

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO (Pb) Y MERCURIO (Hg)  
EN *ORESTIAS AGGASSII* Y *LUTEUS* DE LA LAGUNA UMayO DISTRITO  
DE ATUNCOLLA PUNO – 2018**

**PRESENTADO POR:  
CARLA NADDYA BUSTINZA PAREDES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**

**EVALUACIÓN DE CONCENTRACIÓN DE PLOMO (Pb) Y MERCURIO (Hg)  
EN *ORESTIAS AGGASSII* Y *LUTEUS* DE LA LAGUNA UMayO DISTRITO  
DE ATUNCOLLA PUNO – 2018**

**PRESENTADO POR:**

**CARLA NADDYA BUSTINZA PAREDES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:**

**PRESIDENTE**

  
M.Sc. GERMAN ESPINOZA RIVAS

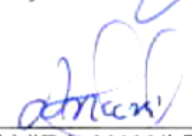
**PRIMER MIEMBRO**

  
Mg. ARTURO BENAVIDES CASTILLO

**SEGUNDO MIEMBRO**

  
M.Sc. JORGE ARUHUANCA CARTAGENA

**ASESOR DE TESIS**

  
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ingeniería y Tecnología  
Disciplina: Otras Ingenierías y Tecnologías  
Especialidad: Contaminación Industrial y Agroindustrial: Pesquería,  
Ganadería, Cultivos y Agroindustria.

Puno, 04 de febrero del 2019

## DEDICATORIA

### **A Dios.**

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía.*

### **A mi amada mamá Evangelina te lo debo**

*Por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste, eres el motor de mi vida profesional quien me inculco la responsabilidad y deseo de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan admirarla cada día más gracias por darme una carrera para mi futuro te amo.*

### **A mi papá Moisés.**

*Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante por su gran e incondicional amor y su total apoyo mil gracias.*

### **Mis hermanos**

*Duthlemia, Jhasmina, y Anghelo por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.*

*No puedo dejar de agradecerle especialmente a mi asesora Mg. Anani por siempre motivarme a seguir y por las exigencias para el logro de esta investigación.*

*A mi mejor amiga Vanesa que siempre estuvo ahí apoyándome en buenos y malos momentos como también a mi amigo Edgar quien me dio su apoyo y Darcy quien siempre supo darme un consejo.*

## AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, por darme la oportunidad de formarme Profesionalmente.
- A la Facultad de Ingenierías, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, a los docentes, quienes me impartieron sus conocimientos y experiencias durante mi formación profesional.
- A la Mg. Anani Durand Goyzueta mi más profundo agradecimiento no solo por su paciencia, colaboración y su asesoría a lo largo de esta investigación, también por toda la confianza depositada en mi persona.
- Al M.Sc. Martin Choque Yucra por su apoyo y asesoría en la parte técnica.
- Asimismo, agradezco a quienes conformaron mi jurado por la atención prestada a esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1 Planteamiento del problema.....</b>	<b>2</b>
1.1.1 Problema de investigación.....	3
<b>1.2 Antecedentes .....</b>	<b>4</b>
1.2.1 A nivel internacional .....	4
1.2.2 A nivel nacionales .....	6
1.2.3 A nivel regionales .....	9
<b>1.3 Objetivos de la investigación .....</b>	<b>12</b>
1.3.1 Objetivo general .....	12
1.3.2 Objetivos específicos .....	12

## CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1 Marco teórico .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Metales pesados .....	13
2.1.2 Plomo (Pb).....	14
2.1.3 Mercurio (Hg) .....	17

2.1.4	Análisis de metales pesados .....	19
2.1.5	Evaluación de metales pesados .....	20
2.1.6	Métodos de detección de metales pesados .....	21
2.1.7	Contenidos máximos permitidos.....	22
2.1.8	La ictiología .....	23
2.1.9	Los peces .....	23
2.1.10	Descripción de <i>orestias agassii</i> .....	27
2.1.11	Toxicidad de metales pesados en los peces.....	29
2.1.12	Las metas del milenio .....	29
2.1.13	Marco legal e institucional.....	31
<b>2.2</b>	<b>MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>35</b>
2.2.1	El Agua .....	35
2.2.2	Metales pesados .....	35
2.2.3	La Ictiología .....	35
2.2.4	Bioacumulación .....	35
2.2.5	Comunidad biótica .....	36
<b>2.3</b>	<b>HIPOTESIS.....</b>	<b>36</b>
2.3.1	Hipotesis general.....	36
2.3.2	Hipotesis específicas .....	36

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1</b>	<b>Zona de estudio .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2</b>	<b>Tamaño de muestra.....</b>	<b>38</b>
3.2.1	Muestreo.....	38
3.2.2	Plan de Muestreo .....	39
<b>3.3</b>	<b>Método y técnicas.....</b>	<b>40</b>
3.3.1	El método .....	40
<b>3.4</b>	<b>Identificación de variables.....</b>	<b>43</b>
<b>3.5</b>	<b>Método o diseño estadístico .....</b>	<b>44</b>

## CAPÍTULO IV

## EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4	Resultados de metales pesados orestias aggassii y luteus .....	45
	CONCLUSIONES .....	55
	RECOMENDACIONES .....	56
	BIBLIOGRAFÍA.....	57
	ANEXOS.....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Contenidos máximos permitidos de metales pesados en productos pesqueros.....	22
Tabla 02: Descripción de <i>Orestias agassii</i> .....	28
Tabla 03: Contenidos máximos permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo-SANIPES.....	33
Tabla 04 Puntos de Muestreo .....	40
Tabla 05: Identificación de variables .....	43
Tabla 06: Resultados del análisis de concentración de Plomo (Pb) en “ <i>Orestias Agassii</i> y <i>Luteus</i> ” de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018 ...	47
Tabla 07: Resultados del análisis de concentración de Mercurio (Hg) en <i>Orestias Agassii</i> y <i>Luteus</i> de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018. ...	49
Tabla 08: Resultados del análisis de concentración de Arsénico (As) en <i>Orestias Agassii</i> y <i>Luteus</i> de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018 ....	51
Tabla 09: Resultados del análisis de concentración de Cadmio (Cd) en <i>Orestias Agassii</i> y <i>Luteus</i> de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018 ....	53



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01 Taxonomía de las <i>Orestias</i> .....	28
Figura 02: Imagen Satelital de la Laguna Umayo.....	37
Figura 03: Proceso de análisis químico de determinación de metales.....	42
Figura 04: Resultados del análisis de concentración de Plomo (Pb).....	48
Figura 05: Resultados del análisis de concentración de Mercurio (Hg).....	50
Figura 06: Resultados del análisis de concentración de Arsénico (As).....	52
Figura 07: Resultados del análisis de concentración de Cadmio (Cd) .....	54
Figura 08: Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno.....	64
Figura 09: Zona de muestreo - Muestra 1 punto 1 y 2 - Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno.....	64
Figura 10: Zonas de Muestreo – Muestra 2 Punto 1 y 2 - Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno.....	65
Figura 11: Toma de Muestras Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno .....	65
Figura 12: Toma de Muestras - muestra 1 puntos 1 y 2 Laguna Umayo.....	66
Figura 13: Toma de Muestras - muestra 2 puntos 1 y 2 Laguna Umayo.....	66
Figura 14: Toma de Muestras- muestra 3 puntos 1 y 2 Laguna Umayo.....	67
Figura 15: Recolección de muestra 3 Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno .....	67
Figura 16: Selección de muestras <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018.....	68
Figura 17: Selección y separación de muestras <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018 .....	68
Figura 18: Envasado de muestras en bolsas herméticas.....	69
Figura 19: Envasado de <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> en bolsas de cierre hermético.....	69
Figura 20: Selección de <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> (carachi negro y amarillo) .....	70
Figura 21: Se seleccionó las muestras de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno - 2018 por muestra 1 punto 1 y 2, muestra 2 punto 1 y 2 , muestra 3 punto 1 y 2 en donde los Puntos 1 son <i>Orestias Luteus</i> y los Puntos 2 <i>Orestias</i> <i>Aggassii</i> . .....	70
Figura 22: Preparación de las muestras en un cooler para su posterior analisis en laboratorio. ....	71
Figura 23: Se entregó apropiadamente las muestras <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018 al laboratorio LAS (Laboratorios Analíticos del Sur).para su.Análisis. ....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 01: Plano satelital de los puntos de muestreo en la Laguna Umayo - Atuncolla ...	63
Anexo 02: Galeria fotografica.....	64
Anexo 03: Resultados de laboratorio-informe de ensayo las-18-05514 .....	72
Anexo 04: Resultados de laboratorio-hoja de datos las-18-05479 .....	73
Anexo 05: Resolucion de direccion ejecutiva n° 057- 2016 sanipes.....	76
Anexo 06: Normas de la union europea contenidos maximos en metales pesados en productos alimenticios .....	82
Anexo 07: Legislación de metales pesados en Canadá.....	86

## RESUMEN

En la presente investigación se realizó la evaluación de concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo) en la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla en el departamento de Puno, los objetivos específicos planteados fueron: Analizar y comparar con la normativa peruana y norma europea las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) halladas en las muestras de *Orestias Aggassii* y *Luteus* en la Laguna Umayo. El procedimiento metodológico considero tomar muestras de las especies, en tres puntos de muestreo, las mismas se llevaron para ser analizadas a Laboratorios Analíticos del Sur (LAS); las principales conclusiones en este trabajo fueron que los niveles de concentración de metales pesados como el Plomo (Pb) y el Mercurio (Hg) hallados en la piel y músculo de "*Orestias Aggassii* y *Luteus*" al ser comparadas con la normativa peruana de Sanidad Pesquera - SANIPES y Norma de la Unión Europea no sobrepasan los contenidos máximos en metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo, los niveles de concentración de Plomo (Pb) hallados en promedio tienen un valor de 0,052 mg/kg, las concentraciones halladas para Mercurio (Hg), en promedio tienen un valor de 0,0082 mg/kg, dada la acumulación de otros metales pesados en las especies analizadas para este trabajo se incluyó resultados de concentraciones de arsénico (As) y cadmio (Cd). Los niveles de concentración de Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Arsénico (As) y Cadmio (Cd) al ser contrastados con los Contenidos Máximos Permitidos dispuestos en el Manual del SANIPES y la Norma de la Unión Europea se encuentran dentro de los contenidos máximos permitidos.

**Palabras clave:** *Aggassii*, Arsénico, Cadmio, Concentración, *Luteus*, Mercurio, *Orestias*, Plomo.

**ABSTRACT**

This project determined the Lead (Pb) and Mercury (Hg) concentrated in *Orestias Aggassii* and *Luteus* (yellow and black Carachi) in Umayo lagoon, Atuncolla District in Puno. The specific goals were: Analyze and compare the Lead (Pb) and Mercury (Hg) concentration that were found in the samples of *Orestia Aggassi* and *Luteus* in Umayo lagoon based in Peruvian and European Standard. In terms of methodology, I took samples of the species, at three sampling points which will be analyzed at Laboratorios Analíticos of the Sur (LAS). The main conclusions were that the levels of heavy metal concentration such as Lead (Pb) and Mercury (Hg) found in the skin and muscles were compared with Normativa Peruana de Sanidad Pesquera - SANIPES and European Union Standard and they don't exceed the maximum content of heavy metals in fishing and aquaculture products for direct human consumption. The Lead concentration levels (Pb) has an average of 0,052 mg/kg, the Mercury concentration levels (Hg) has an average of 0,0082, due to the concentration of heavy metals in the analyzed species, this project included Arsenic (As) and Cadmium (Cd) concentration. When Lead (Pb), Mercury (Hg), Arsenic (As) and Cadmium (Cd) concentration levels were contrasted with the Maximum Allowed Content that are in the manual of SANIPES and the European Union Standard, they were into the maximum allowed content.

**Keywords:** *Aggassii*, Arsenic, Cadmium, Concentration, *Luteus*, Mercury, *Orestias*; Lead.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a la presencia de concentraciones por la acumulación de metales pesados en especies ícticas, las cuales tienen la capacidad de almacenar en su organismo concentraciones mayores de estos compuestos en comparación con la presente en el medio ambiente, por lo que son indicadores importantes de la contaminación, siendo la contaminación por metales pesados en el medio ambiente un fenómeno de preocupación mundial debido a su toxicidad así como a su bio-acumulación que inunda la cadena alimenticia generando impacto sobre el recurso íctico, los metales pesados como contaminantes ambientales tienden a acumularse en los organismos y son persistentes debido a la estabilidad química y escasa biodegradación, estos causan graves efectos tóxicos en las especies hidrobiológicas.

En la Laguna Umayo objeto de estudio de este trabajo de investigación se evaluó la acumulación de metales pesados en *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo).

El Mercurio y el Plomo conjuntamente con otros metales pesados constituyen elementos causantes del mayor efecto adverso al medio ambiente, siendo el mercurio un contaminante ambiental devastador; debido a su alta toxicidad, persistencia y acumulación en el ecosistema por lo que es considerado como un contaminante altamente tóxico.

En el ámbito de la región de Puno, existen estudios y reportes de la presencia de metales pesados en ambientes acuáticos asociados a la inadecuada eliminación de residuos sólidos por parte de la comunidad, y en nuestro estudio se pudo demostrar esa realidad.

Se realiza este estudio debido a que anteriormente se reportó la presencia de metales pesados en muchos efluentes en la región de Puno debido a la minería informal y por su consumo por parte de la población que se alimentan de este recurso el cual se puede convertir en un problema para la salud.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Jimenez (2010) el problema de la contaminación provocada por metales, es actualmente un tema al que se le continua dedicando la mayor atención, pues a diferencia de los contaminantes orgánicos no se degradan ni química ni biológicamente en la naturaleza, a pesar de que los compuestos que los contienen sí pueden alterarse, siendo uno de los problemas más graves de su persistencia, la amplificación biológica en la cadena trófica y como resultado de este proceso los niveles de metales en los organismos superiores de la cadena, pueden alcanzar valores mayores a los que se encuentran en el aire o en el agua, lo cual puede provocar que muchas plantas o animales lleguen a constituir un peligro para la salud y causar intoxicación en los organismos superiores, cuando se ingieren como alimento.

Segura (2006) los estudios de metales pesados se han incrementado en las dos últimas décadas, como respuesta a la eliminación de los contaminantes por las concentradoras de minerales localizadas en la zona alto andina, los cuales llevan abundantes residuos minerales, que se dispersan en el cauce de los ríos a lo largo y ancho de las cuencas, los cuales producen efectos tóxicos en los peces.

Martorell (2010) los metales son persistentes, es decir, no pueden ser creados o degradados, ni mediante procesos biológicos ni antropo-génicamente. Una vez que

han entrado en los ecosistemas acuáticos, se transforman a través de procesos biogeo-químicos y se distribuyen entre varias especies con distintas características físico-químicas. En definitiva; los metales son elementos que se pueden encontrarse en gran porcentaje en las aguas por presentar un alto peso atómico, denominados “metales pesados” y que se caracterizan también porque algunos de éstos a bajas concentraciones pueden afectar a las especies Ictiológicas.

Asimismo, el estudio sobre evaluación de las concentraciones de Pb y Hg en *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo) de la Laguna Umayo y su incidencia en la salud de la población del distrito de Atuncolla Puno – 2018 permitirá la realización de las actividades de investigación de campo en el logro de los objetivos. Por lo que se formula el problema de investigación:

### 1.1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### Problema General

¿Qué concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) se encuentran presentes en las *Orestias Aggassii* y *Luteus* de la Laguna Umayo del distrito de Atuncolla Puno – 2018 y cuál es su relación con la normativa nacional e internacional vigente?

#### Problemas Específicos

¿Qué concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) se encuentran presentes en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de Laguna Umayo del distrito de Atuncolla Puno – 2018?

¿Cuál es la diferencia de las concentraciones encontradas de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) presentes en *Orestias Aggassii* y *Luteus* comparadas con los contenidos máximos permitidos de la normativa nacional e internacional vigente de Laguna Umayo del distrito de Atuncolla Puno – 2018?

## 1.2 ANTECEDENTES

### 1.2.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Según Nuñez y Nogueira (1998) en estudios realizados en el Golfo de México en especies *R. terranovae* y *C. limbatus*; determinó que las concentraciones de metales pesados, incluyendo al mercurio en diferentes tejidos de dos especies de tiburones (*R. terranovae* y *C. limbatus*), presentaron concentraciones en músculo de 0,74 y 3,2 µg/g peso húmedo (p.h.) respectivamente. Asimismo, determinaron la concentración de mercurio en el músculo dorsal del tiburón *R. terraenovae* en las costas de Tabasco y Veracruz, concluyendo que el consumir 280 g diarios de carne de tiburón podría ser peligroso para la salud.

Para CONANP (2003) que realizaron estudios de "las características biogeográficas de la laguna de Metztitlan": la reserva de la biosfera barranca de Metztitlan patrimonio del centro este del estado de Hidalgo. La laguna de Metztitlan es de significancia económica y ecológica para la región, ya que representa un resguardo para las aves migratorias y locales. Para la población de la Vega de Metztitlan, la laguna representa una fuente de alimento y trabajo, ya que de ella, varia familias de pescadores cultivan carpas y mojarra para su comercialización y consumo en el territorio. También este cuerpo de agua es un regulador del clima local y proporciona condiciones favorables para la agricultura. El estudio se realizó en la subzona de aprovechamiento sustentable de agro ecosistema. Esta zona abarca el 20% de la superficie de la reserva con 19,334 hectáreas e incluye las áreas dedicadas a la actividad agrícola, pecuaria y agroforestal en la cual se busca la compatibilidad de estas actividades con la conservación de los recursos naturales, implementando tecnologías de bajo impacto ambiental que disminuya el deterioro del suelo y aguas.



Según Lozada (2017) realizó estudios para obtener los resultados de los metales de estudio en las aguas de la Laguna de Metztilan en época de estiaje y en época de lluvias; este estudio determinó el logaritmo natural (LOGn) de cada concentración más uno, para así de esa manera, tener una mayor visualización sobre la concentración de metales pesados. La concentración que se encontró de metales pesados (Pb, Cd, y Cr) en los tejidos de la carpa en ambas épocas, siguieron un igual orden de concentración en los tejidos  $Pb > Cd > Cr$ , de donde en épocas de estiaje la mayor afinidad bioacumular este metal fue en los huesos y como segundo lugar la piel, mientras que en épocas de lluvias no se presentó en ninguno de los tejidos, esto sugiere que este metal es menos disponible debido al constante movimiento y a la alta dilución por el efecto de las lluvias, ya que el Pb es un metal pesado que muestra gran absorción a través de las branquias y la piel. Este metal es encontrado bio-acumulado en la piel en una concentración de 0,9 mg/100 posiblemente por ser el tejido que en toda la vida de la carpa, está en contacto directo con el agua.

