



**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS
ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA**

BIOENSAYO CON MERCURIO EN ALEVINOS DE GAMITANA, *Colossoma
macropomum*, (Cuvier, 1816)

Línea de investigación:

Ecotoxicología y Química Ambiental

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autor:

Raffo Calderón, José Felipe

Asesor:

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

(ORCID: 0000-0001-6930-5601)

Jurado:

Rodenas Seytuque, Pedro José

Llontop Vélez, Carlos

Blas Ramos, Walter

Lima - Perú

2021

Referencia:

Raffo Calderón, J. (2021). *Bioensayo con mercurio en alevinos de gamitana, Colossoma Macropomum, (Cuvier, 1816)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].
Repositorio Institucional UNFV.
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5321>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y
ACUICULTURA

BIOENSAYO CON MERCURIO EN ALEVINOS DE GAMITANA, *Colossoma*
macropomum, (Cuvier, 1816)

Línea de Investigación:

Ecotoxicología y Química Ambiental

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

AUTOR

Raffo Calderón, José Felipe

ASESOR

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

JURADO

Rodenas Seytuque, Pedro José

Llontop Vélez, Carlos

Blas Ramos, Walter

Lima – Perú

2021

DEDICATORIA

*A mis padres por ejemplo de superación,
A mis hermanas que me apoyan todo el tiempo,
Con sus bendiciones todo es posible.*

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a todos los que colaboraron con la presentación de este trabajo, específicamente al Dr. Abel Walter Zambrano Cabanillas, asesor de esta investigación, por la revisión de esta y por su apoyo durante este periodo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Título	i
Nombre del autor	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	xiii
Índice de figuras	ix
Resumen	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción y formulación del problema	1
1.2 Antecedentes	3
1.3 Objetivos	4
1.4 Justificación	5
1.5 Hipótesis	5
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Bases Teóricas Sobre el Tema de Investigación	7
2.1.1 Fisiología	7
2.2 Biología	8

2.3 Cultivo	8
2.4 Parámetros de cultivo	8
2.4.1 Temperatura	8
2.4.2 Color	8
2.4.3 Oxígeno disuelto	9
2.4.4 pH	9
2.4.5 Amonio	9
2.5 Contaminación	9
2.5.1 Contaminaciones químicas	9
2.5.2 Contaminantes inorgánicos	10
2.5.3 Contaminantes orgánicos	10
2.5.4 Pesticidas	10
2.6 Mercurio	10
2.6.1 Ciclo del mercurio	12
2.7 Bioensayo	12
2.7.1 Especies para el bioensayo	13
2.7.2 Ensayo biológico agudo	14
2.7.3 Ensayo biológico crónico	14
2.8 Concentración Media Letal (LC ₅₀)	14
III. MÉTODO	16

3.1 Tipo de investigación	17
3.1.1 Reactivos	17
3.1.2 Lavado del material	18
3.1.3 Desarrollo del método	18
3.2 Ámbito temporal y espacial	23
3.2.1 Transporte de alevinos	23
3.2.2 Aclimatación	24
3.2.3 Método del muestreo	27
3.2.4 Preparación del contaminante	28
3.2.5 Acondicionamiento	31
3.2.6 Biometría	32
3.3 Variables	34
3.4 Población y muestra	34
3.5 Instrumentos	35
3.5.1 Materiales	35
3.5.2 Equipos	36
3.5.3 Reactivos	36
3.6 Procedimientos	37
3.6.1 Cálculos para determinar el volumen total del acuario	37
3.6.2 Cálculos para determinar el volumen de contaminante a agregar a los acuarios	39
3.7 Análisis de datos	40

