron 0.60 ppb y 0.10 ppb y por ultimo las concentraciones máximas y mínimas de plomo fueron 1.14 ppb y 0.50 ppb respectivamente. Al comparar y analizar los

resultados concluyen que los niveles de mercurio y plomo superan los contenidos máximos de Normativa SANIPES.

Por otro lado, en el estudio realizado por Patiño (2018) en Abancay para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial desarrolló el tema: “Determinación de cadmio y plomo en las partes anatómicas de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) del río de Chalhuanca” cuyo objetivo de estudio fue analizar el nivel de concentración del metal plomo y cadmio en el músculo, escama, hueso e hígado. El estudio realizado por Patiño muestra que las concentraciones de plomo en la escama son superiores teniendo un valor máximo de 2.36 mg/kg y menor concentración en la médula con 0.06 mg/kg, en el músculo e hígado se encuentran por debajo del límite de detección, siendo el valor establecido de 0.3 mg/kg por SANIPES y la concentración de cadmio en el hígado es superior teniendo un valor de 1.52 mg/kg y en el músculo, escama y médula se encuentran por debajo del límite de detección, siendo el valor establecido de 0.05 mg/kg por SANIPES.

En el estudio de Chanamé, (2009) en su tesis para optar el grado de Doctor en ciencias ambientales sustentó la tesis titulada Bioacumulación de metales pesados procedentes de la contaminación minera y metalúrgica en tejidos de *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris" de los centros de producción de la provincia de Yauli-Junin, determinó la concentración de metales pesados cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe) y plomo (Pb) con una muestra de 28 trucha arcoíris, sus resultados concluyeron que el zinc y el plomo se acumulan mayormente en el hígado después en el riñón y por último en el músculo. En este estudio el plomo supera al límite de 0.3 µg/g establecido por la

unión europea, para carne mexicana y argentina es 1,0 µg/g. en todos los resultados sobrepasaron los límites esto debido posiblemente a minerías, industrias metalúrgicas, escorrentías que se bioacumulan en tejidos de los peces.

Para esta investigación se usaron ciertas definiciones:

Contaminación

Una sustancia se considera contaminante cuando su concentración supera a la normal y tienen efectos de riesgo en organismos, que pueden ser degradadas o en ocasiones permanecer en forma indefinida Yarasca, (2015), que afecta a nuestro entorno y surge cuando se produce una alteración Martín, (2015). El destino final de la mayor parte de emisiones de sustancias son los ríos, lagos, lagunas, océano, se calcula que el 86% de los vertimientos domésticos no son tratados Gavilanez, (2016). El agua es el recurso indispensable para la vida, pero al contaminarse perjudica la salud alterando la existencia humana y de organismos. Así mismo Patiño, (2018) menciona que cuando los contaminantes llegan al suelo, se suspenden por el movimiento del agua donde se transfieren a los organismos bentónicos.

Metales pesados

Los metales pesados son aquellos cuya densidad es cinco veces mayor que del agua, son utilizados en producción, los más resaltantes son el mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As) y cadmio (Cd) (Gavilanez, 2016), estos metales contribuyen a la contaminación ambiental y su disponibilidad es por causa de su pH, materia orgánica, contenido de arcillas entre otras (Yarasca, 2015).

Movimiento de residuos de metales pesados en el ambiente

Los metales pesados en el agua son muy solubles como el mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As) estos son acumulados por los organismos acuáticos que los absorben los cuales a su vez son fuente de contaminación de las cadenas alimenticias. (Álvarez y Amancio, 2014).

Los metales pesados generan una gran preocupación no solo por las amenazas al agua sino las concentraciones acumuladas en las especies que habitan en ella, por lo que representa un gran riesgo a la salud ya que somos los humanos quienes consumimos a estos organismos acuáticos (Huancaré, 2014). Para el caso de contaminación por metales pesados en alimentos, varía los contenidos máximos permisibles en concentración de metales establecido por la Unión Europea (U. E), Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) y la Organización Mundial de la salud (OMS).

Mercurio (Hg)

El mercurio es tóxico por excelencia en ambiente acuático, se encuentra en el ambiente por la erosión de rocas y por volcanes, también se encuentra por la industria del plástico, fundición, minería. Se encuentra en la forma metil-mercurio, ésta es la mejor forma de acumularse en los tejidos de los peces (Barraza y Recavarren, 2018). Para la OMS, el mercurio es uno de los que presentan más problemas en la salud humana.

Plomo (Pb)

Elemento químico, de número atómico 82, metal de color azulado, resistente en ácidos sulfúrico y se disuelve lento en ácido nítrico. En la industria se encuentra en

forma sólida y líquida, generalmente es usado en fabricación de tuberías, pinturas, cables y en construcción (Yarasca, 2015).

Cadmio (Cd)

Es un metal maleable, resistente a la corrosión, distribuido en los ambientes terrestres y acuáticos, su fuente es por la fundición de zinc, y aleaciones con cobre. Tiene usos en la industria como cerámica, baterías, esmalte (Patiño, 2018).

Se encuentra en el ambiente por fuegos forestales e incorporado a ríos, mar en partículas, en suelos ácidos es mejor la captación de Cd (Barraza y Recavarren, 2018).

Arsénico (As)

El metal arsénico (As) es un elemento se encuentra de forma natural en el medio ambiente por lo que es difícil no estar expuesto al mismo. Se encuentra en el ambiente de forma natural como la meteorización y erosión de minerales, su escurrimiento de lugares contaminados contamina y se adhiere a sedimentos y en el agua. (Barraza y Recavarren, 2018).

Características de peces

Generalmente tienen una longitud promedio de 40 a 60 cm, la cabeza es del 20% de la longitud total, la columna vertebral con sesenta vertebras. Su aparato digestivo consta de un estómago y un corto intestino, tiene el oído ubicado en la cabeza para su equilibrio, el tacto y el olfato son muy desarrollados (Patiño, 2018). Su hábitat es en las aguas frías, lagos y en altas altitudes (superiores a 1500 m.s.n.m), cuyas temperaturas no pasen a 21 °C.

Patiño, (2018) detalla cinco etapas en su ciclo de vida de los peces: desarrollo embrionario, eclosión, alevín, cría, juvenil y adulto o edad reproductiva. Las truchas

en su etapa juvenil o adulta complementan su alimentación con lombrices, moluscos, etc.

Partes anatómicas de peces

La primera barrera de protección es su piel que está cubierta por escamas que son la indicación de edad, cuenta con dos laterales, una posterior y anterior. En los ojos los peces carecen de párpados y lagrimales, generalmente poseen una visión cercana y de menos luz. Además, posee papilas táctiles que le permite percibir ondas de presión, posee también células sensibles del gusto. En el aparato respiratorio, el intercambio de CO₂ y O₂ es a través de laminillas branquiales, su frecuencia respiratoria depende del nivel de estrés, temperatura, cantidad de oxígeno disuelto entre otras más (Mancini, 2002) citado en (Patiño, 2018).

En su sistema digestivo, los peces no tienen dientes, pero algunos como los fitófagos si lo poseen para su misión trituradora, el caso de animales ictiófagos como el pez dorado (*Salminus maxillosus*). Su faringe y esófago actúa como filtro, a la salida del estómago se encuentra ciegos pilóricos, estos neutralizan la acidez. Las proteínas y azúcares luego de pasar por intestino van al hígado, el resto se evacua con las heces, el exceso de grasa es utilizado como energía y va hacia el músculo. Su hígado es su principal órgano que interviene en varios procesos metabólicos, a veces suele sufrir infiltración de grasa debido a su mala alimentación (Mancini, 2002) citado en (Patiño, 2018).

En su sistema excretor el riñón es su principal filtro. La excreción se basa en filtración y secreción (expulsión de tóxicos), el órgano excretor son las branquias y en su sistema circulatorio, por el corazón circula sangre no oxigenada, por lo que va relativamente lenta a través de los tejidos finalmente pasando por los riñones. Por

último, en su sistema esquelético se encuentra conformado por cabeza y columna vertebral (Mancini, 2002) citado en (Patiño, 2018).

Factores de bioacumulación en peces

En la dinámica de metales pesados en el ambiente acuático la flora y fauna constituyen la principal vía de transporte

- Vías de ingreso: Para las soluciones las branquias son el sitio de ingreso por estar en contacto con el medio exterior (Barraza y Recavarren, 2018).
- Distribución de metales pesados en órganos

Su distribución no es uniforme sino en órganos particulares, unos metales se unen a proteínas y otros a lípidos, generalmente los tejidos más frecuentes son el músculo, branquias y el hígado (Barraza y Recavarren, 2018).

Calidad de productos

La calidad en productos pesqueros no solo implica conocer sus condiciones sanitarias sino también su trazabilidad, es decir, conocer su procedencia desde su recojo hasta su proceso final, el consumo (SANIPES, 2016).

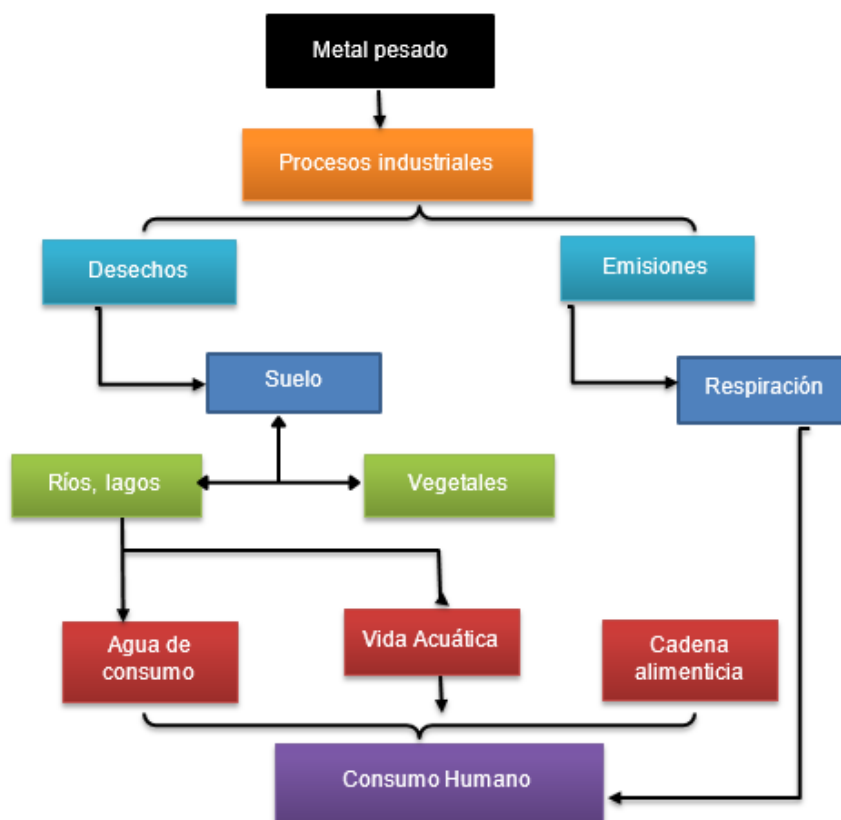


Figura 1. Esquema de vías de transmisión de contaminantes

La figura 1 muestra las vías de la movilidad de las concentraciones de los metales pesados, generalmente inician en procesos industriales estos terminan en desechos que van al suelo y por estar en contacto con ríos y vegetales estos se bioacumulan en especies acuáticas como peces que al final terminan en el consumo humano.

Toxicidad de metales pesados para los peces

La contaminación por los metales pesados en el agua genera una preocupación causando un serio riesgo medioambiental y a la salud humana debido a que pueden

bioacumularse y biomagnificarse y ser transferidos a los seres humanos, las concentraciones más altas son encontrados en individuos longevos y mayor talla. En estudios se ha determinado que los peces predadores contienen mayor cantidad de contaminantes que los herbívoros. Existen fuentes por acción del ser humano que contaminan de metales pesados al ambiente, como el uso de materiales relacionados con la agricultura, sistema de desagüe que transporta desechos industriales, extracción industrial.

Entre los riesgos en la salud según cada metal pesado existen:

Mercurio (Hg): Problemas cardiovasculares, problemas neurológicos

Plomo (Pb): Debilidad muscular, problemas cardiovasculares, Problemas cerebrales

Cadmio (Cd): Problemas cerebrales, Anemia, Discapacidad renal

Arsénico (As): Desmineralización ósea, Problemas cerebrales, Anemia, Discapacidad renal, arritmias, shock.

Normativas

– **Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES):** Mediante la Ley N° 30063 se crea el organismo, Aprobado por Decreto Supremo N° 010-2019-PRODUCE, en el artículo 19 del Decreto Legislativo N° 1062, Ley de Inocuidad, menciona que una de las funciones es de formular y proponer la normativa sanitaria en el sector pesquero y acuícola según (Manual de indicadores Sanitarios y de

Inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación, 2020).

SANIPES es un organismo adscrito al Ministerio de la Producción que garantiza la sanidad e inocuidad en toda la cadena productiva de la actividad pesquera y acuícola, interviniendo mediante un control y brindando una certificación sanitaria eficaz.

Servicios brindados por el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES)

- Brindar certificados oficiales sanitarios para la exportación e importación de productos previamente analizados.
- Otorgar habilitación sanitaria a infraestructuras pesqueras y acuícolas
- Emitir Registro Sanitario (RS) para productos que se comercializan en el mercado.
- Realizar análisis de muestras en sus laboratorios, cuentan con 16 métodos de ensayo acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y con 7 laboratorios en todo el territorio nacional.

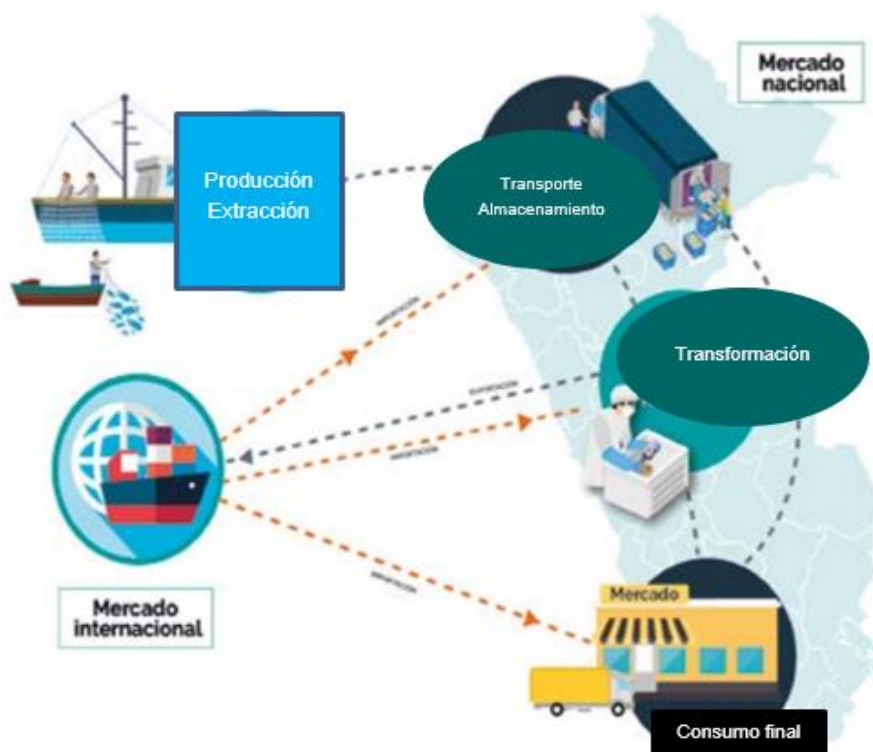


Figura 2. Cadena Productiva Pesquera de SANIPES

Fuente: Guía de Buenas Prácticas Sanitarias Pesquera – SANIPES

– **Organización Mundial de la salud (OMS):** Trabaja junto con gobiernos para que todas las personas cuenten con buena salud, luchando contra enfermedades, velando por salubridad de los alimentos que se ingiere. Inició el 7 de abril de 1948, fecha que se celebra cada año el día Mundial de la Salud, actualmente trabajando en 150 oficinas regionales.