Para Mancera y Alvarez (2006) en el estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia con el título: "Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia Medellín"; donde especifican que las concentraciones de metales pesados conocidas, se encuentran en la cuenca del río Magdalena, en la región de la Mojana y en las ciénagas del sur del departamento de Bolívar donde se analizó los niveles de contaminación por mercurio, se estudiaron ocho especies de peces dulceacuícolas: *Carassius auratus*, *Oreochromis spp*, *Piractus brachypomus*, *Prochilodus magdalenae*, *Astyanax fasciatus*, *Colossoma bidens*, *Gambusia affinis* y *Grundulus bogotensis*, en las cuales la especie

*Prochilodus magdalenae* mostraba las concentraciones más baja de Hg con valores de 0,015 – 0,110  $\mu\text{g/g}$  y especies carnívoras como *Hoplias malabaricu* mostraban una alta acumulación del mismo con 1.236  $\mu\text{g/g}$ , Del mismo modo, se infirió que existe una homogenización de la acumulación de mercurio entre las especies en la época de lluvias, con respecto a la época seca.

Según Nicola (1998) lamentablemente, en los países pobres muchas veces se recurre a métodos y dispositivos desarrollados en otros países, no siempre bien ensayados, para otras circunstancias y bajo otras ópticas. No es raro encontrar ejemplos de grandes inversiones en sistemas que no cubren las expectativas, no funcionan adecuadamente, son de mantenimiento muy costoso, o que proporcionan datos no validados y que se almacenan con escaso provecho de la información que contienen.

### 1.2.2 A NIVEL NACIONALES

Según Bertolotti y Noé (2018) realizaron una investigación original con el título: “Concentración de Plomo, Mercurio y Cadmio en músculo de peces y muestras de agua procedentes del Río Santa, Ancash – Perú”; El siguiente estudio fue cuantificar la concentración de Pb, Hg y Cd en músculo de peces destinado a consumo humano y de muestras de agua de río en tres localidades (A=Catac, B=Taricá y C=Palmira) de la ciudad de Huaraz (Ancash, Perú). Cinco peces y unas muestras de agua en cada localidad fueron analizadas mediante la técnica de Absorción Atómica de Flama. La concentración de Pb en músculos de peces fue 1,826, 0,321 y 0,709 mg/Kg para las zonas A, B y C respectivamente. En el mismo orden, la concentración de Hg fue 0,344, 0,433 y 0,284 mg/Kg y de Cd, 0,001, 0,0 y 0,002 mg/Kg respectivamente. En las tres zonas, las concentraciones de Pb estuvieron por encima de los niveles permitidos por la Comisión

Reguladora Europea. La concentración de Pb en muestras de agua fue 0,007, 0,007 y 0,01 mg/L para las zonas A, B y C respectivamente. En el mismo orden, la concentración de Hg fue 0,063, 0,032 y 0,171 mg/L. y de Cd 0,000 mg/L para las tres zonas, respectivamente. En las tres zonas el Hg sobrepaso los niveles permitidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos. Se determinó que peces y agua representan potenciales medios de contaminación de personas con metales pesados a partir de la ruta digestiva en esta zona.

Para Espinoza y Falero (2015) realizaron un estudio con el título: "Niveles de Mercurio, Cadmio, Plomo y Arsénico en peces del río Tumbes y riesgos para salud humana por su consumo". Siete especies frecuentemente consumidas de peces (periche, dica, mojarra, chalaco, camotillo, lisa y sábalo) fueron recogidas del río Tumbes durante un año. Cantidades de Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y Arsénico (Ar) fueron determinados en tejido muscular, usando absorción atómica: vapor hidruro y llama. Los resultados obtenidos se contrastaron con los contenidos máximos permisibles (CMP) y los estándares a emplearse corresponden a Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo, según la Unión Europea (2006) y Canadá (2009); asimismo en la determinación de los parámetros de riesgo para salud pública, se utilizó el valor de EWI (ingesta semanal promedio). El contenido promedio de Hg y As es inferior al CMP correspondiente, por lo cual se puede aseverar que sí cumple con el parámetro de calidad. Sin embargo, el contenido de Pb y Cd superó el parámetro de calidad CMP, no cumpliendo con tal parámetro. Los resultados de concentración de Hg por especie fue el siguiente: periche 0,1150 > dica 0,0570 > camotillo 0,0590 > mojarra 0,0300 > chalaco 0,0150 > lisa 0,0140 > sábalo 0,0120; en Cd fue: periche 0,1500 > chalaco 0,1000 > mojarra 0,0700 > sábalo

0,0650 > dica 0,0650 > lisa 0,0650 > camotillo 0,0600; en Plomo: lisa 0,6000 > camotillo 0,4500 > mojarra 0,7000 > sábalo 0,7000 > periche 0,5000 > chalaco 0,5000 > dica 0,4500; y para arsénico fue sábalo 0,0800 > lisa 0,0450 > mojarra 0,0200 > chalaco 0,0300 > dica 0,0200 > camotillo 0,0100 > periche 0,0100. Según el EWI (ingesta semanal promedio), se utilizaron las especies: lisa, mojarra, chalaco y sábalo, que son especies más representativas por su taxonomía y ecología; hallándose los valores altos de Pb y Cd especialmente en la lisa. Este estudio también revela la extrema importancia de realizar estudios de especiación de los metales en la ictiofauna y consumo humano.

Según MINAS (1993) realizó estudios en el Perú sobre minería y medio ambiente, reporto los metales pesados más frecuentes que se eliminan en la industria minera; según esta institución, los metales más frecuentes son: Cobre, Plomo, Zinc, Hierro, Arsénico y Cadmio, que en muchos casos superan los límites máximos permisibles, trayendo como consecuencia alteración de los cuerpos de agua y en algunos casos ocasionan desastres en los ríos y lagunas, como el caso del río Mantaro, que recibe residuos de la industria minera que tiene sus concentradoras con mala ubicación y deficiente sistema de acondicionamiento de sus relaves, que al llegar al cuerpo de agua, altera su estado desde la parte superficial hasta el fondo, convirtiéndose en un peligro para la fauna y flora de la cuenca, que está desapareciendo.

Para Mamani (2007) quien realizó estudios sobre: la actividad minera y metalúrgica que se desarrolla en La Oroya, afecta seriamente las cuencas de los ríos Huari y Tishgo; según este estudio los residuos que se generan por esta actividad se vierten directa e indirectamente, los cuales mediante las corrientes fluviales, desembocan en los ecosistemas acuáticos, donde

el agua es usada en la producción intensiva de truchas, la cual se encuentra muy difundida en la provincia de Yauli, Región Junín, y más aún con la puesta en marcha del Programa Nacional Sierra Exportadora en el 2006 y la aprobación del TLC con Estados Unidos en el 2007, la expectativa es incrementar la producción con fines de exportación; sin embargo, no se conoce el nivel de concentración de metales pesados como Cobre, Zinc, Hierro y Plomo, que son bioacumulados en los tejidos de *Oncorhynchus mykiss* "trucha arco iris", producidas en un sistema de crianza intensiva, en los diferentes centros de producción de Yauli. Las causas de bioacumulación de metales pesados en truchas, se deben a la contaminación química del agua, producida por los relaves mineros, que la empresas vierten directamente a los cursos de agua sin ningún tratamiento, y a las emisiones atmosféricas difíciles de cuantificar por su dispersión rápida en el ambiente, generadas por la empresa metalúrgica DoeRum Perú, ubicada en La Oroya, que afecta significativamente la calidad del aire, las cuales son dispersadas a varios kilómetros de distancia, aumentando aún más el problema de contaminación de los recursos hídricos.

### 1.2.3 A NIVEL REGIONALES

Según Calcina (2007) realizó una investigación con el título: "Presencia de metales pesados en la biótica acuática (*Orestias sp* y *schoenoplectus totora*) de la desembocadura del Rio Ramis-Lago Titicaca Puno Perú"; las muestras se tomaron de la desembocadura del río Ramis e Illpa, y estas muestras se recolectaron de manera aleatoria. El trabajo de laboratorio tuvo tres procesos de absorción atómica, análisis de polimetálicos As y Hg realizados en el Laboratorio de Química Analítica de INGEMMET-Lima; para determinar la existencia de diferencias significativas entre los datos

obtenidos de las especies estudiadas. En los resultados, las muestras del río Ramis e Illpa para *Orestias sp* presentan niveles de concentración de metales pesados sobrepasando los límites permisibles para consumo humano en los elementos Cu, Pb, Zn y Hg. y en las *Orestias* las agallas presentan valores más altos de concentración de metales pesados en relación a los músculos, excepto en Cr y As (0,2 mg/Kg).

Para Mamani (2006) Realizó un estudio con el título: "Determinación de metales pesados en los peces del lago Titicaca Puno-Perú"; tuvo como objetivo evaluar la absorción de metales pesados (Hg, As, Pb y Cd) por los peces del lago Titicaca e identificar las zonas de mayor contaminación, cuya hipótesis se basó si las algas y sedimentos de los ríos presenta concentraciones de Mercurio (Hg), Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) y estos se constituyen en afluentes directos del lago Titicaca, donde se encuentran los peces que se destina al consumo humano, y estas se encuentran contaminadas por elementos tóxicos que afectan la salud. Según los valores encontrados, estas son adecuadas para la condiciones aeróbicas; pero dichas aguas se han encontrado una considerable concentración de metales pesados de Hg, As, Cd y Pb donde las concentraciones más altas para mercurio inferiores a 0,05 ug/L., Arsénico 0,97 ug/L, Cadmio 0,95 ug/L y Plomo 1,51 ug/L .La determinación de los metales pesados que se ha realizado en los peces de Lago Titicaca, fueron en las especies Pejerrey, Karachi, mauri e ispi, cuya concentración más alta se ha encontrado de la siguiente manera: mercurio; pejerrey 0,52 ug/L, Karachi 0,50 ug/L, Mauri 0,26 ug/L, e Ispi 0,26 ug/L, con un promedio de 0,238ug/Kg, siendo su límite permisible para consumo humano; sobre pasando en esta especie, Cadmio, en pejerrey y Karachi, fue inferiores a 0,02 ug/L, mauri 0,07 ug/L e Ispi 0,05 ug/L con un promedio general de

0,0256 ug/L, siendo su límite permisible 0,05 ug/L, sobrepasando en especies como el mauri, las concentraciones de Arsénico y Plomo se ha encontrado bajo del límite de detección del equipo ( As 0,28 ug/L y Pb 0,05 ug/L). las áreas de mayor contaminación están constituidos al frente de las desembocaduras de los ríos y las poblaciones circunlacustres, cuyas áreas afectadas por los ríos que arrasan contaminaciones provocados por la mismas poblaciones urbanas, industriales, utilización de insecticidas y otras que se encuentran dentro de la cuenca del lago Titicaca.

Para TITICACA - PELT (1999) realizó investigaciones referidas a “la contaminación del Lago Titicaca y sus afluentes”; en estos estudios se encontraron como resultados para la sub cuenca del río Ramis (Puente Saman) en muestras de agua para los elementos pesados de las siguientes concentraciones: As = 12,54 mg/L; Cd = <0,24 mg/L; Cr = 5,41mg/L; Ni = 2,61 mg/L; Pb = 0,99 mg/L; Hg = 0,51 mg/L; los cuales superan los límites permisibles generando un daño ambiental y un peligro para la salud humana.

Según manifiesta CALIFORNIA-USA (2003) en estudios realizado de manera conjunta entre la Universidad Nacional del Altiplano y la Universidad Montana Tech California-USA; en estas investigaciones desarrolladas encontraron muestras de tejidos de *Basilichthys bonaerensis* (pejerrey) con metales pesados, y que tres especímenes exceden los estándares de la Environmental Protection Agency (EPA) americano para el consumo humano (0,3 ug/g de Hg). La mayor concentración fue de 0,42 ug/g que está cerca del límite de 0,5 ug/g acogido por la mayoría de los países para el consumo humano.

### 1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de la Laguna Umayo distrito de Atuncolla Puno – 2018, y su relación con la normativa nacional e internacional vigente.

#### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* en la Laguna Umayo distrito de Atuncolla Puno – 2018.
- Comparar las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de Laguna Umayo distrito de Atuncolla Puno – 2018, con los contenidos máximos permitidos de la normativa nacional e internacional vigente.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 METALES PESADOS

Según Besterrechea (2003) Los metales pesados son unos de los contaminantes ambientales más peligrosos, debido a que no son biodegradables y a su potencial de bio-acumulación en los organismos vivos. Se consideran los siguientes: Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn).

La contaminación por metales pesados se ha establecido en una de las formas más peligrosas para los ecosistemas acuáticos, dado que son elementos poco o nada biodegradables, tienden a acumularse en los tejidos de animales y vegetales acuáticos, y se mantienen en ellos por largos períodos, produciendo procesos de biomagnificación y acciones toxico dinámicas, las cuales generan alteraciones metabólicas, mutaciones y transformaciones anatómicas en las especies animales, incluido el hombre (Galán y Romero, 2008, p.59).

Según Guevara (1999) en Toxicología médica clínica y laboratorio los metales pueden hallarse en mayores cantidades en los extractos profundos de los ríos y en mínima cantidad en la superficie, los mantos acuíferos no contaminados pueden tener cantidades muy pequeñas. Uno de los mecanismos mediante el cual los metales llegan al ser humano se

debe a que las plantas absorben el metal a través de la raíz y a su vez las especies animales lo hacen al alimentarse de aquellas. Una vez emitidos, pueden mantenerse en el ambiente durante cientos de años. Además, su concentración en los seres vivos incrementa a medida que son ingeridos por otros, por lo que la ingesta de plantas o animales contaminados puede producir síntomas de intoxicación.

Según Dekker (1992) quien explica; los metales pesados son contaminantes que ingresan al sedimento desde los cuerpos de aguas produciéndose un incremento paulatino de sus concentraciones en el tiempo y posterior bio-acumulación en organismos que forman parte de estos ecosistemas. Estos metales pesados, en comparación con otros contaminantes, no son biodegradables y sufren un ciclo ecológico global en el cual las aguas naturales son las principales vías, siendo crucial los efectos negativos que ellos ejercen, debido a que pueden causar graves daños a nivel celular dado su capacidad para modificar proteínas, ser asimilados por el fitoplancton y organismos filtradores e incorporados a la cadena alimenticia desencadenando graves alteraciones ecológicas y biológicas en el medio ambiente.

### 2.1.2 **PLOMO (Pb)**

En estándares de calidad ambiental, el Plomo es un elemento químico de aspecto gris azulado de número atómico 82 y con posición 82 en la tabla periódica. Su símbolo es Pb y pertenece al grupo de los metales del bloque p que están ubicados junto a los metaloides o semimetales en la tabla periódica y su estado habitual en la naturaleza es sólido. Este tipo de elementos tienden a ser blandos y presentan puntos de fusión bajos. El Plomo es un metal pesado que cuando entra en el cuerpo, se acumula en

los huesos. El Plomo puede entrar en nuestro organismo al respirarlo o al comerlo sin darnos cuenta (Aranda, 2013, p.35).

Para Aranda (2013) el Plomo (Pb) es el metal pesado que más estragos ha causado entre la población. Estos entran en el organismo a través de vegetales, carnes, frutas, mariscos y entre otros muchos alimentos.

Según Marrugo y Paternina (2011) el Plomo históricamente es conocidos por más de 7000 años, y lo peligroso del Plomo es que es uno de los metales más tóxicos y estudiados por la Química Ambiental y todas las evidencias indican que no es un elemento esencial o beneficiosos para los organismos vivos.

#### **2.1.2.1 Efectos generados por (Pb) en especies ícticas y los humanos**

ATSDR (2005) en el ambiente los niveles del Plomo han aumentado más de 1000 veces en los últimos tres siglos, siendo su mayor aumento entre los años 1950 y 2000, debido a la actividad humana.

Dentro de las principales fuentes de emisión del Pb, se pueden mencionar la fabricación de baterías, pigmentos, explosivos, reactivos químicos, gasolina como antidetonante, compuestos de soldaduras, revestimiento de cables, producción de tuberías y cisternas, protección de materiales expuestos a la intemperie, fabricación de municiones y pigmentos para pinturas y barnices, entre otros (Marrugo y Paternina ,2011,p.33).

### 2.1.2.2 Toxicidad del Plomo

En cuanto a los efectos tóxicos del Pb, desde hace 2000 años este sigue siendo un tema de salud pública muy importante en la mayoría de los países industrializados, debido a que puede afectar a casi todos los órganos y sistemas del organismo. El más sensible es el sistema nervioso, principalmente el de los niños (Marrugo y Paternina, 2011, p.85), ya que puede generar encefalopatía con letargo, vomito, embotamiento mental, anorexias, irritabilidad y en casos de mayor magnitud las exposiciones prolongadas de Pb, puede disminuir la función cognitiva y aumentar los trastornos de conducta, en especial la agresión, confusión mental y psicosis. También, en el ser humano se puede presentar insuficiencia renal, daños en el sistema reproductivo y el tejido hepático y su exposición extendida produce retraso mental, como e incluso la muerte (Al-Busaidi et al., 2011; ATSDR, 2005 et al., 2011, pg.67).

Según Crompton (1997) Se considera fisiológicamente que concentraciones de 0,05 mg/L son seguras para el hombre, pero en concentraciones tan bajas como 0,010 mg/L son tóxicas para los peces

Así mismo, se menciona que el agua de mar contiene entre 0,003 y 0,20 mg/L de Plomo, por lo que las concentraciones de este metal en aguas marinas aportan a la contaminación de los peces que habitan en ellas (Pérez et al., 2003), causando efectos sobre el oscurecimiento de las aletas y curvatura espinal; ambos procesos normalmente son reversibles, excepto en casos muy agudos (Jiménez, 2001, p.63).

### 2.1.3 MERCURIO (Hg)

Es un metal plateado, con un número atómico 80, peso atómico 200,59 una, temperatura de fusión de  $-38.87^{\circ}\text{C}$  y temperatura de ebullición de  $356.58^{\circ}\text{C}$ . es líquido a temperatura ambiental a  $20^{\circ}\text{C}$ , su gravedad específica es de 13,46 y la presión de vapor es de 0,16 Pa. Esta caracterizado por una baja resistividad a la corriente eléctrica, alta tensión superficial y alta conductividad térmica (Rodríguez, 2000, p.31).

Según Houserova, Kuban y Harbarta (2006) dice del mercurio; es precisamente su notoria acumulación en algunas especies de peces comercializadas, y es una de las cosas que más preocupan, llegando a estimarse este problema como una grave amenaza a la salud mundial en varios países, hallándose elevados niveles de mercurio en la mayoría de especies de peces marinos de consumo habitual en el mundo.

Según la OMS (2017) tras la aspiración o ingestión de diferentes compuestos de mercurio o tras la exposición cutánea a ellos se pueden percibir trastornos neurológicos y del comportamiento, con síntomas como temblores, insomnio, pérdida de memoria, efectos neuromusculares, cefalea o disfunciones cognitivas y motoras. Se han descrito efectos en los riñones que van de la proteinuria a la insuficiencia renal.

