



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA**

**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE PLOMO EN  
PESCADO FRESCO COMERCIALIZADO EN LOS  
PRINCIPALES MERCADOS DE SAN JUAN DEL  
LURIGANCHO, LIMA. MAYO A JUNIO DEL 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**AUTORES:**

Bach. PALACIOS NONALAYA, LIZ ELIZABETH

Bach. PAZ HERRERA, YENY YOVANY

**ASESORA:**

Mg. HERNÁNDEZ PEVES, MARÍA MARTHA

**LIMA - PERÚ**

**2020**

## DEDICATORIA

Dedicar a nuestros padres quienes nos enseñaron desde la temprana edad e inspiraron a perseguir nuestros intereses en la ciencia, por su amor y aliento en todos los esfuerzos y por los valores que aplicamos en nuestro día a día.

Gracias a ustedes por los muchos años de felicidad e inspiración continua que han brindado a mantenernos unidas como compañeras y hermanas.

Bach. Palacios Nonalaya, Liz Elizabeth

Bach. Paz Herrera, Yeny Yovany

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento a nuestra Alma Mater: Universidad María Auxiliadora, por que nos ha enseñado a ser siempre persistentes, mantener una alta moral y esperar alcanzar metas aún más altas. Esta experiencia educativa ha sido extremadamente valiosa para nosotras y la atesoraremos por el resto de nuestras vidas.

Expresar el agradecimiento y gratitud a nuestra asesora, la Mg. Hernández Peves María Martha, por su orientación académica y su aliento a lo largo de la investigación. Además de completar una tesis de nivel superior, nos estimuló y dirigió en cada instante.

Agradecemos a nuestros maestros, por el gran esfuerzo que invirtieron en esta tesis, en su afán por convertirnos en investigadoras. Desde el primer día, explicaron el nivel de compromiso de desarrollar una investigación. Nos guiaron en tiempos difíciles y nunca dudaron de nuestras habilidades, ni siquiera cuando dudábamos de nosotras mismas.

Finalmente, agradecer a aquellos profesionales Químicos Farmacéuticos, quienes por su orientación y supervisión han sido fundamentales en nuestra educación continua. A través de su buen humor y perspicacia, nos enseñaron cómo emprender investigaciones y nos ayudaron a agudizar nuestro pensamiento. Su influencia se puede ver a lo largo de esta tesis, y estamos seguras de que será evidente mucho más allá.

Bach. Palacios Nonalaya, Liz Elizabeth

Bach. Paz Herrera, Yeny Yovany

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
INDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1. Enfoque y diseño de investigación	6
2.2. Población, muestra y muestreo	6
2.3. Variables de investigación	7
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	8
2.5. Proceso de recolección de datos	8
2.6. Métodos de análisis estadístico	11
2.7. Aspectos éticos	11
III. RESULTADOS	12
IV. DISCUSIÓN	29
4.1. Discusión	29
4.2. Conclusiones	35
4.3. Recomendaciones	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS	44

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores de Pb en muestras de pescado fresco	12
<b>Tabla 2.</b> Prueba de rango múltiple de Duncan	19
<b>Tabla 3.</b> Comparaciones múltiples de los valores de Pb en pescado fresco	20
<b>Tabla 4.</b> Prueba de Tukey	22
<b>Tabla 5.</b> Prueba de <i>t</i> Student – para una muestra de Pb en pescado fresco según Codex Alimentarius	23
<b>Tabla 6.</b> Prueba de <i>t</i> Student – para una muestra de Pb en pescado fresco según el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES)	25
<b>Tabla 7.</b> Datos estadísticos descriptivos de los valores hallados de Pb en muestras de pescado fresco	27
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza	27
<b>Tabla 9.</b> Prueba de homogeneidad de varianza	28

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Valores de Pb en pescado fresco expendidos en mercados del distrito de San Juan Lurigancho	13
<b>Figura 2.</b> Valores de Pb en pescado fresco comparado con el Límite Máximo Permisible (LMP) según el Codex Alimentarius	14
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de pescado fresco que supera el Límite Máximo Permesible (LMP) de Pb según el Codex Alimentarius	15
<b>Figura 4.</b> Valores de Pb en pescado fresco comparado con el Límite Máximo Permisible (LMP) según el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES)	16
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de pescado fresco que supera el Límite Máximo Permisible (LMP) de Pb según el SANIPES	17
<b>Figura 6.</b> Valores de Pb en pescado fresco y el Límite Máximo Permisibles (LMP) en comparación entre el Codex Alimentarius y SANIPES	18

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A:</b> Instrumentos de recolección de datos	45
<b>Anexo B:</b> Operacionalización de variables	46
<b>Anexo C:</b> Evidencias de trabajo de campo	47

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar los niveles de plomo en pescado fresco comercializado en los principales mercados de San Juan de Lurigancho, Lima. Mayo a Junio del 2020.

**Materiales y métodos:** Se realizó un muestreo conveniente en 30 muestras de pescado fresco ubicadas en seis mercados del distrito de San Juan de Lurigancho.

Los niveles de Pb se evaluaron mediante espectrometría de absorción atómica en horno de grafito. **Resultados:** Los resultados del análisis indicaron que las

concentraciones máximas, en ppm, de plomo en seis muestras de pescado fresco fueron: Bonito 0.69 ppm, Caballa 0.27 ppm, Cojinova 0.26 ppm, Jurel 0.88 ppm;

Pampanito 0.28 ppm; y Sardina 0.48 ppm. En relación con las norma de referencia del Codex Alimentarius (0.2 ppm) y el SANIPES (0.3 ppm) del total de muestras analizadas, ciertas muestras de pescado fresco superaron el valor referencial. Caso

contrario de las muestras en cada espécimen hubo valores de plomo por debajo del límite establecido, Bonito (0.16 ppm), Caballa 0.11, 0.16 y 0.18 ppm), Cojinova

(0.09, 0.11 y 0.18 ppm), Pampanito (0.08, 0.09, 0.16 y 0.19 ppm) y Sardina (0.16 y 0.19 ppm). **Conclusiones:** La concentración máxima de plomo en muestras de

pescado fresco fueron en Jurel, Bonito y Sardina, son valores superiores sobre las normas internacionales (Codex Alimentarius) y nacionales (SANIPES). Estos datos

indican la necesidad de programas de monitoreo y control de metales pesados en especies marinas, que puedan evitar o minimizar el consumo de pescados contaminados.

**Palabras clave:** Codex alimentarius, metales pesados, pescado, plomo.

## ABSTRACT

**Objective:** Determine lead levels in fresh fish sold in the main markets of San Juan de Lurigancho, Lima. May to June 2020. **Materials and methods:** A convenient sampling was carried out in 30 samples of fresh fish located in six markets in the district of San Juan de Lurigancho. Pb levels were evaluated by graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Results:** The results of the analysis indicated that the maximum concentrations, in ppm, of lead in six samples of fresh fish were: Bonito 0.69 ppm, Mackerel 0.27 ppm, Cojinova 0.26 ppm, Horse mackerel 0.88 ppm; Pampanito 0.28 ppm; and Sardine 0.48 ppm. In relation to the reference standard of the Codex Alimentarius (0.2 ppm) and SANIPES (0.3 ppm) of the total samples analyzed, certain samples of fresh fish exceeded the reference value. In the opposite case of the samples in each specimen there were lead values below the established limit, Bonito (0.16 ppm), Mackerel 0.11, 0.16 and 0.18 ppm), Cojinova (0.09, 0.11 and 0.18 ppm), Pampanito (0.08, 0.09, 0.16 and 0.19 ppm) and Sardine (0.16 and 0.19 ppm). **Conclusions:** The maximum concentration of lead in fresh fish samples were in Horse mackerel, Bonito and Sardine, they are higher values than international (Codex Alimentarius) and national (SANIPES) standards. These data indicate the need for monitoring and control programs for heavy metals in marine species, which can avoid or minimize the consumption of contaminated fish.

**Keywords:** Codex alimentarius, heavy metals, fish, lead

## I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el aumento de la densidad de población, la industrialización acelerada y las actividades agrícolas han dado como resultado que más desechos ingresen a los recursos de agua en el mundo <sup>1</sup>.

Uno de los principales metales pesados en las aguas es el plomo (Pb). La cadena de contaminación de estos metales sigue un orden cíclico: industria, atmósfera, agua, fitoplancton, peces y humanos. En algunas especies de peces, los niveles de contaminación son tan altos que pueden causar efectos adversos en la salud humana <sup>2</sup>.

Los metales pesados se consideran las formas más marcadas de contaminación en ambientes acuáticos, y como los metales pesados no son biodegradables, pueden acumularse en la parte superior de la cadena alimentaria (Culha et al., 2016) <sup>3</sup>.

Los sistemas acuáticos son muy sensibles a los contaminantes de los metales pesados y el aumento gradual de los niveles de dichos metales en los ambientes acuáticos se ha convertido en un problema para los ecosistemas <sup>4</sup>. Ciertas especies de peces pueden ser mejores bioindicadores de contaminación específica de metales pesados en comparación con otros residuos tóxicos.

Torres et al. (2016), reportó la evolución del impacto humano en el medio ambiente del agua de mar; su contaminación aumentó durante la era industrial y aumentó significativamente cuando se agregó Pb al combustible de gasolina para vehículos <sup>5</sup>. Aún más, los efectos tóxicos del plomo predominan en el sistema nervioso central, especialmente en los períodos de desarrollo neurológico. Además, pueden dañarse múltiples sistemas orgánicos (cardiovascular, digestivo, inmunológico y urinario) <sup>6</sup>.

Maurya et al. (2019), destacan que el pescado es un alimento importante de varios habitantes del mundo. El consumo mundial de pescado per cápita ha aumentado a más de 20 kg/año. Por consiguiente la correlación con el grado de contaminación de Pb en los peces está determinado por su hábitat (dependiendo del grado de contaminación del agua), la duración de la exposición a la contaminación y los hábitos alimenticios de los peces<sup>7</sup>.

Es un hecho conocido que los depredadores acumulan metales mucho más tóxicos en sus tejidos, ya que los metales son capaces de acumularse en el organismo y, por lo tanto, se transmiten a un nivel superior de la cadena alimentaria. Los metales se acumulan principalmente en los riñones, las branquias y el hígado de los peces<sup>8</sup>. Por ello, la probabilidad de que los peces se contaminen con metales pesados aumenta con su edad.

El contenido de metales tóxicos y otras sustancias peligrosas en el pescado no es una razón para hacer estos productos desaconsejables para el consumo, principalmente debido al hecho de que para los humanos, el pescado es la única fuente real de grasas saturadas bajas y los suficientes ácidos grasos omega en el pescado también son importantes para apoyar la buena salud humana<sup>9</sup>.

Por lo tanto, hoy en día, los peces en el medio ambiente están inexorablemente expuestos a la contaminación química. Los metales pesados pueden ser acumulados por organismos marinos a través de una variedad de vías, incluida la respiración, la adsorción y la ingestión<sup>10</sup>, además la acumulación de metales pesados en el pescado podría afectar directamente las condiciones de salud de los consumidores que viven tanto dentro como fuera del sitio de pesca y que consumen el pescado a diario.

Este estudio se desarrolló en el distrito de San Juan de Lurigancho, porque la alta migración interna e internacional, rápida urbanización, el aumento de la densidad poblacional e industrialización han generado consecuencias directas al consumo de alimentos uno de ellos de origen marino, específicamente pescado fresco de ámbito ambulatorio y debido a la alerta de contaminantes en varias especies marinas, es indispensable realizar evaluaciones de los agentes tóxicos que causarían perjuicio en la salud pública tales como el plomo.

Ante ello planteamos la siguiente interrogante:

¿Cuál es la concentración de plomo en pescado fresco comercializado en los principales mercados de San Juan de Lurigancho?

El Pb es el elemento pesado tóxico más importante en el medio ambiente. Es un metal gris azulado y altamente tóxico. Sus propiedades como la resistencia a la corrosión, la densidad y el bajo punto de fusión lo convierten en un metal principal

con altas aplicaciones en la industria. Debido a su naturaleza no biodegradable y su uso continuo, su concentración se acumula en el medio ambiente con riesgos crecientes<sup>11</sup>.

El envenenamiento con Pb puede deberse a exposiciones ocupacionales o ambientales, por ejemplo, alimentos contaminados, emisiones industriales y suelo contaminado<sup>12</sup>. La exposición al plomo probablemente deteriora la función motora e impacta negativamente el desarrollo intelectual, la formación de hemoglobina y el crecimiento infantil<sup>13</sup>. Los niños de 9 meses a 3 años son más vulnerables debido a su etapa de desarrollo, entre otros grupos de alto riesgo incluyen mujeres embarazadas y sus fetos<sup>14</sup>.

Hoy en día, la incidencia de envenenamiento agudo por Pb ha disminuido, pero el envenenamiento crónico por plomo todavía existe en varias partes del mundo. La exposición al Pb generalmente se considera cuando el historial de un paciente es notable para fuentes conocidas de plomo, como en entornos ocupacionales e industriales<sup>15,16</sup>.