La cobertura sanitaria se está convirtiendo en prioridad de la OMS en el ámbito de salud, tiene unas funciones de colaborar con instancias normativas, asociaciones en salud, instituciones académicas, sociedad civil, sector privado, ayudar a elaborar y aplicar planes sanitarios nacionales, así como también hacerles un seguimiento, ayudar a velar a ciudadanos dispongan de servicios de salud, facilitar el acceso a tecnologías sanitarias seguras y fortalecer sistema de información sanitaria.

– **Unión Europea (U. E):** Alberga laboratorios para metales pesados en alimentos, estableciendo normas estrictas de comercialización con el objetivo de proteger la salud humana, en el año 2006 se estableció contenidos máximos de contaminantes en la alimentación, ya que el problema importante de metales como cadmio, mercurio y plomo (Unión Europea, 2003)

Cuando no se tiene un control de producción las poblaciones de peces podrían agotarse, por lo que es necesario que la U. E gestione las poblaciones de peces, cuyo sistema de gestión ayuda a preservar la reproducción de peces, preparar condiciones para hacer posible una industria rentable y desempeñar un papel clave para su conservación.

Tabla 1.

Contenidos máximos permisibles de mercurio, plomo, cadmio y arsénico(mg/kg)

Regulador	CMP* Mercurio	CMP* Plomo	CMP* Cadmio	CMP* Arsénico
SANIPES	0.50	0.30	0.05	0.50
OMS	0.50	0.20	0.01	0.50
U. E	0.50	0.30	0.05	0.50

SANIPES*: Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

OMS*: Organización Mundial de la Salud

U.E*: Unión Europea

CMP*: Contenido Maximo Permitido de metales pesados

1.1. Formulación del problema

¿Es posible estudiar las concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces con las normativas de SANIPES, OMS y la Unión Europea?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Estudiar las concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces y su comparación con las normativas de SANIPES, OMS y la Unión Europea.

1.2.2. Objetivos específicos

- Buscar estudios en las revistas Ebsco, Scielo, Dialnet sobre concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en distintas especies de peces.
- Determinar la concentración máxima de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en las distintas especies de peces.
- Comparar los resultados obtenidos con SANIPES, OMS y la Unión Europea en los estudios seleccionados.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

Las concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en el tejido de los peces son altas y superan el contenido máximo en las normativas SANIPES, OMS y la Unión europea.

1.3.2. Hipótesis específicas

- Existe mucha información en las diferentes revistas de Ebsco, Scielo, Dialnet sobre concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en distintas especies de peces.
- Existe la concentración máxima de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en distintas especies de peces.
- Los resultados obtenidos superan el contenido máximo establecido en las normativas SANIPES, OMS y la Unión Europea.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

- Tipo de estudio: Documental

Técnica de investigación cualitativa que se encarga de seleccionar y recopilar información a través de publicaciones de investigaciones que proporciona una base de credibilidad y autenticidad.

- Diseño de investigación: No Experimental

Una investigación NO EXPERIMENTAL se basa en categorías, contextos, conceptos y variables que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir se observan situaciones ya existentes, es una investigación seria y documentada.

Será una investigación No Experimental, no se hará pruebas en laboratorio, solo se manifestará estudios realizados por distintos autores sobre concentraciones de metales pesados para después compararlos con las normativas correspondientes y sustentando de manera teórica.

2.2. Población y muestra

- **Población:** La población fue un total de veinticinco estudios de concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces a nivel internacional y nacional.
- **Muestra:** Se seleccionaron un total de cinco estudios de investigación de diferentes especies de peces: Bonito (*Sarda chiliensis*), Jurel (*Trachurus murphyi*) y Pejerrey (*Odontesthes regia regia*), Carachama (*Hypostomus oculeus*), trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), Merluza austral (*Merluccius australis*) y Pescadilla (*Cynoscion striatus*), Bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*), la Basa (*Pangasius hypophthalmus*) y Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*).

2.3. Técnicas de instrumentos de recolección y análisis de datos

Esta investigación se usaron técnicas para la recolección de información mediante una búsqueda y análisis de estudios similares, se realizó una revisión bibliográfica, toda la información conveniente para el desarrollo del presente tema de investigación, teniendo fundamento de confiabilidad como artículos, tesis, evidencias de validez y calidad.

En la presente investigación se realizó una serie de procedimientos para garantizar la búsqueda.

En la recolección de datos se buscaron términos a partir de la pregunta del tema que se investiga como: “Concentración”, “Metales pesados”, “Peces”, “Normativa”.

2.4. Materiales

Se requirió los siguientes materiales:

- Laptop
- Tesis de grado
- Software: Microsoft Office
- Libreta de apuntes

2.5. Método

Se empleó un método constituido por un sistema de procedimientos, materiales y acciones estratégicas para la recolección de datos según el tema de investigación planteado y un análisis para llegar a una conclusión. Los resultados y conclusiones de diferentes autores de diversas comparaciones nos llevaron a encontrar hechos concretos, así mismo el análisis y síntesis de los estudios nos permiten conocer características generales de la investigación.

- Criterios de inclusión

Todos los estudios publicados con 11 años de anterioridad entre 2009 hasta el 2020, cual principal base fue las concentraciones de metales pesados en peces de diferentes fuentes. Por ejemplo: Ebsco, Redalyc, Scielo, Dialnet.

Estudios realizados experimentalmente en un laboratorio para su posterior análisis.

- Criterios de exclusión

Todos los estudios de concentraciones de metales pesados que estén fuera del tiempo descrito.

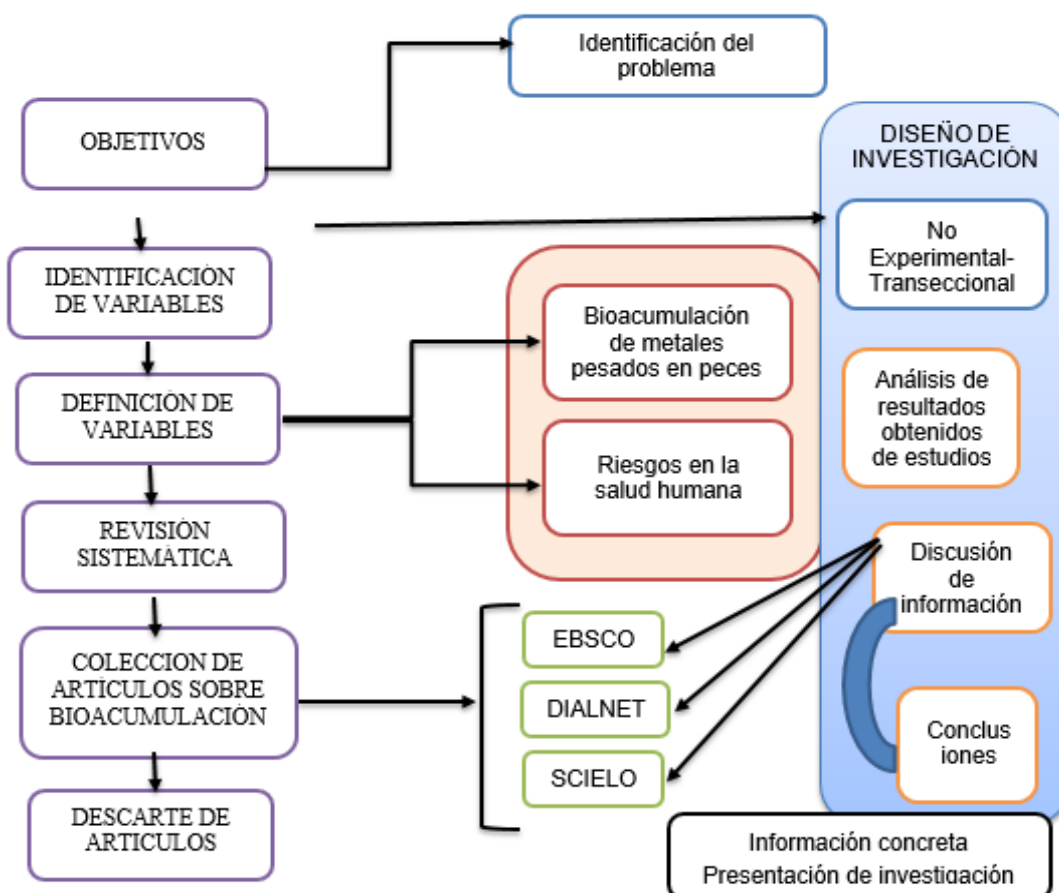


Figura 3. *Proceso de recolección de datos*

Aspectos éticos

La presente investigación se sustenta en la revisión real de estudios, mediante un análisis de los mismos de forma auténtica en su contenido, se pretende dar información para el tratamiento y disminución de concentraciones de metales acumuladas en peces y en un futuro se tomen medidas del caso. Por otro lado, no se alteró los derechos de autor de los textos revisados, todo aporte de otras investigaciones ha sido citado y no está influenciado por ningún tipo de orientación política ni económica.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Según la literatura revisada de diferentes estudios de investigación dentro de las bases de datos encontrados tales como: EBSCO, Redalyc, Scielo.org, Dialnet, Repositorio Institucional.

Tabla 2.

Estudio 1 concentración mercurio en tres especies de peces

Estudio	Autor	Descripción
Tesis para optar el título Profesional de Licenciada en Nutrición Humana: “Concentración de mercurio en productos hidrobiológicos de mayor consumo en la población escolar de las instituciones educativas de Mollendo, Arequipa”	(Llerena y Mendiola, 2019)	El objetivo de estudio fue determinar las concentraciones de mercurio en tres especies de pescado más consumidas: Bonito (<i>sarda chiliensis</i>), Jurel (<i>Trachurus murphyi</i>) y Pejerrey (<i>Odontesthes regia regia</i>).

Los resultados del estudio 1 se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 3.

Resultados del estudio de concentración de mercurio en tres especies de peces

Bonito	Jurel	Pejerrey	CMP*	CMP*	CMP*
<i>(Sarda chiliensis)</i>	<i>(Trachurus murphyi)</i>	<i>(Odontesthes regia regia)</i>	SANIPES*	OMS*	U. E*
			(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Tamaño: 50-60 cm	Tamaño: 40-60 cm	Tamaño: 15 cm			
Peso: 3 kg	Peso: 1 kg	Peso: 113 g			
Bonito 1:	Jurel 1:	Pejerrey 1:			
0.04 mg/kg	0.02 mg/kg	0.01 mg/kg	0.50	0.50	0.50
Bonito 2:	Jurel 2:	Pejerrey 2:			
0.03 mg/kg	0.04 mg/kg	0.01 mg/kg			

Fuente: Resultado de laboratorio BIOLAB (Llerena y Mendiola, 2019)

SANIPES*: Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

OMS*: Organización Mundial de la Salud

U.E*: Unión Europea

CMP*: Contenidos Máximos Permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo.

De la Tabla 3 se puede observar el resultado de concentración de mercurio en tres especies de pescado: Bonito (*Sarda chiliensis*); Jurel (*Trachurus murphyi*) y Pejerrey (*Odontesthes regia regia*), muestra que de la especie Bonito tiene mayor concentración de 0.04 mg/kg, pero no supera los contenidos permisibles establecidos por SANIPES, U. E y la OMS.

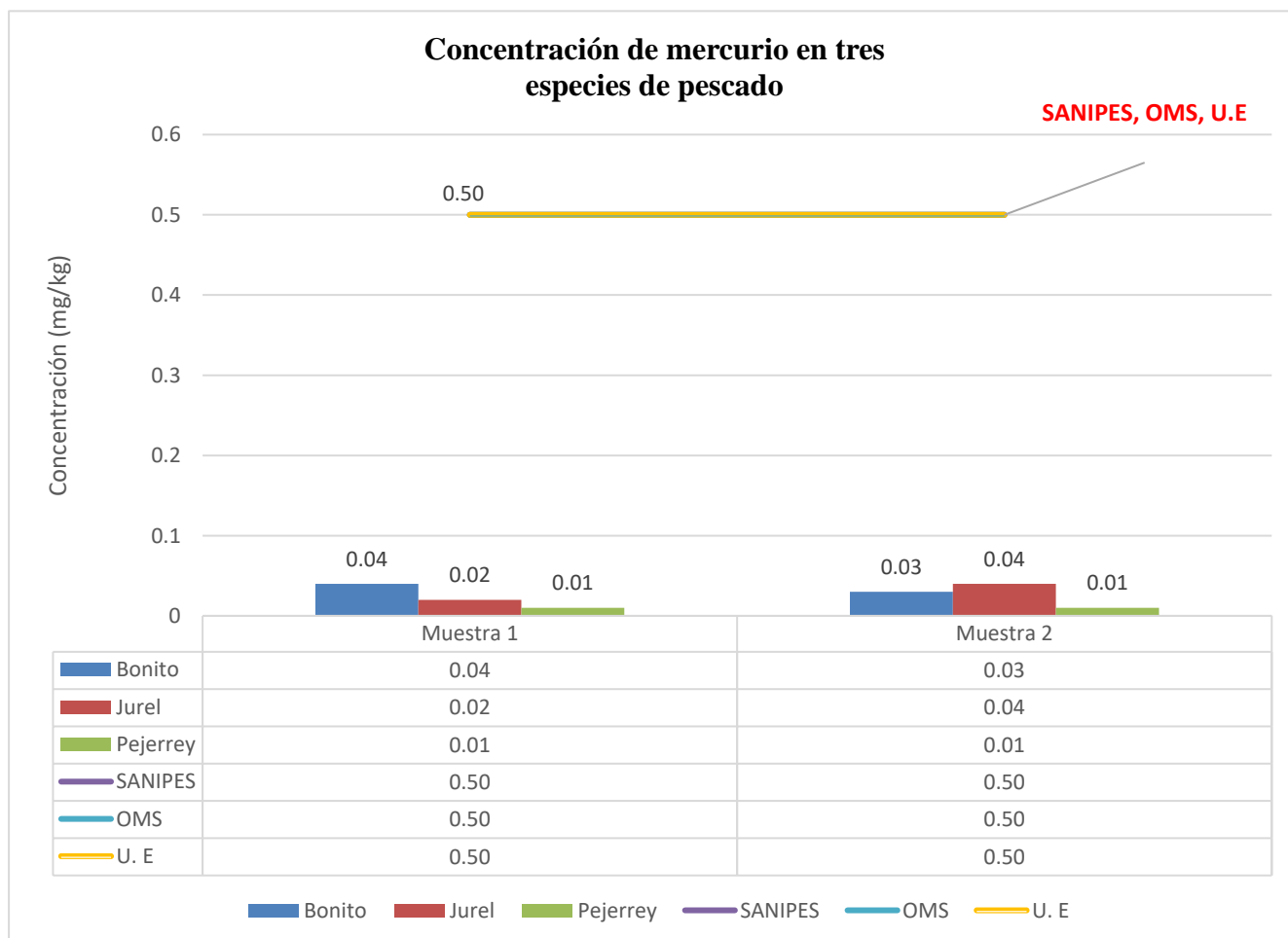


Figura 4. Concentración de mercurio en las tres especies de peces

Interpretación: El estudio realizado por Llerena y Mendiola en las tres especies de pescado: Bonito (*Sarda chiliensis*); Jurel (*Trachurus murphyi*) y Pejerrey (*Odontesthes regia regia*) se obtuvo como resultado que el valor mínimo de mercurio fue de 0.01 mg/kg y máximo de 0.04 mg/kg, estos valores se comparan con el valor 0.50 mg/kg establecidos por Servicio Nacional de Sanidad Pesquera en el Perú (SANIPES).