#### 2.1.3.1 Mercurio en agua

En medios acuosos, el mercurio está presente en forma de sales inorgánicas, solo una porción pequeña de metilmercurio se integra a las aguas por procesos de precipitación, los niveles de metilmercurio en las aguas son menores que los de mercurio inorgánico debido a la dificultad de las reacciones de metilación en fase acuosa y a la fácil descomposición por luz UV solar de

los compuestos orgánicos de mercurio. Se estima que la concentración de mercurio total en las aguas naturales oscila entre 0,2 y 100 ng.  $L^{-1}$ , de los que aproximadamente 0,05 ng.  $L^{-1}$  serían de metilmercurio lo que representa alrededor del 5 % del mercurio total, porcentaje que aumentaría en áreas fuertemente industrializadas y en áreas acuáticas de intensa metilación de mercurio inorgánico. Se ha estimado que la vida media del mercurio en agua puede ser de unos pocos minutos a muchos años, dependiendo del tipo de especie de mercurio presente (Boszke et al., 2002, p.43).

#### **2.1.3.2 Mercurio en Biota**

Un factor muy considerable de los impactos del mercurio en el medio ambiente es su capacidad para acumularse en organismos acuáticos y elevarse por la cadena alimenticia. De las diferentes formas de mercurio que pueden bioacumularse, el monometilmercurio es una de las que se absorbe y acumula con mayor facilidad. El mercurio tiende a acumularse (bioacumulación), transferirse (biotransferencia) y magnificar su concentración (biomagnificación) dentro de los ecosistemas al acrecentar el nivel trófico (Jiménez, 2008, p.54).

#### **2.1.3.3 Ciclo del Mercurio**

Según Castillo (2005) se puede decir que una vez que el mercurio es liberado al medio sufre diversas transformaciones que dan como resultado una elevada diversidad de compuestos. Primero pasa al aire de forma natural por medio de las emisiones volcánicas, termalicas o por emisiones industriales donde puede

permanecer días o años, lo que le permite ser transportado miles de kilómetros, luego pasa al suelo por lluvias o precipitaciones secas y sufre una fuerte adsorción por la materia orgánica y las arcillas, y a pesar de que en este medio su movilidad es muy limitada, puede llegar a acuíferos, lagos y al mar a causa de la erosión de los suelos contaminados, o en su defecto vuelve al aire, asociado a partículas o por simple volatilización.

#### **2.1.3.4 Distribución de mercurio en los tejidos de los peces**

Para Houserova, Kuban y Harbarta (2006) el puntualiza que; Aunque todas las variedades de mercurio pueden acumularse, el metilmercurio es absorbido y se acumula más que las otras. Sin embargo también manifiesta que, la distribución del mercurio en los órganos de los peces, depende de las condiciones de exposición, el comportamiento del agua y los sedimentos que afectan la especiación química y la biodisponibilidad del metal, así mismo se puede decir que depende de las propiedades estructurales y funcionales de las diferentes especies de peces, lo que podría afectar la ingesta a través de las barreras biológicas, como lo son las paredes intestinales y/o a nivel de las branquias, los procesos de almacenamiento en las células, tejidos y los mecanismos de depuración/excreción.

#### **2.1.4 ANÁLISIS DE METALES PESADOS**

Según Remache (2013) en la legalidad de métodos para el estudios de metales en diversas matrices por espectrofotometría de absorción atómica; que los efectos tóxicos de los metales pesados no se encuentra sencillamente a corto plazo, aunque si puede haber un suceso muy

significativo a medio y largo plazo. Los metales son complicados de destruir del medio, puesto que los propios organismos los incorporan a sus tejidos y de éstos a sus depredadores, en los que se acaban manifestando. La toxicidad de estos metales pesados es equitativamente a la factibilidad de ser absorbidos por los seres vivos, un metal disuelto en forma iónica puede absorberse más sencillamente que estando en forma elemental, y si esta reducida finamente aumentan las posibilidades de su oxidación y conservación por los diversos órganos.

Los metales pesados pueden ser tóxicos en reducidas concentraciones y acumularse en la cadena trófica, empezando por el fitoplancton que los adhieren a la cadena alimenticia; provocando efectos nocivos en el medio ambiente (Ke y Wang, 2002, p.328).

Para Castro y Valdés (2012) ellos describen que los metales pesados son solubles al agua y reaccionan con la materia orgánica formando complejos y quelatos, que aumentan a su solubilidad, la disponibilidad y la dispersión en diferentes acuíferos contaminándolos y crenado un efecto negativo al medio ambiente.

#### **2.1.5 EVALUACIÓN DE METALES PESADOS**

Según Sajwan (2008) quien describe que en los ecosistemas acuáticos, los metales pesados han tenido una atención considerable debido a la toxicidad y acumulación en la biótica y los peces; por poseer un efecto perjudicial en el medio ambiente.

Las normativas y métodos de referencia de carácter nacional o regional para la evaluación de metales pesados no son frecuentes y sólo existen algunas metodologías establecidas internacionalmente (EPA 1986, ISO/CD 11466) para determinar la existencia de metales pesados en



suelos y muestras sólidas de zonas contaminadas. Los métodos analíticos aplicados a suelos contaminados suelen fundamentarse en los métodos recomendados para aguas, aguas residuales, lodos residuales, sedimentos y suelos agrícolas. Los análisis químicos de muestras de suelos pueden ser difíciles debido a las interferencias originadas por la compleja matriz del mismo (Trujillo y Lasso 2013, p.38).

## 2.1.6 MÉTODOS DE DETECCIÓN DE METALES PESADOS

### 2.1.6.1 Espectrometría

Es la técnica espectroscópica para tasar la concentración de especies determinadas.

La espectroscopia apareció con el estudio de la correlación entre la radiación y la materia como función de la longitud de onda ( $\lambda$ ). En un inicio se aludía al uso de la luz visible dispersada según su longitud de onda, por ejemplo por un prisma. Más tarde la noción se expandió enormemente para vislumbrar cualquier medida en función de la longitud de onda o de la frecuencia. Por consiguiente, la espectroscopia puede describir interacciones con partículas de radiación o a una respuesta a un campo alternante o frecuencia variante ( $\nu$ ). Una extensión adicional del alcance de la definición añadió la energía ( $E$ ) como variable, al constituir la relación  $E=h\nu$  para los fotones. Un gráfico de la respuesta como función de la longitud de onda (o más comúnmente la frecuencia) se conoce como espectro (Skoog, Holler y Crouch, 2005, p.54).

### 2.1.7 CONTENIDOS MÁXIMOS PERMITIDOS DE TOXICIDAD DE METALES PESADOS

La contaminación química principalmente por metales pesados es una de las más peligrosas para los ecosistemas acuáticos, las especies presentes en ellos y los consumidores. Basándose normas vigentes se han determinado las concentraciones de metales pesados en agua y en tejidos de peces, las cuales sobrepasan los contenidos máximos permitidos de estos valores conlleva un daño a la salud del consumidor.

Tabla 01: Contenidos máximos permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo

			<b>Contenido</b>
<b>METALES PESADOS</b>	<b>N°</b>	<b>PRODUCTOS ALIMENTICIOS</b>	<b>máximos (mg/kg peso fresco)</b>
<b>Plomo</b>	<b>1</b>	Carne de pescado	0,30
<b>Cadmio</b>	<b>1</b>	Carne de pescado	0,050
<b>Mercurio</b>	<b>1</b>	Producto de pesca y carne de pescado.	0,50
El contenido máximo para los crustáceos se aplica a la carne de los apéndices y al abdomen.			

Fuente: SANIPES (2016).

En el cuadro de arriba se enlistan los contenidos máximos permitidos de metales pesados en peces y aguas naturales, los valores por arriba de éstos no son adecuados para consumo humano.

### 2.1.8 LA ICTIOLOGÍA

En su boletín la ictiología es una disciplina que dentro de la zoología se ocupa de manera excluyente del estudio de los peces. No simplemente se encargará de relatar y aportar datos esenciales sobre las diversas especies que existen y las nuevas que van apareciendo, sino que además profundiza en cuestiones como son la conducta y la biología de los peces. Esta incluye los *osteictios* (peces óseos), los *condrictios* (peces cartilagosos) tales como el tiburón y la raya y los *agnatos* (peces sin mandíbula). Se estima que hay alrededor de 25,000 especies descritas y que cada año son descritas oficialmente 250 nuevas especies. El obstáculo en la distribución radica en la gran diversidad que han alcanzado mientras el proceso progresivo y la accesibilidad de los humanos al medio acuático. Por otra parte la ictiología además se ocupa de la biología y comportamiento de los peces (Agrario, 2014,p.80).

### 2.1.9 LOS PECES

Según Mancera (2008) describe que; el caso de la absorción de metales pesados circulantes en el agua, los peces tienen la capacidad de acumular en su organismo una concentración superior de estos compuestos en comparación con la presente en el medio, por lo que es un indicador trascendental de la contaminación, y esto implica que su consumo se puede tornar en un inconveniente de salud para las poblaciones que se alimentan de este recurso.

#### 2.1.9.1 Bio-acumulación de metales pesados en peces

Según De la Lanza (2000) se puede decir que los peces son considerados como buenos indicadores de la calidad del medio ambiente acuático; por lo que una gran diversidad y abundancia

de peces indica que tan sano es un ambiente para las demás formas de vida. Esto es así, debido a que los peces tienen la capacidad de almacenar en su organismo una mayor concentración de metales pesados que el medio en que viven, por ello, porciones reducidas y en apariencias inofensivas absorbidas durante largos periodos llegan a obtener niveles tóxicos. A este fenómeno según el autor se le denomina bioacumulación y es la causa de un aumento progresivo de las concentraciones de los metales a lo largo de la cadena trófica.

Para Cambero (2002) quien describe que; la acumulación y toxicidad que tienen los metales sobre los peces se ve influenciada por varios factores, como cuando los metales pesados son captados a través del agua, los órganos que principalmente tienden a acumular en mayor proporción los metales son las branquias, en cambio, si la vía de captación es a través de la alimentación, el hígado y el riñón son los órganos que van a acumular mayor concentración de metales.

De la misma manera para Cambero (2002) la edad del pez supone un factor importante al momento de considerar la toxicidad de los metales, siendo más dañinos cuando los peces se hallan en las primeras etapas de desarrollo y crecimiento. Se sabe que el tamaño está ligado directamente con la edad, ya que a medida que el pez crece, existe una menor proporción de vísceras y la dieta alimenticia cambia, ocasionando que sean más susceptible a la acumulación de metales en las primeras etapas de desarrollo.

### 2.1.9.2 Distribución y niveles de metales pesados en peces

La concentración de metales en agua superficial colabora a la acumulación de metales en branquias y riñón de peces. Las branquias se exponen a metales por medio del agua ya que están continuamente en contacto directo.

Los riñones están expuestos a los metales del agua porque la sangre fluye desde las branquias a la arteria carótida, que aporta sangre al riñón. En general, el orden de acumulación de metales pesados en la red trófica es como sigue: capa biológica = sedimentos>invertebrados>peces. Sin embargo las concentraciones absolutas de metales están más elevadas en la capa biológica y sedimentos, se ha cuestionado que los metales se biomagnifiquen en peces (Farell, 1993, p.74).

### 2.1.9.3 Factores que afectan la acumulación de metales pesados en peces

Según Anadon y Muñoz (1984) el refiere que; “el medio acuático puede ser dividido en tres compartimentos principales: agua, sedimentos y organismos vivos”. Los elementos presentes de manera natural en el medio ambiente o introducidos artificialmente por las actividades humanas se distribuyen en estos compartimentos en relación a su naturaleza química, física o biológica. Los intercambios entre estos compartimentos estarán influenciados por las variaciones de los factores ecológicos abióticos (características fisicoquímicas del agua y de los sedimentos) o bióticos (hábitat, régimen alimentario,

naturaleza y cantidad de alimento disponible) y por las variaciones fluviales según las estaciones y fluctuaciones climatológicas.

Para Anadon y Muñoz (1984) las vías de acumulación serían:

- a) **Vía de entrada de los metales pesados:** Ingestión frente a absorción de agua. Las branquias son el primordial lugar de ingreso para sustancias disueltas en el agua. Este tejido está propenso a cantidades considerables de tóxicos que los pulmones de un animal terrestre. En las branquias el agua y la sangre circula a contracorriente, el epitelio es muy delgado, sólo dos capas de células, con una gran área de contacto. Se encuentran tóxicos que son esencialmente absorbidos de los alimentos y otros del agua respirada. Por ejemplo; el 90% del mercurio acumulado en los peces entra vía la ingesta.
- b) **Dieta:** La dieta y hábitos alimenticios pueden determinar los niveles de metales pesados ingeridos.

Por lo tanto se encuentra una semejanza entre el contenido de metales pesados de la ingesta y sus niveles en estómago e intestino de los peces.

#### 2.1.9.4 Toxicidad de metales pesados para los peces

Según Labat (1974) se podría constituir tres umbrales críticos para el contenido de metales: un primer acceso, a nivel de trazas, en el cual los metales esenciales juegan su papel de activadores enzimáticos indispensables en el metabolismo; un segundo acceso, que determina una absorción pasiva, donde los

metales van acumulándose en ciertos órganos; y un tercer acceso, opuesto con los fenómenos vitales, que origina procesos de defensa que tienden a reducir la permeabilidad y el paso de estos metales a través de las membranas celulares:

- Toxicidad del Zinc
- Toxicidad del Cadmio
- Toxicidad del Plomo
- Toxicidad del Cobre
- Toxicidad del Cromo
- Toxicidad del Mercurio, otros.

Se puede inferir que existen diferencias de acumulación de metales entre las distintas especies. Esto ha sido comprobado por casi todos los estudios realizados sobre acumulación de metales en diversas especies que comparten el mismo.

#### **2.1.10 DESCRIPCIÓN DE *ORESTIAS AGASSII***

Su distribución geográfica abarca toda la cuenca del lago Titicaca, esta especie se puede distinguir por su excesivo polimorfismo, presentan una coloración variada, especialmente en los estados juveniles, los ejemplares adultos son más negros en el dorso y más claros en los flancos y blancos en el vientre.

Tabla 02: Descripción de *Orestias agassii*

<b>Nombre Científico</b>	<b><i>Orestias agassii</i></b>
<b>Nombre común</b>	Corvinilla, Karachi
<b>Sinonimia</b>	<i>Orestiasagassii</i> . Valenciennes In Cuvier y Valenciennes. <i>Orestiasagassizii</i> . Valenciennes In Cuvier and Valenciennes. <i>Orestiasagassisi</i> . Valenciennes, in Cuvier and Valenciennes, <i>Orestiasortonii</i> . Cope, <i>Orestiasortonii</i> Eigenmann, <i>Orestiasaffinis</i> . Garman, <i>Orestiasirapatae</i> . Boulanger, <i>Orestiasagassizi</i> Var. <i>Inornata</i> . Pellegrin, <i>Orestiasaagassizi</i> Var. <i>Senechali</i> . Pellegrin, <i>Orestiasagassizi</i> Var. <i>Crequii</i> . Pellegrin, <i>Orestiasuyunius</i> . Fowler, <i>Orestiasagassiiowenii</i> . Not <i>O. owenii</i> Valenciennes, <i>Orestiasagassii</i> . <i>Tchernavin</i> , <i>Orestiaslangui</i> . <i>Tchernavin</i> , <i>Orestiasagassii</i> . <i>Parenti</i> .

Fuente: MINAM (2017).

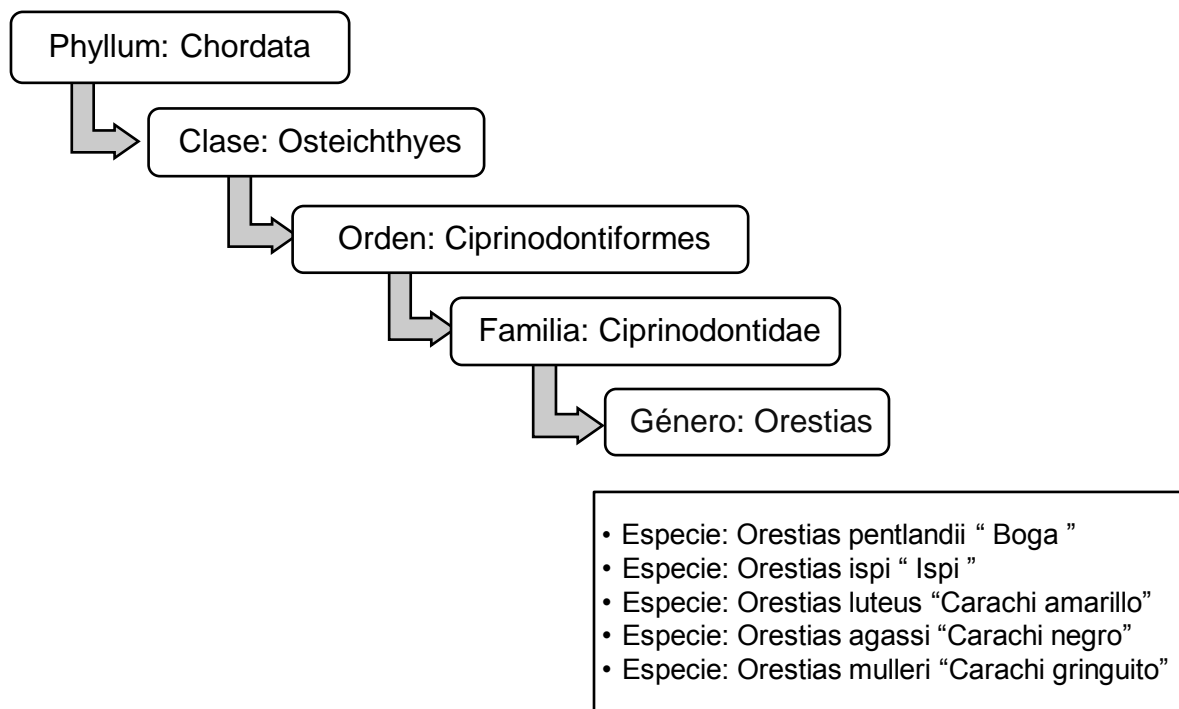


Figura 01 taxonomía de las *Orestias*

Fuente: PRODUCE (s.f)



### 2.1.11 TOXICIDAD DE METALES PESADOS EN LOS PECES

Según Labat (1974) manifiesta que se podría establecer tres umbrales críticos para el contenido de metales; un primer acceso, a nivel de trazas, donde los metales esenciales juegan su papel de activadores enzimáticos indispensables en el metabolismo; un segundo acceso donde la absorción es pasiva, los metales van acumulándose en ciertos órganos; y un tercer acceso, diferente con los fenómenos vitales, que desencadena procesos de protección que tienden a reducir la infiltración y el paso de estos metales a través de las membranas celulares en los peces.

Para Amundsen (1997) del mismo modo manifiesta que; la distribución y niveles de metales pesados pueden ingresar en los peces por tres posibles vías; a través de las branquias, considerada como la vía más directa e importante, a través de la ingestión de comida, y a través de la piel con una relevancia menor. Por lo que; las branquias serían el fundamental lugar de entrada para sustancias disueltas en el agua. Este tejido está propenso a cantidades mucho mayores de tóxicos que los pulmones de un animal terrestre.