Loaloo et al. (2019), plantearon el objetivo de determinar los niveles de plomo que contaminan peces marinos en el Río Nilo (Egipto). El método de estudio era transversal, fueron recolectados las muestras en mercados de pescado, los resultados mostraron que los valores de Pb en las especies marinas eran tóxicas<sup>17</sup>. Al igual que Megasari et al. (2019), trazaron el objetivo de evaluar el nivel de Pb en atún fresco y ahumado de caballa. El método aplicado fue transversal, asimismo, los resultados mostraron que el rango de Pb en pescado fresco fue 0.33 – 14.41 mg/kg, y en pescado ahumado era 1.30 – 22.20 mg/kg, excediendo el umbral permitido (0.30 mg/kg). Los autores concluyeron que los niveles de Pb en atún de caballa estaban por encima de los niveles permisibles, indican un riesgo para la salud si el pescado es consumido por humanos<sup>18</sup>. De igual forma Shovon et al. (2017), plantearon el objetivo de evaluar las concentraciones de Pb en diferentes órganos de peces consumidos en Bangladesh, del mismo modo en los resultados se encontró que la concentración de Pb en la branquia del pez Pangus fue  $48.33 \pm 2.52$  ppm) y el más bajo se encontró en la gónada del pez Rui ( $23.33 \pm 2.52$  ppm), en conclusión, los investigadores detectaron que el Pb había excedido los límites permisibles<sup>19</sup>.

Análogamente Chatta et al. (2016), desarrollaron el objetivo de evaluar el nivel de Pb en peces de mercados locales en Pakistán. El método de estudio fue descriptivo. Por otro lado, los resultados fueron que los niveles de Pb encontradas en *Labeo rohita* era  $0.3316 \pm 0.0143 \mu\text{g/g}$  e *Hypophthalmichthys molitrix* fue  $0.3246 \pm 0.0496 \mu\text{g/g}$ , recolectadas del mercado local, estaban más allá de los límites permisibles de la OMS para peces ( $0.123 \mu\text{g/g}$ ). Los autores concluyeron que el Pb presente en los peces de los mercados pueden representar peligros en la salud de los consumidores<sup>20</sup>. Lo mismo que Jolaoso et al. (2016), propusieron el objetivo de evaluar la concentración de Pb especies de peces comestibles en Nigeria. El estudio era de tipo transversal, además en los resultados se halló que los valores de Pb ( $0.025 - 0.5 \text{ mg/kg}$ ) en los peces fueron inferiores al máximo nivel estándar reportado por la OMS como  $0.5 \text{ mg/kg}$  de peso seco, de lo que se concluye que el Pb puede ser un peligro nutricional presente en peces<sup>21</sup>. Finalmente Huancaré (2014), planteó el objetivo de identificar las lesiones histopatológicas presentes en truchas de cultivo por exposición a un ambiente contaminado. El autor concluye que las lesiones en los tejidos estudiados pueden ser inducidas por los metales pesados entre ellos el Pb<sup>22</sup>.

La realización de esta investigación es importante para informar sobre la contaminación de Pb presente en peces comestibles adquiridos en mercados locales del distrito de San Juan de Lurigancho. Asimismo, nos permitió evidenciar a través de un diseño observacional, dado que el análisis de riesgos para la salud del Pb en las partes comestibles del pescado indica que es tóxico para el consumo humano<sup>19</sup>, y podría crear serios problemas de salud, si se ingiere durante un largo período de tiempo. En cuanto a la justificación teórica del estudio, si bien la ingesta de pescado tiene beneficios potenciales para la salud, la presencia de derivados de Pb en los productos del mar ha suscitado problemas de salud pública, por ejemplo, en personas expuestas al plomo crónicamente, se han encontrado niveles de  $30-80 \mu\text{g/dL}$ <sup>23</sup>. Este estudio sería útil para la creación de pautas para proteger al público de los efectos nocivos de los tóxicos presentes en el pescado que consume el público.

En cuanto a la relevancia social, los hallazgos del presente estudio facilitarían priorizar una necesidad crucial de una evaluación integral para monitorear el

nivel de Pb en las principales mercados del distrito de San Juan de Lurigancho; sentar las bases para controles más estrictos y el monitoreo aleatorio en las cadenas minoristas. Finalmente, en cuanto al valor metodológico de la investigación, fue realizado teniendo en cuenta el método científico y las orientaciones teórico metodológicas necesarias para la culminación exitosa del mismo. Además, se busca introducir un instrumento de recolección de datos construido por especialistas y que se encuentre validado para nuestra realidad, con ello se obtendrá resultados que permitan fortalecer la línea de investigación experimental.

El objetivo general del estudio es determinar los niveles de plomo en pescado fresco comercializado en los principales mercados de San Juan de Lurigancho, Lima. Mayo a Junio del 2020.

La hipótesis es: La concentración de plomo en pescado fresco comercializado en los principales mercados de San Juan de Lurigancho presentan niveles de plomo que superan los valores máximos de 0.2 mg/kg a 0.3 mg/kg según el Codex Alimentarius y el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera respectivamente

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Enfoque y diseño de la investigación**

El presente estudio es de enfoque cuantitativo. La investigación cuantitativa es explicar fenómenos mediante la recopilación de datos numéricos que se analizan utilizando métodos basados en estadísticas y se puede analizar numéricamente, cuyos resultados se presentan típicamente mediante estadísticas, tablas y gráficos<sup>24</sup>.

En cuanto al diseño metodológico es no experimental, transversal y prospectivo. Los diseños no experimentales se caracterizan por el hecho de que no pueden determinar la asignación de intervención de ninguna manera y que no intentan replicar un experimento<sup>25</sup>.

El diseño transversal es el más relevante cuando se evalúa conocimientos en un momento dado. Por ello, no existe una dimensión de tiempo involucrada ya que todos los datos se recopilan y se refieren principalmente en el momento de la recolección de datos o alrededor de este<sup>26</sup>. Es prospectivo porque se llevan a cabo desde el presente hasta el futuro, tiene la ventaja de adaptarse para recopilar datos de exposición específicos y puede ser más completo<sup>24</sup>.

### **2.2. Población, muestra y muestreo**

La población estuvo comprendida; todas las muestras de pescado fresco expandidas en los principales mercados del distrito de San Juan de Lurigancho. Este distrito, actualmente posee amplias zonas comerciales por ello se selecciona los de mayor afluencia poblacional en los mercados. Entretanto, se elaboró un plan donde se señala el tipo de muestra de pescado fresco diferentes a examinar, el número y los lugares de muestreo, así como la frecuencia. Se adquirió treinta muestras de pescado fresco de diferentes especies en mayo del 2020, el muestreo se realizó tomando muestras de carne 300 mg de cada muestra de pescado obtenidos a partir de 200 g de la matriz de carne de pescado.

- *Criterios de inclusión:*

- Pescado fresco de mayor demanda en los mercados de abastecimientos que pertenezcan al distrito de San Juan de Lurigancho
- Pescado fresco de mayor consumo
- Pescado fresco de puestos comerciales de mercado

- *Criterios de exclusión:*

- Pescado fresco de menor demanda en los mercados comerciales que no pertenezcan al distrito de San Juan de Lurigancho
- Pescado fresco de menor consumo comercial
- Pescado fresco de venta ambulancia

### **2.3. Variables de investigación**

En el presente estudio, la variable independiente: es el pescado fresco y la variable dependiente son los niveles de plomo.

**Definición conceptual:**

El plomo es el elemento pesado tóxico más importante en el medio acuático. Los peces están en la parte superior de la cadena alimentaria en la mayoría de los ambientes acuáticos, y son los más susceptibles a los efectos tóxicos de la exposición al Pb<sup>11</sup>.

El pescado se refiere a los peces que se usan como alimento y recomienda como parte de una dieta saludable, además es una fuente importante de diversos nutrientes, como proteínas, ácidos grasos omega-3, vitamina D, yodo y selenio, que pueden contribuir a un perfil metabólico más saludable<sup>9</sup>.

**Definición operacional:**

Las concentraciones de metales pesados en los pescados, es un peligro potencial de toxicidad para la salud.

El principal riesgo asociado con el consumo de pescado es la absorción de metales pesados, especialmente Pb superiores de 0.2 a 0.3 mg/kg.

## 2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada durante la recolección de datos fue la observación, esta técnica proporciona información cualitativa (El enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica).

Los métodos cuantitativos examinan los efectos de circunstancias específicas (variable independiente) en un resultado de interés (variable dependiente) de manera que se puedan expresar numéricamente. En estos entornos, las inferencias causales se extraen de la observación directa, como en experimentos reales, o de asociaciones establecidas a través del análisis estadístico<sup>27</sup>.

En cuanto al instrumento de recolección de datos para la medición de las variables se aplicó el modelo modificado de Simionov et al. (2016)<sup>28</sup>, la misma estuvo conformada por la ficha de observación durante los días de trabajo. Los formatos de los instrumentos de recolección de datos se adjunta en los anexos.

Se consideró los valores referenciales de plomo en pescado fresco a nivel nacional de SANIPES (0.3 mg/kg)<sup>29</sup> y otra internacional como es el Codex Alimentarius (0.2 mg/kg)<sup>30,31</sup>.

## 2.5. Proceso de recolección de datos

De acuerdo a la recolección de datos se seguirá el procedimiento modificado de Okyere et al. (2015)<sup>32</sup>.

### a. Área de estudio

Para la adquisición de las muestras marinas se consideró los mercados de distrito de San Juan de Lurigancho:

<b>Mercados</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>
San Hilarión	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pampanito
San Fernando	<i>Trachurus picturatus</i>	Jurel
San Juan de Lurigancho	<i>Sarda sarda</i>	Bonito
Huáscar	<i>Scomber scombrus</i>	Caballa
Canto Rey	<i>Seriolella violácea</i>	Cojinova
Constructores	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina

La compra fue por aleatorización posibilitando las comparaciones en los grupos de asignación.

### **b. Recolección de la muestra**

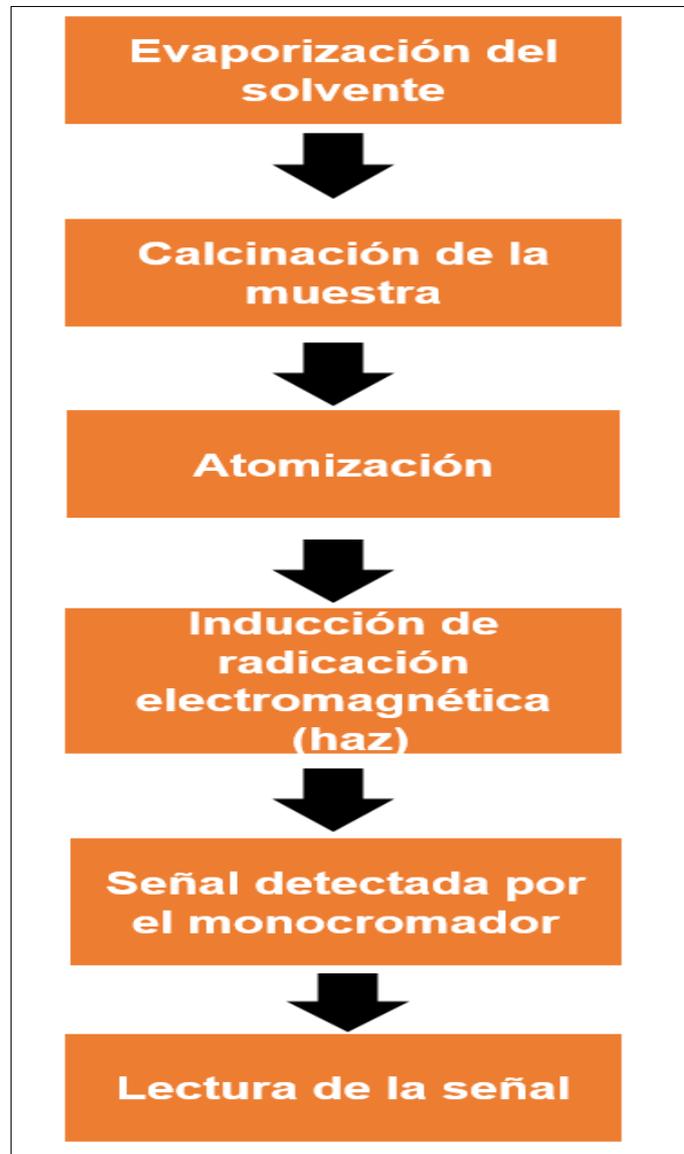
Se adquirió un total de treinta muestras de peces en el mes de mayo de 2020. Se colocó inmediatamente en bolsas de polietileno, luego en un recipiente de nevera en tecnopor, a continuación, se llevó al Laboratorio de Control Analítico de una institución particular.