Tabla 4.

Estudio 2 determinación de cadmio y plomo en peces

Estudio	Autor	Descripción
<p>Tesis para optar el grado de Ingeniería Ambiental: “Bioacumulación de cadmio y plomo en la especie Carachama (<i>Hypostomus oculeus</i>) del río Huallaga, Tingo María”</p>	<p>(Panduro y Bartolomé , 2019)</p>	<p>El objetivo de estudio fue evaluar la bioacumulación de plomo y cadmio en la especie Carachama (<i>Hypostomus oculeus</i>) y verificar si las concentraciones superan los contenidos máximos para consumo humano de la Unión europea (U. E), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Organismo de Sanidad Pesquera (SANIPES).</p>

Del estudio 2 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5.
Resultado de la concentración de cadmio y plomo en peces

Código de muestra	Concentración (mg/kg)	CMP* SANIPES (mg/kg)	CMP* OMS (mg/kg)	CMP* U. E (mg/kg)
M-1 Cd	0.22	0.05	0.01	0.05
M-2 Cd	0.19	0.05	0.01	0.05
M-1 Pb	2.29	0.30	0.20	0.30
M-2 Pb	2.08	0.30	0.20	0.30

Fuente: (Panduro y Bartolomé, 2019)

M-1 Cd: Muestra 1 de Cadmio

M-2 Cd: Muestra 2 de Cadmio

M-1 Pb: Muestra 1 de Plomo

M-2 Pb: Muestra 2 de Plomo

SANIPES*: Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

OMS*: Organización Mundial de la Salud

U.E*: Unión Europea

CMP*: Contenido Maximo Permitido de metales pesados

En la tabla 5 se observa que las concentraciones de cadmio y de plomo ambas sobrepasan los contenidos máximos establecidos por SANIPES, la OMS y U. E. En las primeras muestras de cadmio se obtiene 0.22 (mg/kg) y 0.19 (mg/kg) valores superiores a 0.05 (mg/kg) establecido por SANIPES y la U. E, y superior a 0.01 (mg/kg) establecido por la OMS. En las muestras de plomo con 2.29 (mg/kg) y 2.08 (mg/kg) valores superiores a 0.20 (mg/kg) establecido por OMS, y superior a 0.30 (mg/kg) establecido por SANIPES y la U. E.

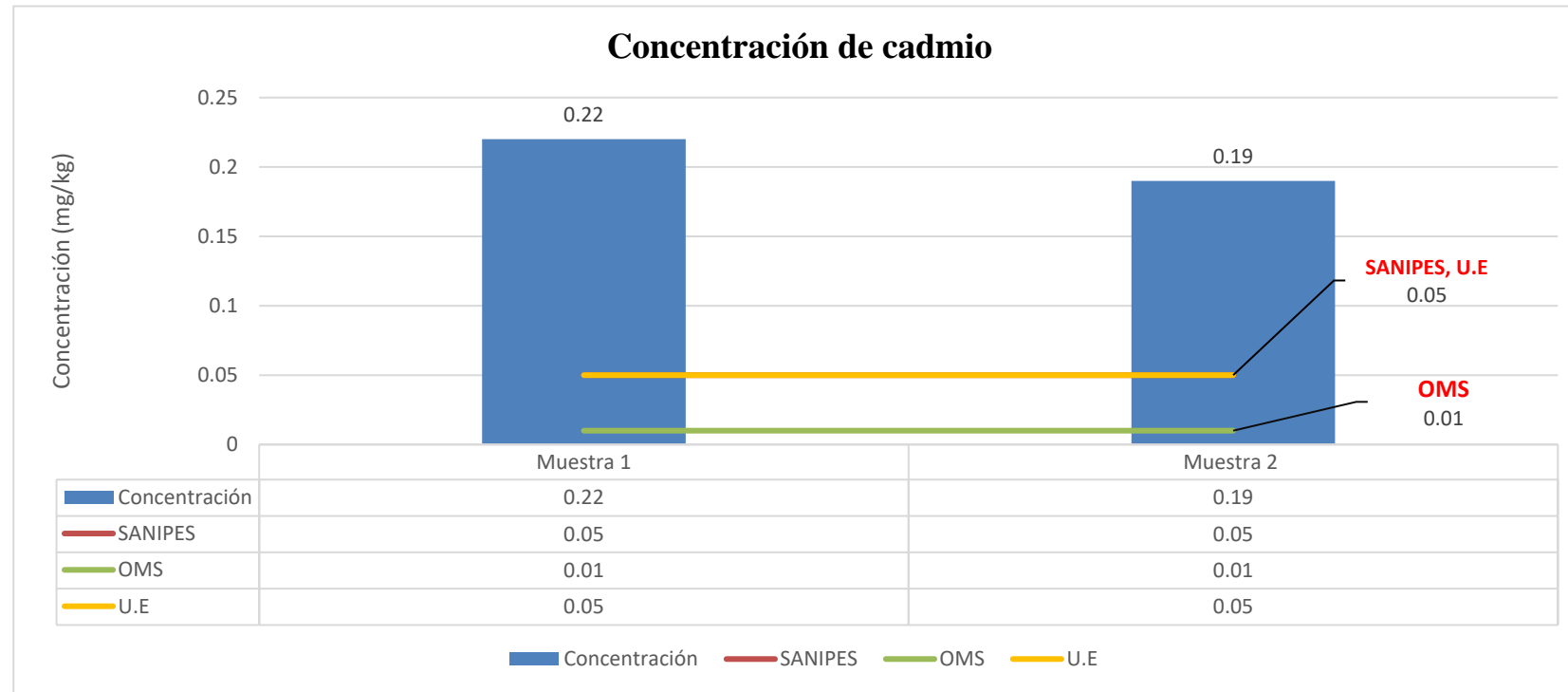


Figura 5. Concentración de Cadmio en la especie Carachama

Interpretación: El estudio realizado por Panduro y Bartolomé muestran que las concentraciones de cadmio superan el contenido máximo en sus concentraciones. El mayor resultado fue en la muestra 1 con 0.22 mg/kg superando al valor establecido 0.05 mg/kg establecido por SANIPES y la U. E además superando también el valor de 0.01 mg/kg establecido por la OMS.

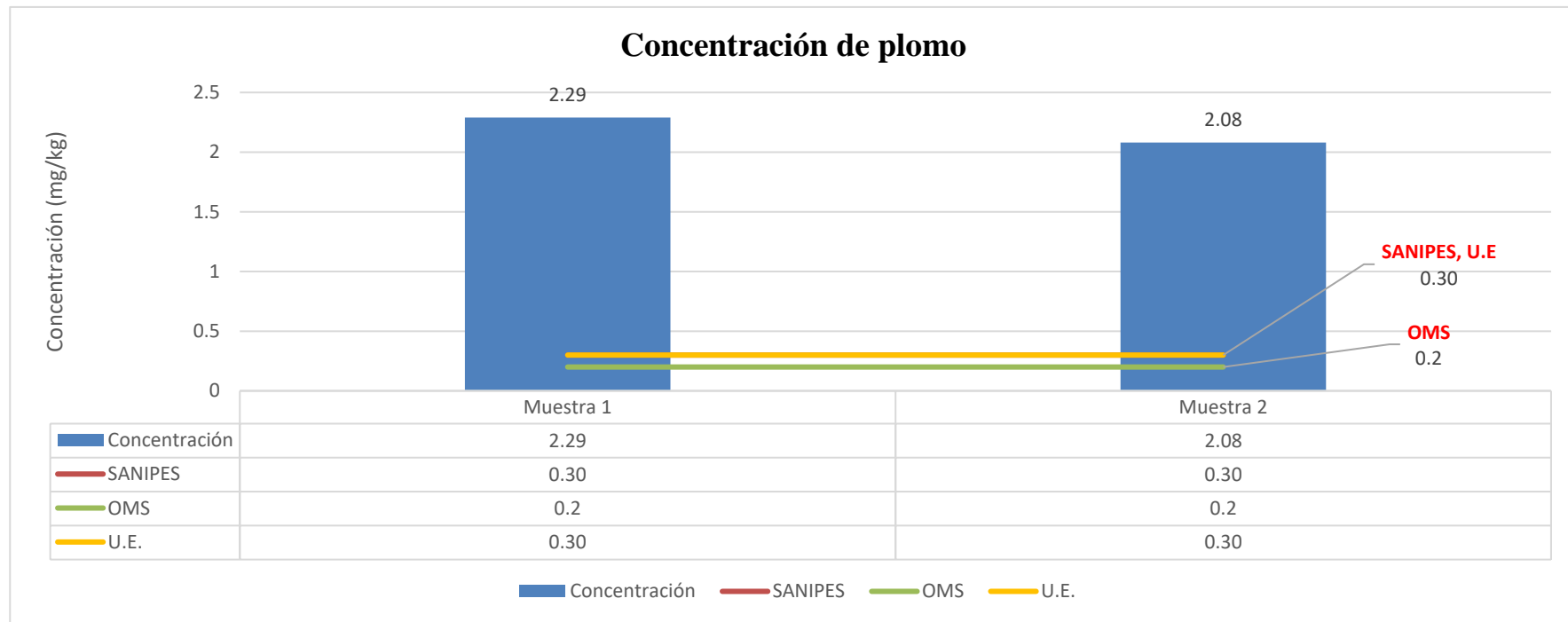


Figura 6. *Concentración de plomo en la especie Carachama*

Interpretación: El estudio realizado por Panduro y Bartolomé muestran que las concentraciones plomo superan el contenido máximo en sus concentraciones. El mayor resultado fue en la muestra 1 con 2.29 mg/kg superando al valor establecido 0.30 mg/kg establecido por SANIPES y la U. E. Además, superando también el valor de 0.20 mg/kg establecido por la OMS.

Tabla 6.

Estudio 3 realizado para determinación de mercurio, plomo, cadmio y arsénico.

Estudio	Autor	Descripción
<p>Tesis para optar el grado de maestro en sanidad acuícola: “Calidad de agua, Bioacumulación de metales pesados y niveles de estrés en la trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) en Challhuahuacho, Apurímac”</p>	<p>(Zevallos De la Torre, 2018)</p>	<p>El objetivo de estudio fue analizar la calidad del agua del río Challhuahuancho, concentraciones de metales pesados en el músculo de la trucha y la relación con nivel de estrés para ello analizó en 4 puntos los parámetros pH, temperatura, oxígeno disuelto, metales pesados como mercurio, plomo, cadmio y arsénico, además se tomaron muestras del músculo de 37 truchas y muestras de sangre para la determinación de concentración de cortisol plasmático.</p>

Del estudio 3 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7.

Resultados de concentraciones de metales pesados en trucha arcoíris

Metal pesado	Concentración (mg/kg)	CMP*		
		SANIPES (mg/kg)	OMS (mg/kg)	U. E (mg/kg)
Mercurio (Hg)	0.02	0.50	0.50	0.50
Plomo (Pb)	0.04	0.30	0.20	0.30
Cadmio (Cd)	0.02	0.05	0.01	0.05
Arsénico	0.02	0.50	0.50	0.50

Fuente: (Zevallos De la Torre, 2018)

SANIPES*: Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

OMS*: Organización Mundial de la Salud

U.E*: Unión Europea

CMP*: Contenido Máximo Permitido de metales pesados

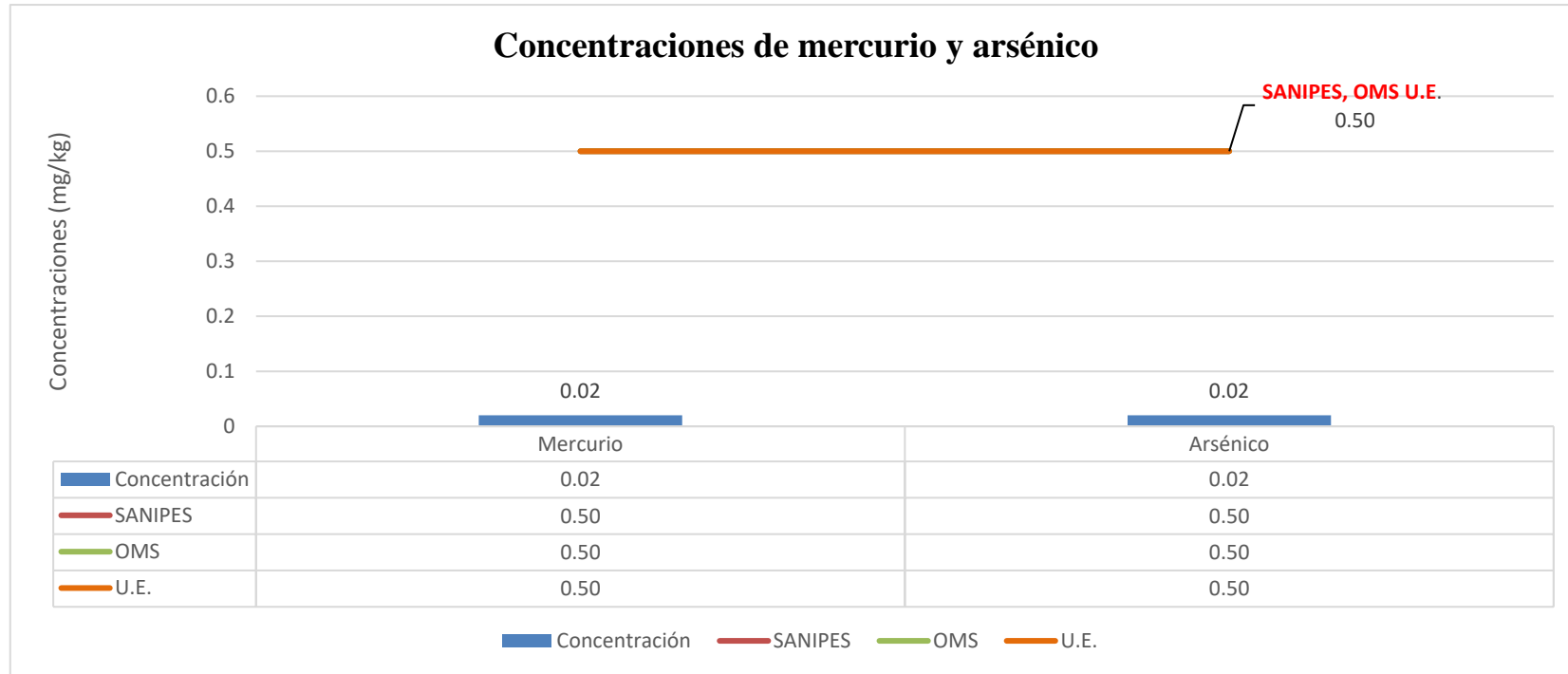


Figura 7. *Concentración de mercurio y arsénico en la especie trucha arcoiris*

Interpretación: En la Figura 7 se muestra las concentraciones de mercurio con 0.02 mg/kg por debajo del contenido máximo, a si mismo la concentración de arsénico con 0.02 mg/kg por debajo del contenido máximo de 0.50 mg/kg, valor establecido por SANIPES, OMS y por la U.E.