### 2.1.12 LAS METAS DEL MILENIO

En la Cumbre de las Naciones Unidas realizado en el año 2000 se expusieron los objetivos de desarrollo del milenio, que sintetizan los compromisos de las conferencias internacionales y las cumbres mundiales realizadas en los años noventa. Los ocho objetivos de desarrollo del milenio, que comprenden 18 metas y más de 40 indicadores para el lapso 1990-2015, representan una asociación entre los países desarrollados y los países en desarrollo para implantar en los planos nacional y mundial un entorno propicio al desarrollo y a la eliminación de la pobreza (PNUD, 2003,p.iii).

Los objetivos del milenio que todos los países del mundo se han comprometido a cumplir son:

- Reducir a la mitad la pobreza extrema y el hambre
- Lograr la enseñanza primaria universal
- Promover la igualdad entre los sexos
- Reducir en dos terceras partes la mortalidad de los menores de 5 años
- Reducir la mortalidad materna en tres cuartas partes
- Detener la propagación del VIH/SIDA, el paludismo y la tuberculosis
- Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
- Fomentar una asociación mundial para el desarrollo, con metas para la asistencia, el comercio y el alivio de la carga de la deuda

La disposición política y las buenas políticas que cimientan cualquier intento de lograr los objetivos sólo pueden funcionar si se traducen en una estrategia de desarrollo bajo la responsabilidad, el control y la protección del propio país, que descansa sobre una base sólida, así como sobre una gobernabilidad clara y responsable. (PNUD, 2003,p.iii)

Según Aranda (2013), en Estándares de Calidad Ambiental describe que: “los estándares de calidad ambiental son los niveles permisibles de contaminantes en el aire, agua, suelo y otros recursos”. Los contaminantes son cualquier de materia o energía cuya naturaleza, ubicación, o cantidad de acumulacion en el aire, agua o suelo produce efectos perjudiciales en la salud humana o en los límites del beneficio de los recursos para el uso presente o futuro.

### 2.1.13 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

CNUDS (2012) a partir de la conferencia de Estocolmo sobre medio ambiente, realizado en Suecia en 1972 y sobre todo en la conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo, realizado en Brasil en 1992, el Perú ha realizado importantes avances en materia de legislación ambiental. Una manifestación de ello es el ordenamiento legal organizado de acuerdo a los principios internacionales del derecho ambiental.

#### A. Marco legal

#### SEGÚN RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN EJECUTIVA N° 057-2016 SANIPES-DE 23 JUN 2016

- Que, el inciso b) del artículo 9 de la citada Ley establece como una de las funciones del SANIPES, formular, actualizar y aprobar reglamentos autónomos, protocolos y directivas, entre otras normas, en el ámbito de su competencia, vinculados a aspectos sanitarios de inocuidad que regulan la captura, extracción, preservación, cultivo, desembarque, transporte, procesamiento, importación y comercialización interna y externa del pescado, de productos pesqueros, acuícolas y de piensos de origen hidrobiológico;( ver anexo 05)
- Que, asimismo, el inciso c) del artículo 5º del Reglamento de la Ley N° 30063, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 012-2013-PRODUCE, dispone que una de las funciones del SANIPES es formular, actualizar y aprobar normas sanitarias que regulen la captura, extracción, preservación, cultivo, desembarque, transporte, procesamiento, almacenamiento, importación y comercialización interna y externa de los productos pesqueros y

acuícolas, piensos, aditivos y productos veterinarios destinados a la acuicultura, así como la sanidad de los recursos hidrobiológicos procedentes de la acuicultura y del medio natural (silvestre), en concordancia con los dispositivos legales nacionales e internacionales, así como las normas sectoriales aprobadas por el Ministerio de la Producción;

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

Que, conforme a lo señalado por la Dirección Sanitaria y de Normatividad Pesquera y Acuícola, por medio del Informe N° 083-2016-SANIPES-DNPA/SDIP, el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), en la actualidad, está utilizando el referido Manual aprobado por la Dirección Ejecutiva del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú;(ver anexo 05).

De conformidad con lo dispuesto en la ley N° 30063, Ley de la Creación del Organismo Nacional de la Sanidad Pesquera (SANIPES); su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 012-2013-PRODUCE; y el Decreto Supremo N° 009-2014-PRODUCE, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Organismo Nacional de sanidad Pesquera (SANIPES).

Tabla 03: Contenidos máximos permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo-SANIPES

METALES PESADOS	Nº	PRODUCTOS ALIMENTICIOS	Contenidos máximos (mg/kg peso fresco)
<b>Plomo (Pb)</b>	1	Carne de pescado <2><3> Crustáceos: carne de los apéndices y del abdomen<4>. En el caso de	0,30
	2	2 los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), la carne de los apéndices	0,50
	3	Moluscos bivalvos <5>	1,5
	4	Cefalópodos (sin vísceras) <5>	1,0
	5	Complemento alimenticio <6>	3,0
<b>Mercurio (Hg)</b>		Producto de la pesca <5> y carne de pescado <2> <3>, excluidas las especies enumeradas en el punto 2. El contenido máximo para los crustáceos se aplica a la carne de los apéndices y al abdomen	
	1	(4). En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), se aplica a la carne de los apéndices.	0,50
<b>Mercurio (Hg)</b>		Carne de los siguientes pescados <2> <3> : Rape ( <i>Lophius species</i> ) Perro del norte ( <i>Anarhichas lupus</i> ) bonito ( <i>Sarda sarda</i> ) anguila ( <i>Anguilla species</i> ) reloj ( <i>Hoplostethus species</i> ) cabezudo ( <i>Coryphaenoides rupestris</i> ) fletán ( <i>Hippoglossus hippoglossus</i> ) rosada del Cabo ( <i>Genypterus capensis</i> ) merlín ( <i>Makaira species</i> ) gallo ( <i>Lepidorhombus species</i> ) salmonete ( <i>Mullus species</i> )	
	2	rosada chilena ( <i>Genypterus b/acodes</i> ) lucio ( <i>Esox lucius</i> ) lasarte ( <i>Orcynopsis unicolor</i> )	1,0

capellán (*T risopterus minutus*)  
 pailona (*Centroscymnus coelolepis*)  
 raya (*Raja species*)  
 gallineta nórdica (*Sebastes marinus, S. mente/la, S. viviparus*)  
 pez vela (*Isthiophorus p/atypterus*)  
 pez cinto (*Lepidopus caudatus*), sable negro (*Aphanopus carbo*)  
 besugo o al igote (*Pagel/us species*)  
 tiburón (todas las especies)  
 escolar (*Lepidocybium flavobrunneum, Ruvettus pret1osus, Gempylus serpens*)  
 esturión (*Acipenser species*)  
 pez espada (*Xiphias gladius*)  
 atún (*Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pe/amis*)

3 Complementos alimenticios (6)

0,10

**(\*) REFERENCIA:**

FACTORES DE TRANSFORMACIÓN DE METALES PESADOS. Ministerio de Sanidad. Servicios Sociales e Igualdad. España Sub-dirección General de Gestión de Riesgos Alimentarios. Octubre/2013.

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

b) Reglamento (CE) Nº 420/2011 DE LA COMISIÓN de 29 de abril de 2011 se modifica el Reglamento (CE) Nº 1881/2006.

(2) Pescado enumerado en esta categoría, tal como se define en la categoría a), excluido el hígado de pescado contemplado en el código NC03027000. De la lista del artículo 1 del Reglamento (CE) n° 10412000 del Consejo (00 L 17 de 21 .1.2000, p 22). Reglamento modificado en último lugar por el AC1a relativa a las condiciones de adhesión de la República Checa, la República de Estonia, la República de Chipre, la República de Letonia, la República de Lituania, la República de Hungría, la Republica de Malta, la República de Polonia, la República de Eslovenia y la República Eslovaca, y a las adaptaciones de los Tratados en los que se fundamenta la Unión (DO L 236 de 23.9.2003, p. 33). En caso de productos alimenticios desecados, diluidos, transformados o compuestos, se aplicará el artículo 2, apartados 1 y 2.

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

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

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

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

(7) Re lamento CE Nº 188112006 relativo al Estallo inorgánico 3 4 1

Fuente: SANIPES (2016).

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1 EL AGUA**

El agua es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. Entre los usos que el humano le proporciona al agua se puede mencionar para consumo, aseo y limpieza en general. Se ha estimado que los humanos consumen directamente o indirectamente alrededor de un 54% del agua dulce superficial disponible en el mundo.

### **2.2.2 METALES PESADOS**

Los metales pesados son unos de los contaminantes ambientales más peligrosos, debido a que no son biodegradables y a su potencial de bioacumulación en los organismos vivos. Se consideran los siguientes: Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn).

### **2.2.3 LA ICTIOLOGÍA**

Es una doctrina que dentro de la zoología se ocupa de forma excluyente del estudio de los peces. No simplemente se encargará de detallar y contribuir datos fundamentales sobre las diversas especies presentes y las nuevas que van apareciendo, sino que también profundiza en cuestiones como son el comportamiento y la biología de los peces.

### **2.2.4 BIOACUMULACIÓN**

Es el procedimiento de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de modo que estos obtienen concentraciones más altas que las concentraciones del medio ambiente o en los alimentos; a medida que se avanza en el nivel trófico de la cadena alimenticia.

### 2.2.5 COMUNIDAD BIÓTICA

Son el conjunto de plantas, animales y microorganismos de un determinado espacio en interdependencia; de tal manera que la Laguna Umayo es una comunidad Biótica con especies como: las *Orestias Aggassii* y *Luteus*.

## 2.3 HIPOTESIS

### 2.3.1 HIPOTESIS GENERAL

Existen elevadas concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de la Laguna Umayo del Distrito de Atuncolla Puno – 2018 y estos superan ampliamente la normativa nacional e internacional vigente.

### 2.3.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS

Las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) halladas en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de la Laguna Umayo del Distrito de Atuncolla Puno – 2018 son significativamente elevadas.

La presencia de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018, los contenidos máximos permitidos superan ampliamente la normativa nacional e internacional vigente.



### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

##### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se estudió las siguientes especies de *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo) en la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla situado a 34 kilómetros en la Región norte de la ciudad de Puno entre las coordenadas geográficas  $15^{\circ}44'34''\text{S}$   $70^{\circ}11'23''\text{O}$  a una altura de 3822 m sobre el nivel del mar., en las comunidades de : Cacse con las coordenadas  $15^{\circ}42'52.35''\text{S}$   $70^{\circ}9'37.83''\text{O}$ , San Jeronimo de Hullagachi con las coordendas  $15^{\circ}43'29.14''\text{S}$   $70^{\circ}12'18.52''\text{O}$  y Chingarane con las coordenadas  $15^{\circ}45'5.96''\text{S}$   $70^{\circ}9'33.29''\text{O}$ .



Figura 02: Imagen Satelital de la Laguna Umayo

FUENTE: Google Maps (2018).

### 3.2 TAMAÑO DE MUESTRA

La población de estudio está representada por las especies de *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo) de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno, 2018.

El tamaño de la muestra para el presente estudio son las especies de *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo) en la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla que son representativas de las condiciones que existan en el punto, hora de muestreo y tuvieron el volumen suficiente para efectuar en él las determinaciones correspondientes en cada uno de los puntos de muestreo donde fue posible la recolección de las mismas, dichos puntos de muestreo fueron tres.

#### 3.2.1 MUESTREO

El trabajo de campo para la recolección de muestras fue de manera aleatoria. Las muestras fueron revisadas cuidadosamente, tratando de que fueran frescas y luego refrigeradas que permitan el transporte al laboratorio. Las especies se obtuvieron en la Laguna Umayo en el Distrito de Atuncolla-Puno; para obtener la muestra se utilizó la técnica del 1Kg cada muestra. Para transportar las muestras al laboratorio los envases estaban protegido con hielo en un conservador manteniendo a una temperatura de 4°C.

- El muestreo se realizó durante el mes de Mayo del año 2018 empleando equipos de pesca.
- Resultados de los estudios previos de los metales Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo) de la Laguna Umayo.
- Personal involucrado precisando las responsabilidades y actividades en cada procedimiento del muestreo.

- Determinación de los parámetros a analizar en las muestras.
- Las técnicas, el equipo y los instrumentos a emplearse en el muestreo, que aseguren la homogeneidad y representatividad de las muestras.
- Tipo y características de la preservación y conservación de las muestras a emplearse durante el transporte de las mismas al laboratorio.
- Medidas de seguridad para el manejo de muestras, que determinen las condiciones óptimas de la calidad del muestreo.

### **3.2.2 PLAN DE MUESTREO**

En este proyecto se consideró los puntos de muestreo (sitios) como un agente consolidado, ya que fueron escogidas a priori por sus condiciones particulares. Los puntos se tomaron por la accesibilidad de la zona ya que por los conflictos sociales no está permitido el ingreso para la toma de muestras en las comunidades del distrito. Los puntos de muestreo fueron georeferenciados con GPS-Garmin etrex.

Para este estudio se establecieron los siguientes sitios de muestreo (ver tabla 04).

Tabla 04 Puntos de Muestreo

NOMBRE DE MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS	
MUESTRA 1 PUNTO 1	Com. Cacse - Atuncolla Puno/Puno	13/08/18	08:00 a.m.	15°42'52.35"S	70°9'37.83"O
MUESTRA 1 PUNTO 2	Com. Cacse - Atuncolla Puno/Puno	13/08/18	08:15 a.m.	15°43'0.05"S	70° 9'37.07"O
MUESTRA 2 PUNTO 1	San Jerónimo de Ullagachi - Atuncolla Puno/Puno	13/08/18	11:00 a.m.	15°43'29.14"S	70°12'18.52"O
MUESTRA 2 PUNTO 2	San Jerónimo de Ullagachi - Atuncolla Puno/Puno	13/08/18	11:20 a.m.	15°43'42.50"S	70°12'4.80"O
MUESTRA 3 PUNTO 1	Com. Chingarane - Tiquillaca Puno/Puno	13/08/18	02:30 p.m.	15°45'5.96"S	70° 9'33.29"O
MUESTRA 3 PUNTO 2	Com. Chingarane - Tiquillaca Puno/Puno	13/08/18	02:45 p.m.	15°44'52.96"S	70° 9'35.86"O

### 3.3 MÉTODO Y TÉCNICAS

#### 3.3.1 EL MÉTODO

La metodología de la presente investigación se realizó a través de un plan de muestreo (ver anexo 1). El plan de muestreo contiene la información a recopilar y la programación relacionada con cada una de las etapas que conforman el muestreo y señalan los criterios para la toma de muestras y contiene al menos los siguientes aspectos:

- Tipo de muestreo
- Localización, distribución y número de puntos de muestreo
- Estimación del Número total de muestras
- Parámetros de campo

### 3.3.2 TÉCNICAS

#### a) Análisis químico de las muestras en laboratorio

Se seleccionó tres puntos de muestreo, las muestras obtenidas se guardaron en bolsas de plástico herméticamente selladas para evitar el proceso de oxidación de las mismas que se llevó a Laboratorios Analíticos del Sur (LAS) estando en laboratorio se realizó la disección (se separaron en partes de piel, músculo y branquias) y puestas en estufa para su secado total.

Las muestras fueron digeridas mediante horno de microondas (AntonPaar) con ácido nítrico a presión y temperatura elevadas (170°C) de acuerdo al método USEPA 3051<sup>a</sup> (USEPA, 1998) y se analizó con el equipo de espectrofotometría de ICP-OES (Genesis – Espectro) para evaluar las concentraciones de metales pesados.

#### b) Análisis químico de las muestras.

Las muestras, una vez en solución, se analizaron para determinar el contenido de metales pesados mediante espectrometría de absorción atómica (ver figura 03).

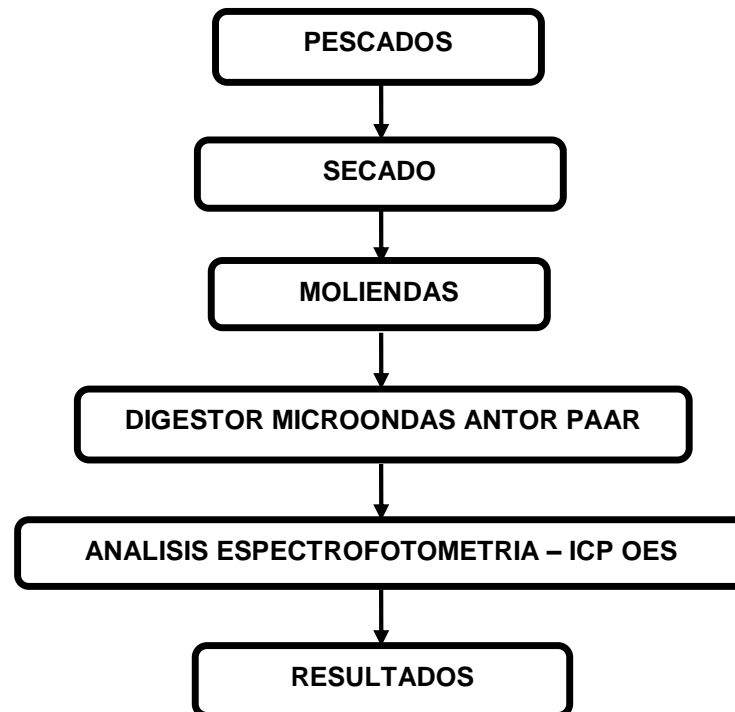


Figura 03: Proceso de análisis químico de determinación de metales.

**c) Equipos:**

- Espectrofotómetro de absorción atómica con atomización electro térmica (lab.).
- Espectrofotómetro de fluorescencia atómica con vapor frío (lab.).
- Espectrofotómetro de absorción atómica. La introducción de muestra se realizara mediante un nebulizador de lecho de impacto (lab.).
- Envases de polietileno para toma de muestra.
- Sistema de posicionamiento global GPS
- Bote.
- Redes de pesca.
- Guantes.
- Mandil blanco.
- Botas y capa impermeable.

3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 05: Identificación de variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	PARÁMETROS	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE:	Toxicidad	Volúmenes de desechos en la Laguna.		Concentraciones: >concentración <concentración
Concentración de plomo (Pb) y mercurio (Hg).	Acumulación	Metales pesados.	Concentración de Metales Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en las especies Ícticas de la Laguna Umayo.	Muy alto Alto Medio
	Persistencia	Medio ambiente en especies Ícticas.		Bajo Muy bajo
VARIABLE DEPENDIENTE:	Los metales pesados en la contaminación de peces.	Presencia de metales pesados en los peces.		
<i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de la Laguna Umayo.		Nivel de concentración de metales pesados en los peces.		

### 3.5 MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para el desarrollo de la presente investigación se evaluó la presencia de mercurio (Hg) y plomo (Pb), en la biota acuática de la Laguna de Umayo.

Los muestreos fueron realizados de manera aleatoria; 2 muestras de especie por tres puntos de muestreo, con un total de 6 muestras. La concentración de metales pesados se da en miligramos/kilogramo (mg/Kg) de las muestras recolectadas, tanto en "*Orestias Aggassii* y *Luteus*".

Para determinar las concentraciones de los diferentes metales pesados en "*Orestias Aggassii* y *Luteus*" de la Laguna de Umayo se ha utilizado el programa SPSS 12.0.