IV. RESULTADOS	41
4.1 Concentración Letal Media (Lc ₅₀)	41
4.2 Resultados del bioensayo definitivo	41
4.3 Coeficiente de correlación	43
4.4 Concentración de mercurio acumulado en gamitanas	50
4.5 Efectos del mercurio en los alevinos de <i>Colossoma macropomum</i>	54
V. Discusión de Resultados	55
VI. Conclusiones	56
VII. Recomendaciones	58
VIII. Referencias	59
IX. Anexos	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Peso de ejemplares muestreados para biometría	32
Tabla 2	Promedio de los peces por acuario	34
Tabla 3	Bioensayo definitivo	38
Tabla 4	Resultados del bioensayo preliminar	41
Tabla 5	Resultados del bioensayo definitivo	41
Tabla 6	Bioensayo definitivo	42
Tabla 7	Control durante el bioensayo acuático	47
Tabla 8	Concentración de mercurio acumulado(mg/kg) en especímenes de gamitana	50
Tabla 9	Concentración de mercurio (mg/l) de agua de acuario analizado en laboratorio	51
Tabla 10	Lecturas de pH	52
Tabla 11	Mediciones de oxígeno disuelto	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1 Gamitana, <i>C. macropomum</i>	7
Figura 2 Ciclo del mercurio	12
Figura 3 Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura	16
Figura 4 Laboratorio de Biotoxicología	16
Figura 5 Preparación de disolución	17
Figura 6 Lámpara de Hg usada para la realización del método	19
Figura 7 Campana de extracción usada para la realización del método	20
Figura8 Productor de agua desionizada empleada para las disoluciones realizadas durante el ensayo	20
Figura 9 Gas Argón empleado para realizar el ensayo	21
Figura 10 Recipientes de cloruro de estaño y ácido clorhídrico empleados para realizar el ensayo	21
Figura 11 Equipo de absorción atómica empleado para realizar el ensayo	22
Figura 12 Estándar de mercurio usado para realizar curvas de calibración	22
Figura 13 Software solar, realiza las mediciones de mercurio automáticamente en mg/l	22
Figura 14 Centro acuícola La Cachuela, Madre de Dios	23
Figura 15 Cajas en las que fueron transportadas los alevinos de gamitana	23
Figura 16 Alevinos transportados en bolsas especiales para evitar el estrés durante el viaje	24
Figura 17 Medición de pH en la bolsa de transporte	24
Figura 18 Medición de temperatura en la bolsa de transporte	25
Figura 19 Medición de temperatura en el acuario de aclimatación	25
Figura 20 Medición de pH en el acuario de aclimatación	25
Figura 21 Peces en acuario de aclimatación	26
Figura 22 Liberación de los peces al acuario de aclimatación	26

Figura 23 Alimento para gamitana Naltech	27
Figura 24 Alimento para gamitanas con certificado de calidad	27
Figura 25 Reactivo de cloruro de mercurio	28
Figura 26 Disoluciones de cloruro de mercurio	28
Figura 27 Pipetas calibradas usadas para preparar las disoluciones	29
Figura 28 Reactivos usados para la realización del ensayo	29
Figura 29 Guantes de nitrilo usados para la realización del ensayo y evitar el contacto directo con el contaminante	30
Figura 30 Mascarilla de seguridad usada para la realización del ensayo y evitar el contacto directo con el contaminante	30
Figura 31 Un gramo de cloruro de mercurio para la preparación de la solución patrón	30
Figura 32 Acuarios donde se realizó el bioensayo con cloruro de mercurio	31
Figura 33 Acuarios empleados en el bioensayo	31
Figura 34 Peces seleccionados para el bioensayo	33
Figura 35 Porcentaje de mortalidad para bioensayo (96 horas) en gamitana	43
Figura 36 Regresión lineal para bioensayo (96 horas) en gamitana	43
Figura 37 Regresión polinómica para bioensayo (96 horas) en gamitana	45
Figura 38 Porcentaje de supervivencia luego de una hora de exposición al tóxico	47
Figura 39 Porcentaje de supervivencia luego de dos horas de exposición al tóxico	48
Figura 40 Porcentaje de supervivencia luego de ocho horas de exposición al tóxico	48

Figura 41 Porcentaje de supervivencia luego de veinticuatro horas de exposición al tóxico	48
Figura 42 Porcentaje de supervivencia luego de cuarenta y ocho horas de exposición al tóxico	49
Figura 43 Porcentaje de supervivencia luego de setenta y dos horas de exposición al tóxico	49
Figura 44 Porcentaje de supervivencia luego de noventa y seis horas de exposición al tóxico	49
Figura 45 Concentración de mercurio en el agua de acuario vs concentración de mercurio acumulado en músculo de gamitana	50
Figura 46 Concentración de mercurio en el agua de acuario vs concentración de mercurio en el agua de acuario analizado en laboratorio	51
Figura 47. Multiparámetro HORIBA	52
Figura 48 Oxímetro Thermo Scientific	53