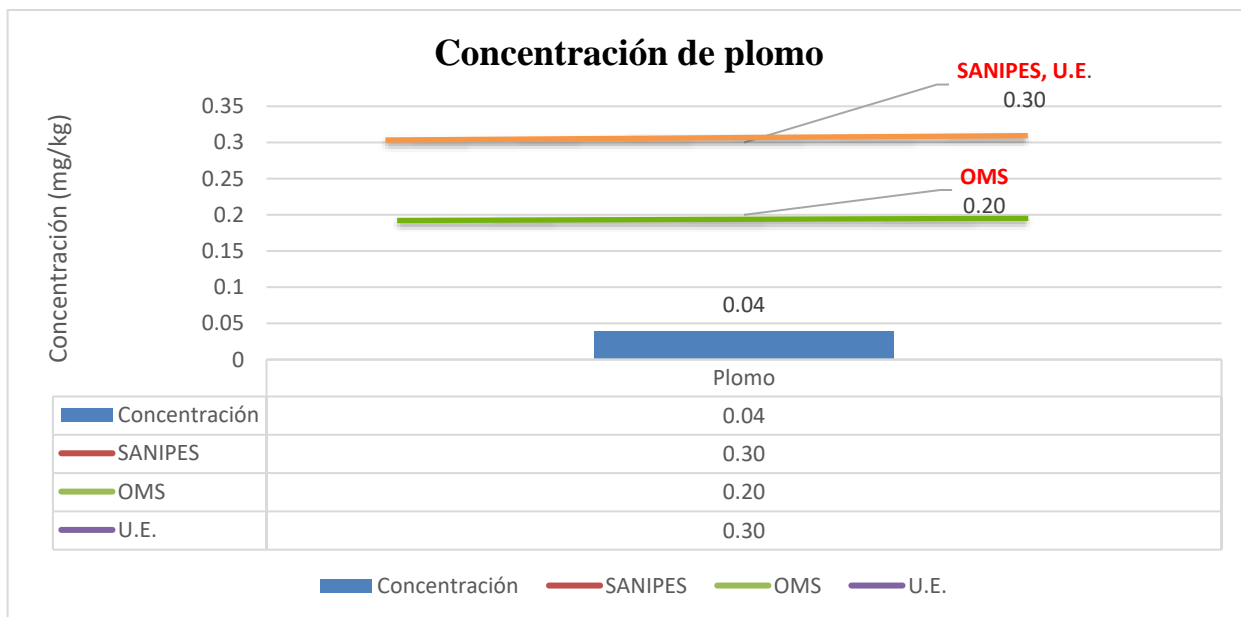


Figura 8. Concentración de plomo en la trucha arcoiris

Interpretación: En la Figura 8 se puede observar que la concentración de plomo en el tejido del pescado tiene un valor de 0.04 mg/kg muy por debajo de los contenidos máximos permisibles establecido por SANIPES y la U.E. de 0.30 mg/kg y 0.20 mg/kg valor de OMS.

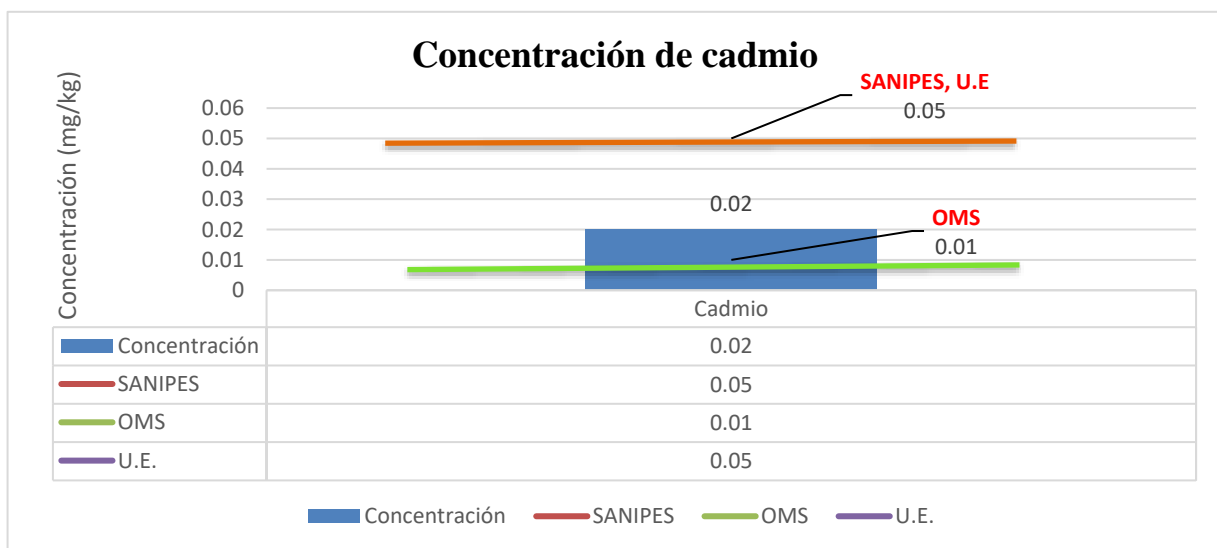


Figura 9. Concentración de cadmio en la trucha arcoiris

Interpretación: En la Figura 9 se puede observar que la concentración de plomo tiene un valor de 0.02 mg/kg muy por debajo de los contenidos máximos permisibles establecido por SANIPES y la U.E. de 0.05 mg/kg, pero sobrepasando el valor de 0.01 mg/kg por la OMS.

Tabla 8.

Estudio 4 determinación de mercurio, plomo y arsénico en dos especies de peces

Estudio	Autor	Descripción
Tesis para optar el grado de Veterinario: “Análisis cuantitativo de metales pesados en pescados para exportación a la unión europea”	(Barraza y Recavarren, 2018)	El objetivo de estudio fue cuantificar el contenido de mercurio, plomo y arsénico en dos especies: Merluza austral (<i>Merluccius australis</i>) y Pescadilla (<i>Cynoscion striatus</i>) y que reacciones en la salud humana. En sus resultados indicaron estar por debajo del contenido máximo permitido.

Tabla 9.

Concentración de mercurio, plomo y arsénico en dos especies de peces

Metal pesado	Concentración (mg/kg)	CMP* (mg/kg) SANIPES	CMP* (mg/kg) OMS	CMP* (mg/kg) U. E
Mercurio (Hg)	Merluza: 0.02 Pescadilla: 0.02	0.50	0.50	0.50
Plomo (Pb)	Merluza: 0.01 Pescadilla: 0.02	0.30	0.20	0.30
Cadmio (Cd)	Merluza: 0.03 Pescadilla: 0.04	0.05	0.01	0.05
Arsénico (As)	Merluza: 0.02 Pescadilla: 0.02	0.50	0.50	0.50

Fuente: (Barraza y Recavarren, 2018)

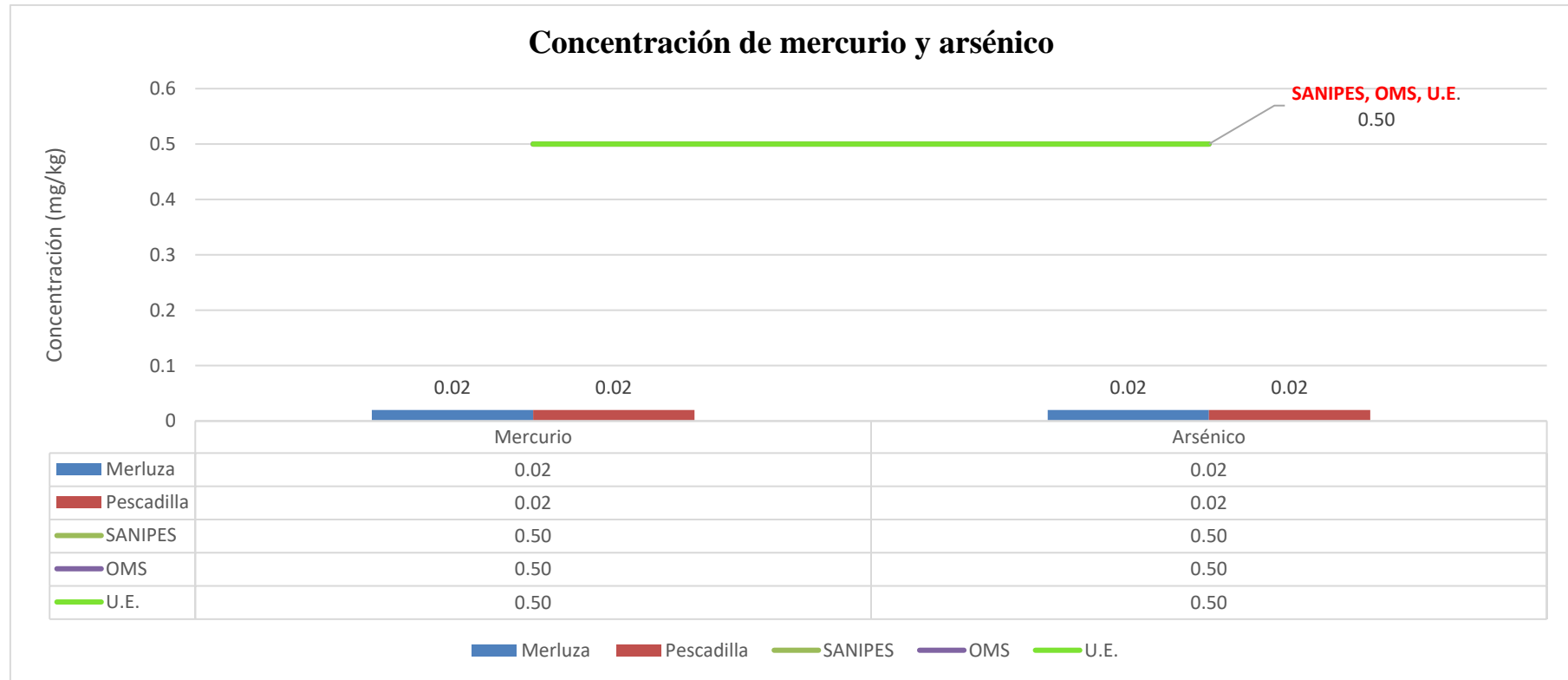


Figura 10. *Concentración de mercurio y arsénico en dos especies de peces*

Interpretación: En la Figura 10 se muestra que la concentración de mercurio y arsénico en las especies Merluza y Pescadilla tienen un mismo valor de 0.02 mg/kg y están por debajo del contenido máximo de 0.50 mg/kg, valor establecido por SANIPES, OMS y por la U.E.

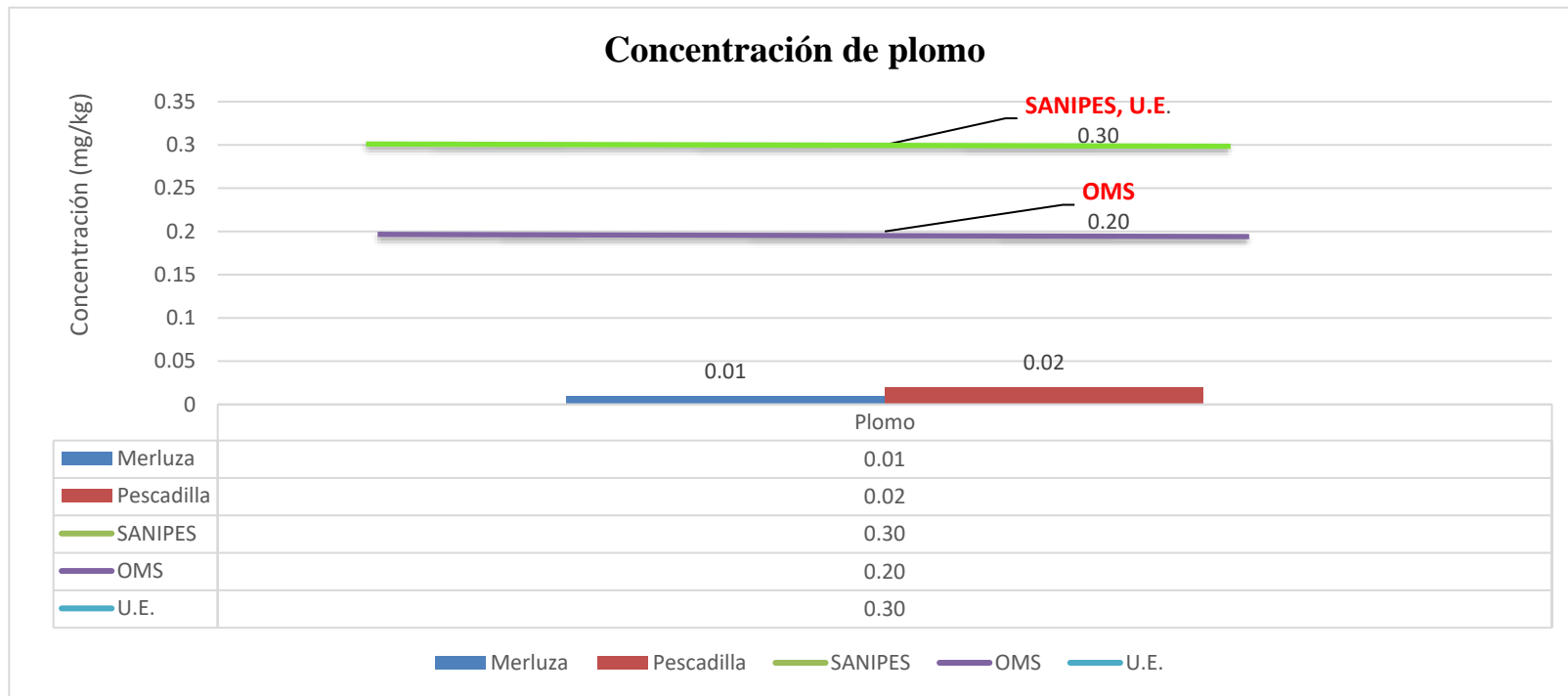


Figura 11. *Concentración de plomo en dos especies de peces*

Interpretación: En la Figura 11 se muestra que la concentración de plomo en la especie Merluza es de 0.01 mg/kg y 0.02 mg/kg en Pescadilla, ambos valores están por debajo de 0.30 mg/kg según SANIPES, U.E. y de 0.20 mg/kg según OMS.