### **c. Digestión ácida**

- Antes del análisis, se descongelan los peces, se procedió a extraer y homogenizar los tejidos musculares de las regiones dorsal y abdominal. Se tomó cuatro gramos de los músculos homogeneizados (sin piel) de cada muestra y se colocó en tubos de digestión de 300 mL.
- Se agregó a cada tubo una mezcla de digestión que contenga 6,0 mL de ácido nítrico de alta pureza, 2 mL de ácido clorhídrico 10 molar y 4 mL de peróxido de hidrógeno (35%). Luego, las muestras se calientan a 130 °C mediante un digestor de calentamiento hasta que se obtenga una solución transparente.
- Las porciones digeridas se filtró a través de papel de filtro Whatman (nº 42) y se diluyó hasta un volumen final de 50 mL usando agua desionizada.
- La técnica analítica modificada y adaptada de Huanri (2014) <sup>33</sup>, para determinar los niveles de Pb en todas las muestras fue con el equipo denominado espectrofotómetro de absorción atómica con horno de grafito (EAAHG).

En el siguiente se observa el fluxograma de los procedimientos del análisis de detección y concentración de Pb

## Fluxograma de análisis de determinación de Pb por EAAHG



### d. Análisis cuantitativo por espectroscopía de absorción atómica

El contenido de plomo de las muestras de pescado comercializadas en los principales centros de abastecimiento de alimentos en el distrito de San Juan de Lurigancho, se analizó utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica: Marca SHIMADZU, modelo AA6800. Las longitudes de onda de absorción y los límites de detección para Pb fueron de 217.0 nm y 0.001 partes por millón (ppm) para Pb.

## **2.6. Métodos de análisis estadístico**

En esta fase se aplicó el Programa Estadístico SPSS versión 17, con el fin de procesar los datos, en cuanto a la clasificación, ordenamiento y codificación de datos, tabulación, presentación en tablas y figuras. El análisis de varianza unidireccional (ANOVA) se utilizó después de que se realice la transformación logarítmica en los datos para mejorar la normalidad, seguido de la prueba de rango múltiple de Duncan como procedimiento de comparación múltiple para evaluar si las medias de las concentraciones de metales variaron significativamente entre las especies de peces. Las posibilidades inferiores a 0.05 se consideraron estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). Asimismo, la prueba de Tukey permitirá comparar las medias individuales.

## **2.7. Aspectos éticos**

Se tomó en cuenta los principios bioético: beneficencia (debido a que la investigación tiene un valor colectivo), no maleficencia, autonomía y la justicia. Es decir la beneficencia implica promover el bienestar de los demás; la no maleficencia es una intención de evitar dañar a otros, entretanto la autonomía implica respetar el derecho de otro individuo. Asimismo, la justicia es justa, equitativa y el tratamiento adecuado a la luz de los resultados<sup>34</sup>. Finalmente el presente estudio no implicó los riesgos y los aspectos relacionados con intervenciones en seres humanos.

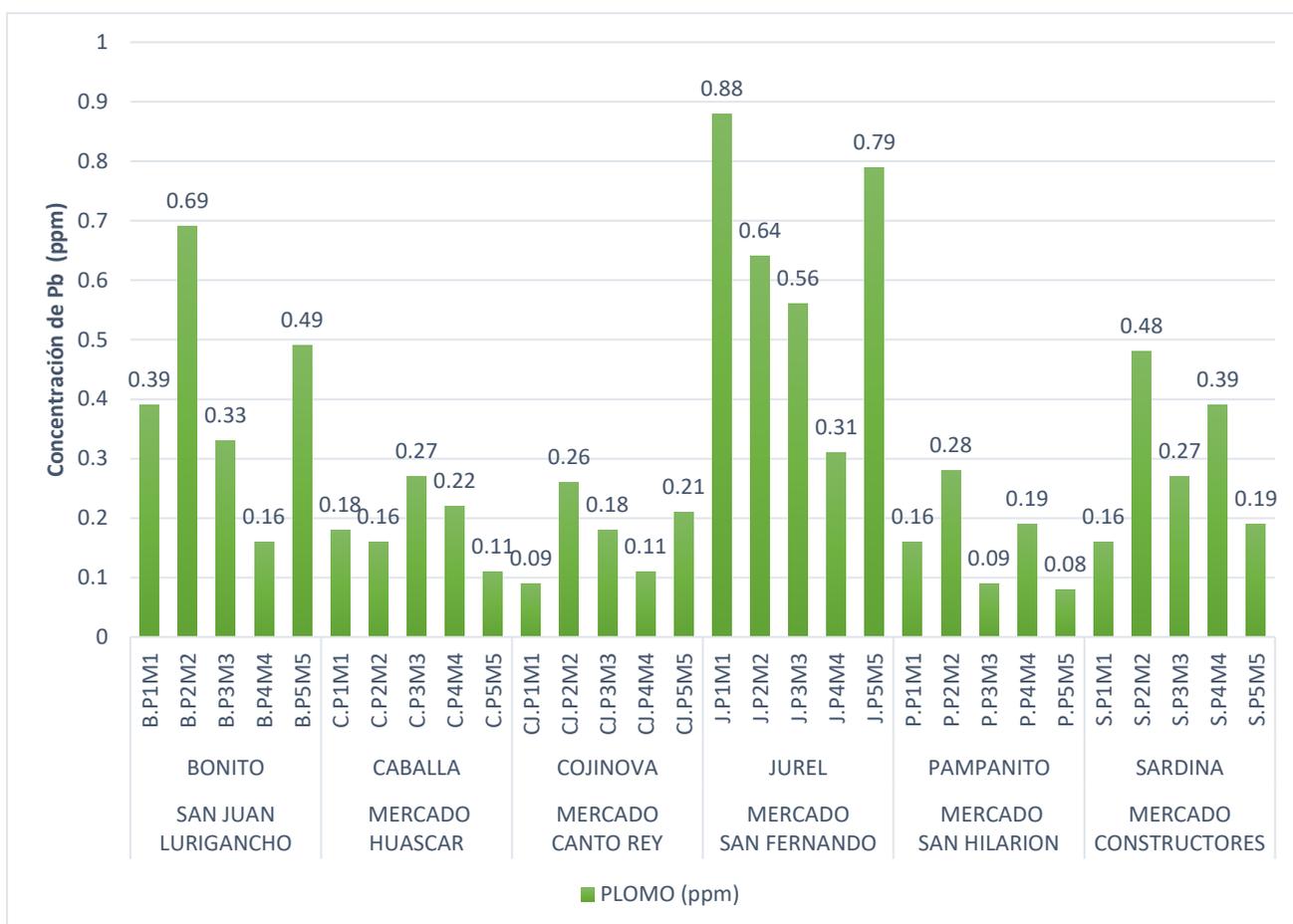
### III. RESULTADOS

De acuerdo a los resultados, el análisis de los valores de Pb en muestras de pescado fresco, se observa lo siguiente:

**Tabla 1.** Valores de Pb en muestras de pescado fresco

Número	Procedencia (Mercado)	Especie	Código	Plomo (ppm)
1	San Juan Lurigancho	Bonito	B. P1M1	0.39
2			B. P2M2	0.69
3			B. P3M3	0.33
4			B. P4M4	0.16
5			B. P5M5	0.49
6	Huascar	Caballa	C.P1M1	0.18
7			C.P2M2	0.16
8			C.P3M3	0.27
9			C.P4M4	0.22
10			C.P5M5	0.11
11	Canto Rey	Cojinova	CJ. P1M1	0.09
12			CJ. P2M2	0.26
13			CJ. P3M3	0.18
14			CJ. P4M4	0.11
15			CJ. P5M5	0.21
16	San Fernando	Jurel	J. P1M1	0.88
17			J. P2M2	0.64
18			J. P3M3	0.56
19			J. P4M4	0.31
20			J. P5M5	0.79
21	San Hilarión	Pampanito	P. P1M1	0.16
22			P. P2M2	0.28
23			P. P3M3	0.09
24			P. P4M4	0.19
25			P. P5M5	0.08
26	Constructores	Sardina	S. P1M1	0.16
27			S. P2M2	0.48
28			S. P3M3	0.27
29			S. P4M4	0.39
30			S. P5M5	0.19

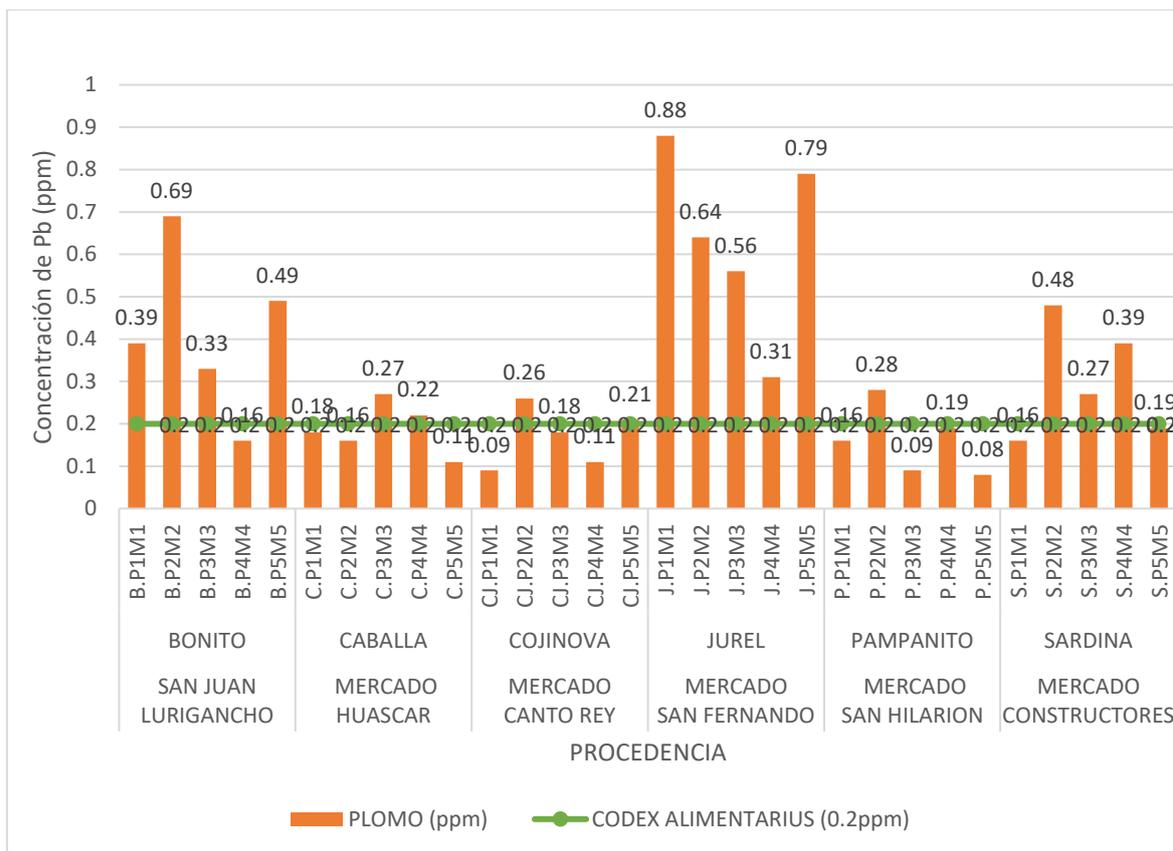
**Fuente:** Elaboración de los autores



**Figura 1.** Valores de Pb en pescado fresco expendidos en mercados del distrito de San Juan Lurigancho.

**Fuente:** Elaboración de los autores

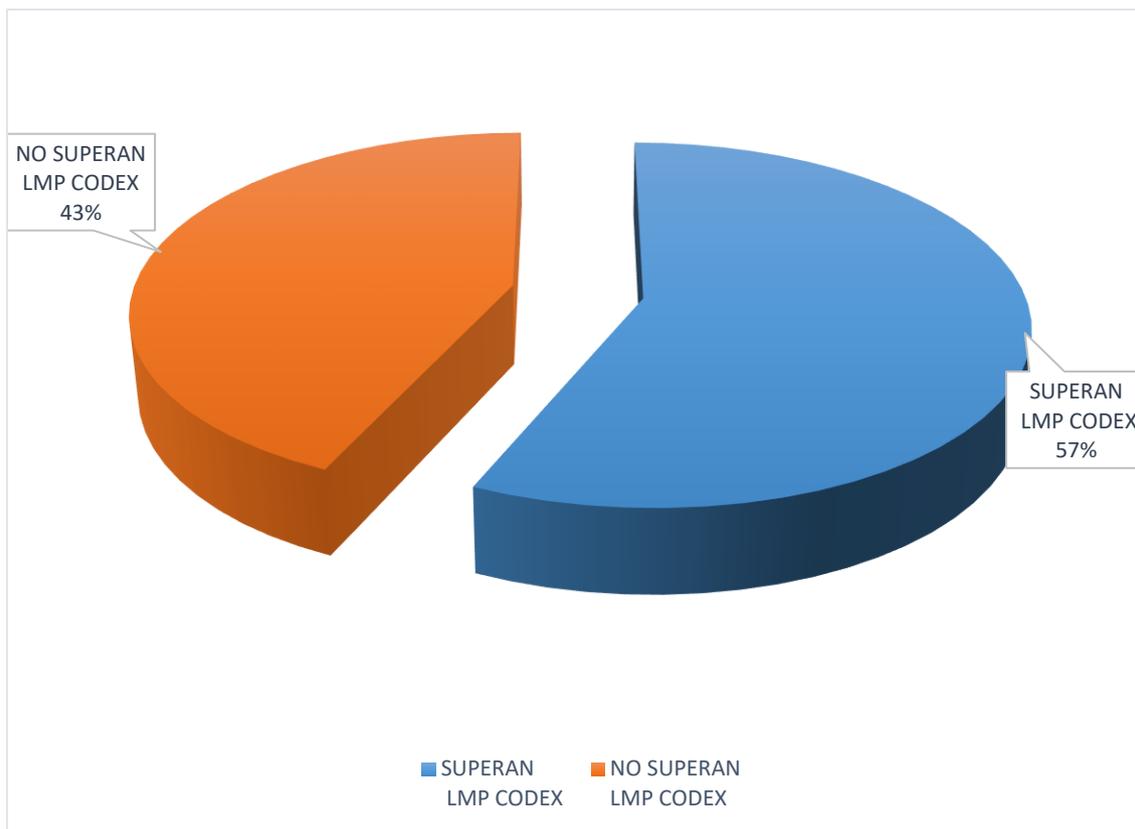
En la Tabla 1 y Figura 1, se observa que los valores de Pb máximo y mínimo de pescado fresco en los principales mercados en el distrito de San Juan Lurigancho fueron: en el mercado San Juan de Lurigancho, la especie Bonito fue 0.69 y 0.16 ppm, en el mercado Huascar la especie Caballa de 0.27 y 0.11 ppm, Canto Rey la especie Cojinova 0.26 y 0.09 ppm, San Fernando el pescado fresco Jurel, la concentración de Pb era de 0.88 y 0.31 ppm, en el mercado de San Hilarión la concentración de Pb en el pescado fresco Pampanito fue 0.28 y 0.08 ppm. Seguido de Sardina con una concentración de Pb 0.48 y 0.16 ppm ubicado en el mercado de Constructores. Cabe señalar que la especie de pescado con mayor concentración de Pb fue el Jurel con 0.88 ppm, localizado en el mercado de San Fernando.