RESUMEN

El objetivo de la siguiente investigación fue determinar el nivel de concentración de mercurio que afecta letalmente a los alevinos de gamitana, con tres repeticiones, empleando alevinos de

gamitana, *Colossoma macropomum*, y obteniendo resultados luego de 96 horas expuestos a la dosis. El bioensayo se realizó desde el 5 de agosto del 2017 al 5 de diciembre del 2017, Los alevinos fueron obtenidos del centro acuícola La Cachuela, que pertenece al Ministerio de la producción, trasladadas a Lima vía aérea para su posterior adaptación en Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura, el periodo de aclimatación fue de 30 días. Se trabajó primero con rangos amplios del contaminante para encontrar los rangos específicos y poder obtener la concentración media letal LC_{50} . Además, se realizó análisis de mercurio en el agua y músculo de pez, por el método de absorción atómica. Se escogió 10 alevinos de igual tamaño por cada acuario, el bioensayo fue de tipo estático, es decir sin cambio de agua. Se determinó el oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno y temperatura del agua. La LC_{50} de mercurio luego de 96 horas de exposición fue de 1,68 ppm; los peces expuestos al mercurio a concentraciones menores que el LC_{50} , manifestaron enrojecimiento de las branquias, nado descontrolado y otros síntomas anormales, los cuales se incrementaron de acuerdo con la concentración en el agua.

Palabras clave: Bioensayo, mercurio, concentración letal media (LC_{50}), gamitana

ABSTRACT

The objective of the following investigation was to determine the level of mercury concentration that lethally affects gamitana fingerlings, with three repetitions, using gamitana

fingerlings, *Colossoma macropomum*, and obtaining results after 96 hours exposed to the dose. The bioassay was carried out from August 5, 2017, to December 5, 2017. The fingerlings were obtained from the La Cachuela aquaculture center, which belongs to the Ministry of production, and transferred to Lima by air for subsequent adaptation at the Faculty of Oceanography, Fisheries, Food Sciences and Aquaculture, the acclimatization period was 30 days. First, we worked with wide ranges of the pollutant to find the specific ranges and to be able to obtain the mean LC50 lethal concentration. In addition, mercury analysis was carried out in the water and fish muscle, by the atomic absorption method. 10 fingerlings of equal size were chosen for each aquarium, the bioassay was static, that is, without water change. Dissolved oxygen, hydrogen potential and water temperature were determined. The LC50 for mercury after 96 hours of exposure was 1.68 ppm; Fish exposed to mercury at concentrations lower than the LC50 showed redness of the gills, uncontrolled swimming, and other abnormal symptoms, which increased according to the concentration in the water.

Keywords: Bioassay, mercury, medium lethal concentration (LC50), gamitana

I. Introducción

En el Proyecto Mercurio en Ecosistemas de la Amazonía realizado por Luis Fernández en el año 2012 se menciona que las especies amazónicas más contaminadas son mota punteada (*Calophysus macropterus*), gamitana (*Colossoma macropomum*) y bagre (*Brachyplatystoma rousseauxii*) encontrándose concentraciones de mercurio arriba del estándar internacional es decir 0,3 partes por millón (ppm) también en un muestreo en el mercado Belén (Iquitos) llevado a cabo por el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP) se encontró que la concentración de mercurio en gamitanas provenientes del río Ucayali fue de 0,07 ppm, el muestreo se produjo por un año, en las épocas de creciente y vaciante. Por lo tanto, la importancia que tendrá este proyecto es que se tomará conciencia sobre cómo se ve afectado este pez, que concentración de mercurio llega a ser letal y la cantidad de este metal que puede acumularse en el músculo del pez. Es de mucha importancia este estudio ya que la gamitana es muy consumida en la amazonia de diversos países como Perú, Brasil y Bolivia y el mercurio acumulado en este pez puede ser transferido a las personas que lo consumen, también se sabrá qué tan letal es este metal para la gamitana ya que su población ha ido disminuyendo probablemente no solo debido a la pesca sino también por la contaminación de las aguas.

El presente trabajo desarrolla aspectos de bioensayo con un contaminante tóxico para cualquier organismo viviente, la especie elegida se encuentra bastante distribuida en la selva peruana por lo que servirá como un índice de una posible contaminación acuática a través de las industrias y minería.

1. 1 Descripción y Formulación del Problema

En la actualidad el oro es explotado a base de amalgama con mercurio, que luego se vierte en los ríos y posteriormente pueden llegar al ambiente marino (Iannacone & Ramírez, 2000). El mercurio producto de la industria o de la naturaleza por escurrimiento superficial

llega a los ríos o cuerpos acuáticos, también a través de las lluvias. (Iannacone & Ramírez, 2000).

Los ríos de la selva peruana son contaminados por metales pesados entre ellos el mercurio en un monitoreo realizado en el 2010 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) arrojó que los ríos Huepetuhe, la quebrada Jayave y los ríos Caichihue y Dos de Mayo evidencian gran contaminación, en estos dos últimos se detectó hasta 0,003 mg/L siendo el límite permitido 0,001 según la ECA del agua es decir los estándares de calidad ambiental (ver anexos 5 y 6).