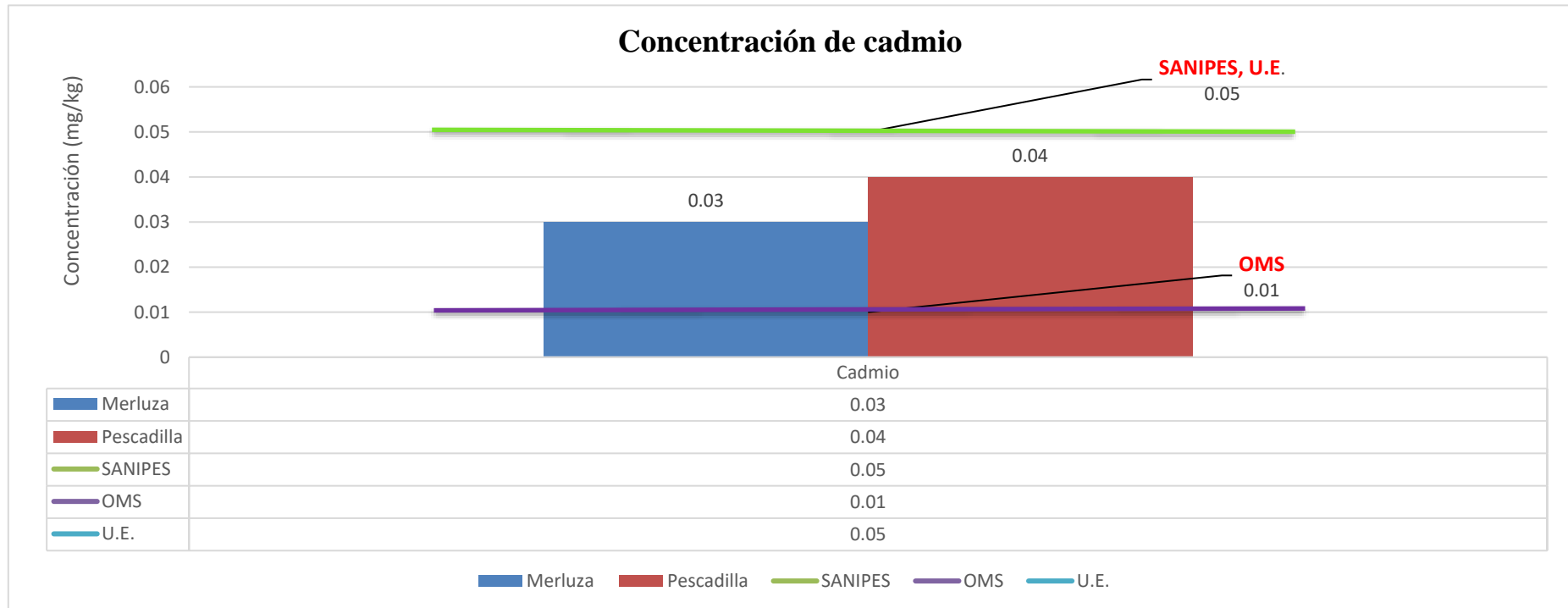


Figura 12. *Concentración de cadmio en dos especies de peces*

Interpretación: En la Figura 12 se muestra que la concentración de cadmio en la especie Merluza fue de 0.03 mg/kg y en la especie Pescadilla 0.04, ambos valores por debajo del valor de 0.05 mg/kg, valor según SANIPES y U.E., pero sobrepasando los valores de 0.01 mg/kg según la OMS.

Tabla 10.

Estudio 5 análisis de concentraciones de mercurio en tres especies de peces

Estudio	Autor	Descripción
Tesis para optar el título de Ingeniería Ambiental: “Análisis de las concentraciones de mercurio en peces importados en la ciudad de barranquilla y efectos en la salud”	(Altahona y Movilla , 2016)	El objetivo de estudio fue analizar las concentraciones de mercurio en tres especies: Bocachico argentino (<i>Prochilodus lineatus</i>), la Basa (<i>Pangasius hypophthalmus</i>) y Bocachico venezolano (<i>Prochilodus reticulatus</i>), teniendo en los contenidos máximos permitidos por SANIPES, OMS y la Unión Europea.

Del estudio 5 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 11.

Concentraciones de mercurio en tres especies de peces

Nombre común	Nombre científico	Concentración (mg/kg)	CMP* (mg/kg) SANIPES	CMP* (mg/kg) OMS	CMP* (mg/kg) U. E
Bocachico argentino	<i>(Prochilodus lineatus)</i>	0.04	0.50	0.50	0.50
La Basa	<i>(Pangasius hypophthalmus)</i>	0.01	0.50	0.50	0.50
Bocachico venezolano	<i>(Prochilodus reticulatus)</i>	0.07	0.50	0.50	0.50

Fuente: (Altahona y Movilla, 2016)

SANIPES*: Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

OMS*: Organización Mundial de la Salud

U.E*: Unión Europea

CMP*: Contenido Máximo Permitido de metales pesados

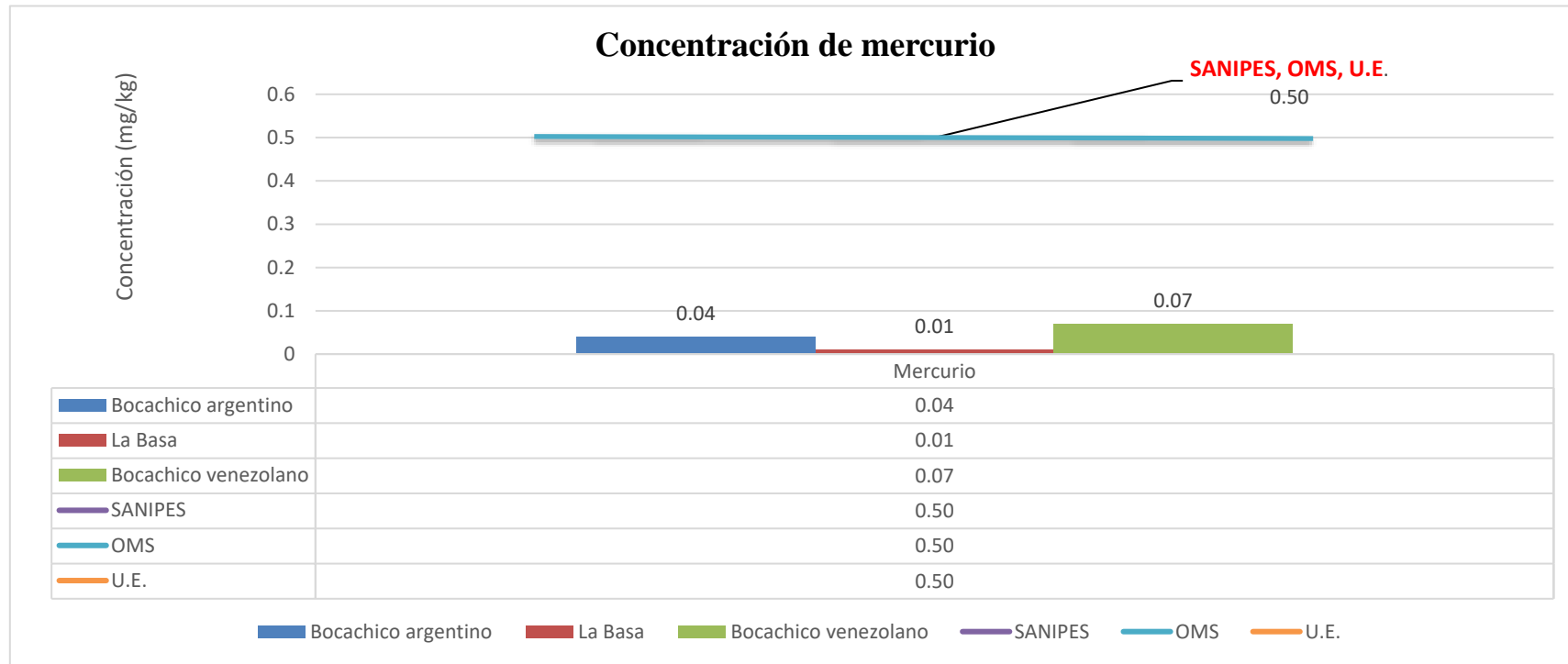


Figura 13. Concentración de mercurio en tres especies

Interpretación: En la Figura 13 el estudio realizado por Altahona y Movilla muestra que las concentraciones de mercurio en las tres especies: Bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*), la Basa (*Pangasius hypophthalmus*) y Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*) no sobrepasan el límite máximo establecido por SANIPES, OMS, U. E, 0.50 mg/kg.

Tabla 12.

Comparación de concentraciones de mercurio en peces con otras referencias

Metal pesado	Referencia	Especie	Unidad	Estudio	CMP* SANIPES	CMP* U. E	CMP* OMS
Mercurio (Hg)	(Zevallos de la Torre, 2018)	trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	(mg/kg)	0.02	0.50	0.50	0.50
		Bonito (<i>Sarda chiliensis</i>)	(mg/kg)	0.04	0.50	0.50	0.50
	(Llerena y Mendiola, 2019)	Jurel (<i>Trachurus murphyi</i>)	(mg/kg)	0.03	0.50	0.50	0.50
		Pejerrey (<i>Odontesthes regia regia</i>)	(mg/kg)	0.01	0.50	0.50	0.50
		Bocachico argentino (<i>Prochilodus lineatus</i>)	(mg/kg)	0.04	0.50	0.50	0.50
	(Altahona y Movilla, 2016)	la Basa (<i>Pangasius hypophthalmus</i>)	(mg/kg)	0.01	0.50	0.50	0.50
		Bocachico venezolano (<i>Prochilodus reticulatus</i>)	(mg/kg)	0.07	0.50	0.50	0.50
	(Barraza y Recavarren, 2018)	Merluza austral (<i>Merluccius australis</i>)	(mg/kg)	0.02	0.50	0.50	0.50
		Pescadilla (<i>Cynoscion striatus</i>)	(mg/kg)	0.02	0.50	0.50	0.50

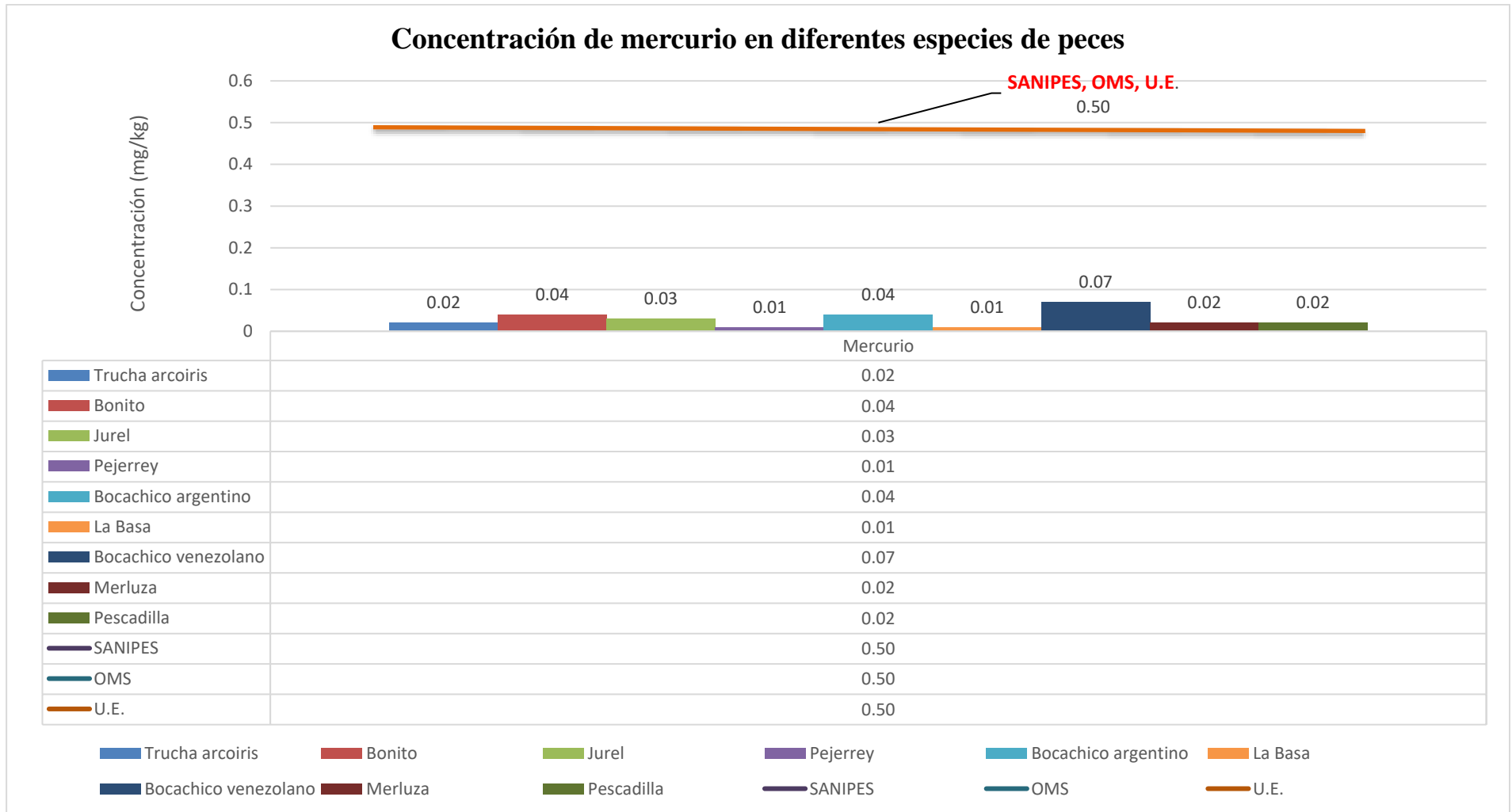


Figura 14. Comparación de concentración de mercurio en diferentes especies de peces

Interpretación: En la Figura 14 se muestra que la concentración de mercurio (Hg) en la especie trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) tiene un valor de 0.02 mg/kg, en la especie Bonito (*Sarda chiliensis*) tiene un valor de 0.04 mg/kg, en la especie de jurel (*Trachurus murphyi*) 0.03 mg/kg, en la especie de Pejerrey (*Odontesthes regia regia*) 0.01 mg/kg, en la especie Bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*) 0.04 mg/kg, La Basa (*Pangasius hypophthalmus*) 0.01 mg/kg, el Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*) con 0.07 mg/kg, la merluza austral (*Merluccius australis*) con 0.02 mg/kg y la especie Pescadilla (*Cynoscion striatus*) con 0.02 mg/kg, todas las concentraciones obtenidas no sobrepasan al contenido máximo establecido por SANIPES, OMS y la Unión Europea, cuyo valor para mercurio es 0.50 mg/kg, pero la mayor concentración de mercurio de todas las especies fue de la especie Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*) del estudio de (Altahona y Movilla , 2016).