Los cálculos individuales para cada muestra fueron realizados utilizando la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Concentración } \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{(\text{señal } 1 - b)}{(m) * (Fd)(\text{Peso}) * (1000)}$$

**Señal:** Absorbancia generada por la muestra.

**b:** Constante de la ecuación lineal de la curva de calibración.

**m:** Pendiente de la curva de calibración 74.

**Fd:** Factor de dilución de la muestra (1/25 = 0,04).

**Peso:** Peso en gramos de la muestra.



## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS.

#### 4 RESULTADOS DE METALES PESADOS ORESTIAS AGGASSII Y LUTEUS

Se eligió las *Orestias Aggassii* y *Luteus* por ser las especies de mayor demanda de consumo humano en la Región de Puno. Por ello era importante saber las concentraciones de metales pesados en la Laguna Umayo.

Los contaminantes químicos no se acumulan en el mismo grado en todos los peces. Los metales pesados se acumulan en los ambientes acuáticos y son transferidos a los peces por diferentes maneras. La absorción de metales puede ser directa (agua: branquias) o indirecta (alimentos, sedimentos contaminados: canal alimenticio).

En nuestro país la legislación en materia de sanidad animal establece: La presencia de enfermedades en los animales acuáticos el cual representan un problema, el cual afecta directamente a la salud de la población.

Los metales pesados son elementos estables y persistentes del ambiente acuático, acumulándose en los peces, no pudiendo ser degradados o destruidos. Son contaminantes que no son normalmente eliminados de los sistemas acuáticos ya que no están sometidos al ataque bacteriano y no se disipan, pero reaccionan de varios modos con organismos de la biota. (Clark, 1997, p.220)

En el presente estudio se procedió a la toma de muestras de *Orestias Aggassii* y *Luteus* de la Laguna Umayo.

Se realizó la pesca de 6 muestras *Orestias agassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo), las cuales fueron elegidas al azar (ver figura 21).

Luego se procedió a colocarlas en bolsas herméticas debidamente rotuladas (ver figuras del 16 al 20).

Las *Orestias Agassii* y *Luteus* fueron acondicionadas con bolsas de hielo y mantenidas a una temperatura de  $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  y se trasladaron hasta el laboratorio.

Al finalizar el descongelamiento de las *Orestias agassii* y *Luteus*, se procedió a retirar la piel y músculo; lo cual fue utilizada como muestra de estudio para la determinación de los metales pesados Plomo y Mercurio. De lo cual se dio inicio al procedimiento de los análisis respectivos y los resultados correspondientes.

Los resultados de los metales pesados Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) analizados y comparados con los estándares del SANIPES que establece los valores de los peces para consumo.

De esta manera se presentan los datos especificando: estadísticamente el contenido total de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en peces el estudio del que se obtuvo la información, los nombres común y científico de la especie, las muestras correspondiente. De la misma manera aparece un cuadro en el que se resume el contenido total de los metales pesados del estudio, con especificación del número de muestras, así como los informes los mencionan.

A continuación se encuentran descritos los resultados de manera cuantitativa en tablas y figuras estadísticas debidamente interpretadas.

Tabla 06: Resultados del análisis de concentración de Plomo (Pb) en “*Orestias Aggassii* y *Luteus*” de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018

PLOMO	Pb mg/kg	PERU (SANIPES)	EUR	CAN
MUESTRA 1 PUNTO 1	a<0,052			
MUESTRA 1 PUNTO 2	a<0,052			
MUESTRA 2 PUNTO 1	a<0,052	0,3 mg/kg	0,3 mg/kg	--
MUESTRA 2 PUNTO 2	a<0,052			
MUESTRA 3 PUNTO 1	a<0,052			
MUESTRA 3 PUNTO 2	a<0,052			

La tabla 06 muestra las concentraciones de Plomo (Pb) en los puntos de muestreo, en promedio tienen un valor de 0,052 mg/kg; las concentraciones halladas fueron contrastadas con los Contenidos Máximos Permitidos dispuestos en el Manual “Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación” del SANIPES (SANIPES, 2016), el análisis mostró que los valores obtenidos no sobrepasaron los Contenidos Máximos Permitidos en ninguno de los puntos de monitoreo; también se contrasto con los parámetros establecidos por la Unión Europea no sobrepasando los Contenidos Máximos permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo.

En el departamento de Puno las personas compran sus pescados en mercados, en las comunidades cerca al lago las adquieren a pescadores artesanales de dichas zonas. Estos peces que se venden pueden tener dos orígenes, provienen de las lagunas o del lago. Lo que se desconoce es si estos animales acumulan en su organismo algún tipo de contaminante como metales pesados. Gale, Adams, Wixson, Loftin y Huang (2002) manifiestan que el músculo de peces es lo que en proporción se consume más, es por ello que se evaluó la concentración de metales pesados en la musculatura.

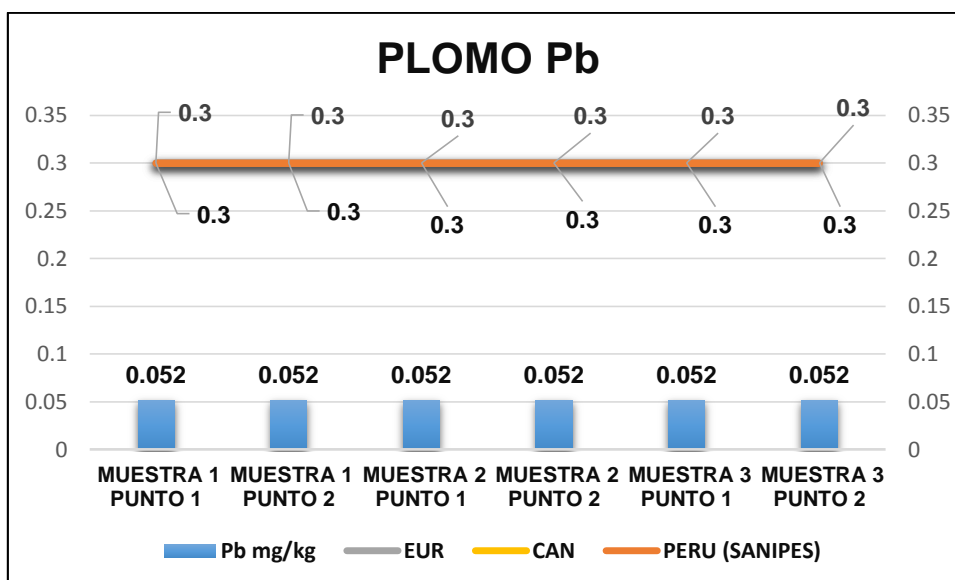


Figura 04: Resultados del análisis de concentración de Plomo (Pb)

En términos cuantitativos, el contenido de Plomo (Pb) en las especies de *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo) analizadas en la Laguna Umayo es bajo, inferior a los niveles señalados en las recomendaciones sobre consumo de pescado emitidas por el SANIPES y las Normas de la Unión Europea tal como se muestra en la Figura 04.

Para Bertalotti, y Moccetti, N (2018) la presencia de plomo (Pb) en la musculatura de peces fue mayor en aquellos que provenían de río (Catac). Sin embargo, en todas las zonas, los niveles de Pb encontrados en la musculatura de los peces, estuvieron por encima del Límite Máximo Permisible por la EC (Comission of the European Communities), con lo que se puede inferir que existe contaminación por este metal en los ambientes en los que se crían estos peces.

Estos organismos establecen específicamente un contenido máximo de 0,30 mg/Kg en Plomo (Pb) (ver figura 04) en peces marinos y de agua dulce como nivel para emprender medidas; el contenido máximo total de todas las especies de peces están sujetas a las normativas nacional e internacional, donde también están incluidas las recomendaciones sobre consumo de pescado.

En el presente resultado se expone el contenido de mercurio (Hg) en tejidos de peces, a partir de varias muestras. Además, se destaca que es imprescindible contar con información validada sujeta a protocolos rigurosos de control y aseguramiento de la calidad.

Tabla 07: Resultados del análisis de concentración de Mercurio (Hg) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018.

MERCURIO	Hg mg/kg	PERU (SANIPES)	EUR	CAN
MUESTRA 1 PUNTO 1	a<0,082			
MUESTRA 1 PUNTO 2	a<0,082			
MUESTRA 2 PUNTO 1	a<0,082	0,5 mg/kg	0,5 mg/kg	--
MUESTRA 2 PUNTO 2	a<0,082			
MUESTRA 3 PUNTO 1	a<0,082			
MUESTRA 3 PUNTO 2	a<0,082			

En la tabla 07 se muestran las concentraciones de Mercurio (Hg) en los Puntos de Muestreo, en promedio tienen un valor de 0,0082 mg/kg ; las concentraciones halladas se contrastaron con los Contenidos Máximos Permitidos dispuestos en el Manual “Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación” del SANIPES (SANIPES, 2016), El análisis mostró que los valores obtenidos no sobrepasaron los Contenidos Máximos Permitidos en ninguna de las muestras y ninguno de los puntos de muestreo y también estos promedios se compararon con los parámetros establecidos para esta cuantificación por las Normas de la Unión Europea los cuales no sobrepasan los Contenidos Máximos permitidos de metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo.

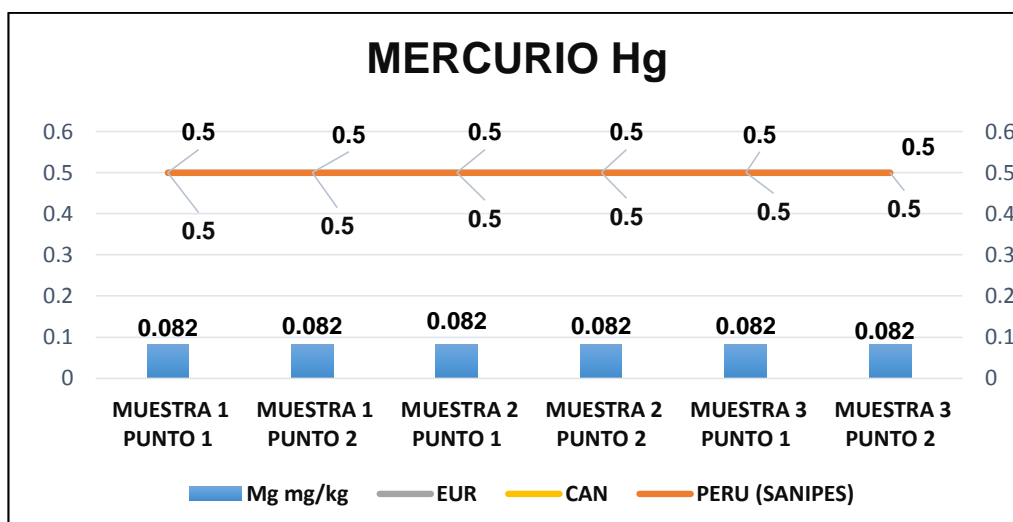


Figura 05: Resultados del análisis de concentración de Mercurio (Hg)

Estos resultados determinan que el contenido promedio de Hg es inferior a los estándares de certificación correspondiente, por lo cual se puede afirmar que sí cumple con dicho parámetro de calidad establecido.

Las muestras fueron analizadas en un laboratorio certificado; y para la determinación de los parámetros de riesgo para salud pública se utilizaron los resultados de dos especies evaluadas en el presente estudio. Las especies *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo) de Laguna Umayo, consideradas en los resultados fueron determinadas por ser la de mayor representatividad ecológica y la preferencia demostrada por el mercado interno.

Basado en las muestras colectadas, se verificó en términos de sanidad de los alimentos, que los peces presentaron contenido por debajo de los contenidos máximos permitidos legales establecidos por la SANIPES y las Normas de la Unión Europea para mercurio (Hg).

En los músculos las *Orestias Aggassii* y *Luteus* según los resultados obtenidos no sobrepasan los Contenidos Máximos Permitidos en ninguno de los puntos de muestreo Calcina (2007) manifiesta que en las muestras de *Orestias sp* las agallas presentan valores más altos de concentraciones de elementos pesados en relación a los músculos, excepto en Cr y Ar (0,2 mg/kg).

En el siguiente resultado se expone el contenido de Arsénico (As) en tejidos de peces, a partir de 3 muestras cada uno de dos puntos. Además, se destaca que es imprescindible contar con información validada sujeta a protocolos rigurosos de control y aseguramiento de la calidad.

Tabla 08: Resultados del análisis de concentración de Arsénico (As) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018

ARSÉNICO	As mg/kg	PERU (SANIPES)	EUR	CAN
MUESTRA 1 PUNTO 1	a<0,024			
MUESTRA 1 PUNTO 2	a<0,024			
MUESTRA 2 PUNTO 1	a<0,024			
MUESTRA 2 PUNTO 2	a<0,024	--	--	3,5 mg/kg
MUESTRA 3 PUNTO 1	a<0,024			
MUESTRA 3 PUNTO 2	a<0,024			

En la tabla 08 se muestra las concentraciones de Arsénico (As) en los Puntos de Muestreo, en promedio tienen un valor de 0,024 mg/kg; las concentraciones halladas fueron contrastadas con los Contenidos Máximos Permitidos dispuestos en el Manual “Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación” del SANIPES (SANIPES, 2016), El análisis mostró que los valores obtenidos no sobrepasaron los Contenidos Máximos Permitidos de metales pesados en productos pesqueros de consumo humano en ninguno de los puntos de monitoreo también se contrasto con los parámetros establecidos por la Unión Europea no sobrepasando los Contenidos Máximos en metales pesados en productos alimenticios

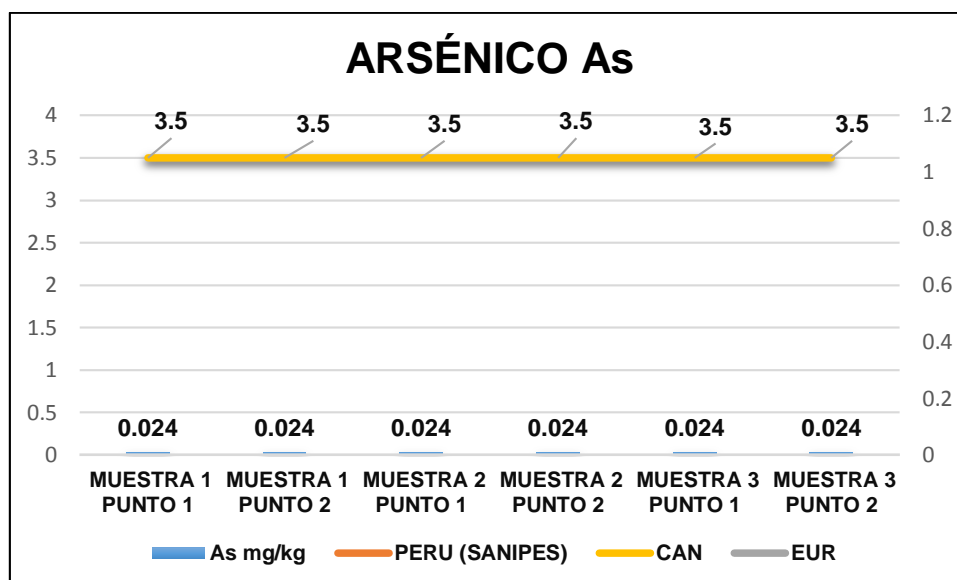


Figura 06: Resultados del análisis de concentración de Arsénico (As)

En los resultados obtenidos para el Arsénico (As) se expone el siguiente contenido en tejidos de peces, a partir de varias muestras (ver figura 06). Además, se destaca que es imprescindible contar con información validada sujeta a protocolos rigurosos de control y aseguramiento de la calidad dada por SANIPES.

Tal como se muestra en la figura 06 estos organismos establecen específicamente un contenido máximo de 3,5 mg/Kg en Arsénico (As) en peces marinos y de agua dulce como nivel para emprender medidas; el contenido máximo total de todas las especies de peces están sujetas a las normativas nacional e internacional, donde también están incluidas las recomendaciones sobre consumo de pescado.



Tabla 09: Resultados del análisis de concentración de Cadmio (Cd) en *Orestias Aggassii* y *Luteus* de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018

CADMIO	Cd mg/kg	PERU (SANIPES)	EUR	CAN
MUESTRA 1 PUNTO 1	a<0,0022			
MUESTRA 1 PUNTO 2	a<0,0022			
MUESTRA 2 PUNTO 1	a<0,0022	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg	--
MUESTRA 2 PUNTO 2	a<0,0022			
MUESTRA 3 PUNTO 1	a<0,0022			
MUESTRA 3 PUNTO 2	a<0,0022			

En la tabla 09 se muestran los valores obtenidos por el Laboratorio en el cual se determinó que las concentraciones de Cadmio (Cd) en los Puntos de Muestreo, en promedio tienen un valor de 0,0022 mg/kg; en todos los puntos de muestreo no teniendo variabilidad, las concentraciones halladas fueron contrastadas con los Contenidos Máximos Permitidos dispuestos en el Manual “Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación” del SANIPES (SANIPES, 2016), El análisis mostró que los valores obtenidos no sobrepasaron los Contenidos Máximos Permitidos de metales pesados en productos pesqueros de consumo humano directo en ninguno de los puntos de monitoreo también se contrastó con los parámetros establecidos por la Unión Europea no sobrepasando los Contenidos Máximos en metales pesados en productos alimenticios

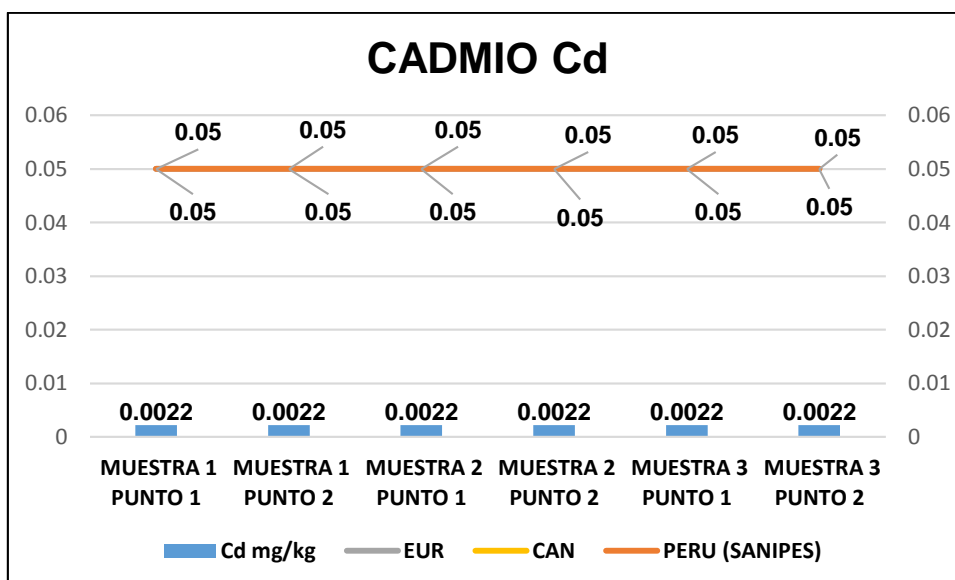


Figura 07: Resultados del análisis de concentración de Cadmio (Cd)

Para el Cadmio (Cd) los datos obtenidos se exponen en la figura 07 donde se muestra que el contenido en tejidos de peces, a partir de varias muestras es inferior a las Normas nacionales e internacionales. Además, se destaca que es imprescindible contar con información validada sujeta a protocolos rigurosos de control y aseguramiento de la calidad dada por SANIPES.