**Figura 2.** Valores de Pb en pescado fresco comparado con el Límite Máximo Permissible (LMP) según el Codex Alimentarius.

**Fuente:** Elaboración de los autores

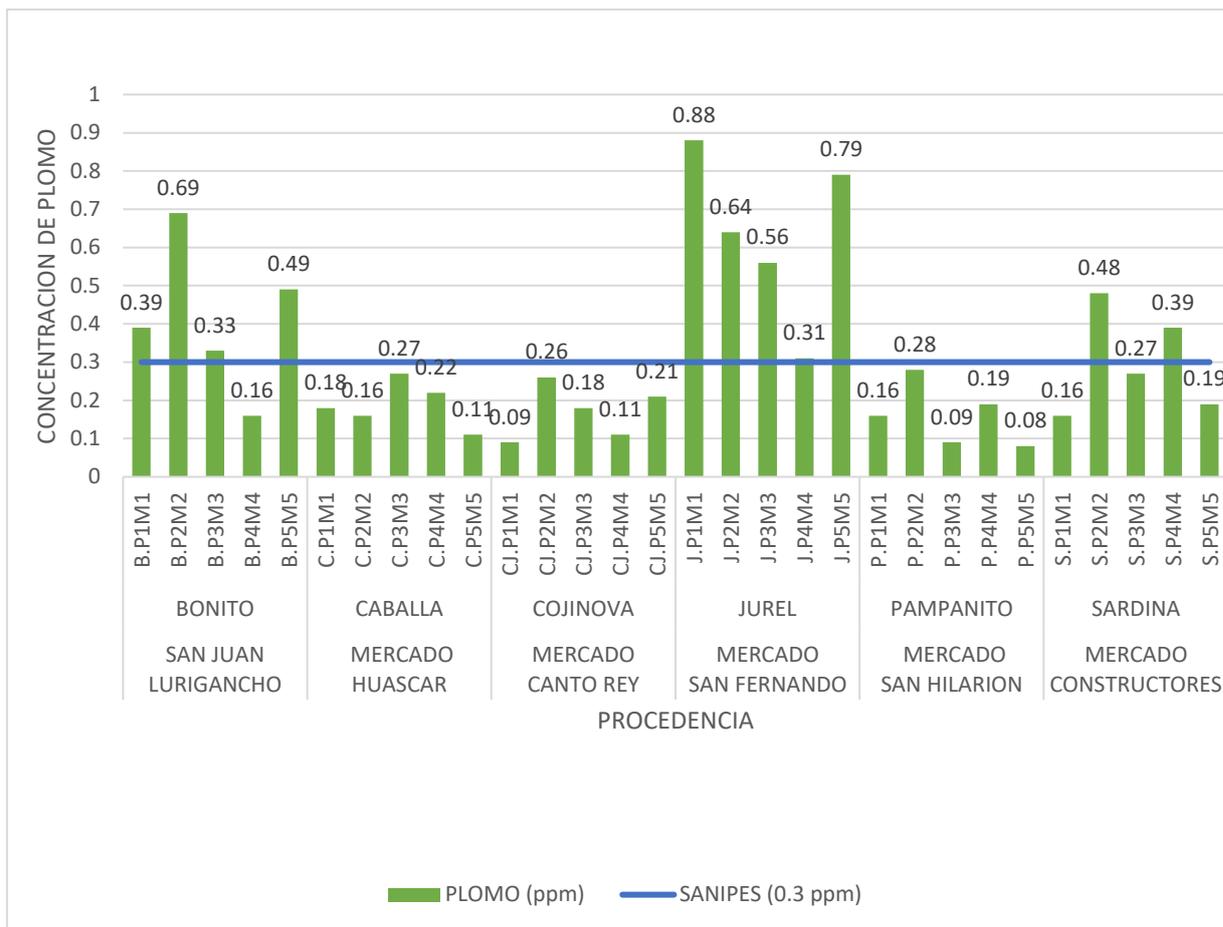
De acuerdo a la Figura 2, los valores de Pb en pescado fresco comparado con el Límite Máximo Permissible (LMP) según el Codex Alimentarius (0.2 ppm = 0.2 mg/kg), son superiores en el mercado de San Juan de Lurigancho con las especie Bonito a concentraciones de Pb de 0.69, 0.49, 0.39, 0.33 ppm; mercado Huascar (Caballa) a 0.22 y 0.27 ppm; mercado Canto Rey (Cojinova) a 0.26 y 0.21 ppm; mercado San Fernando (Jurel) a 0.88, 0.79, 0.64, 0.56 y 0.31 ppm. Mientras tanto en el mercado San Hilarión (Pampanito) el más alto valor de Pb fue de 0.28 ppm. Asimismo los valores superiores de Pb fueron: 0.48, 0.39 y 0.27 ppm registrados en el mercado Constructores en especies de Sardina. Consecuentemente las muestras marinas de “Jurel” supera el LMP en relación al Codex Alimentarius (0.2 ppm).



**Figura 3.** Porcentaje de pescado fresco que supera el Límite Máximo Permissible (LMP) de Pb según el Codex Alimentarius.

**Fuente:** Elaboración de los autores

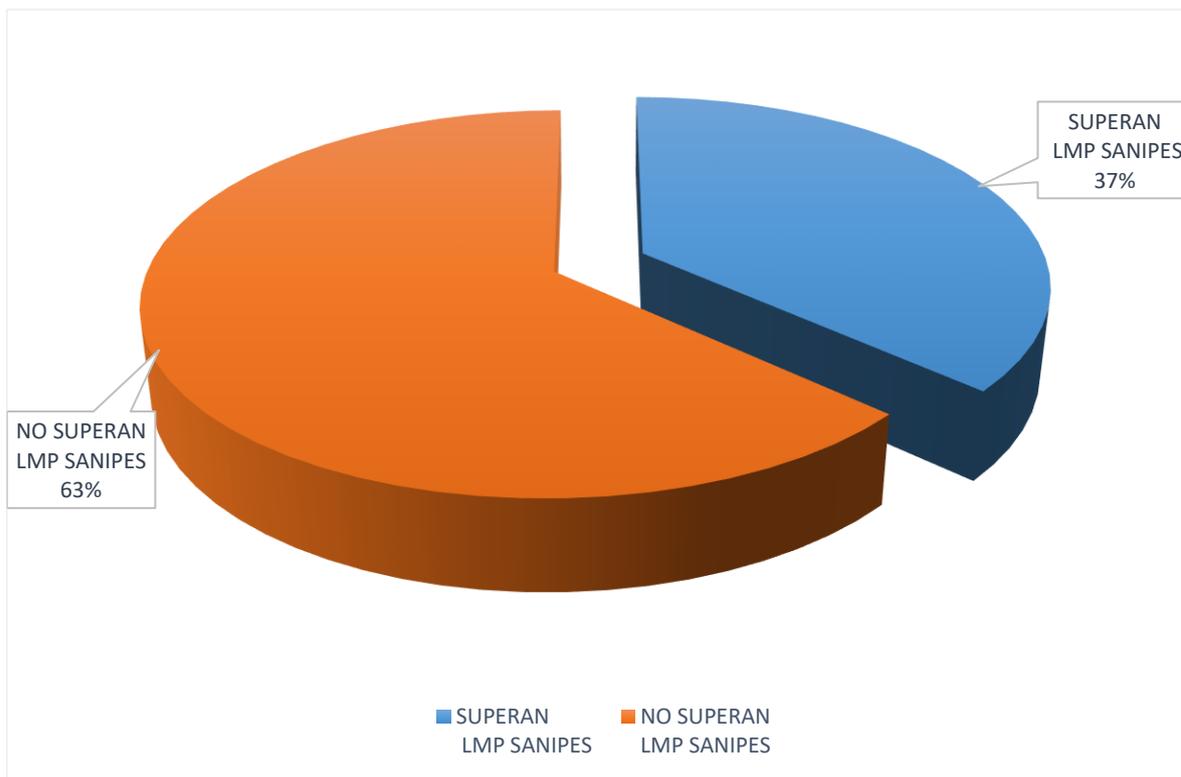
La Figura 3, se observa que el porcentaje en el total de muestras de pescado fresco que sobrepasa el LMP es de 57%. De manera aproximada, el 43% están por debajo del LMP en relación al Codex Alimentarius. Es decir, en los mercados seleccionados del distrito de San Juan de Lurigancho, se refleja que la presencia del Pb en estos alimentos domésticos, representa un peligro latente de contaminación de origen marino.



**Figura 4.** Valores de Pb en pescado fresco comparado con el Límite Máximo Permissible (LMP) según el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES).

**Fuente:** Elaboración de los autores

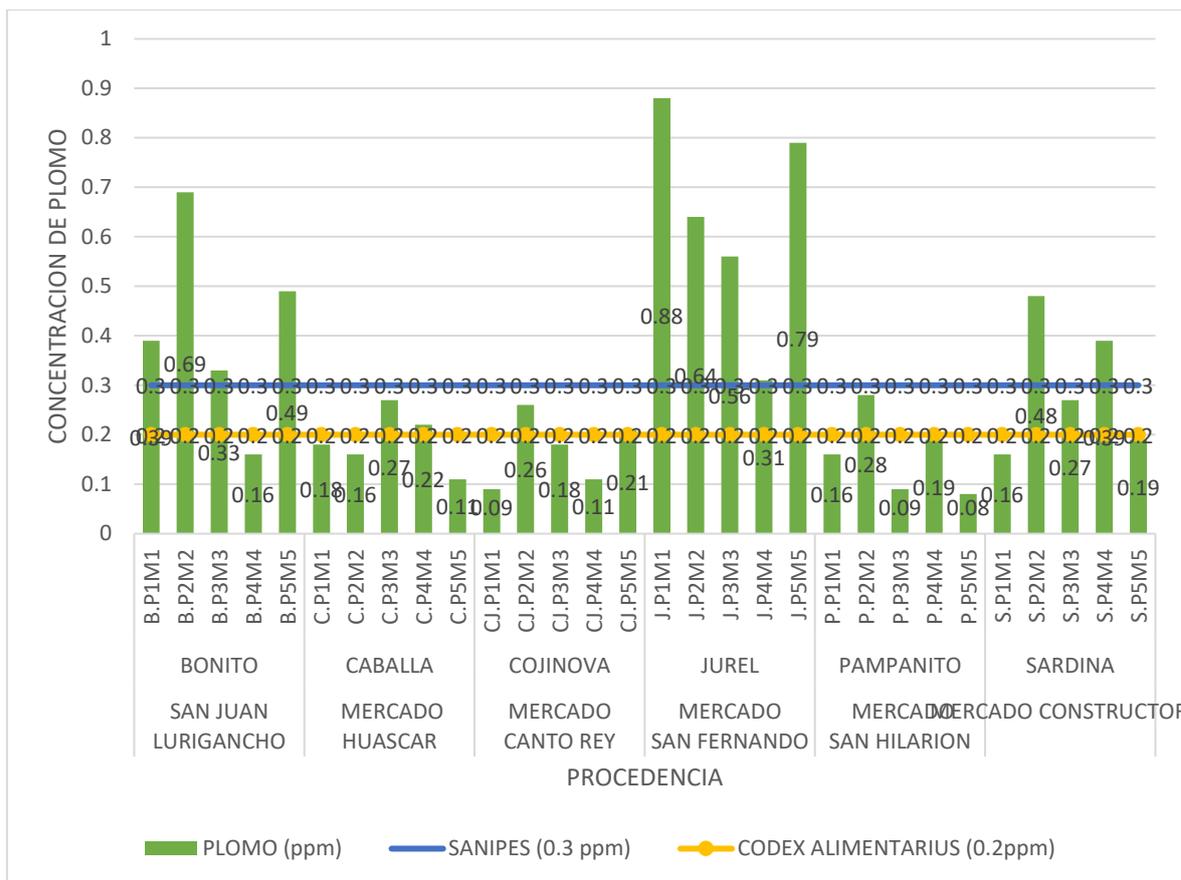
Se observa en la Figura 4, que las muestras de pescado frescos de diferentes mercados del distrito de San Juan de Lurigancho, superan los LMP de Pb, de acuerdo a la reglamentación del SANIPES. En los mercados: San Juan de Lurigancho (Bonito) presenta concentraciones de Pb de 0.69, 0.49, 0.39 y 0.33 ppm; San Fernando (Jurel) 0.88, 0.79, 0.64, 0.56 y 0.31 ppm. Además en Constructores (Sardina) se obtuvieron altos valores de Pb solo en dos muestras (0.48 y 0.39 ppm). Cabe señalar que en los mercados de Canto Rey (Cojinova) y San Hilarión (Pampanito) ninguna de las muestras reporta valores superiores establecidos por el SANIPES (0.3 ppm).