Tabla 13.

Comparación de concentraciones de plomo en peces con otras referencias

Metal pesado	Referencia	Especie	Unidad	Valor de estudio	CMP* SANIPES	CMP* U. E	CMP* OMS
Plomo (Pb)	(Barraza y Recavarren, 2018)	Merluza austral (<i>Merluccius australis</i>)	(mg/kg)	0.01	0.30	0.30	0.20
		Pescadilla <i>Cynoscion striatus</i>)	(mg/kg)	0.02	0.30	0.30	0.20
	(Panduro y Bartolomé, 2019)	Carachama (<i>Hypostomus oculeus</i>)	(mg/kg)	2.18	0.30	0.30	0.20

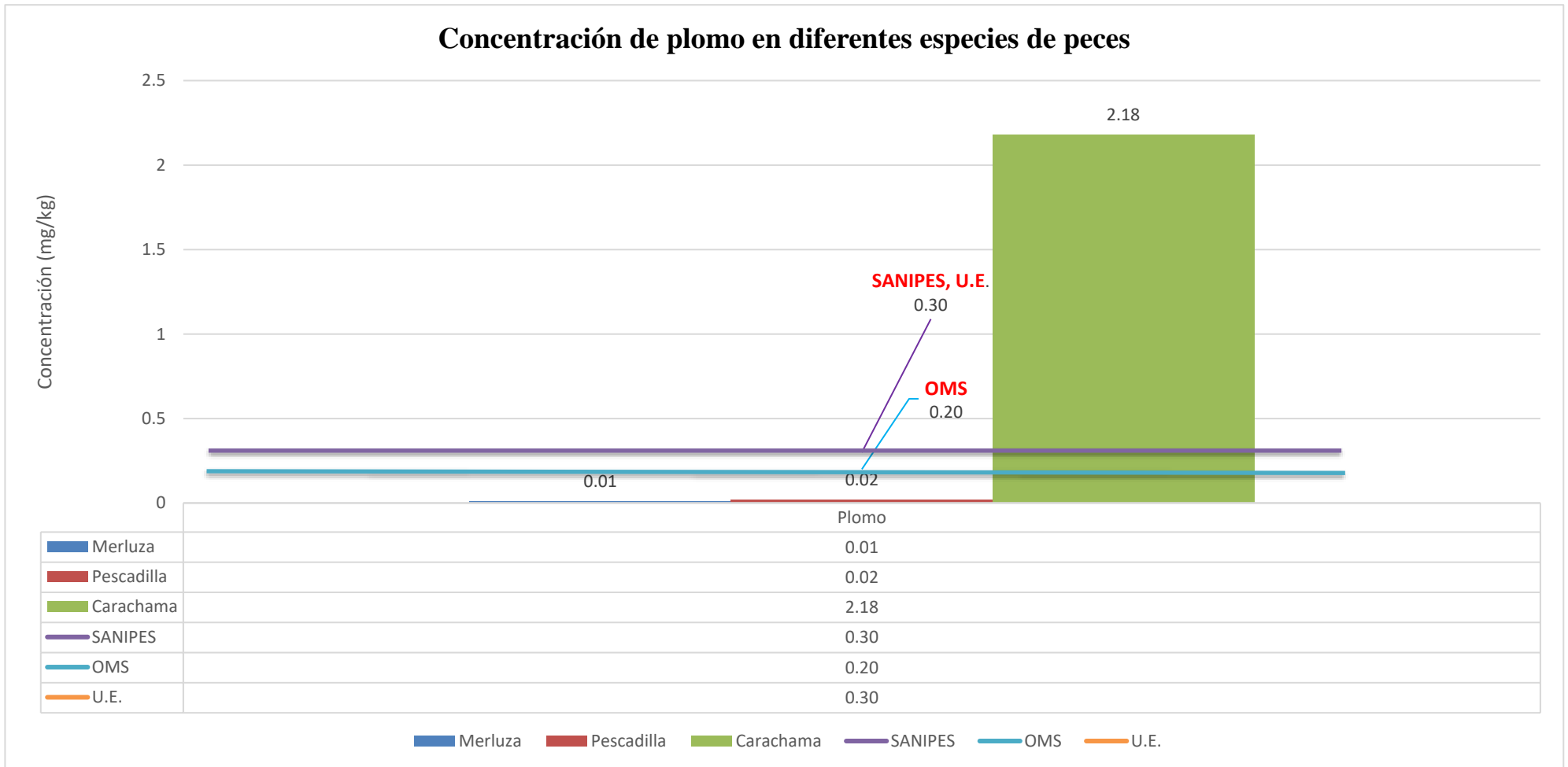


Figura 15. Comparación de concentración de plomo en diferentes especies

En la Figura 15 se muestra que el plomo (Pb) en la especie Merluza austral tiene un valor de 0.01 mg/kg, concentración por debajo de 0.30 mg/kg establecido por SANIPES y la Unión Europea; y por debajo de 0.20 mg/kg valor establecido por la OMS. En la especie Pescadilla tiene un valor de 0.02 mg/kg, concentración por debajo de 0.30 mg/kg establecido por SANIPES y la Unión Europea; y por debajo de 0.20 mg/kg valor establecido por la OMS. En la especie Carachama se encuentra una concentración de plomo de 2.18 mg/kg sobrepasando los valores establecido por SANIPES, OMS y la Unión Europea, esto debido a que la toma de muestra se encuentra cerca donde se practica minería aurífera artesanal.

Tabla 14.

Comparación de concentraciones de cadmio en peces con otras referencias

Metal pesado	Referencia	Especie	Unidad	Valor de estudio	CMP* SANIPES	CMP* U. E	CMP* OMS
Cadmio (Cd)	(Barraza y Recavarren, 2018)	Merluza austral (<i>Merluccius australis</i>)	(mg/kg)	0.03	0.05	0.05	0.01
		Pescadilla (<i>Cynoscion striatus</i>)	(mg/kg)	0.04	0.05	0.05	0.01
	(Panduro y Bartolomé, 2019)	Carachama (<i>Hypostomus oculus</i>)	(mg/kg)	0.12	0.05	0.05	0.01

CMP*: Contenido Maximo Permitido de metales pesados

SANIPES*: Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

OMS*: Organización Mundial de la Salud

U. E*: Unión Europea

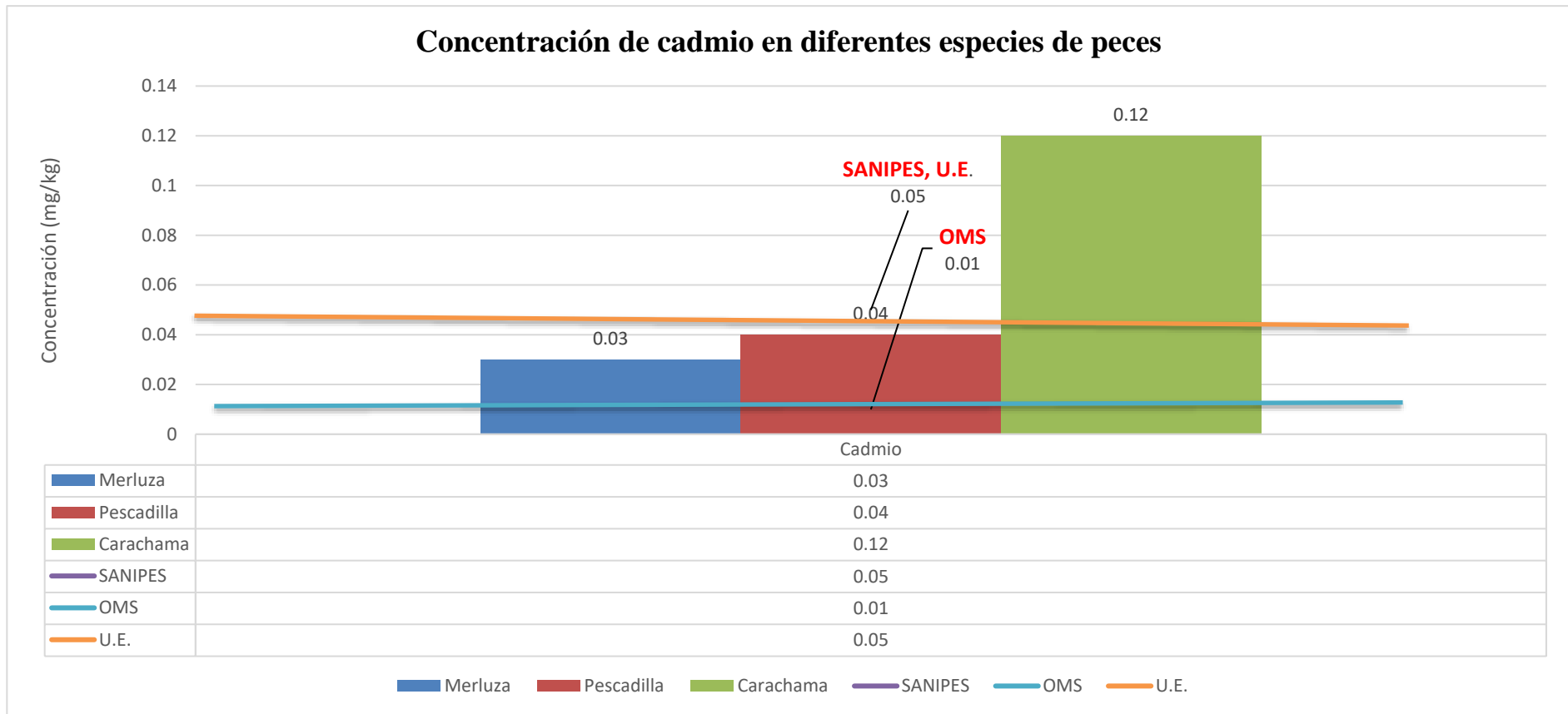


Figura 16. Comparación de concentración de cadmio de diferentes especies de peces

Interpretación: En la Figura 16 se muestra que la especie Carachama sobrepasa los contenidos máximos, se obtuvo el valor de 0.12 mg/kg, por encima de lo establecido de 0.05 mg/kg de SANIPES, Unión Europea, y 0.01 mg/kg valor por la OMS, las especies Merluza y Pescadilla fueron valores menores.

Tabla 15.

Comparación de concentraciones de arsénico en peces con otras referencias

Metal pesado	Referencia	Especie	Unidad	Valor de estudio	CMP* SANIPES	CMP* U. E	CMP* OMS
Arsénico (As)	(Barraza y Recavarren, 2018)	Merluza austral (<i>Merluccius australis</i>)	(mg/kg)	0.02	0.50	0.50	0.50
		Pescadilla (<i>Cynoscion striatus</i>)	(mg/kg)	0.02	0.50	0.50	0.50
	(Zevallos de la Torre, 2018)	trucha arcoíris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	(mg/kg)	0.02	0.50	0.50	0.50

CMP*: Contenido Maximo Permitido de metales pesados

SANIPES*: Organismo Nacional de Sanidad Pesquera

OMS*: Organización Mundial de la Salud

U. E*: Unión Europea

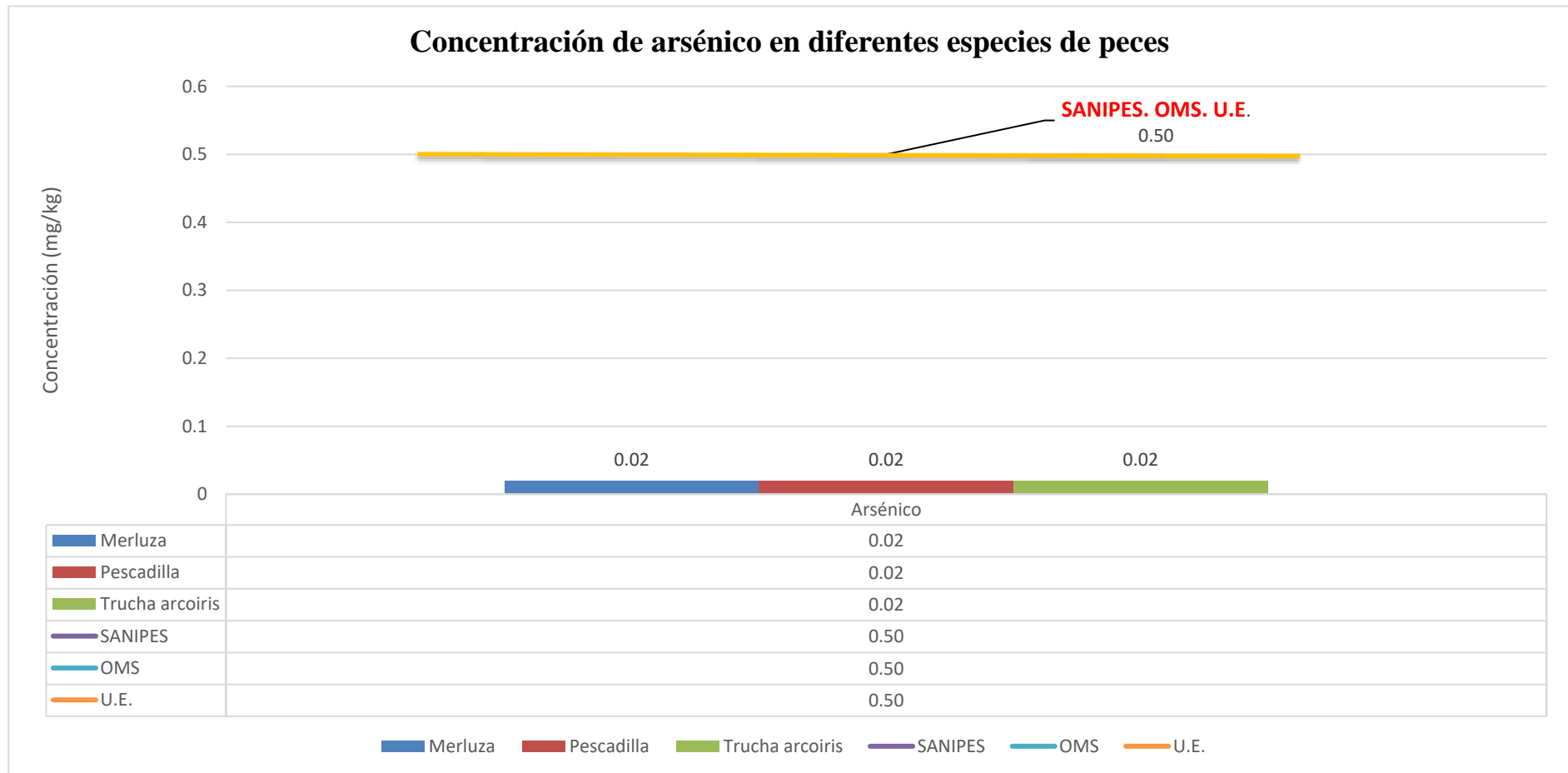


Figura 17. Comparación de concentración de arsénico en diferentes especies

Interpretación: En la Figura 17 se muestra la concentración de arsénico (As) de 0.02 mg/kg en las tres especies Merluza austral (*Merluccius australis*), Pescadilla (*Cynoscion striatus*) y en la Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) no superan los contenidos máximos permisibles de 0.50 mg/kg, valor establecido por SANIPES la OMS y la Unión Europea.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