Tal como se muestra en la figura 07 estos organismos establecen específicamente un contenido máximo de 0,05 mg/Kg en Arsénico (As) en peces marinos y de agua dulce como nivel para emprender medidas; el contenido máximo permitido de todas las especies de peces están sujetas a las normativas nacional e internacional, donde también están incluidas las recomendaciones sobre consumo de pescado.

## CONCLUSIONES

Al evaluar las concentraciones de metales pesados como el Plomo (Pb) y el Mercurio (Hg) en las muestras de "*Orestias Aggassii* y *Luteus*" y contrastarlas con el manual de indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional de exportación del SANIPES se determinó que las concentraciones halladas no sobrepasan los Contenidos Máximos Permitidos en ninguno de los puntos de muestreo, por lo tanto las muestras no representan un riesgo para la salud humana.

Los niveles de concentración de Plomo (Pb) encontrados en las "*Orestias Aggassii* y *Luteus*", en los puntos de muestreo, promedian el valor de 0,052 mg/kg, las concentraciones para Mercurio (Hg) en promedio de 0,0082 mg/kg, las concentraciones de Arsénico (As) en promedio de 0,024 mg/kg y las concentraciones de Cadmio (Cd) en promedio de 0,0022 mg/kg.

Los niveles de concentración de Plomo (Pb), Mercurio (Hg), Arsénico (As) y Cadmio (Cd) al ser contrastados con los Contenidos Máximos Permitidos en el Manual del SANIPES; estos no sobrepasaron en ninguno de los puntos de monitoreo; y al ser contrastado estos parámetros con la Norma de la Unión Europea no sobrepasan los contenidos máximos en metales pesados en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo.

## RECOMENDACIONES

A las autoridades pertinentes realizar análisis periódicos de concentraciones de metales pesados en “Orestias Aggassii y Luteus” siendo esta especie consumida por la población no solo de la zona sino llevada a otros mercados del departamento.

A la Universidad Privada San Carlos promover este tipo de investigaciones siendo de importancia para la población del departamento.

Otros investigadores deben profundizar estos estudios para identificar los metales pesados del Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en valores de los parámetros físico-químicos y microbiológicos no solo de la ictiología sino también del agua. Ya que es un factor clave para profundizar más en el conocimiento de los pescados estudiados; dentro de las Normas de la Unión Europea y la norma peruana de Sanidad Pesquera-SANIPES.

Se debe realizar estudios sobre los contenidos de metales pesados el Mercurio (Hg) en fauna y flora para especies dulceacuícolas, monitoreando las concentraciones encontradas a través de los años y poder establecer así niveles de contaminación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrario, B. (02 de mayo de 2014). *¿Que es Ictiología?* Recuperado el 10 de Mayo de 2018, de *¿Que es Ictiología?* Obtenido de: <https://boletinagrario.com/ap-6,ictiologia,491.html>
- Amundsen, P. (1997). *Contaminación de metales pesados en pescado de agua dulce de la zona fronteriza entre Noruega y Rusia*. Moscu-Rusia: La Ciencia del Entorno.
- Anadon, A., y Muñoz, M. (1984). *Acumulación tisular de Zinc, Plomo, Cobre, Hierro y Cromo en truchas de Río*. s/c: INIA/Ser-Ganadera.
- Aranda, C. (2013). *Estándares de calidad ambiental (Peru)*. Lima
- ATSDR. (2005). *Resúmenes de Salud Pública - Plomo (Lead)*. AGENCIAS PARA SUSTANCIAS TÓXICAS Y EL REGISTRO DE ENFERMEDADES.
- Bertalotti, F., y Moccetti, N. (2018). *Concentración de plomo, mercurio y cadmio en músculo de peces y muestras de agua procedentes del Río Santa, Ancash – Perú*. Ancash: s/e.
- Besterrechea, C. (2003). *Contaminación ambiental*. España: Editores Spain.
- Boszke, L., Glosinska, G., y Siepak, J. (2002). *Algunos Aspectos de Especiación de Mercurio en un Entorno de Agua*. s/c: Environ.
- Calcina, L. (2007). *Presencia de metales pesados en la biótica acuática (Orestias sp y schoenoplectus totora) de la desembocadura del Rio Ramis-Lago Titicaca*. Puno-Perú: s/e.
- CALIFORNIA USA, U. P. (2003). *Evaluación ambiental de procesamiento de oro por amalgamación por mercurio*. Puno: s/e.
- Camero, J. (2002). *estudio actual de la contaminación por metales pesados y pesticidas organoclorados en el parque natural Monfrgue*. España: Universidad Central de Extremadura.
- Casas, J. (1994). *Estudio de la contaminación por metales pesados de la cuenca del Cardener*.

- Castillo, A. (2005). *Análisis de las concentraciones de mercurio en peces importados en la ciudad de Barranquilla y riesgo potencial para la salud humana.*
- Castro, G, y Valdés, J. (2012). *Concentración de metales pesados (Cu, Ni, Zn, Cd, Pb) en la biota y sedimentos de una playa artificial, en la bahía San Jorge 23 S, norte de Chile.* Chile: Scielo.conicyt.
- Clark, R. B. (1997). *Marine Pollution.* Clarendon Press - Oxford. fourth Edition.
- CNUDS. (2012). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible.*
- CONANP. (2003). *Programa de manejo de la reserva de la biosfera de Barranca Metztitlan.* Mexico: Dirección general de manejo para la conservación .
- Crompton, T. (1997). *Tóxicos en ecosistemas acuáticos.* Chester-Inglaterra: WileySons.
- De la Lanza, G. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación.* s/c: Editorial Plaza y Valdés.
- Dekker, M. (1992). *Metales tóxicos en el mar.* New York: SAQUID.
- EPA. (2009). *Criterios recomendados de calidad de agua, para aguas naturales.* USA: s/e AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL.
- Espinoza, D., y Falero, S. (2015). *Niveles de mercurio, cadmio, plomo y arsénico en peces del río Tumbes y riesgos para salud humana por su consumo.* Tumbes-Perú: s/e.
- Farell, A. (1993). *Sistema cardiovascular. En la fisiología de pescados. crp presionan a Ana Arbol.* s/c: Evans DH.
- Galán, E., y Romero, A. (2008). *Contaminación de Suelos por Metales Pesados.* macla.
- Gale, N., Adams, C., Wixson, B., Loftin, K., y Huang, Y. (2002). *Lead concentrations in fish and river sediments in the old lead belt of Missouri.*
- Google, M. (13 de Agosto de 2018). *Google Maps.* Obtenido de <https://www.google.com/maps/@-15.7415789,-0.1948074,10970m/data=!3m1!1e3>
- Guevara, J. (1995). *Toxicología.* España: Mac Graw Hill.
- Guevara, J. (1999). *Toxicología médica clínica y laboratorio.* España: McGraw Hill.

- Houserova, P., Kuban, V., y Harbarta, P. (2006). *Determinación de especie total de mercurio y de mercurio en pescado y los ecosistemas acuáticos de ríos Moravian*. s/e: Medicina Veterinaria.
- Jiménez, M. (2008). *Desarrollo de métodos analíticos para especiación de mercurio y su aplicación a la comarca de almadén*. Almadén: s/e.
- Jimenez, R. (2010). *Procedimiento analítico para la determinación de metales en el tejido de peces por espectroscopia atómica*. La habana: s/e.
- Ke y Wang. (2002). *Trace ingestion and assimilation by the green mussel Perna viridis in a phytoplankton and sediment mixture*. Boca de Paparo: s/e.
- Labat, R. (1974). *Acción tóxica de cobre sobre las agallas de carpa (Cyprinus carpio)*. s/c: Ann Limno.
- Lozada, J. (2017). *Determinar la concentración de metales en Cyprinus Carpio (Carpa natural)*. Pachuca de Soto: Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo.
- Mamani, A. (2007). *Complejo metalúrgico La Oroya-Perú*. La Oroya: s/e.
- Mamani, E. (2006). *Determinación de Metales Pesados en los Peces del Lago Titicaca*. PE: PUNO.
- Mancera, N. (2008). *Current State of Knowledge of the Concentration of Mercury and*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319028578001>.
- Mancera, N., y Alvarez, R. (2008). *Estado de conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces de dulceacuícolas de Colombia*. Colombia: Acta Biológica.
- Marrugo, J, y Paternina, R. (2011). *Evaluación de la contaminación por metales pesados en la Ciénaga La Soledad y Bahía de Cispatá, cuenca del bajo Sinú, departamento de Córdoba*. Cordoba: s/e.
- MINAM. (2017). *PREGUNTAS FRECUENTES ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL*. MINISTERIO DEL AMBIENTE.
- MINAS. (1993). *Minería y medio ambiente. un enfoque tecnico-legal de minería en el Perú*. Lima: MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS.

- Nicola, G. (1998). *Metodología para la implantación de rellenos sanitarios en ciudades pequeñas*. Ecuador: Asociación de municipalidades.
- Nuñez, G. (1998). *Concentración y distribución de mercurio en tejidos de cazón del Golfo de Mexico*. Mexico: s/e.
- OMS. (2017). *Organización Mundial de la Salud*.
- Pérez, A., Gonzáles, M., Rodríguez, F., y Alfayate, J. (2003). *Contaminación ambiental*. España: Thomson editores.
- PNUD. (2003). *RESUMEN INFORME SOBRE DESARROLLO HUMANO 2003*. Ediciones Mundi-Prensa 2003 PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO.
- PRODUCE. (s.f). *REPRODUCCIÓN ARTIFICIAL DE PECES NATIVOS DE LA CUENCA DEL LAGO TITICACA*. MINISTERIO DE PRODUCCIÓN. Obtenido de PRODUCE: [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPESCA\\_OTRO/difusion-publicaciones/pepa-puno/MANUAL%20REPRODUCCION%20SPP%20NATIVAS\\_saman.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/PROPESCA_OTRO/difusion-publicaciones/pepa-puno/MANUAL%20REPRODUCCION%20SPP%20NATIVAS_saman.pdf)
- Remache, A. (2013). *Validación de métodos para el análisis de metales en diferentes matrices por espectrofotometría de absorción atómica*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Rodríguez, R. (2000). *Aportaciones al conocimiento del estado medioambiental de hidrosistemas de interés internacional situados en Castilla-La Mancha*. La Mancha-España: Universidad de Castilla.
- Sajwan, K. (2008). *Los perfiles de contaminación de metales pesados, organochlorine pesticidas, hidrocarburos policíclicos aromáticos, y alkylphenols en sedimento y ostra tranquila de Sabana GA EE.UU.* s/c: Mar Pollut Bull.
- SANIPES. (2016). *Contenido máximo permitido de metales pesados en productos pesqueros*. ORGANISMO NACIONAL DE SANIDAD PESQUERA.
- Segura, M. (2006). *Presencia de contaminación por metales pesados en la cuenca del Lago Titicaca y su relación con los recursos hidrobiológicos*. Puno: s/e.
- Skoog, D, West, D, Holler, J, y Crouch, S. (2005). *Química*. Mexico: Mc Graw Hill.

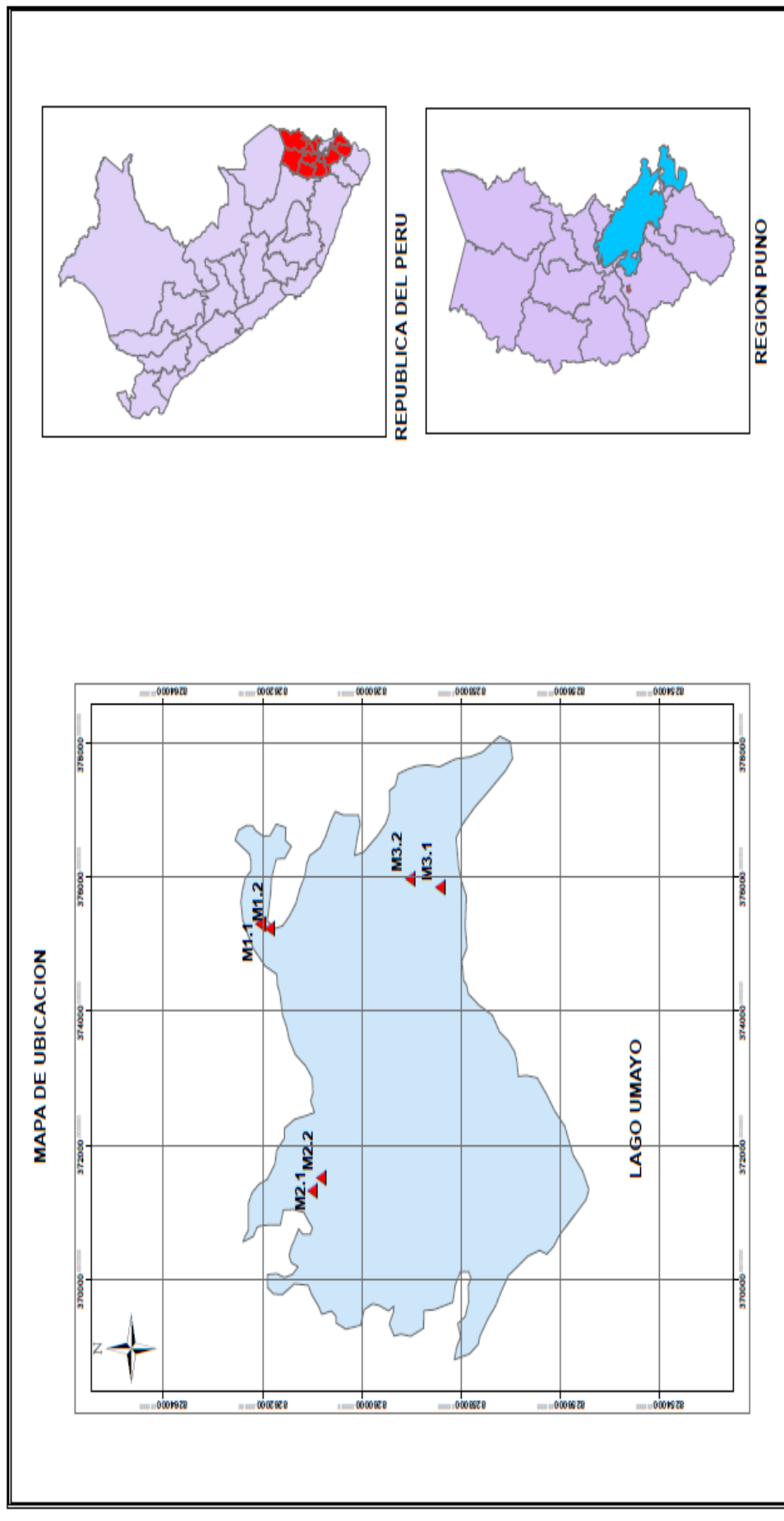


TITICACA-PELT. (1999). *Investigación y monitoreo de los rios Carabaya-Ramis, Cabanillas y del Lago Titicaca*. Puno: s/e PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA.

Trujillo, F, y Lasso,C. (2013). *Evaluación por la contaminación por mercurio en peces de interés comercial y de la concentración de organoclorados y organofosforados en el agua y sedimentos de la orinoquia*. s/c: CDN el Universal.

ANEXOS

ANEXO 01: PLANO SATELITAL DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LA LAGUNA UMAYO – ATUNCOLLA



FUENTE: M.Sc. Bernardo Coloma Paxi

## ANEXO 02: GALERIA FOTOGRAFICA



Figura 08: Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno.



Figura 09: Zona de muestreo - Muestra 1 punto 1 y 2 - Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno.



Figura 10: Zonas de Muestreo – Muestra 2 Punto 1 y 2 - Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno.



Figura 11: Toma de Muestras Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno.



Figura 12: Toma de Muestras - muestra 1 puntos 1 y 2 Laguna Umayo.



Figura 13: Toma de Muestras - muestra 2 puntos 1 y 2 Laguna Umayo.



Figura 14: Toma de Muestras- muestra 3 puntos 1 y 2 Laguna Umayo.



Figura 15: Recolección de muestra 3 Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno.



Figura 16: Selección de muestras *Orestias Aggassii* y *Luteus* de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018.



Figura 17: Selección y separación de muestras *Orestias Aggassii* y *Luteus* de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018.





Figura 18: Envasado de muestras en bolsas herméticas.



Figura 19: Envasado de *Orestias Aggassii* y *Luteus* en bolsas de cierre hermético.



Figura 20: selección de *Orestias Aggassii* y *Luteus* (carachi negro y amarillo).



Figura 21: Se seleccionó las muestras de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018 por muestra 1 punto 1 y 2, muestra 2 punto 1 y 2 , muestra 3 punto 1 y 2 en donde los Puntos 1 son *Orestias Luteus* y los Puntos 2 *Orestias Aggassii*.



Figura 22: Preparación de las muestras en un cooler para su posterior análisis en laboratorio.



Figura 23: Se entregó apropiadamente las muestras *Orestias Aggassii* y *Luteus* de la Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018 al laboratorio LAS (Laboratorios Analíticos del Sur).para su.Análisis.