Los organismos acuáticos concentran mercurio en forma de metilmercurio, el cual es demasiado tóxico, por ello es de mucha importancia analizar la concentración letal y niveles de absorción en diferentes peces (Gutiérrez de Salazar, 2004).

La gamitana migra desplazándose kilómetros aguas arriba en temporada de verano y en temporada de invierno se reproduce dejando huevos fertilizados, los cuales se encuentran en zonas inundadas de poca profundidad, creciendo en esos lugares los alevinos y los cuales pueden ser contaminados, generando un peligro para la población que los consume cuando estos peces son adultos; por ello, se debe determinar cómo afecta el mercurio a los alevinos de gamitana internamente, comparando los órganos de un individuo expuesto y uno que no lo está, así mismo se debe conocer los niveles de absorción y principalmente determinar cuál es la concentración letal (CL_{50}), concentración letal media, (Gutiérrez de Salazar, 2004).

En tal sentido se formula el problema principal:

¿Cuál es la LC_{50} que produce la muerte de la mitad de la población de alevinos de gamitana expuestos?

1.2 Antecedentes

Johnels (citado en Valverde, 2015) halló peces con 9,8 ppm de mercurio, que es el mayor índice hallado.

Yoshida (citado en Valverde, 2015) expuso almejas por cuatro días a la acción de cloruro de mercurio (HgCl_2) y del cloruro de fenil mercurio.

Gutiérrez de Salazar (2004) encontró un LC_{50} de 42,90 ppm para *Daphnia pulex* usando sulfato de mercurio.

Barreto y Peralta (2009) encontraron un LC_{50} de 0,94 ppm en alevinos de *Piaractus brachypomus*.

Fry (como se citó en Zambrano, 1983) concluyó que los estudios sobre la contaminación biológica sirven para proteger a los organismos de los límites extremos como la muerte.

Woynarovich & Woynarovich (1998) mencionan que la gamitana crece rápidamente en su hábitat natural. Aún en el período de vaciante. Las juveniles y pre-adultas permanecen en los cuerpos de agua de las zonas de inundación durante el período de vaciante, mientras que las adultas ya aptas para la reproducción migran al cauce del río cuando el nivel del agua está disminuyendo, a fines de la estación lluviosa. Todos los *Colossoma* desovan en los ríos y tienen huevos flotantes.

Nomura (como se citó en Woynarovich & Woynarovich 1998) escribió que de las tres especies de *Colossoma*, la gamitana es la más importante por su preciada carne siendo una fuente importante de ingreso económico para los pescadores.

Según Goulding & Carvalho (1982), la gamitana coloca sus huevos en ríos “blancos”. El desove se produce durante el primer creciente de los ríos blancos cuando se inundan las partes marginales.

En una publicación en el canal telesur tv el 21 de marzo del 2015 se menciona que la minería artesanal en el sureste de Madre de Dios (sureste) vierte alrededor de 40 mil kilogramos de mercurio por año al río Manu y al río Candamo. Este metal contamina peces, suelo y a las personas que habitan este lugar.

Sanguinetti (2011) menciona que los límites permisibles de mercurio en la carne de pescado corresponden a 0,5 mg/kg, variando hasta 1,0 mg/kg para algunas especies predadoras tan grandes como el tiburón, según lo establecido en el Codex Alimentarius y la Unión Europea.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar el nivel de concentración de mercurio que afecta letalmente a los alevinos de gamitana.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los límites de concentración letal media con mercurio para la gamitana (*Colossoma macropomum*) mediante la prueba LC₅₀.

- Determinar la concentración de mercurio acumulado en los ejemplares de gamitana (*Colossoma macropomum*).

- Comparar los órganos de un ejemplar de gamitana expuesto al metal con un espécimen que no lo está.

1.4 Justificación

Al realizar mis practicas preprofesionales en el centro acuícola La cachuela ubicada en Madre de Dios note que en ese departamento se da la minería ilegal aurífera especialmente en la localidad de La Pampa. Esta situación es preocupante ya que principalmente la minería a pequeña escala emplea regularmente concentraciones grandes de mercurio para poder procesar el oro, ya que la unión de estos metales forma una amalgama la cual hace que el oro se desprenda fácilmente de las rocas, el peligro está en el momento en el que se calienta el mercurio evaporándose para poder dejar solamente el oro liberándose mercurio al ambiente, el cual es un peligro para los habitantes de las localidades cercanas a los campamentos mineros y también a las especies que habitan los ríos cercanos, siendo estos organismos consumidos por el hombre, por ello quise realizar un bioensayo usando cloruro de mercurio en un pez muy comercializado no solo en la selva peruana sino en la capital, como la gamitana, *Colossoma macropomum*, y determinar la LC_{50} y que cantidad de mercurio retiene el pez en su carne que es la parte que el hombre consume. Los metales se acumulan de diferente manera en distintas especies, lo cual se comprobó en los distintos estudios realizados sobre acumulación de metales de especies en un mismo hábitat, por lo tanto, es importante estudiar la acumulación de metales en cada especie.