De los cinco casos estudiados, solo el caso dos de los autores Panduro y Bartolomé las concentraciones sobrepasan los límites de las normativas debido a la ubicación en el río Huallaga, Tingo María, zona de contaminación bajo dichos metales. Entre los demás ejemplares de especies la diferencia de valores, puede deberse por tener diferencia de tamaño, edad o porque estuviese mejor alimentado. Además, todas las especies de peces analizadas son de agua dulce y no existe sistema de gestión de alimentación, como piscigranjas por lo que no existen factores que intervengan.

En las fases de cadena productiva de productos pesqueros existe la participación de diferentes normativas, por lo que se debe realizar ciertos análisis de concentraciones de metales pesados para contribuir con el fortalecimiento de la inocuidad alimentaria en protección de salud,

De acuerdo con los estudios analizados en tablas y gráficos de concentraciones de metal pesados, la mayor concentración de mercurio de todas las especies fue de la especie Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*) del estudio de Altahona y Movilla, (2016), la mayor concentración de plomo de todas las especies fue de la especie Carachama (*Hypostomus ocleus*) del estudio de (Panduro y Bartolomé, 2019).

La mayor concentración de cadmio fue de la especie Carachama (*Hypostomus ocleus*) del estudio de (Panduro y Bartolomé, 2019) y en la concentración de arsénico fue la misma en las tres especies analizadas. A demás de todos los estudios el único metal que sobrepasó los contenidos máximos fue el plomo con la especie Carachama (*Hypostomus ocleus*).

Las concentraciones de mercurio (Hg) en la especie trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) tiene un valor de 0.02 mg/kg, en la especie Bonito (*Sarda chiliensis*) tiene un valor de 0.04 mg/kg, en la especie de jurel (*Trachurus murphyi*) 0.03 mg/kg, en la especie de Pejerrey (*Odontesthes regia regia*) 0.01 mg/kg, en la especie Bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*) 0.04 mg/kg, La Basa (*Pangasius hypophthalmus*) 0.01 mg/kg, el Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*) con 0.07 mg/kg, la merluza austral (*Merluccius australis*) con 0.02 mg/kg y la especie Pescadilla (*Cynoscion striatus*) con 0.02 mg/kg, todas las concentraciones obtenidas no sobrepasan al contenido máximo establecido por SANIPES, la Unión Europea y la OMS, cuyo valor para mercurio es 0.50 mg/kg. Por otro lado, en las concentraciones de plomo (Pb) en la especie Merluza austral tiene un valor de 0.01 mg/kg, concentración por debajo de 0.30 mg/kg establecido por SANIPES y la Unión Europea; y por debajo de 0.20 mg/kg valor establecido por la OMS. En la especie Pescadilla tiene un valor de 0.02 mg/kg, concentración por debajo de 0.30 mg/kg establecido por SANIPES y la Unión Europea; y por debajo de 0.20 mg/kg valor establecido por la OMS. En la especie Carachama se encuentra una concentración de plomo de 2.18 mg/kg sobrepasando los valores establecido por SANIPES, OMS y la Unión Europea.

En la concentración de cadmio en los tres estudios realizados sobre la bioacumulación de cadmio, los autores muestran sus resultados, siendo la especie Carachama que sobrepasa los contenidos máximos, se obtuvo el valor de 0.12 mg/kg, por debajo de lo establecido de 0.05 mg/kg de SANIPES y por la Unión Europea, y 0.01 mg/kg valor por la OMS. De las tres especies quien obtuvo mayor concentración fue de la especie Carachama (*Hypostomus oculeus*) del estudio de (Panduro y

Bartolomé, 2019). Por último, en las concentraciones de arsénico fue de 0.02 mg/kg en las tres especies Merluza austral (*Merluccius australis*), Pescadilla (*Cynoscion striatus*) y en la Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) no superan los contenidos máximos permisibles de 0.50 mg/kg, valor establecido por SANIPES, U. E y la OMS.

En futuros planes de investigación, dado el análisis de los casos en diferentes especies de peces genera la necesidad de reafirmar el control de las concentraciones de metales pesados. El presente estudio tendrá un importante interés en la investigación de concentraciones en peces, ya que muchos de ellos son fuente de proteínas.

4.2. Conclusiones

- Se estudió las concentraciones de los metales pesados de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en diferentes trabajos de investigación para su posterior comparación con las normativas SANIPES, OMS y la Unión Europea que garantizan la sanidad e inocuidad en toda la cadena productiva de la actividad pesquera y acuícola, interviniendo mediante un control y brindando una certificación sanitaria eficaz.
- Los estudios encontrados fueron: “Concentración de mercurio en productos hidrobiológicos de mayor consumo en la población escolar de las instituciones educativas de Mollendo, Arequipa” estudio de (Llerena y Mendiola, 2019); “Bioacumulación de cadmio y plomo en la especie Carachama (*Hypostomus oculeus*) del río Huallaga, Tingo María” estudio de (Panduro y Bartolomé, 2019); “Calidad de agua, Bioacumulación de metales pesados y niveles de estrés en la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Challhuahuacho, Apurímac” estudio de (Zevallos de la Torre, 2018); “Análisis cuantitativo de metales pesados en pescados para exportación a la unión europea” estudio de (Barraza y Recavarren, 2018) y por último el estudio de (Altahona y Movilla, 2016) “Análisis de las concentraciones de mercurio en peces importados en la ciudad de barranquilla y efectos en la salud”.
- Se determinó las concentraciones máximas de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en las distintas especies de peces obteniendo como resultado que en el metal mercurio la máxima concentración fue 0.07 mg/kg de en la especie Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*); en el metal plomo la máxima concentración fue 2.18 mg/kg en la especie Carachama (*Hypostomus oculeus*), misma especie en el metal cadmio con 0.12 mg/kg; en la metal arsénico la mayor concentración fue 0.02 mg/kg en las tres

especies Merluza austral (*Merluccius australis*), Pescadilla (*Cynoscion striatus*) y en la Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

- Al comparar las concentraciones de mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd) y arsénico (As) en peces con las normativas de SANIPES, OMS y la Unión Europea se llega a la conclusión que, de los cinco estudios, la especie Carachama (*Hypostomus oculeus*) fueron las concentraciones que sobrepasaron con el metal plomo con un valor de 2.18 (mg/kg) a los contenidos máximos permitidos de 0.3 (mg/kg) establecido por el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), la Unión Europea (U. E) y 0.2 (mg/kg) valor establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Las otras concentraciones en las especies como trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), Bocachico argentino (*Prochilodus lineatus*), La Basa (*Pangasius hypophthalmus*), Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*), Merluza austral (*Merluccius australis*), Pescadilla (*Cynoscion striatus*) no sobrepasaron los valores establecidos, pero a pesar de ello las concentraciones se van acumulando y con el transcurso del tiempo representa un riesgo para la salud.
- Con la información de los estudios analizados se da a conocer que la mayor concentración de mercurio (Hg) fue de 0.079 (mg/kg) en la especie Bocachico venezolano (*Prochilodus reticulatus*). En el metal de plomo (Pb) la mayor concentración fue de 2.18 (mg/kg) en la especie Carachama (*Hypostomus oculeus*), igual el metal cadmio fue quién tuvo la mayor concentración siendo 0.12 (mg/kg) esto debido a que la toma de muestra se encuentra cerca donde se practica minería aurífera artesanal. Finalmente, en el metal de arsénico las tres muestras coincidieron con 0.02 (mg/kg) en las tres especies Merluza austral (*Merluccius australis*), Pescadilla (*Cynoscion striatus*) y trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

REFERENCIAS

- Alminagorta, E. (2018). *Evaluación de bioacumulación de metales pesados en el pez bagre (Rhamdia quelen) en el río Urubamba del centro poblado de uritúyoc en el distrito de Marcas* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Urubamba]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2436>
- Altahona, E., & Movilla, K. (2016). *Análisis de las concentraciones de mercurio en peces importados en la ciudad de barranquilla y efectos en la salud* [Tesis Doctoral, Universidad de la costa, Barranquilla, Atlantico]. Repositorio Institucional, Colombia.
- Álvarez, R., & Amancio, F. (2014). *Bioacumulación de metales pesados en peces y análisis de agua del río Santa de la laguna Chinancocha-Llanganuco periodo 2012-2013* [Tesis de Fin de Grado, Universidad Santiago Antunez de Mayolo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://bit.ly/2TOTyhx>
- Barraza, M., & Recavarren, M. (2018). *Análisis cuantitativo de metales pesados en pescados para exportación a la unión europea* [Tesis de licenciatura, Universidad de Tandil. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1759>
- Chanamé, F. (2009). *Bioacumulación de metales pesados procedentes de la contaminación minera y metalurgica en tejidos de Oncorhynchus mykiss "trucha arcoiris" de los centros de producción de la provincia de Yauli-Junin* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional.

- Chung. (2011). Artículo especial la minería aurífera en el Perú y la contaminación del ambiente. *18*(2), 37. Obtenido de <http://mddconsortium.org/wp-content/uploads/2014/11/Chung-Tong-2010-La-Mineria-aurifera-en-el-Peru-y-contaminacion-del-ambiente>
- Codex Stand. (1995). *Norma general del codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos*. Obtenido de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf
- Fernández, A. (diciembre de 2012). El agua: un recurso esencial. *Redalyc*, *11*(3), 140-170. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>
- Gavilanez, L. (2016). *Estudio de la concentración del plomo en el agua del río Tumbes periodo 2012-2015 como causa de la minería aurífera y su relación con la salud de los pobladores del caserío de rica playa- Tumbes.2016* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Tumbes]. Repositorio Institucional.
- Huancaré, K. (2014). *Identificación hispatológica de lesiones inducidas po bioacumulación de metales pesados en branquias, hígado y músculo de la Trucha Arcoiris de cultivo en la etapa comercial de la laguna mamacocha*, [Tesis de Fin de Grado, Universidad Nacional San Marcos. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/978380?origin=crossref>
- Llerena , T., & Mendiola, S. (2019). *Concentración de mercurio en productos hidrobiológicos de mayor consumo en la población escolar de las instituciones educativas de Mollendo, Arequipa* [Tesis fin de grado, Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa. Repositorio Institucional.

- Lozada, E., Gordillo, A., Pulido, G., & Prieto, F. (2015). *Determinación de metales pesados en Cyprinus carpio en la laguna de metztitlán, Hidalgo* [Tesis de Fin de Grado, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Repositorio Institucional.
- Mancini, M. (2002). *Introducción a la Producción Animal y Producción Animal I*. FAV UNRC.
- Manual de indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación. (2020). *El Peruano*. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/actualizan-modelo-de-e-resolución-no-059-2020-sanipespe-1878238-1/>
- Martín, G. (2015). *Contaminación de alimentos marinos por cadmio en Lima* [Tesis de Fin de Grado, Universidad Nacional]. Repositorio Institucional, Lima. Obtenido de <https://doi.org/10.18259/acs.2015038>
- MINAM. (2017). *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua*.
- OMS. Organización Mundial de la Salud. *Intoxicación por plomo y Salud, Nota descriptiva*.
- Ortega, M. (2014). Niveles de plomo y mercurio en muestras de carne de pescado importado y local. *Revista Pediatría EU*.
- Owolabi, D., & Awodele, O. (2019). *Heavy metal bioaccumulation in the kidneys of scaly and non scaly fishes from Epe Lagoon* [Tesis de Fin de Grado. Universidad of Nigeria]. Repositorio Institucional.
- Panduro, J., & Bartolomé, C. (2019). *Bioacumulación de cadmio y plomo en la especie Carachama (Hypostomus oculeus) del río Huallaga, Tingo María* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional, Tingo María.

Patiño, M. (2018). *Determinación de cadmio y plomo en las partes anatómicas de la trucha (Oncorhynchus mykiss) del río de chahuanca* [Tesis de Fin de Grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas, Apurímac. Repositorio Institucional.

R.M. N° 525-2005/MINSA.

Ramírez, A., & Rodríguez, H. (2017). *Determinación de mercurio en pescado fresco que se comercializa en el área metropolitana de Monterrey*. México. Obtenido de <https://docplayer.es/168971178-Universidad-nacional-de-san-agustin-de-arequipa-facultad-de-ciencias-biologicas-escuela-profesional-de-ciencias-de-la-nutricion.html>

Reyes, Y., & Vergara, I. (2016). *Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Colombia. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://doi.org/10.19053/1900771X.v16.n2.2016.5447>

Ruiz Azcona, M. (2017). Bioacumulación de distintas especies de selenio y sus efectos en organismos marinos. *Dialnet*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10272/15083>

SANIPES. (2016). *Contenidos Máximos Permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo*.

Senasa. (2017). *Ficha de ejecución políticas nacionales*.

Tostado, M. (2014). Neurotoxicidad de los metales pesados: Plomo, Mercurio y Aluminio. *Ebsco*.