**Figura 5.** Porcentaje de pescado fresco que supera el Límite Máximo Permissible de Pb según el SANIPES

**Fuente:** Elaboración de los autores

Mientras tanto, en la Figura 5, se aprecia que las muestras cuyas las concentraciones de Pb no superan los LMP de acuerdo al SANIPES, representa el 63%. En consecuencia, un 37% extralimita los LMP de Pb. Cabe mencionar que las diferencias porcentuales pueden ser debido al origen de la comercialización de las muestras marinas, así como a la constante exposición en zonas contaminadas



**Figura 6.** Valores de Pb en pescado fresco y el Límite Máximo Permisibles en comparación entre el Codex Alimentarius y SANIPES.

**Fuente:** Elaboración de los autores

En la Figura 6, se observa que las concentraciones de Pb en las especies marinas: Bonito son 0.69, 0.49, 0.39, 0.33 y 0.16 ppm, de ellas 4 muestras supera los valores establecidos por el Codex Alimentarius (0.2 ppm) y el SANIPES (0.3 ppm). Seguido de Caballa con valores de 0.27 y 0.22 ppm supera el LMP en relación al Codex Alimentarius. En cuanto a las muestras de Cojinova solo 2 muestras tiene valores superiores de 0.21 y 0.26 ppm extralimitados de acuerdo al Codex Alimentarius. Entretanto el Jurel presenta concentraciones de Pb superiores (0.88, 0.79, 0.64, 0.56 y 0.31 ppm) sobrepasando el LMP regidos por Codex Alimentarius y el SANIPES. El Pampanito solo una muestra (0.28 ppm). Finalmente la muestra marina Sardina solo en tres muestras exceden el LMP establecidos por Codex Alimentarius y el SANIPES (0.48, 0.39 y 0.27 ppm).

**Tabla 2.** Prueba de rango múltiple de Duncan

Especie	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Pampanito	5	0.1600		
Cojinova	5	0.1700		
Caballa	5	0.1880		
Sardina	5	0.2980	0.2980	
Bonito	5		0.4120	
Jurel	5			0.6360
Sig.		0.172	0.216	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.

Se observa en la Tabla 2 lo siguiente:

En el grupo 1 se observa que las medias de las muestras de pescado fresco correspondiente a Pampanito, Cojinova, Caballa y Sardina, no presenta diferencia significativa entre ellas.

En el grupo 2 se observa que las medias de las muestras de pescado fresco entre Sardina y Bonito no presentan diferencia significativa.

Entre el grupo 1 y grupo 2 se observa que las medias de las muestras de especies presentan diferencia significativa.

Se observa además que en grupo 3 hay diferencia significativa entre la muestra de Jurel con respecto a los grupos 1 y 2.

**Tabla 3.** Comparaciones múltiples de los valores de Pb en pescado fresco

HSD Tukey						
Especie	Pescado fresco	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Bonito	Caballa	0.22400	0.08977	0.165	-0.0536	0.5016
	Cojinova	0.24200	0.08977	0.113	-0.0356	0.5196
	Jurel	-0.22400	0.08977	0.165	-0.5016	0.0536
	Pampanito	0.25200	0.08977	0.091	-0.0256	0.5296
	Sardina	0.11400	0.08977	0.798	-0.1636	0.3916
Caballa	Bonito	-0.22400	0.08977	0.165	-0.5016	0.0536
	Cojinova	0.01800	0.08977	1.000	-0.2596	0.2956
	Jurel	-.044800*	0.08977	<b>0.001</b>	-0.7256	-0.1704
	Pampanito	0.02800	0.08977	1.000	-0.2496	0.3056
	Sardina	-0.11000	0.08977	0.820	-0.3876	0.1676
Cojinova	Bonito	-0.24200	0.08977	0.113	-0.5196	0.0356
	Caballa	-0.01800	0.08977	1.000	-0.2956	0.2596
	Jurel	-0.46600*	0.08977	<b>0.000</b>	-0.7436	-0.1884
	Pampanito	0.01000	0.08977	1.000	-0.2676	0.2876
	Sardina	-0.12800	0.08977	0.712	-0.4056	0.1496
Jurel	Bonito	0.22400	0.08977	0.165	-0.0536	0,5016
	Caballa	0.44800*	0.08977	<b>0.001</b>	0.1704	0.7256
	Cojinova	0.46600*	0.08977	<b>0.000</b>	0.1884	0.7436
	Pampanito	0.47600*	0.08977	<b>0,000</b>	0.1984	0.7536
	Sardina	0.33800*	0.08977	<b>0.011</b>	0.0604	0.6156
Pampanito	Bonito	-0.25200	0.08977	0.091	-0.5296	0.0256
	Caballa	-0.02800	0.08977	1.000	-0.3056	0.2496
	Cojinova	-0.01000	0.08977	1.000	-0.2876	0.2676
	Jurel	- 0.47600*	0.08977	<b>0.000</b>	-0.7536	-0.1984
	Sardina	-0.13800	0.08977	0.645	-0.4156	0.1396
Sardina	Bonito	-0.11400	0.08977	0.798	-.3916	0.1636
	Caballa	0.11000	0.08977	0.820	-.1676	0.3876
	Cojinova	0.12800	0.08977	0.712	-.1496	0.4056
	Jurel	-0.33800*	0.08977	<b>0.011</b>	-.6156	-0.0604
	Pampanito	0.13800	0.08977	0.645	-.1396	0.4156

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Se observa en la Tabla 3 de comparaciones múltiples según Prueba Tukey, en negrita el nivel de significancia entre los grupos de pescado fresco, es decir, cuyas medias presentan diferencia significativa entre sí.

**Tabla 4.** Prueba de Tukey

Especie	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Pampanito	5	0.1600	
Cojinova	5	0.1700	
Caballa	5	0.1880	
Sardina	5	0.2980	
Bonito	5	0.4120	0.4120
Jurel	5		0.6360
Sig.		0.091	0.165

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.000.

Se observa de la Tabla 4 de la Prueba de Tukey lo siguiente:

Del grupo 1 las especies de Pampanito, Cojinova, Caballa, Sardina no existe diferencia significativa por encontrarse en el mismo grupo.

Del grupo 2 las especies de Bonito y Jurel no existe diferencia significativa con respecto a las medias por encontrarse en el mismo grupo.

El grupo 2 las medias de las especies Bonito y Jurel existe diferencia significativa con respecto a las medias de las especies Pampanito, Cojinova, Caballa y Sardina.

## Prueba de hipótesis

- Análisis de la prueba *t* de Student de los valores de Pb en pescado fresco según Codex Alimentarius

El análisis es de una sola cola, formulamos las hipótesis

H0:  $\mu > 0.2$  ppm (Hipótesis nula)

H1:  $\mu < 0.2$  ppm (Hipótesis alternativa)

**Tabla 5.** Prueba de *t* Student – para una muestra de Pb en pescado fresco según Codex Alimentarius

Especies de pescado fresco	Valor de prueba = 0.2 ppm (LMP de Pb según Codex Alimentarius)					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Valor de Pb	2.807	29	0.009	0.11067	0.0300	0.1913

**Tabla P – valor**

H <sub>1</sub>	Signo de t	P - Valor en SPSS
≠		Significancia asintótica bilateral
>	+	Significancia asintótica bilateral/2
>	-	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	+	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	-	Significancia asintótica bilateral/2

Como es una prueba de una cola según hipótesis alternativa menor que (<) al valor de prueba, de la Tabla P – valor y observando que el signo de t experimental en la Tabla 5 de la prueba de *t* de Student es positivo entonces el P valor sería 1- el valor de la Significancia asintótica bilateral dividido entre 2.

$$P \text{ valor} = 1 - \frac{\text{Significancia asintótica bilateral}}{2} = 1 - \frac{0.009}{2} = 1 - 0.0045 = 0.9955$$

Este P valor hallado es 0.9955 el cual es mayor que el valor de significancia que es 0.05 por lo tanto la hipótesis nula se acepta.

En consecuencia, se acepta la hipótesis nula: existen muestras cuyos valores de Pb son superiores al valor de prueba, el cual es el límite máximo permisible de cadmio establecido por el Codex Alimentarius (0.2 ppm), en las muestras de especies pescado fresco expandidas en los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho.

- Análisis de la prueba *t* de Student de los valores de Pb en pescado fresco según el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES)

El análisis es de una sola cola, formulamos las hipótesis

H<sub>0</sub>:  $\mu > 0.3$  ppm (Hipótesis nula)

H<sub>1</sub>:  $\mu < 0.3$  ppm (Hipótesis alternativa)

**Tabla 6.** Prueba de *t* Student – para una muestra de Pb en pescado fresco según el Servicio Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES).

Especies de pescado fresco	Valor de prueba = 0.3 ppm (LMP de Pb según SANIPES)					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Valor de Pb	0.271	29	0.789	0.01067	-0.0700	0.0913

**Tabla P – valor**

H <sub>1</sub>	Signo de t	P - Valor en SPSS
≠		Significancia asintótica bilateral
>	+	Significancia asintótica bilateral/2
>	-	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	+	1-Significancia asintótica bilateral/2
<	-	Significancia asintótica bilateral/2

Como es una prueba de una cola según hipótesis alternativa menor que (<) al valor de prueba, de la Tabla P – valor y observando que el signo de t experimental en la Tabla 6 de la prueba de *t* de student es positivo entonces el P valor sería 1- el valor de la Significancia asintótica bilateral dividido entre 2.

$$P \text{ valor} = 1 - \frac{\text{Significancia asintótica bilateral}}{2} = 1 - \frac{0.789}{2} = 1 - 0.3945 = 0.6055$$

Este P valor hallado es 0.6055 el cual es mayor que el valor de significancia que es 0.05 por lo tanto la hipótesis nula se acepta.

En consecuencia se acepta la hipótesis nula, que existen muestras donde los valores de Pb son superiores al valor de prueba, el cual es límite máximo permisible de Pb establecido por el SANIPES que es de 0.3 ppm, en las muestras de pescado fresco expandidas en los mercados de San Juan de Lurigancho.

## Análisis de varianza unidireccional Anova

**Tabla 7.** Datos estadísticos descriptivos de los valores hallados de Pb en muestras de pescado fresco

Pescado fresco	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Bonito	5	0.4120	0.19627	0.08777	0.1683	0.6557	0.16	0.69
Caballa	5	0.1880	0.06058	0.02709	0.1128	0.2632	0.11	0.27
Cojinova	5	0.1700	0.07036	0.03146	0.0826	0.2574	0.09	0.26
Jurel	5	0.6360	0.22098	0.09882	0.3616	0.9104	0.31	0.88
Pampanito	5	0.1600	0.08155	0.03647	0.0587	0.2613	0.08	0.28
Sardina	5	0.2980	0.13517	0.06045	0.1302	0.4658	0.16	0.48
Total	30	0.3107	0.21597	0.03943	0.2300	0.3913	0.08	0.88

**Tabla 8.** Análisis de varianza

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.869	5	0.174	8.626	0.000
Dentro de grupos	0.484	24	.0020		
Total	1.353	29			

$H_0$  = No existe diferencia entre los grupos evaluados (hipótesis nula)

$H_1$  = Existe diferencia entre los grupos evaluados (hipótesis alternativa)

Como se observa en la Tabla 8 la significancia es asintótica, es decir, nuestro p - valor es 0.000 y es menor al nivel de significancia que es 0.05; por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, esto quiere decir que existen diferencias de medias entre los grupos evaluados.