ANEXO 03: RESULTADOS DE LABORATORIO-INFORME DE ENSAYO LAS-18-05514



**Laboratorios Analíticos del Sur**

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado  
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

**INFORME DE ENSAYO LAS-18-05514**

Pág: 1/1

Señores: CARLA NADDYA BUSTINZA PAREDES  
Dirección: JR DEZA 640 INT. 2-B PUNO PUNO  
Atención: CARLA NADDYA BUSTINZA PAREDES

Producto(s) Declarado(s): Alimentos  
Nro de muestras: 6  
Muestreo a cargo de(l): CARLA NADDYA BUSTINZA PAREDES  
Registro de muestreo: 15-18  
Fecha de recepción: 13/08/2018  
Fecha de ensayo: 13/08/2018  
Fecha de emisión: 23/08/2018

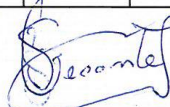
Condiciones de recepción de la muestra:

Observaciones : Proyecto : Evaluación de concentración de Pb, y Hg en orestias agassii y luteus de la laguna Umayo, distrito de Atuncolla - Puno - 2018"

Metodo de ensayo aplicado

\*5012 Método de ensayo para la determinación de metales pesados en alimentos (As,Hg) por ICP OES

Cod Int. #	Nombre de muestra	Lugar de muestreo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	5012 Hg MT mg/Kg	5012 As MT mg/Kg
AL18000055	MUESTRA 1 PUNTO 1	COM. CAKCHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	13/08/18	08:00 a.m.	a<0,0082	a<0,024
AL18000056	MUESTRA 1 PUNTO 2	COM. CAKCHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	13/08/18	08:00 a.m.	a<0,0082	a<0,024
AL18000057	MUESTRA 2 PUNTO 1	SAN JERONIMO DE OLLACACHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	13/08/18	11:00 a.m.	a<0,0082	a<0,024
AL18000058	MUESTRA 2 PUNTO 2	SAN JERONIMO DE OLLACACHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	13/08/18	11:00 a.m.	a<0,0082	a<0,024
AL18000059	MUESTRA 3 PUNTO 1	CHINGARANI / TIQUILLAKA / PUNO / PUNO	13/08/18	02:30 p.m.	a<0,0082	a<0,024
AL18000060	MUESTRA 3 PUNTO 2	CHINGARANI / TIQUILLAKA / PUNO / PUNO	13/08/18	02:30 p.m.	a<0,0082	a<0,024

  
Laboratorios Analíticos del Sur **E.L.R.L.**  
Srta. **Vicento Juárez Neira**  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P. 19474

"<Valor numérico" = Límite de detección del método, "Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.  
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

N-18 N° 4525

ANEXO 04: RESULTADOS DE LABORATORIO-HOJA DE DATOS LAS-18-05479



**Laboratorios Analíticos del Sur**

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado  
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

**INFORME DE ENSAYO LAS-18-05479**

Pág: 1/3

**Hoja de datos**

Señores: CARLA NADDYA BUSTINZA PAREDES  
Dirección: JR DEZA 640 INT. 2-B PUNO PUNO  
Atención: CARLA NADDYA BUSTINZA PAREDES

Producto(s) Declarado(s): Alimentos  
Nro de muestras: 6  
Muestreo a cargo de(l): CARLA NADDYA BUSTINZA PAREDES  
Registro de muestreo: 15-18  
Fecha de recepción: 13/08/2018  
Fecha de ensayo: 13/08/2018  
Fecha de emisión: 22/08/2018

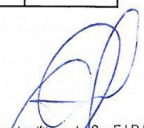
**Condiciones de recepción de la muestra:**

Observaciones : Proyecto : Evaluación de concentración de Pb, y Hg en orestias aggrassii y luteus de la laguna Umayo, distrito de Atuncolla - Puno - 2018"

**Metodo de ensayo aplicado**

Método de ensayo para la determinación de metales pesados en alimentos (As, Ba, Be, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, K, \*5012 Se, Sr, Ti, Zn) por ICP OES

Cod Int. #	Nombre de muestra	Lugar de muestreo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
AL18000055	MUESTRA 1 PUNTO 1	COM. CAKCHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	13/08/18	08:00 a.m.
AL18000056	MUESTRA 1 PUNTO 2	COM. CAKCHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	13/08/18	08:00 a.m.
AL18000057	MUESTRA 2 PUNTO 1	SAN JERONIMO DE OLLACACHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	13/08/18	11:00 a.m.
AL18000058	MUESTRA 2 PUNTO 2	SAN JERONIMO DE OLLACACHI / HATUN COLLA / PUNO / PUNO	13/08/18	11:00 a.m.
AL18000059	MUESTRA 3 PUNTO 1	CHINGARANI / TIQUILLAKA / PUNO / PUNO	13/08/18	02:30 p.m.
AL18000060	MUESTRA 3 PUNTO 2	CHINGARANI / TIQUILLAKA / PUNO / PUNO	13/08/18	02:30 p.m.

  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

<sup>ns</sup><Valor numérico> = Límite de detección del método, <sup>nb</sup><Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.  
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

N-18 N° 4492



# Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado  
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com


## INFORME DE ENSAYO LAS-18-05479

Hoja de resultados

22/08/2018

Pág.: 2/3

Código Interno #	Nombre de Muestra	5012 Ag MT mg/Kg	5012 Al MT mg/Kg	5012 B MT mg/Kg	5012 Ba MT mg/Kg	5012 Be MT mg/Kg	5012 Ca MT mg/Kg	5012 Cd MT mg/Kg	5012 Co MT mg/Kg	5012 Cr MT mg/Kg	5012 Cu MT mg/Kg	5012 Fe MT mg/Kg	5012 K MT mg/Kg	5012 Li MT mg/Kg	5012 Mg MT mg/Kg
AL18000055	MUESTRA 1 PUNTO 1	a<0,048	5,7	a<0,11	1,462	a<0,0016	2 300	a<0,0022	a<0,0019	a<0,0078	1,49	9,1	10 000	0,1261	670
AL18000056	MUESTRA 1 PUNTO 2	a<0,048	2,6	a<0,11	2,013	a<0,0016	5 700	a<0,0022	a<0,0019	a<0,0078	1,77	7,8	10 000	0,1401	680
AL18000057	MUESTRA 2 PUNTO 1	a<0,048	2,8	a<0,11	0,5478	a<0,0016	1 900	a<0,0022	a<0,0019	a<0,0078	1,51	9,1	9 500	0,0749	590
AL18000058	MUESTRA 2 PUNTO 2	a<0,048	0,84	a<0,11	5,444	a<0,0016	940	a<0,0022	a<0,0019	a<0,0078	0,397	3,0	4 500	0,0449	330
AL18000059	MUESTRA 3 PUNTO 1	a<0,048	1,7	a<0,11	0,1850	0,00176	1 200	a<0,0022	a<0,0019	a<0,0078	1,29	12	14 000	0,0438	970
AL18000060	MUESTRA 3 PUNTO 2	0,078	1,7	a<0,11	1,938	a<0,0016	2 100	a<0,0022	a<0,0019	a<0,0078	1,57	8,1	9 500	0,0390	580

  
 Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
 Omar A. V. Soto  
 Gerente de Operaciones  
 M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"a<Valor numérico" = Límite de detección del método, "b<Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

N-18 N° 4493



# Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado  
Arequipa Perú

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

## INFORME DE ENSAYO LAS-18-05479

Hoja de resultados

22/08/2018

Pág.: 3/3

Código Interno #	Nombre de Muestra	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012	5012
		Mn MT mg/Kg	Mo MT mg/Kg	Na MT mg/Kg	Ni MT mg/Kg	P MT mg/Kg	Pb MT mg/Kg	Sb MT mg/Kg	Se MT mg/Kg	SiO <sub>2</sub> MT mg/Kg	Sn MT mg/Kg	Sr MT mg/Kg	Ti MT mg/Kg	Ti MT mg/Kg	V MT mg/Kg	Zn MT mg/Kg
AL18000055	MUESTRA 1 PUNTO 1	1,105	0,2792	320	*<0,01	7 800	*<0,052	0,0771	1,54	50,4	1,13	21,1	0,806	*<0,026	*<0,0028	19,8
AL18000056	MUESTRA 1 PUNTO 2	1,375	0,5652	280	*<0,01	12 000	*<0,052	*<0,0098	4,05	16,5	1,51	69,9	0,966	*<0,026	*<0,0028	33,8
AL18000057	MUESTRA 2 PUNTO 1	0,7169	0,4897	470	*<0,01	7 300	*<0,052	*<0,0098	3,29	17,3	1,46	16,6	0,547	*<0,026	*<0,0028	15,3
AL18000058	MUESTRA 2 PUNTO 2	0,3263	*<0,0076	130	*<0,01	4 000	*<0,052	*<0,0098	0,352	7,19	0,368	7,17	0,239	*<0,026	*<0,0028	13,8
AL18000059	MUESTRA 3 PUNTO 1	0,7054	*<0,0076	350	*<0,01	13 000	*<0,052	*<0,0098	2,14	13,5	0,912	5,62	0,455	*<0,026	*<0,0028	19,5
AL18000060	MUESTRA 3 PUNTO 2	0,6509	0,5658	470	*<0,01	7 800	*<0,052	0,1427	2,88	13,3	1,25	16,9	0,424	*<0,026	*<0,0028	15,0

  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

\*<Valor numérico\* = Límite de detección del método, ~<Valor Numérico\* = Límite de cuantificación del método.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.  
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

N-18 N° 4494

**ANEXO 05: RESOLUCION DE DIRECCION EJECUTIVA N° 057- 2016 SANIPES**

**Organismo Nacional de Sanidad Pesquera  
SANIPES**



**RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN EJECUTIVA  
N° 057-2016-SANIPES-DE**

Surquillo, 23 JUN 2016

**VISTOS:**

El Informe N° 010-2016-SANIPES/DHCPA de la Dirección de Habilitaciones y Certificaciones Pesqueras y Acuícolas; el Informe Técnico N° 020-2016-SANIPES/DSFPA de la Dirección de Supervisión y Fiscalización Pesquera y Acuícola; el Informe N° 083-2016-SANIPES-DSNPA de la Dirección Sanitaria y de Normatividad Pesquera y Acuicola; y el Informe N° 372-2016-SANIPES/OAJ de la Oficina de Asesoría Jurídica; y,

**CONSIDERANDO:**

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

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

Que, asimismo, el inciso c) del artículo 5° del Reglamento de la Ley N° 30063, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 012-2013-PRODUCE, dispone que una de las funciones del SANIPES es formular, actualizar y aprobar normas sanitarias que regulen la captura, extracción, preservación, cultivo, desembarque, transporte, procesamiento, almacenamiento, importación y comercialización interna y externa de los productos pesqueros y acuícolas, piensos, aditivos y productos veterinarios destinados a la acuicultura, así como la sanidad de los recursos hidrobiológicos procedentes de la acuicultura y del medio natural (silvestre), en concordancia con los dispositivos legales nacionales e internacionales, así como las normas sectoriales aprobadas por el Ministerio de la Producción;







Que, el artículo 9° del Reglamento señalado establece que la Autoridad Competente propone la Política Sanitaria y, a efectos de formular, actualizar y aprobar normas sanitarias en el ámbito de su competencia, emite reglamentos, procedimientos, documentos habilitantes, entre otros, los que se constituyen como de cumplimiento obligatorio. Esta competencia incluye la facultad de dictar normas sanitarias relacionadas con la conformidad a requisitos microbiológicos, físicos, químicos, u otros, codificación, etiquetado y rotulado de los envases de los productos pesqueros o acuícolas;



Que, es de señalar que con fecha 22 de abril de 2010, la Dirección Ejecutiva del Instituto Tecnológico Pesquero (ITP) aprobó el Manual "Indicadores o Criterios de Seguridad Alimentaria e Higiene para Alimentos y Piensos de Origen Pesquero y Acuicola", el cual tiene como objetivo establecer en concordancia con la normatividad nacional e internacional, los Límites de Control Oficial por parte de la Autoridad Sanitaria Pesquera a Nivel Nacional, para Indicadores Sanitarios de Inocuidad y de Calidad, que debe cumplir los alimentos y piensos de origen pesquero y acuicola en toda la cadena productiva, para ser considerados aptos para su consumo, con la finalidad de garantizar la seguridad sanitaria de los alimentos de origen pesquero y acuicola, en protección de la salud de los consumidores y la promoción del comercio seguro de alimentos;



Que, conforme a lo señalado por la Dirección Sanitaria y de Normatividad Pesquera y Acuicola, por medio del Informe N° 083-2016-SANIPES-DSNPA/SDIP, el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), en la actualidad, está utilizando el referido Manual aprobado por la Dirección Ejecutiva del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú;



Que, el proyecto de Manual "Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación" tiene como objetivo establecer los requisitos sensoriales, microbiológicos, físico-químicos y toxicológicos que deben cumplir los alimentos y piensos de origen pesquero y acuicola para la comercialización en el mercado interno y de exportación;



Que, asimismo, la Dirección de Habilitaciones y Certificaciones Pesqueras y Acuícolas, a través del Informe del visto, señala que el referido Manual detalla los requisitos sanitarios según el tipo de producto; especifica las características sensoriales, microbiológicas, químicas, entre otros; establece para cada indicador, una frecuencia de control, un plan de muestreo y los estándares de certificación; e incluye indicadores sanitarios de los principales países de destino de las exportaciones pesqueras del Perú, como es el caso de la Unión Europea, la Unión Aduanera, China, Japón, Chile, Brasil y Estados Unidos;

Que, considerando lo dispuesto en el marco normativo referido, el proyecto de Manual "Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación", constituye una norma sanitaria relacionada con la conformidad de los requisitos microbiológicos, físicos y químicos, por lo que su aprobación le compete al Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES);

Organismo Nacional de Sanidad Pesquera  
SANIPES



Que, por otro lado, el Consejo Directivo del SANIPES tiene entre sus funciones, aprobar las propuestas de normas sanitarias en el ámbito de su competencia, en concordancia con la normatividad vigente emitida por el Ministerio de la Producción, conforme a lo establecido en el literal f) del artículo 11 del Reglamento de Organización y Funciones del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), aprobado mediante el Decreto Supremo N° 009-2014-PRODUCE;



Que, asimismo, el literal c) del artículo 18 del citado Reglamento establece que la Dirección Ejecutiva tiene entre sus funciones, elevar al Consejo Directivo, propuestas de normas en el ámbito de su competencia, como las normas sanitarias referidas a la inocuidad de los productos pesqueros y acuícolas, piensos y productos veterinarios destinados a la acuicultura y la sanidad acuícola, en todas las etapas del cultivo, producción, transformación y distribución de éstos; en concordancia con la normatividad emitida por el Ministerio de la Producción;



Que, conforme al artículo 40 del referido Reglamento, la Dirección Sanitaria y de Normatividad Pesquera y Acuícola propone la Política Sanitaria a la Dirección Ejecutiva y, a efectos de formular, actualizar y aprobar normas sanitarias en el ámbito de la competencia del SANIPES, propone reglamentos, guías, procedimientos, documentos habilitantes, entre otros, los que se constituyen como de cumplimiento obligatorio. Las normas sanitarias están relacionadas, entre otros, con la conformidad a requisitos microbiológicos, físicos, químicos, u otros, codificación, etiquetado o rotulado de los envases de los productos pesqueros o acuícolas;



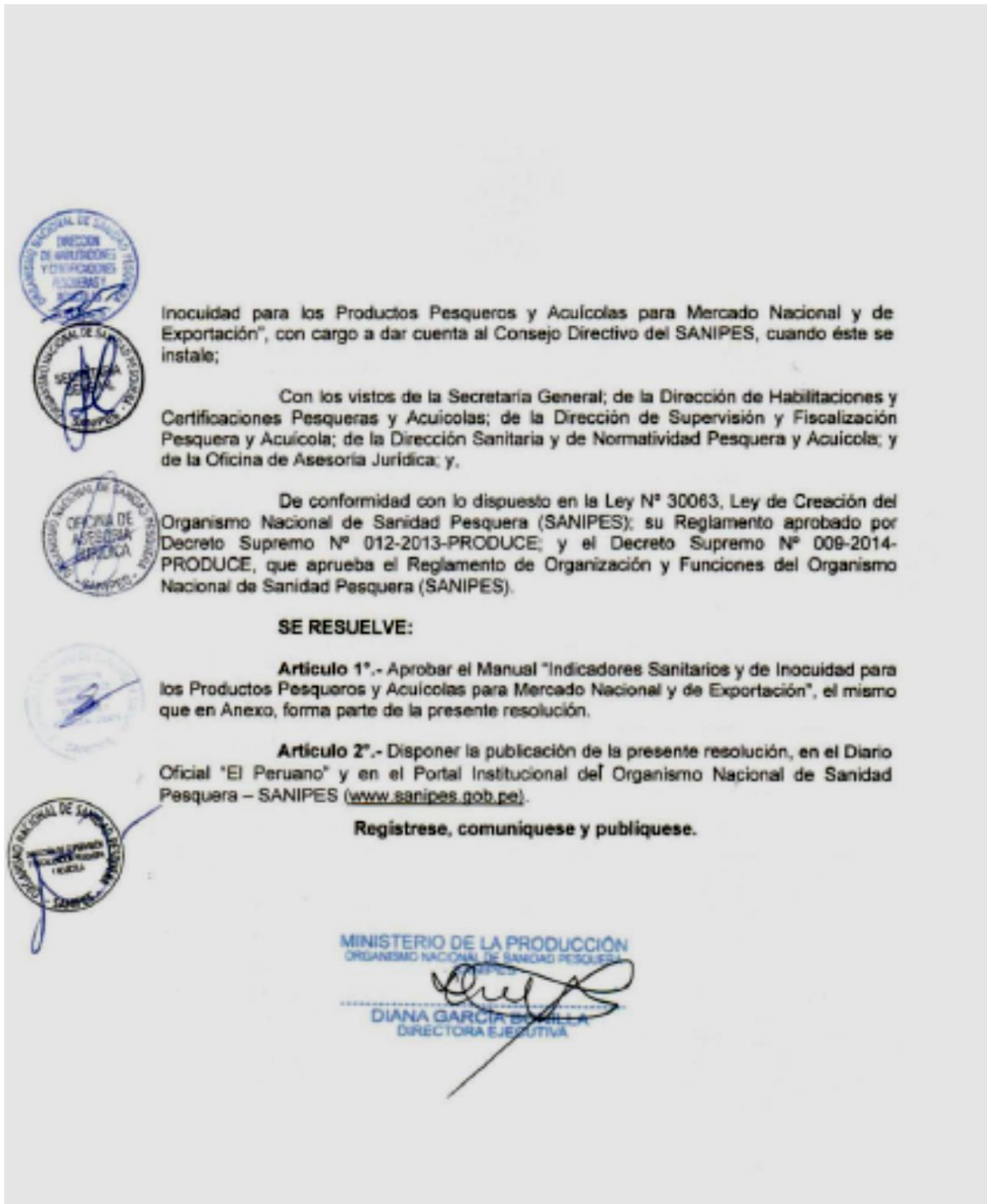
Que, por los considerandos expuestos, la aprobación del Manual "Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación", permitirá que la Entidad garantice la sanidad e inocuidad en toda la cadena productiva de los productos pesqueros, acuícolas y de piensos de origen hidrobiológico, mediante la habilitación y certificación sanitaria eficaz y oportuna, con el propósito de proteger la vida y la salud pública;



Que, en tal sentido, si bien la competencia de aprobar las normas sanitarias está atribuida al Consejo Directivo del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES), el cual no se ha conformado a la fecha; ello no implica que el SANIPES, organismo con autonomía técnica, funcional, económica, financiera y administrativa, deje de ejercer la función normativa atribuida en el inciso b) del artículo 9 de la Ley N° 30063, e inciso c) del artículo 5° y artículo 9° del Reglamento de la Ley N° 30063, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 012-2013-PRODUCE;



Que, en virtud de la función normativa sanitaria del SANIPES, resulta necesario que el titular de la Entidad apruebe el Manual "Indicadores Sanitarios y de



(8) Pelados y descabezados.  
 (9) Productos desconchados excepto carne de cangrejo  $m = 5 \times 10^4 M = 5 \times 10^5$ ; Carne de cangrejo  $m = 10^5 M = 10^6$   
 (10) Sólo para productos empacados al vacío.