Unión Europea. (2003). *Contenidos Máximos en metales pesados en productos alimenticios*. [Revista Legislación de la Unión Europea]. Obtenido de <http://www.mcx.es/plaguicidas/espanol.asp>

Yarasca, J. L. (2015). *Modelo sistémico para evaluar la recuperación de suelos contaminados por plomo en el distrito de concepción* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional.

Zevallos De la Torre, S. (2018). *Calidad de agua, Bioacumulación de metales pesados y niveles de estrés en la trucha arcoiris en Challhuahuacho, Apurímac* [Tesis de Maestro, Universidad Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional. Obtenido de http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3645/Calidad_ZevallosDeLaTorre_Samanta.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

ANEXO N° 1:

Resultados del Laboratorio BHIOS, la concentración de mercurio en la especie Pejerrey_1



BHIOS
LABORATORIOS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3257- 2018
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE	: SUSAN MENDIOLA RAMOS
DIRECCIÓN	:
PRODUCTO DECLARADO	: PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Pescados pequeños plateados.
CODIFICACIÓN / MARCA	: Pejerrey - 1
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Fecha de muestreo: 01/08/2018 Hora: 09:00 hrs.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 200 g aprox.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En bolsa de plástico transparente. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 1289-2018
FECHA DE RECEPCIÓN	: 01/08/2018

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.

servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 2:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Pejerrey_1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3257- 2018

PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO	
			UNIDADES
FQ	Elemento Hg	Pejerrey - 1 N.D. (0.010)	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Elemento Hg : El resultado se encuentra por debajo del límite de detección del Método. Se reportó el valor referencial a solicitud del cliente

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento Hg : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frío. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 01/08/2018 al 04/08/2018

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 07/08/2018



[Handwritten Signature]
Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 3:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Pejerrey_2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3258- 2018
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : SUSAN MENDIOLA RAMOS

DIRECCIÓN :

PRODUCTO DECLARADO : PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Pescados pequeños plateados.

CODIFICACIÓN / MARCA : Pejerrey - 2

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Fecha de muestreo: 01/08/2018 Hora: 09:00 hrs.

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 190 g aprox.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de plástico transparente. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1289-2018

FECHA DE RECEPCIÓN : 01/08/2018

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.

LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 4:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Pejerrey_2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3258-2018
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO	UNIDADES
FQ	Elemento Hg	Pejerrey - 2 N.D. (0.014)	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Elemento Hg : El resultado se encuentra por debajo del límite de detección del Método. Se reportó el valor referencial a solicitud del cliente.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento Hg : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 01/08/2018 al 04/08/2018

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 07/08/2018



Bigo, Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 5:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Bonito_1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3251 - 2018
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : SUSAN MENDIOLA RAMOS

DIRECCIÓN :

PRODUCTO DECLARADO : PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Pescado.

CODIFICACIÓN / MARCA : Bonito - 1

DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Fecha de muestreo: 01/08/2018 Hora: 09:00 hrs.

TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1420 g aprox.

PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de plástico transparente. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)

CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)

FECHA PRODUCCIÓN : No especificada

FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada

CONTRATO N° : 1289-2018

FECHA DE RECEPCIÓN : 01/08/2018

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 6:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Bonito_1



INFORME DE ENSAYOS N° 3251 - 2018
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO	
			UNIDADES
FQ	Elemento Hg	Bonito - 1 N.D. (0.047)	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

OBSERVACIONES :

* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Elemento Hg : El resultado se encuentra por debajo del límite de detección del Método. Se reporto el valor referencial a solicitud del cliente.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento Hg : BHIOS-FQ-008, Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 01/08/2018 al 04/08/2018

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/08/2018


Bigo, Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 7:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Bonito_2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3252- 2018
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : SUSAN MENDIOLA RAMOS
DIRECCIÓN :
PRODUCTO DECLARADO : PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Pescado.
CODIFICACIÓN / MARCA : Bonito - 2
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Fecha de muestreo: 018/08/2018 Hora: 09:00 hrs.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 1310 g aprox.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de plástico transparente. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1289-2018
FECHA DE RECEPCIÓN : 01/08/2018

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 8:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Bonito_2



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055**



INFORME DE ENSAYOS N° 3252- 2018
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO	UNIDADES
FQ	Elemento Hg	Bonito - 2 N.D. (0.035)	mg/Kg

ABREVIATURAS:
mg/Kg : Miligramos por kilogramo

OBSERVACIONES :
* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA
Elemento Hg : El resultado se encuentra por debajo del límite de detección del Método. Se reporto el valor referencial a solicitud del cliente.

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Hg : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 01/08/2018 al 04/08/2018
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 07/08/2018



Blgd. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 9:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Jurel_1

	<p>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-055</p>	
<p>INFORME DE ENSAYOS N° 3254- 2018 PÁGINA 1 DE 2</p>		
<p>SOLICITANTE</p> <p>DIRECCIÓN</p> <p>PRODUCTO DECLARADO</p> <p>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</p> <p>CODIFICACIÓN / MARCA</p> <p>DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE</p> <p>TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA</p> <p>PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN</p> <p>CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</p> <p>CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA</p> <p>FECHA PRODUCCIÓN</p> <p>FECHA DE VENCIMIENTO</p> <p>CONTRATO N°</p> <p>FECHA DE RECEPCIÓN</p> <p>CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:</p> <p>· El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.</p> <p>· En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.</p> <p>· En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.</p> <p>· Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.</p> <p>· El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra</p>	<p>: SUSAN MENDIOLA RAMOS</p> <p>:</p> <p>: PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO</p> <p>: Pescado.</p> <p>: Jurel - 1</p> <p>: Fecha de muestreo: 01/08/2018 Hora: 09:00 hrs.</p> <p>: 01 muestra de 600 g aprox.</p> <p>: En bolsa de plástico transparente. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.</p> <p>: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)</p> <p>: Ninguna (por ser muestra única)</p> <p>: No especificada</p> <p>: No especificada</p> <p>: 1289-2018</p> <p>: 01/08/2018</p>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio</p>

ANEXO N° 10:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Jurel_1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



**INFORME DE ENSAYOS N° 3254- 2018
PÁGINA 2 DE 2**

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO	UNIDADES
FQ	Elemento Hg	Jurel - 1 N.D. (0.029)	mg/Kg

ABREVIATURAS:

mg/Kg : Miligramos por kilogramo

OBSERVACIONES :

Elemento Hg : El resultado se encuentra por debajo del límite de detección del Metodo Se reporto el valor referencial a solicitud del cliente.

MÉTODOS UTILIZADOS :

Elemento Hg : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 01/08/2018 al 04/08/2018

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 07/08/2018



[Signature]
Bigd. Miguel Valdivia Martinez
Gerente Técnico

Fin del Informe

LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 11:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Jurel_2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 3255- 2018
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : SUSAN MENDIOLA RAMOS
DIRECCIÓN :
PRODUCTO DECLARADO : PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Pescado.
CODIFICACIÓN / MARCA : Jurel - 2
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : Fecha de muestreo: 01/08/2018 Hora: 09:00 hrs.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 870 g aprox.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En bolsa de plástico transparente. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.5°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1289-2018
FECHA DE RECEPCIÓN : 01/08/2018

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO N° 12:

Resultados del Laboratorio BHIOS, concentración de mercurio en la especie Jurel_2



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055**



INFORME DE ENSAYOS N° 3255- 2018
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	PRODUCTO HIDROBIOLÓGICO	UNIDADES
FQ	Elemento Hg	Jurel - 2 N.D. (0,043)	mg/Kg

ABREVIATURAS:
mg/Kg : Miligramos por kilogramo

OBSERVACIONES :
* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA
Elemento Hg : El resultado se encuentra por debajo del límite de detección del Método. Se reporto el valor referencial a solicitud del cliente.

MÉTODOS UTILIZADOS :
Elemento Hg : BHIOS-FQ-008. Determinación de Metales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, Hidruros y Vapor Frio. (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cromo, Cobre, Estaño, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Zinc). Versión 02-2011

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 01/08/2018 al 04/08/2018
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 07/08/2018



Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

ANEXO 13:

Tabla 16. *Matriz de consistencia metodológica*

MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA			
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
¿Existe una concentración de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces que supere los CMP de las normativas de SANIPES, OMS y la U. E?	Objetivo general:	Hipótesis general	Variable independiente:
	Comparar las concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces con las normativas de SANIPES, OMS y la U. E.	Las concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en el tejido de los peces superan el contenido máximo permisible establecido por el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unión Europea (U. E).	Normativas SANIPES OMS U.E
	Objetivos específicos		Indicadores
	– Buscar estudios de concentraciones de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces.		Límite máximo permisible (ppm) (mg/ kg)
	– Determinar el contenido máximo de concentración de mercurio, plomo, cadmio y arsénico en peces por las normativas de SANIPES, OMS y la U. E en los estudios seleccionados.		Variable dependiente: Concentraciones de metales pesados
			Indicadores análisis

ANEXO N°14:

Tabla 17.

Recolección de estudios según buscadores

AUTOR	FUENTE	DISEÑO METODOLÓGICO	PAÍS	AÑO	BREVE RESUMEN
(Owalabi y Awodele, 2019)	EBSCO	Revista	Nigeria	2019	Bioacumulación de metales pesados en los riñones de peces escamosos y no escamosos de la Laguna Epe, Nigeria
Los autores Rosas Corona y Giraldo Alzate (2019)	EBSCO	Revista	Colombia	2019	Bioacumulación en peces, quienes tienen la capacidad acumulativa que se encuentran en el medio acuático y transferirlo a través de su cadena trófica originando riesgos en la salud a la salud humana. (Rosas Corona y Giraldo Alzate, 2019). Riesgos en la salud Problemas neurológicos Malformaciones.
Ancori y Mendiola (2019)	Repositorio Institucional Arequipa	Revista	Perú	2019	Concentración de mercurio en productos hidrobiológicos de mayor consumo por a población escolar de las instituciones Educativas de Mollendo, Arequipa” Concentración de este tóxico a través del tiempo en el organismo de la persona.
(Zevallos De La Torre, S 2018)	Repositorio Institucional	Revista	Perú	2018	Calidad de agua, Bioacumulación de metales pesados y nivel de estrés en la

					trucha en Challhuahuacho, Apurímac
(Alminagorta, 2018)	Repositorio Institucional	Revista	Perú	2018	Evaluación de Bioacumulación de metales pesados en el pez bagre en el rio Urubamba del centro poblado de uritúyocc en marcas
(Zevallos De la Torre, 2018)	Repositorio Institucional	Revista	Perú	2018	La Bioacumulación de metales pesados en el músculo por debajo de los contenidos Máximos Permitidos, por lo que se considera que no representa un riesgo para la salud humana, pero es de importancia a través del tiempo resulta un riesgo en la salud humana
(Chamorro, 2018)	Repositorio Institucional	Informe	Perú	2018	Las operaciones de manipuleo influyen en la contaminación del pescado fresco durante su desembarque en el puerto de Huacho
(Salcedo y Canales, 2017)	DIALNET	Revista	Perú	2017	Determinación de niveles de cadmio y mercurio en conservas de pescado enlatadas expandidas en Lima metropolitana
(Ruiz Azcona, 2017)	DIALNET	Revista	España	2017	Bioacumulación de diferentes especies de selenio y sus efectos en organismos marinos
(Rengifo Vargas y Barreto Pipa, 2017)	EBSCO	Revista	Perú	2016	Bioacumulación de Hg en peces de mayor consumo humano y su riesgo en la salud, región Ucayali – 2016

(Altahona Carmona y Movilla Salazar, 2016)	Repositorio Institucional	Revista	Colombia	2016	(Altahona y Movilla, Análisis concentraciones de mercurio en peces en barranquilla y riesgo potencial para la salud humana, 2016). Las especies presentaron concentraciones de mercurio por lo que amerita mayor atención para el consumo humano, ya que la ingesta de Hg produce riesgos cardiovasculares, neurológicas en las personas que ingieren diferentes tipos de peces.
(Vergara Estupiñán y Rodríguez Africano, 2015).	Scielo	Revista	Colombia	2015	La ingesta de Hg a través de peces, dado a su alta toxicidad resulta actualmente un riesgo en la salud humana, la concentración en los organismos genera ciertas alteraciones, tales como trastornos, ceguera, neuropatía, convulsiones, insuficiencia renal y cambios de personalidad
(García Gómez y Parejo Pérez, 2015)	Revista Institucional	Revista	Colombia	2015	Presenta resultados por presencia de actividad minera cercana, aunque existen niveles algo bajos en la zona, las personas están expuestas al consumo de peces que bioacumulan metales tienden a tener ciertas enfermedades neurológicas, consecuencias en fetos y niños.

(Ezpinoza Ortiz y Falero Alama, 2015)	Revistas de investigación UNMSM	Revista	Perú	2015	Niveles de Hg, Cd, Pb y As en peces del río Tumbes y riesgos para salud humana por su consumo
(Alvarez y Amancio, 2014)	EBSCO	Revista	Perú	2014	En su análisis de los resultados obtenidos, se tiene conocimiento de los niveles de contaminación lo que permite toma de decisiones en el campo de la salud ya que con el tiempo estos metales tienden a acumularse y colocar en riesgo la salud humana y de especies.
(Ramírez y Prieto García, 2014)	REDALYC	Revista	México	2014	Bioacumulación y daños geno tóxicos en Pez Cebra (Danio rerio) por arsénico en aguas de Zimapán, Hidalgo
(Castañeda y Chung, 2014)	Scielo.org	Revista Internacional de Contaminación Ambiental	Venezuela	2014	Metales pesados en peces e invertebrados del Golfo de Paria.
(Hernández y Paez, 2013)	REDALYC	Revista	Colombia	2013	Bioacumulación de mercurio en valle del cauca, Colombia
(Abalde y Torres, 2013)	DIALNET	Revista profesional	España	2013	Bioacumulación de cobre en la diatomea marina "Phaeodactylum tricorutum"

(Pérez y Coello, 2012)	REDALYC	Revista	Cuba	2012	Evaluación ambiental del río San Juan de Santiago de Cuba por exposición bioacumulativa a metales pesados
(Biología Tropical, 2012)	REDALYC	Revista	Colombia	2012	Bioacumulación Familia Batrachoididae - peces sapo, peces
(Zúñiga Estrada y García Monroy, 2010)	EBSCO	Revista	México	2010	Bioacumulación de metales pesados Cd, Cr, Pb, Al. ocasionándoles enfermedades tales como; malformaciones congénitas, padecimientos inmunosupresión, problemas neurológicos.
(Cosme Chanamé y Gonzales Veintimilla, 2009)	Repositorio Institucional	Revista	Perú	2009	Bioacumulación de metales pesados de la contaminación minera. La Bioacumulación en peces produce un alto riesgo en la salud humana produciendo enfermedades como malformaciones congénitas y problemas neurológicos en la población.