**Tabla 9.** Prueba de homogeneidad de varianza

		Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
Valor de Pb	Se basa en la media	1.932	5	24	0.126
	Se basa en la mediana	1.632	5	24	0.190
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1.632	5	13.093	0.220
	Se basa en la media recortada	1.881	5	24	0.135

$H_0$  = Las varianzas son iguales entre los grupos evaluados (hipótesis nula)

$H_1$  = Las varianzas son diferentes entre los grupos evaluados (hipótesis alternativa)

Como se observa en la Tabla 9 la significancia asintótica, es decir, nuestro p - valor es 0.126 y es mayor al nivel de significancia que es 0.005; por lo tanto se acepta la hipótesis nula, esto quiere decir que las varianzas son iguales entre los grupos evaluados.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 Discusión

El presente estudio advierte sobre la contaminación de Pb especialmente en peces comestibles, los cuales constituyen una amenaza para las poblaciones consumidoras que utilizan este recurso en la alimentación como fuente de nutrientes. Las concentraciones de Pb en pescados frescos en algunas muestras fueron más altas que las informadas en estudios anteriores sobre los grupos aquí abordados. Es posible que las altas cargas de Pb encontradas en las especies analizadas puedan atribuirse al rápido crecimiento de la población del distrito de San Juan de Lurigancho, la urbanización distorsionada y la densidad de la industria como principales factores de contaminación de origen humano.

Tres especies de pescado fresco: Bonito (0.33, 0.39, 0.49 y 0.69 ppm), Jurel (0.31, 0.56, 0.64, 0.79 y 0.88 ppm) y Sardina (0.27, 0.39 y 0.48 ppm) obtuvieron una concentración de Pb que superan los umbrales establecidos en la normativa peruana (SANIPES) y el Codex Alimentarius de 0.3 mg/kg (0.3 ppm) y 0.2 mg/kg (0.2 ppm) respectivamente, no obstante en ciertas muestra de pescado fresco de Caballa (0.11, 0.16 y 0.18 ppm), Cojinova (0.09, 0.11 y 0.18 ppm) y Pampanito (0.08, 0.09, 0.16 y 0.19 ppm) estuvieron por debajo de lo establecido por los entes reguladores. Asimismo, estos resultados mostraron que las concentraciones de Pb en los peces se encontraban en niveles de peligro y riesgo para la alimentación humana. De manera semejante, Köker et al. (2020), determinaron las concentraciones de Pb en los tejidos musculares de dos especies de peces de consumo común, *Trachurus mediterraneus* (Jurel mediterráneo) y *Merlangius merlangus* (Merlán), se encontró que las muestras de pescado tenían las concentraciones más altas de Pb. Según la Organización Mundial de la Salud, en términos de valores máximo en Pb (0.5 mg/kg) fueron superiores en *Trachurus mediterraneus* (8.14 mg/kg) y *M. merlangus* (3.1 mg/kg)<sup>35</sup>, muy superiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos por el SANIPES y Codex Alimentarius. Lo mismo que Popovic et al. (2019), mostró que el Pb era el elemento tóxico más concentrado, entre los cuatro especies de peces comerciales: *Cyprinus carpi* (1.022 ppm) *Hypophthalmichthys molitrix* (0.948 ppm), *Silurus glanis* (0.335 ppm) y *Esox lucius* (1.109 ppm), los cuales

no cumplieron con las regulaciones<sup>36</sup>. El agua de origen marítimo puede estar contaminado por altas concentraciones de Pb de las emisiones de vehículos y diferentes fuentes industriales. Tanto como Mehouel et al.(2019), indica que las especies *Sardina pilchardus* (2.13 ppm) y *Xiphias gladius* (3.9 ppm) están contaminados con Pb en niveles muy altos que son superando los umbrales establecidos por las autoridades sanitarias europeas<sup>37</sup>. Del mismo modo, Alturiqi y Albedair (2012), demostraron que el Pb estaba presente en un rango de 3.24 a 9.17 mg/kg. La mayor concentración se detectó en la sardina. Sin embargo, los resultados de Pb obtenidos en las muestras superan los niveles permitidos<sup>38</sup>; 0.3 mg/kg (SANIPES) y 0.2 mg/kg (Codex Alimentarius). Cabe resaltar que los resultados del estudio relacionado a la Sardina (0.48, 0.39 y 0.27 ppm) son cercanos a los obtenidos y concuerdan con los hallazgos del presente estudio. En cambio, Huseen y Mohammed (2019), mostraron variaciones en tres especies de peces en concentraciones de Pb en *Cyprinus carpio* (9 mg/kg), *Ctenopharyngodon idella* (5.47mg/kg) y *Liza abu* (10.8 mg/kg) Los resultados mostraron que las concentraciones de Pb en la carne de pescado eran superiores al límite aceptable, que es de 0.2 mg/kg según los estándares del Codex Alimentarius<sup>39</sup>. Dada la representatividad de las especies de peces analizadas, que abarcan distintos hábitos de alimentación y hábitats de ocupación, sumados a la amplia cobertura espacial de este estudio, es presumible que el conjunto de peces comercializados en el distrito de San Juan de Lurigancho podría estar ampliamente contaminado por Pb. Este escenario también puede reflejar el estado de contaminación de los ambientes circundantes, en la cual todas las especies de peces aquí analizadas son consumidas en gran parte por la población local.

De acuerdo al estudio de Solidum et al. (2013) en un análisis cuantitativo confirmó la presencia de Pb en algunas muestras de pescado excedieron los límites estándar establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. y la Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA) para Pb (0.5 ppm) <sup>40</sup>. Los resultados obtenidos del estudio pueden considerarse peligrosos. Y aunque las especies Bonito (0.69 ppm), Jurel (0.88 ppm) y Sardina (0.48 ppm), supera el límite permitido para el plomo, debe tenerse en cuenta que los metales pesados tienden a acumularse dentro del cuerpo. Durante un período

de tiempo, existirá la posibilidad de que estas pequeñas cantidades de metales pesados que se encuentran en las otras muestras de pescado se concentren dentro del cuerpo y presenten efectos adversos cuando alcancen cierto nivel dentro del cuerpo humano. Conviene enfatizar que la mayoría de los resultados alcanzados indicaron un riesgo para la salud ya que sus valores son más altos que los niveles tolerables permisibles citados por los comités internacionales. Los consumidores en el distrito de San Juan de Lurigancho pueden sufrir un riesgo para la salud, en cierta medida, por el consumo de pescado fresco al no cumplir con los LMP de Pb estipulados por las autoridades sanitarias nacionales e internacionales.

En la investigación de Quintela et al. (2019), las concentraciones medias de Pb fueron bajas, oscilando entre  $0,00067 \pm 0,00060$  a  $0,0040 \pm 0,00045$  mg/kg en peces<sup>41</sup>. Curiosamente, las concentraciones de Pb estuvieron por debajo del límite de detección en muestras de Caballa (0.11, 0.16 y 0.18 ppm), Cojinova (0.09, 0.11 y 0.18 ppm) y Pampanito (0.08, 0.09 y 0.16 ppm). El hecho que se detectara Pb en valores inferiores al Límite Máximo Permisible (SANIPES y Codex Alimentarius) en los órganos de peces analizados no excluyó la absorción de Pb en otros organismos acuáticos. De igual manera Ibemenuga et al., (2019), no detectaron Pb en ninguno de los peces muestreados (*Tilapia zillii*, *Malapterurus electricus* y *Clarias gariepinus*). La ausencia de Pb en los órganos de los peces informada puede deberse a que los peces no absorben Pb a través del agua, los alimentos y la piel<sup>42</sup>.

Por otro lado, Joda et al. (2019), en tres peces de consumo común, tuvieron como resultado un promedio de concentración de Pb entre 0.006 – 0.035 mg/kg. Las concentraciones de Pb fueron casi insignificantes. Una posible explicación es que los niveles de otros elementos se encuentran en niveles mucho más altos en el pescado en comparación con los otros elementos bajo investigación<sup>43</sup>. Tanto como Sulieman y Suliman (2019), recolectaron tres organismos marinos y observaron que las concentraciones de Pb fueron significativamente bajas (0.013–0.026 mg/kg) y no superó el nivel permisible aprobado por el Codex Alimentarius. La acumulación de metales pesados no se vio afectada solo por las especies de peces y los órganos de los tejidos<sup>44</sup>. Olmedo et al., (2013), demostraron que los niveles de Pb de un número

significativo de peces estaban por encima del límite permisible establecido por la OMS (0.5 mg/kg). Los únicos productos frescos que mostraron niveles por debajo del límite permisible fueron la sepia (0.117 mg/kg de peso corporal), la merluza europea (0.094 mg/kg) y el lenguado común (0.052 mg/kg) <sup>45</sup>. Los organismos acuáticos bioacumulan Pb a partir del agua y la dieta, aunque hay pruebas de que la acumulación de Pb en los peces probablemente se origina en el agua contaminada y no en la dieta. También en varios trabajos se ha determinado la acumulación de Pb en diferentes especies de peces, lo que origina trastornos en el cuerpo del pez <sup>46</sup> y en concentraciones suficientemente altas puede afectar la función del hígado, riñón y bazo y puede causar deformidades espinales y la muerte<sup>47</sup>. En contraste, Savassi et al. (2020) en la especie marina *Salminus franciscanus*, hallaron concentraciones de Pb (0.20-2.33 ppm en hígado y 0.17-2.11 ppm en el músculo) y estuvieron presentes en niveles que exceden los límites de seguridad establecidos por las dos agencias de referencia (Codex alimentarius y SANIPES), al estar relacionada con una mayor incidencia de alteraciones histopatológicas en el hígado y el bazo de *S. franciscanus*. Estas alteraciones se correlacionan con un aumento significativo de las expresiones de enzimas hepáticas de pescado, lo que sugiere que estos biomarcadores son eficaces para evaluar la calidad ambiental de los ambientes acuáticos contaminados por metales pesados<sup>48</sup>. Por lo tanto, se puede concluir que las concentraciones de Pb en las partes comestibles de las especies examinadas no deberían plantear problemas de salud a los consumidores. Sin embargo, en el futuro, la bioacumulación de metales pesados analizados en este estudio puede ser un posible riesgo para el consumo de estas especies, si aumenta la dosis de contaminación vertida a estos mares.

En el presente estudio se destaca la importancia del Jurel (0.31, 0.56, 0.64, 0.79 y 0.88 ppm) como la especie de mayor concentración de Pb. Esta situación está de acuerdo con los resultados de las investigaciones de Mutlu et al. (2012), determinó las concentraciones medias de Pb en los tejidos del Jurel (*Trachurus trachurus*), de diferentes ubicaciones en las aguas costeras de Turquía. El Pb tuvo los niveles más altos en los músculos y el hígado. Además, las concentraciones en el hígado (0.44 mg/kg) fueron más altas que en los músculos (0.08 mg/kg). En general, hubo diferencias entre los niveles de Pb

informados en este estudio y otros estudios; la razón de estas diferencias puede ser diferentes especies, ubicación de muestreo y estación<sup>49</sup>. Es muy difícil comparar las concentraciones de metales pesados, incluso dentro de los tejidos similares de especies diferentes, debido a los diferentes hábitos de alimentación, las diferencias en los medios acuáticos en cuanto a la fuente y el nivel de contaminación del agua, las tasas de crecimiento de la especie, tipos de tejidos analizados y algunos otros factores. Por tanto, las diferencias entre las acumulaciones de Pb en tejidos similares de diferentes especies son probables, los resultados se compararon con las concentraciones de Pb eran más altos que el Codex Alimentarius y SANIPES. De suma importancia, si los peces se exponen a agua contaminada con altas concentraciones de Pb, detectadas en el presente estudio representan un riesgo potencial para la salud de los peces y de los consumidores.

La especie Pampanito (*Trachinotus kennedyi*) se detectó concentraciones de Pb menores (0.08, 0.09, 0.16, 0.19 y 0.28 ppm) entre todas las especies evaluadas. Sin embargo en el estudio de Ahmed et al. (2009), recolectaron muestras individuales de *Trachinotus blochii*, se determinaron metales pesados, incluidos el Pb (0.39-0.8 mg/kg) fueron elevados<sup>50</sup>. En el presente estudio se halló que el promedio de concentración de Pb en las muestras de Pampanito es significativa y está dentro de los límites permitidos por Codex Alimentarius y SANIPES.

Aunque las concentraciones de Pb de las muestras de Pampanito se detectaron en concentraciones bajas, el peligro potencial de toxicidad por Pb puede volverse más severo en el futuro dependiendo de la extensión de la afluencia de aguas residuales industriales y domésticas debido a las actividades humanas en las áreas adyacentes. La posible fuente de esta contaminación por Pb puede ser el agua sin tratar y otros efluentes industriales que ingresan a los mares. Sin embargo, se requieren estudios más precisos y enfocados para obtener una visión y comprensión adecuadas de este grave problema.

Una vez más, la presencia de Pb en muestras de peces podría ser consecuencia de actividades antropogénicas, como las industrias minera, química y de procesamiento de metales, refinerías y escombreras urbanas. En consecuencia el Pb se puede acumular en pescados y mariscos y, además, se

puede encontrar en niveles más altos en los despojos (hígado y riñón) de los animales destinados a la alimentación. Los niños y adultos que consumen dietas ricas en estos alimentos pueden, por tanto, estar expuestos a un nivel inaceptable de Pb (Kortei et al., 2020) <sup>51</sup>.