**1.3.2 CONTAMINANTES**

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

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



**1.3.2.1 METALES PESADOS**

- **Frecuencia de control**

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

- **Plan de muestreo**

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

- **Estandares de certificación**

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








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



METAL PESADO	Nº	PRODUCTOS ALIMENTICIOS	Contenidos máximos (mg/kg peso fresco)
Plomo <sup>(1)</sup>	1	Carne de pescado <sup>(2) (3)</sup>	0,30
	2	Crustáceos: carne de los apéndices y del abdomen <sup>(4)</sup> . En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), la carne de los apéndices.	0,50
	3	Moluscos bivalvos <sup>(5)</sup>	1,5
	4	Cefalópodos (sin vísceras) <sup>(5)</sup>	1,0
	5	Complemento alimenticio <sup>(6)</sup>	3,0
Cadmio <sup>(1)</sup>	1	Carne de pescado <sup>(2) (3)</sup> , excluida las especies enumeradas en los puntos 2, 3 y 4	0,050
	2	Carne de los siguientes pescados <sup>(2) (3)</sup> : bonito ( <i>Sarda sarda</i> ) mojarra ( <i>Diplodus vulgaris</i> ) anguila ( <i>Anguilla anguilla</i> ) lisa ( <i>Chelon labrosus</i> ) jurel ( <i>Trachurus species</i> ) emperador ( <i>Luvarus imperialis</i> ) caballa ( <i>Scomber species</i> ) sardina ( <i>Sardina pilchardus</i> ) sardina ( <i>Sardinops species</i> ) atún ( <i>Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pelamis</i> ) acedia o lenguadillo ( <i>Dicologlossa cuneata</i> )	0,10
	3	Carne de los siguientes pescados <sup>(2) (3)</sup> : Melva ( <i>Auxis species</i> )	0,20
	4	Carne de los siguientes pescados <sup>(2) (3)</sup> : anchoa ( <i>Engraulis species</i> ) pez espada ( <i>Xiphias gladius</i> )	0,30



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

(\*) Referencia:  
 FACTORES DE TRANSFORMACIÓN DE METALES PESADOS. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. España. Subdirección General de Gestión de Riesgos Alimentarios. Octubre/2013.  
 (1) a) Reglamento (CE) Nº 629/2008 DE LA COMISIÓN de 2 de julio de 2008 se modifica el Reglamento (CE) Nº 1881/2006.  
 b) Reglamento (CE) Nº 420/2011 DE LA COMISIÓN de 29 de abril de 2011 se modifica el Reglamento (CE) Nº 1881/2006.  
 (2) Pescado enumerado en esta categoría, tal como se define en la categoría a), excluido el hígado de pescado contemplado en el código NC03027000, de la lista del artículo 1 del Reglamento (CE) nº 104/2000 del Consejo (DO L 17 de 21.1.2000, p. 22). Reglamento modificado en último lugar por el Acta relativa a las condiciones de adhesión de la República Checa, la República de Estonia, la República de Chipre, la República de Letonia, la República de Lituania, la República de Hungría, la República de Malta, la República de Polonia, la República de Eslovenia y la República Eslovaca, y a las adaptaciones de los Tratados en los que se fundamenta la Unión (DO L 236 de 23.9.2003, p. 33). En caso de productos alimenticios desecados, diluidos, transformados o compuestos, se aplicará el artículo 2, apartados 1 y 2.  
 (3) Si el pescado está destinado a ser consumido entero, el contenido máximo se aplicará al pescado entero.  
 (4) El cefalotórax de los crustáceos queda excluido de esta definición.  
 (5) Productos alimenticios incluidos en las categorías c) y f) de la lista del artículo 1 del Reglamento (CE) nº 104/2000, según proceda (especies enumeradas en la entrada correspondiente). En caso de productos alimenticios desecados, diluidos, elaborados o compuestos, se aplicará el artículo 2, apartados 1 y 2.  
 (6) El contenido máximo se aplica al complemento alimenticio comercializado.  
 (7) Reglamento (CE) Nº 1881/2006 relativo al Estaño inorgánico (3.4.1).

**ANEXO 06: NORMAS DE LA UNION EUROPEA CONTENIDOS MAXIMOS EN METALES PESADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

## METALES PESADOS

Revisión Marzo 2017

**UNION EUROPEA. CONTENIDOS MAXIMOS EN METALES PESADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

**PLOMO (Pb)**

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
1.1 Leche cruda (2), leche tratada térmicamente y leche para la fabricación de productos lácteos	0,020
1.2 Preparados para lactantes y preparados de continuación	
Comercializados en polvo	0,050
Comercializados líquidos	0,010
1.3 Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad (4) distintos de los indicados en 1.5	0,050
1.4 Alimentos para usos médicos especiales destinados específicamente para lactantes y niños de corta edad (15)	
Comercializados en polvo	0,050
Comercializados líquidos	0,010
1.5 Bebidas para lactantes y niños de corta edad vendidas como tales distintas de las mencionadas en 1.2 y 1.4	
Comercializadas líquidas o para ser reconstituidas siguiendo las instrucciones del fabricante, incluidos los zumos de frutas	0,030
Para ser preparadas mediante infusión o decocción	1,50
1.6 Carne (excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (2)	0,10
1.7 Despojos de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (2)	0,50
1.8 Carne de pescado (5) (6)	0,30
1.9 Cefalópodos (22)	0,30
1.10 Crustáceos (17)	0,50
1.11 Moluscos bivalvos	1,50
1.12 Cereales y legumbres secas	0,20
1.13 Hortalizas, excluidas las de hoja del género Brassica, salsifíes, hortalizas de hoja excluidas las hierbas frescas, setas y algas marinas y hortalizas de fruto (8) (23)	0,10
1.14 Hortalizas de hoja del género Brassica, hortalizas de hoja excluidas las hierbas frescas y las siguientes setas: Agaricus bisporus (champiñón), Pleurotus ostreatus (seta de ostra) y Lentinula edodes (seta shiitake) (8)	0,30
1.15 Hortalizas de fruto	
Maíz dulce (8)	0,10
Distintas del maíz dulce (8)	0,05
1.16 Frutas, excluidos los arándanos, las grosellas, las bayas de saúco y los madroños (8)	0,10
1.17 Arándanos, grosellas, bayas de saúco y madroños (8)	0,20

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
1.18 Grasas y aceites, incluida la grasa láctea	0,10
1.19 Zumos de frutas, zumos de frutas concentrados reconstituidos y néctares de frutas (9)	
Exclusivamente de bayas y otras frutas pequeñas	0,05
De frutas distintas de las bayas y otras frutas pequeñas	0,03
1.20 Vinos (incluido el vino espumoso y excluido el vino de licor) sidra, perada y vinos de frutas (10)	
Producidos desde la cosecha de frutas de 2011 hasta la cosecha de 2015	0,20
Producidos desde la cosecha de frutas de 2016	0,15
1.21 Vino aromatizado, bebidas aromatizadas a base de vino y cócteles aromatizados de productos vitivinícolas (12)	
Producidos desde la cosecha de frutas de 2011 hasta la cosecha de 2015	0,20
Producidos desde la cosecha de frutas de 2016	0,15
1.22 Complementos alimenticios (16)	3,0
1.23 Miel	0,10

El método de toma de muestras y criterios de realización de los métodos de análisis se basan en la en el Reglamento 333/ 2007

**CADMIO (Cd)**

PRODUCTO (1)	Contenido máximo(mg / Kg peso fresco)
1. Hortalizas y frutas, excluidas las hortalizas de raíz y tubérculo, las hortalizas de hoja, las hierbas frescas, las hortalizas de hoja del género Brassica, los tallos jóvenes, las setas y las algas marinas (1)	0,050
2. Hortalizas de raíz y tubérculo ( excluidos los apionabos, chirivias, salsifíes y rábanos rústicanos ), tallos jóvenes ( excluido el apio). En el caso de las patatas, el contenido máximo se aplica a las patatas peladas (1)	0,10
3. Hortalizas de hoja, hierbas frescas, hortalizas de hoja del género Brassica, apio, apionabos, chirivias, salsifíes, rábanos rústicanos y las siguientes setas: Agaricus bisporus ( champiñón), Pleurotus ostreatus ( seta de ostra) y Lentinula edodes ( seta shiitake) (1)	0,20
4. Setas, excluidas las enumeradas en el apartado anterior (1)	1,0
5. Cereales, excluidos el trigo y el arroz	0,10
6. – Granos de trigo, granos de arroz	
- Salvado de trigo y germen de trigo para el consumo directo	0,20
- Habas de soja	
7. Productos específicos de cacao y chocolate enumerados a continuación: (19)	
- chocolate con leche con un contenido en materia seca total de cacao < 30%	0,10 a partir 01-01-2019

PRODUCTO (1)	Contenido máximo(mg / Kg peso fresco)
-chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50%; chocolate con leche con un contenido en materia seca total de cacao ≥ 30%	0,30 a partir 01-01-2019
- chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50%	0,80 a partir 01-01-2019
- cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final ( chocolate para beber)	0,60 a partir 01-01-2019
8. Carne ( excluidos los despojos) de bovinos, ovinos, cerdos y aves de corral (2)	0,050
9. Carne de caballos, excluidos los despojos (2)	0,20
10. Hígado de bovinos, ovinos, cerdos, aves de corral y caballos (2)	0,50
11. Riñones de bovinos, ovinos, cerdos, aves de corral y caballos (2)	1,0
12. Carne de pescado (5) (6), excluidas las especies enumeradas en puntos 13, 14 y 15	0,050
13. Carne de los siguientes pescados (5) (6): Caballa ( <i>Scomber species</i> ), atún ( <i>Thunnus species</i> , <i>Euthynnus species</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i> y bichique ( <i>Sicyopterus lagocephalus</i> )	0,10
14. Carne de los siguientes pescados (5) (6): Melva ( <i>Auxis species</i> )	0,15
15. Carne de los siguientes pescados (5) (6): Anchoa ( <i>Engraulis species</i> ), pez espada ( <i>Xiphias gladius</i> ) y sardina ( <i>Sardina pilchardus</i> )	0,25
16. Crustáceos (7); carne de los apéndices y del abdomen (17). En el caso de los cangrejos y crustáceos similares ( <i>Brachyura</i> y <i>Anomura</i> ) la carne de los apéndices	0,50
17. Moluscos bivalvos (7)	1,0
18. Cefalópodos (7) ( sin vísceras)	1,0
19. Preparados para lactantes y preparados de continuación (3) (4):	
- Preparados en polvo para lactantes elaborados a partir de las proteínas obtenidas de la leche de vaca o de hidrolizados de proteínas	0,010 a partir 01-01-15
- Preparados líquidos para lactantes elaborados a partir de las proteínas obtenidas de la leche de vaca o de hidrolizados de proteínas	0,005 a partir 01-01-15
- Preparados en polvo para lactantes elaborados a partir de aislados de proteínas de soja solos o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	0,020 a partir 01-01-15
- Preparados líquidos para lactantes elaborados a partir de aislados de proteínas de soja solos o mezclados con las proteínas de la leche de vaca	0,010 a partir 01-01-15
20. Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad (13) (14)	0,040 a partir 01-01-15
21. Complementos alimenticios (16) excluidos los complementos alimenticios enumerados en el punto 22	1,0
22. Complementos alimenticios compuestos (16) exclusiva o principalmente de algas marinas desecadas, de productos a base de algas marinas o de moluscos bivalvos desecados	3,0



El método de toma de muestras y criterios de realización de los métodos de análisis se basan en la en el Reglamento 333/ 2007.

**MERCURIO**

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
1. Productos de la pesca (7) y carne de pescado (5) (6), excluidas las especies enumeradas en el punto 2. El contenido máximo para los crustáceos se aplica a la carne de los apéndices y el abdomen (17). En el caso de los cangrejos y crustáceos similares (Brachyura y Anomura), se aplica a la carne de los apéndices	0,5
2. Carne de los pescados siguientes: <b>Anguila</b> (Anguilla species), <b>Atún</b> (Thunnus species, Euthynnus species, Katsuwonus pelamis), <b>Besugo o aligote</b> (Pagellus species), <b>Bonito</b> (Sarda sarda), <b>Cabezudo</b> (Coryphaenoides rupestris), <b>Capellán</b> (Trisopterus minutus), <b>Escolar</b> (Lepidocybium flavobrunneum, Ruvettus pretiosus, Gempylus serpens), <b>Esturión</b> (Acipenser species), <b>Fletán</b> (Hippoglossus hippoglossus), <b>Gallineta nórdica</b> (Sebastes marinus, S. Mentella, S. Viviparus), <b>Gallo</b> (Lepidorhombus species), <b>Lucio</b> (Esox lucius), <b>Marlín</b> (Makaira species), <b>Pailona</b> (Centroscymnus coelolepis), <b>Perro del norte</b> (Anarhichas lupus), <b>Pez cinto</b> (Lepidopus caudatus) <b>Pez espada</b> (Xiphias gladius), <b>Pez vela</b> (Istiophorus platypterus), <b>Rape</b> (Lophius species), <b>Raya</b> (Raja species), <b>Reloj</b> (Hoplostethus species), <b>Rosada del Cabo</b> (Genypterus capensis), <b>Rosada chilena</b> (Genypterus blacodes), <b>Sable negro</b> (Aphanopus carbo), <b>Salmonete</b> (Mullus species), <b>Tasarte</b> (Orcynopsis unicolor) y <b>Tiburón</b> (todas las especies).	1,0
3. Complementos alimenticios (16)	0,10

El método de toma de muestras y criterios de realización de los métodos de análisis se basan en la en el Reglamento 333/ 2007.

**Estaño (inorgánico)**

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
1) Alimentos enlatados diferentes de las bebidas	200
2) Bebidas enlatadas, incluidos los zumos de frutas y los zumos de verduras.	100
3. Alimentos infantiles enlatados y alimentos enlatados elaborados a base de cereales para lactantes y niños de corta edad, excepto productos deshidratados y en polvo (13) (14)	50
4. Preparados para lactantes y preparados de continuación enlatados ( incluida la leche para lactantes y la leche de continuación), excepto productos deshidratados y en polvo (4) (14)	50
5. Alimentos dietéticos enlatados destinados a usos médicos especiales (15) (14) específicamente destinados a los lactantes, excepto productos deshidratados y en polvo	50

**Arsénico (inorgánico) (20) (21)**

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
1. Arroz elaborado ( arroz pulido o blanco), no sancochado	0,20
2. Arroz sancochado y arroz descascarillado	0,25
3. Tortitas, obleas, galletitas y pasteles de arroz	0,30
4. Arroz destinado a la producción de alimentos para lactantes y niños de corta edad (3)	0,10

ANEXO 07: LEGISLACIÓN DE METALES PESADOS EN CANADÁ

ALIMENTO	TOLERANCIA EN PPM
Bebidas alcohólicas fermento-destiladas	5
Refrescos	5
Zumos de frutas y jarabes naturales	25

LEGISLACIÓN DE METALES PESADOS EN CANADA

ARSENICO

PRODUCTO	Tolerancia en ppm
Proteína de pescado	3,5
Carne comestible de hueso	1
Zumo de frutas, néctar de frutas, bebidas listas para servir y agua en envases cerrados distinta de agua mineral	0,1

FLUORURO

PRODUCTO	Tolerancia en ppm
Carne comestible de hueso	650
Proteína de pescado	150

PLOMO

PRODUCTO	Tolerancia en ppm
Carne comestible de hueso	10
Pasta de tomate y salsa de tomate	1,5
Proteína de pescado y tomate entero	0,5
Zumo de frutas, néctar de frutas, bebidas listas para servir y agua en envases cerrados distinta de agua mineral	0,2
Leche evaporada, concentrada y concentrada en fórmula para niños	0,15
Fórmula para niños cuando está lista para servir	0,08

ESTAÑO

PRODUCTO	Contenido máximo (mg / Kg peso fresco)
Alimentos envasados	250

LEGISLACIÓN DEL CODEX ALIMENTARIUS DE METALES PESADOS

ARSÉNICO

ALIMENTO	Tolerancia en mg / Kg
Grasas y aceites comestibles	0,1
Grasas para untar y mezclas de grasas para untar	0,1
Aguas minerales naturales	0,01
Arroz descascarillado	0,35

ANEXO 08: MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DE CONCENTRACION DE PLOMO (Pb) Y MERCURIO (Hg) EN Orestias Aggassii y Luteus DE LA LAGUNA UMayO DISTRITO DE ATUNCOLLA PUNO – 2018					
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL.</b> ¿Qué concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) se encuentran presentes en las Orestias Aggassii y Luteus de la Laguna Umayo del distrito de Atuncolla Puno – 2018 y cuál es su relación con la normativa nacional e internacional vigente?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL.</b> Evaluar las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en Orestias Aggassii y Luteus de la Laguna Umayo distrito de Atuncolla Puno – 2018, y su relación con la normativa nacional e internacional vigente.</p>	<p><b>METALES PESADOS.</b> Los metales pesados son unos de los contaminantes ambientales más peligrosos, debido a que no son biodegradables y a su potencial de bio-acumulación en los organismos vivos. Se consideran los siguientes: Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn).</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL.</b> Existen elevadas concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en Orestias Aggassii y Luteus de la Laguna Umayo del Distrito de Atuncolla Puno – 2018 y estos superan ampliamente la normativa nacional e internacional vigente.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Concentración de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) <b>Dimensiones:</b> Concentraciones <b>Indicadores:</b> Plomo y Mercurio</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> La investigación de tipo cuantitativo y experimental se realizó a través de un plan de muestreo  Las muestras obtenidas se guardaron en bolsas de plástico herméticamente selladas para evitar el proceso de oxidación de las mismas que se llevó a Laboratorios Analíticos del Sur (LAS)</p>

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	Plomo (Pb)	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	Variable dependiente:	MUESTREO DE ESTUDIO
<p>¿Qué concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) se encuentran presentes en <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de Laguna Umayo del distrito de Atuncolla Puno – 2018?</p> <p>¿Cuál es la diferencia de las concentraciones encontradas de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) presentes en <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> comparadas con los contenidos máximos permitidos de la normativa nacional e internacional vigente de Laguna Umayo del distrito de Atuncolla Puno – 2018?</p>	<p>-Analizar las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> en la Laguna Umayo distrito de Atuncolla Puno – 2018.</p> <p>-Comparar las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de Laguna Umayo distrito de Atuncolla Puno – 2018, con los contenidos máximos permitidos de la normativa nacional e internacional vigente.</p>	<p>El Plomo es un metal pesado que cuando entra en el cuerpo, se acumula en los huesos. El Plomo puede entrar en nuestro organismo al respirarlo o al comerlo sin darnos cuenta.</p> <p><b>Mercurio (Hg)</b></p> <p>El Mercurio, al igual que el Plomo, es un metal pesado y se almacena en el organismo. Por eso es importante conocer cuáles son las fuentes más comunes de la contaminación con Mercurio.</p>	<p>-Las concentraciones de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) halladas en <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de la Laguna Umayo del Distrito de Atuncolla Puno – 2018 son significativamente elevadas.</p> <p>-La presencia de Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) en <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de Laguna Umayo Distrito de Atuncolla Puno – 2018, los contenidos máximos permitidos superan ampliamente la normativa nacional e internacional vigente.</p>	<p><i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> de la Laguna Umayo distrito de Atuncolla – Puno</p> <p>Dimensiones: Concentración</p> <p>Indicadores: Especies de <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> (carachi negro y amarillo), por lo que se garantizó la validez de los resultados.</p>	<p>La metodología se caracterizó por el muestreo que es el procedimiento para la determinación de las especies de <i>Orestias Aggassii</i> y <i>Luteus</i> (carachi negro y amarillo), por lo que se garantizó la validez de los resultados.</p>