En general, los niveles de Pb analizados fueron ampliamente comparables a los encontrados en estudios similares nacionales e internacionales. Las concentraciones medias encontradas en casi todas las especies analizadas estuvieron en un 50% de esos límites, y sólo otras muestras superaron el Límite Máximo Permisible.

Considerando las especies de pescados en su conjunto, podemos inferir que la ingestión del contenido de Pb hallado en los pescados de consumo presenta algún riesgo para la salud del consumidor. Es importante subrayar, no debe descartarse que un consumo regular o excesivo de determinadas especies de pescado, por ejemplo, Bonito, Jurel y Sardina pueden superar el límite máximo inferior para un cierto efecto tóxico. Es decir, esto implicaría necesariamente un riesgo notable para los consumidores.

## 4.2. Conclusiones

- La concentración de Pb en muestras de pescado fresco evaluadas fueron: Bonito 0.16, 0.33, 0.39, 0.49 y 0.69 ppm; Caballa 0.11, 0.16, 0.18, 0.22 y 0.27 ppm; Cojinova 0.09, 0.11, 0.18, 0.21 y 0.26 ppm; Jurel 0.31, 0.56, 0.64, 0.79 y 0.88 ppm; Pampanito 0.08, 0.09, 0.16, 0.19 y 0.28 ppm; y Sardina 0.16, 0.19, 0.27, 0.39 y 0.48 ppm.
- Las concentraciones de Pb que superan los Límites Máximo Permisibles de acuerdo al Codex Alimentarius (0.2 ppm) son cuatro muestras de Bonito (0.33, 0.39, 0.49 y 0.69 ppm), dos de Caballa (0.22 y 0.27 ppm), dos de Cojinova (0.21 y 0.26 ppm), cinco de Jurel (0.31, 0.56, 0.64, 0.79 y 0.88 ppm), uno de Pampanito (0.28 ppm) y tres de Sardina (0.27, 0.39 y 0.48 ppm).
- Las concentraciones de Pb que superan los Límites Máximo Permisibles de acuerdo al SANIPES (0.3 ppm) son cuatro muestras de Bonito (0.33, 0.39, 0.49 y 0.69 ppm), cinco de Jurel (0.31, 0.56, 0.64, 0.79 y 0.88 ppm) y tres de Sardina (0.27, 0.39 y 0.48 ppm).
- La concentración de Pb máxima en seis muestras de pescado fresco localizados en los mercados del distrito de San Juan de Lurigancho fueron: Bonito 0.69 ppm, Caballa 0.27 ppm, Cojinova 0.26 ppm, Jurel 0.88 ppm; Pampanito 0.28 ppm; y Sardina 0.48 ppm. En relación con las norma de referencia del Codex Alimentarius (0.2 ppm) y SANIPES (0.3 ppm) del total de muestras analizadas, ciertas muestras de pescado fresco superaron el valor referencial. Caso contrario de las muestras en cada espécimen hubo valores de Pb por debajo del límite establecido, Bonito (0.16 ppm), Caballa (0.11, 0.16 y 0.18 ppm), Cojinova (0.09, 0.11 y 0.18 ppm), Pampanito (0.08, 0.09, 0.16 y 0.19 ppm) y Sardina (0.16 y 0.19 ppm).

- Las medias de las especies Bonito (0.4120 ppm) y Jurel (0.6360 ppm) existe diferencia significativa con respecto a las medias de las especies Pampanito (0.1600 ppm), Cojinova (0.1700 ppm), Caballa (0.1880 ppm) y Sardina (0.2980 ppm). Cabe destacar que Pampanito, Cojinova, Caballa y Sardina no presenta diferencia significativa entre ellas.

### **4.3. Recomendaciones**

- Se recomienda un control exhaustivo y periódico de los metales pesados en alimentos de origen marino en los principales centros de abastecimientos del distrito de San Juan de Lurigancho, asimismo, las autoridades sanitarias nacionales, en términos de salud pública, deben tomar las medidas pertinentes por los peligros tóxicos de los metales pesados y los riesgos a los que está expuesto el consumidor.
- Los investigadores recomiendan al gobierno local y a las organizaciones involucradas en la nutrición marina y alimentaria que utilicen este estudio como referencia sobre las especies de peces que representan mayor riesgo para el consumo humano.
- Las autoridades locales deben optar las medidas de control que incluyen la sensibilización pública sobre la necesidad de controlar las actividades antropogénicas que podrían conducir a la contaminación ambiental y el medio acuático.
- Se debe poner en práctica un ejercicio de monitoreo continuo desde las autoridades municipales y los gobiernos regionales, para evitar la bioacumulación excesiva de metales tóxicos y salvaguardar la seguridad, de los consumidores.
- Se debe desarrollar una gestión adecuada desde la Municipalidad del distrito de San Juan de Lurigancho, de los desechos mediante medidas que fomenten la minimización, reciclaje y reutilización de residuos procesados tanto por particulares como por industrias.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Milend-Mbeh G, Togue-Kamga F, Kouekam-Kengap A, Enow-Atem M, Oben-Mbeng L. Quantification of heavy metals (Cd, Pb, Fe, Mg, Cu, and Zn) in seafood (fishes and crabs) and evaluation of health risks to consumers in Limbe, Cameroon. *J. Mater. Environ. Sci.* 2019; 10 (10): 948-957. Disponible en:  
[https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol10/vol10\\_N10/JMES-2019-10-10-96-Milend%20Mbeh.pdf](https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol10/vol10_N10/JMES-2019-10-10-96-Milend%20Mbeh.pdf)
2. Zuluaga RJ, Gallego RS, Ramírez BC. Contenido de Hg, Cd, Pb y As en especies de peces: Revisión. *Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias.* 2015; 22(2): 148-159.  
doi: 10.17533/udea.vitae.v22n2a09.
3. Çulha ST, Yabancı M, Baki B, Yozukmaz A. Heavy metals in tissues of scorpionfish (*Scorpaena porcus*) caught from Black Sea (Turkey) and potential risks to human health. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2016 Oct; 23(20):20882-92. doi: 10.1007/s11356-016-7337-2.
4. Sabbir W, Rahman Z, Halder T, Khan N, Ray S. Assessment of heavy metal contamination in fish feed available in three districts of South Western region of Bangladesh. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2018; 6(2): 100-104. Disponible en:  
<http://www.fisheriesjournal.com/archives/2018/vol6issue2/PartB/6-1-61-951.pdf>
5. Torres P, Rodrigues A, Soares L, Garcia P. Metal concentrations in two commercial tuna species from an active volcanic region in the Mid-Atlantic Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology.* 2016; 70(2): 341-47. doi: 10.1007/s00244-015-0249-1.
6. Iwegbue, C.M.A., 2015. Metal concentrations in selected brands of canned fish in Nigeria: estimation of dietary intakes and target hazard quotients. *Environ. Monit. Assess.* 2015; 187: (3), 85. doi:10.1007/s10661-014-4135-5.
7. Maurya P, Malik DS, Yadav K, Kumar A, Kumar S, Kamyab H. Bioaccumulation and potential sources of heavy metal contamination in fish species in River Ganga basin: Possible human health risks evaluation. *Toxicol Rep.* 2019; 6: 472–481. doi: 10.1016/j.toxrep.2019.05.012

8. Winiarska-Mieczan A, Florek M, Kwiecień M, Kwiatkowska K, Krusiński R. Cadmium and Lead Content in Chosen Commercial Fishery Products Consumed in Poland and Risk Estimations on Fish Consumption. *Biol Trace Elem Res.* 2018; 182(2): 373–380. doi: 10.1007/s12011-017-1104.
9. Maehre HK, Jensen IJ, Elvevoll EO, Eilertsen KE.  $\omega$ -3 fatty acids and cardiovascular diseases: effects, mechanisms and dietary relevance. *Int J Mol Sci.* 2015;16:22636–22661. doi: 10.3390/ijms160922636.
10. Makedonski, K. Peycheva & M. Stancheva; Determination of heavy metals in selected black sea fish species. *Food Control.* 2017; 72: (313–318). doi: 10.1016/j.foodcont.2015.08.024.
11. Bosch AC, O'Neill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC. Heavy metals in marine fish meat and consumer health: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2015;96(1), 32–48. doi:10.1002/jsfa.7360.
12. Wani AL, Ara A, Usmani JA. Lead toxicity: a review. *Interdiscip Toxicol.* 2015: Jun; 8(2): 55–64. doi: 10.1515/intox-2015-0009.
13. Li Y, Qin J, Wei X, Li C, Wang J, Jiang M, et al. The Risk Factors of Child Lead Poisoning in China: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2016 Mar; 13(3): 296. doi: 10.3390/ijerph13030296.
14. Sachdeva C, Thakur K, Sharma A, Sharma K. Lead: Tiny but Mighty Poison. *Indian J Clin Biochem.* 2018 Apr; 33(2): 132–146. doi: 10.1007/s12291-017-0680-3.
15. Soltaninejad K, Shadnia S. Lead Poisoning in Opium Abuser in Iran: A Systematic Review. *Int J Prev Med.* 2018; 9: 3. doi: 10.4103/ijpvm.IJPVM\_22\_17.
16. Lee JW, Choi H, Hwang UK, Kang JC, Kang YJ, Kim K, Kim JH. Toxic Effects of Lead Exposure on Bioaccumulation, Oxidative Stress, Neurotoxicity, and Immune Responses in Fish: A Review. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2019; 68: 101-108. doi: 10.1016/j.etap.2019.03.010.
17. Loaloe A, Mohamed A, Engy F. Heavy Metals Residues (Mercury and lead) Contaminating Nile and Marine Fishes. *Benha Veterinary Medical J* 15 2019; 36 (2): 40-48. Disponible en: [https://bvmmj.journals.ekb.eg/article\\_41385\\_9268b44830087aa1e3b24eaeaf3a12e.pdf](https://bvmmj.journals.ekb.eg/article_41385_9268b44830087aa1e3b24eaeaf3a12e.pdf)

18. Megasari M, Wahyono P, Latifa R, Waluyo L, Fauzi A, Setyawan D. Lead (Pb) Level of Fresh and Smoked Mackerel Tuna (*Euthynnus affinis*) in Tuban, Indonesia. *Earth and Environmental Science*. 2019; 276:012032. doi:10.1088/1755-1315/276/1/012032.
19. Shovon MNH, Majumdar BC, Rahman Z. Heavy Metals (Lead, Cadmium and Nickel) Concentration in Different Organs of Three Commonly Consumed Fishes in Bangladesh. *Fish Aqua J*. 2017; 8: 207. doi:10.4172/2150-3508.1000207.
20. Chatta AM, Khan MN, Mirza ZS, Ali A. Heavy metal (cadmium, lead, and chromium) contamination in farmed fish: a potential risk for consumers' health. *Turkish Journal of Zoology*. 2016; 40: 248-256. doi:10.3906/zoo-1506-1.
21. Jolaoso AO, Anuoluwapo O, Njoku KL, Akinola MO, Adesuyi AA, Adedokun AH. Heavy Metal Analyses and Nutritional Composition of Raw and Smoked Fishes from Ologe and Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*. 2016; 20 (2): 277 – 285. doi: 10.4314/jasem.v20i2.7.
22. Huancaré RS. Identificación histopatológica de lesiones inducidas por bioacumulación de metales pesados en branquias, hígado y músculo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de cultivo en etapa comercial de la laguna de Mamacocha, área de influencia minera, Cajamarca-Perú. [tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima; 2014.
23. Kim HC, Jang TW, Chae HJ, Choi WJ, Ha MN, Ye BJ, et al. Evaluation and management of lead exposure. *Ann Occup Environ Med*. 2015; 27: 30. doi: 10.1186/s40557-015-0085-9.
24. Mendelsohn M, Ghali R. *Measuring impact by design a guide to methods for impact measurement*. First Ed. Impact Canada; 2019.
25. Kesmodel U. Cross-sectional Studies - What Are They Good For?. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2018; 97(4): 388-393. doi: 10.1111/aogs.13331.
26. Dick F, Borst G. Prospective Cohort Studies. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2016; 51(1): 151. doi:10.1016/j.ejvs.2015.09.021.
27. McKibbin KA, Gadd CS. A quantitative analysis of qualitative studies in clinical journals for the 2000 publishing year. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2004; 4: 11. doi: 10.1186/1472-6947-4-11.

28. Simionov IA, Cristea V, Petrea SM, Sîrbu E, Coadă M, Cristea D. The presence of heavy metals in fish meat from Danube River: an overview. *AAFL Bioflux*. 2016; 9 (1). Disponible en:  
<http://www.bioflux.com.ro/docs/2016.1388-1399.pdf>
29. Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES). *Manu 15 : Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación*. 2016. Disponible en:  
[http://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/6\\_R\\_DE\\_N\\_057\\_2016\\_A1.pdf](http://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/6_R_DE_N_057_2016_A1.pdf)
30. Codex Alimentarius Commission. Report of the 33rd Session of the Codex ALINORM 01/12A. Committee on Food Additives and Contaminants; Geneva, Switzerland: 2001. Disponible en:  
[http://www.fao.org/tempref/codex/Reports/Alinorm01/al01\\_12e.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Reports/Alinorm01/al01_12e.pdf)
31. Nevárez M, Leal LO, Moreno M. Estimation of Seasonal Risk Caused by the Intake of Lead, Mercury and Cadmium through Freshwater Fish Consumption from Urban Water Reservoirs in Arid Areas of Northern Mexico. *Int J Environ Res Public Health*. 2015; 12(2): 1803–1816.  
doi: 10.3390/ijerph120201803.
32. Okyere H, Voegborlo RB, Agorku SE. Human exposure to mercury, lead and cadmium through consumption of canned mackerel, tuna, pilchard and sardine. *Food Chemistry*. 2015; 179, 331–335.  
doi:10.1016/j.foodchem.2015.01.038.
33. Huanri JE. Determinación de plomo y arsénico en jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) por espectroscopia de absorción atómica en 17 Metropolitana. [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2014
34. Stone EG. Evidence-Based Medicine and Bioethics: Implications for Health Care Organizations, Clinicians, and Patients. *Perm J*. 2018; 22: 18-030.  
doi: 10.7812/TPP/18-030.
35. Köker L, Aydın F, Gaygusuz Ö, Akçaalan R, Çamur D, İlte H, Albay, M. Heavy Metal Concentrations in *Trachurus mediterraneus* and *Merlangius merlangus* Captured from Marmara Sea, Turkey and Associated Health Risks. *Environmental Management*. 2020; 1-10. doi:10.1007/s00267-020-01352-y.

36. Popović M, Nedić D, Pećanac B, Đorđević V, Baltić T, Lazić IB, Ćirić J. The Toxic Element Concentration in Fish Tissues from Saničani Lake, an Urban Environment, in Bosnia and Herzegovina. *Biological Trace Element Research*. 2019; 197: 271–278. doi:10.1007/s12011-019-01982-2.
37. Mehoul F, Bouayad L, Hammoudi A, Ayadi O, Regad F. Evaluation of the heavy metals (mercury, lead, and cadmium) contamination of sardine (*Sardina pilchardus*) and swordfish (*Xiphias gladius*) fished in three Algerian coasts. *Veterinary World*. 12(1): 7-11. doi: 10.14202/vetworld.2019.7-11.
38. Alturqi A, Albedair L. Evaluation of some heavy metals in certain fish, meat and meat products in Saudi Arabian markets. *Egypt. J. Aquat. Res.* 2012; 38(1): 45-49. doi:10.1016/j.ejar.2012.08.003
39. Huseen H, Mohammed A. Heavy Metals Causing Toxicity in Fishes. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*. 2019; 1-19. doi:10.1088/1742-6596/1294/6/062028.
40. Solidum J, De Vera M, Abdulla A, Evangelista J, Nerosa M. Quantitative Analysis of Lead, Cadmium and Chromium found in Selected Fish marketed in Metro Manila, Philippines. *International Journal of Environmental Science and Development*. 2013; 4 (2):207-212. doi: 10.7763/IJESD.2013.V4.336
41. Quintela FM, Lima GP, Silveira ML, Costa P, Bianchini A, Loebmann D, Martins, SE. High arsenic and low lead concentrations in fish and reptiles from Taim wetlands, a Ramsar site in southern Brazil. *Science of The Total Environment*. 2019; 660: 1004–1014. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.01.031.
42. Ibemenuga K, Ezike F, Nwosu M, Anyaegbunam L, Okoye E, Eyo J. Bioaccumulation of Some Heavy Metals in Some Organs of Three Selected Fish of Commercial Importance from Niger River, Onitsha Shelf, Anambra State, Nigeria. *Journal of Fisheries Sciences*. 2019;13(3): 001-012. Disponible en: <https://bit.ly/2K1xIG0>
43. Joda B, Alheloo H, Al-Mankosh H, Maitham S. Determination of heavy metals arsenic, cadmium and lead in water, sediments and fish from Al Delmaj Marshes-Iraq. *Conference Proceedings*. 2019;1-9. doi:10.1063/1.5123069.

44. Sulieman H, Suliman E. Appraisal of heavy metal levels in some marine organisms gathered from the Vellar and Uppanar estuaries Southeast Coast of Indian Ocean. *Journal of Taibah University for Science*. 2019; 13 (1): 338–343. doi: 10.1080/16583655.2019.1576276.
45. Olmedo P, Pla A, Hernández A, Barbier F, Ayouni L, Gil F. Determination of toxic elements (mercury, cadmium, lead, tin and arsenic) in fish and shellfish samples. Risk assessment for the consumers. *Environment International*. 2013; 59: 63–72. doi: 10.1016/j.envint.2013.05.005.
46. Authman MMN, Zaki MS, Khallaf EA, Abbas HH. Use of Fish as Bio-indicator of the Effects of Heavy Metals Pollution. *J Aquac Res. Development*. 2015; 6 (4): 1-13. doi:10.4172/2155-9546.1000328.
47. Rostern NT. The Effects of Some Metals in Acidified Waters on Aquatic Organisms. *Fish & Ocean Opj*. 2017; 4(4):1-7. doi: 10.19080/OFOAJ.2017.04.555645.
48. Savassi LA, Paschoalini AL, Arantes, FP, Rizzo E Bazzoli N. Heavy metal contamination in a highly consumed Brazilian fish: immunohistochemical and histopathological assessments. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2020, 192(8): 1-14. doi:10.1007/s10661-020-08515-8
49. Mutlu C, Türkmen A, Türkmen M, Tepe Y, Ateş A. Comparison of the heavy metal concentrations in atlantic horse mackerel, *Trachurus trachurus*, from coastal waters of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2012; 21 (2): 304-307. Disponible en: <https://bit.ly/2J4jiVq>
50. Ahmed Q, Ali Q, Khan M, Nazim K, Zaheen W. An assessment of heavy metals in *Trachinotus blochii* (Lacepède, 1801) snubnose pompano fish from northern Arabian sea. *Pakistan Journal of Marine Sciences*. 2009; 18(1-2): 25-29. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/200762018.pdf>
51. Kortei N, Heymann M, Essuman E, Kpodo F, Akonor P, Lokpo S, et al. Health risk assessment and levels of toxic metals in fishes (*Oreochromis niloticus* and *Clarias anguillaris*) from Ankobrah and Pra basins: Impact of illegal mining activities on food safety. *Toxicol Rep*. 2020; 7: 360–369. doi: 10.1016/j.toxrep.2020.02.011.

## **ANEXOS**

## Anexo A: Instrumentos de recolección de datos

Muestra	Nombre científico	Nombre común	Característica	SANIPES (Pb: 0.3 mg/kg)	Codex Alimentarius (Pb:0.2 mg/kg)	Lugar (Mercados)	Observación
N° 1	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pampanito	Fresco			San Hilarión	
N° 2	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pampanito	Fresco			San Hilarión	
N° 3	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pampanito	Fresco			San Hilarión	
N° 4	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pampanito	Fresco			San Hilarión	
N° 5	<i>Trachinotus kennedyi</i>	Pampanito	Fresco			San Hilarión	
N° 6	<i>Trachurus picturatus</i>	Jurel	Fresco			San Fernando	
N° 7	<i>Trachurus picturatus</i>	Jurel	Fresco			San Fernando	
N° 8	<i>Trachurus picturatus</i>	Jurel	Fresco			San Fernando	
N° 9	<i>Trachurus picturatus</i>	Jurel	Fresco			San Fernando	
N° 10	<i>Trachurus picturatus</i>	Jurel	Fresco			San Fernando	
N° 11	<i>Sarda sarda</i>	Bonito	Fresco			San Juan de Lurigancho	
N° 12	<i>Sarda sarda</i>	Bonito	Fresco			San Juan de Lurigancho	
N° 13	<i>Sarda sarda</i>	Bonito	Fresco			San Juan de Lurigancho	
N° 14	<i>Sarda sarda</i>	Bonito	Fresco			San Juan de Lurigancho	
N° 15	<i>Sarda sarda</i>	Bonito	Fresco			San Juan de Lurigancho	
N° 16	<i>Scomber scombrus</i>	Caballa	Fresco			Huascar	
N° 17	<i>Scomber scombrus</i>	Caballa	Fresco			Huascar	
N° 18	<i>Scomber scombrus</i>	Caballa	Fresco			Huascar	
N° 19	<i>Scomber scombrus</i>	Caballa	Fresco			Huascar	
N° 20	<i>Scomber scombrus</i>	Caballa	Fresco			Huascar	
N° 21	<i>Seriolella violácea</i>	Cojinova	Fresco			Canto Rey	
N° 22	<i>Seriolella violácea</i>	Cojinova	Fresco			Canto Rey	
N° 23	<i>Seriolella violácea</i>	Cojinova	Fresco			Canto Rey	
N° 24	<i>Seriolella violácea</i>	Cojinova	Fresco			Canto Rey	
N° 25	<i>Seriolella violácea</i>	Cojinova	Fresco			Canto Rey	
N° 26	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	Fresco			Constructores	
N° 27	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	Fresco			Constructores	
N° 28	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	Fresco			Constructores	
N° 29	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	Fresco			Constructores	
N° 30	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardina	Fresco			Constructores	

## Anexo B: Operacionalización de la variable o variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Independiente:</b> Pescado fresco	Pescado se refiere a los peces que se usan como alimento. Estos peces pueden ser pescados en océanos, mares, ríos o lagos.	Las concentraciones de metales pesados en los pescados, es un peligro potencial de toxicidad para la salud.	- Pampanito - Jurel - Bonito - Caballa - Cojinova - Sardina	Diferentes especies de pescado fresco	Nominal
<b>Variable Dependiente:</b> Niveles de plomo	El Pb es un metal de alta maleabilidad, ductilidad, bajo punto de fusión y la resistencia a la corrosión, se usa en diferentes industrias.	El principal riesgo asociado con el consumo de pescado es la absorción de metales pesados, especialmente Pb superiores de 0.2 a 0.3 mg/kg	- Valores máximos permisibles	0.2 mg/kg a 0.3 mg/kg	Nominal

**Anexo C: Evidencias de trabajo de campo**



Quality Analysis...



## INFORME DE ENSAYO P20-365

A solicitud de: **YENI Y. PAZ HERRERA / LIZ E. PALACIOS NONALAYA**

Asunto: **Análisis Químico de Plomo en especies de pez**

Atención: **Yeny Y. Paz Herrera / Liz E. Palacios Nonalaya**

Cantidad de Muestra(s): **30**

Fecha de Recepción: **Jueves, 20 de Agosto del 2020**

Fecha de Reporte: **Lunes, 07 de Setiembre del 2020**

Instrucciones de Ensayo: **ABSORCION ATOMICA CON HORNO DE GRAFITO**  
HG AAS

Quality Analysis...

Total de páginas: 02 (incluida esta)



Innovative Technologies

**Ing. Verónica Caso Canta**  
**Jefe de Laboratorio**

1

Certificación por:



SE PROHÍBE LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN DE ACTLABS SKYLINE PERU S.A.C.  
"Este servicio ha sido realizado de acuerdo a los controles establecidos por un sistema de gestión de la calidad que cumple con los requisitos de la norma ISO 9001:2015, con número de certificado de AENOR ER-0174/2019 e IQNet ES-0174/2019"

Calle Martín de Murúa N° 170 - 174, Urb. Maranga - San Miguel, Lima - Perú  
Central Telefónica: (511) 464 9762 • Móvil: 994 697 262 • Correo: servicio\_cliente@actlabsperu.com • www.actlabsperu.com

## INFORME DE ENSAYO P20-365

ITEM	Símbolo de Analito		Pb
	Código de Análisis	Símbolo de Unidad	HG AAS ppm
1	B.P1M1		0.39
2	B.P2M2		0.69
3	B.P3M3		0.33
4	B.P4M4		0.16
5	B.P5M5		0.49
6	C.P1M1		0.18
7	C.P2M2		0.16
8	C.P3M3		0.27
9	C.P4M4		0.22
10	C.P5M5		0.11
11	CJ.P1M1		0.09
12	CJ.P2M2		0.26
13	CJ.P3M3		0.18
14	CJ.P4M4		0.11
15	CJ.P5M5		0.21
16	J.P1M1		0.88
17	J.P2M2		0.64
18	J.P3M3		0.56
19	J.P4M4		0.31
20	J.P5M5		0.79
21	P.P1M1		0.16
22	P.P2M2		0.28
23	P.P3M3		0.09
24	P.P4M4		0.19
25	P.P5M5		0.08
26	S.P1M1		0.16
27	S.P2M2		0.48
28	S.P3M3		0.27
29	S.P4M4		0.39
30	S.P5M5		0.19

2

Certificado por:



SE PROHÍBE LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN DE ACTLABS SKYLINE PERU S.A.C.  
 "Este servicio ha sido realizado de acuerdo a los controles establecidos por un sistema de gestión de la calidad que cumple con los requisitos de la norma ISO 9001:2015, con número de certificado de AENOR ER-0174/2019 e IQRNet ES-0174/2019"

Calle Martín de Murúa N° 170 - 174, Urb. Maranga - San Miguel, Lima - Perú  
 Central Telefónica: (511) 464 9762 • Móvil: 994 697 262 • Correo: servicio\_cliente@actlabsperu.com • www.actlabsperu.com