1.5. Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general:

La exposición de mercurio en alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum*, es letal a concentraciones bajas.

1.5.2 Hipótesis específicas:

- Los límites de concentración letal media con mercurio para la gamitana (*Colossoma macropomum*) se determinará mediante la prueba LC_{50} .

- La concentración de mercurio acumulado en el musculo de los ejemplares de gamitana (*Colossoma macropomum*) se determinará usando la técnica de vapor frio.
- Los órganos de un ejemplar de gamitana expuesto al metal tendrán diferencias significativas con uno que no lo está.

II. Marco Teórico

2.1 Bases Teóricas Sobre el Tema de Investigación

Según el manual de cultivo de gamitana del Ministerio de Producción (2012) este pez, *Colossoma macropomum*, pertenece al reino animal, se encuentra dentro del filum Chordata y su familia es la Characidae. En la figura 1 se puede observar a la especie gamitana cultivada en el centro acuícola La Cachuela ubicado en Madre de Dios.

Figura 1

Gamitana, Colossoma. macropomum



Nota. Se observa la especie **Gamitana**, *Colossoma. macropomum* cultivada en el centro acuícola La Cachuela ubicado en Madre de Dios. Elaboración propia.

2.1.1 Fisiología

C. macropomum es el principal pez escamado de la selva peruana, superado solamente por el paiche (*Arapaima gigas*), llega a pesar 28 kg y su longitud puede llegar a los 100 cm según datos del Ministerio de Producción (2012).

Los alevinos de gamitana son romboidales, de un color plata con puntos negros, destacando una gran mancha oscura en cada lado del pez, facilitando diferenciarlo en su etapa de alevinos con otros peces del mismo hábitat, Ministerio de Producción (2012).

El cuerpo de la gamitana es comprimido, tiene un color negruzco y en el vientre es de color amarillo. Posee pequeñas escamas en forma de "v", las cuales están fuertemente adheridas evitando que sean mordidas por otros peces como las pirañas, Ministerio de Producción (2012).

2.2 Biología

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP (2002) menciona que *C. macropomum* es omnívoro, se alimenta de algas, plantas acuáticas, zooplancton, pequeños bichos, consumen también frutas y granos, alcanzando su madurez sexual entre los 3 a 4 años.

2.3 Cultivo

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP (2002) menciona que *C. macropomum* se puede cultivar en cualquier sistema de cultivo ya sea extensivo o intensivo porque tiene un crecimiento rápido, alcanzando pesos de más de 1 kg entre los 8 y 12 meses de cultivo siendo un pez con mucha demanda en el mercado amazónico llegando a alcanzar un precio elevado en el periodo de creciente.

2.4 Parámetros de Cultivo

2.4.1 Temperatura

Según el Ministerio de Producción (2012) la temperatura de cultivo varía entre 25 a 30° C, por encima de los 36°C y a menos de 15°C se puede producir mortalidad en el pez.

2.4.2 Color

Según el Ministerio de Producción (2012) es un indicador de calidad del agua, si se observa un tono verdoso indica existencia de fitoplancton, las partículas suspendidas generan tonalidades marrones. Por lo tanto, es preferible un color verdoso, aunque también se realizan cultivos en aguas con coloración marrón arcillosa. Un color oscuro o lechoso en el estanque indica mala calidad del agua y falta de oxígeno disuelto.

2.4.3 Oxígeno disuelto

El Ministerio de Producción (2012) indica que el O.D determina buena calidad del agua y presencia de fitoplancton. El valor óptimo en los cultivos oscila de 5 a 7 mg/l, aunque también se aceptan valor desde los 3 mg/l.

2.4.4 pH

Midiendo el pH se verifica la acidez o alcalinidad del agua en el estanque. Para cultivos de gamitana los valores de pH oscilan entre 6,5 a 9, siendo el rango óptimo entre 7-8. Valores cercanos a 7 es decir neutro son los que hacen que el agua sea más productiva para el cultivo, Ministerio de Producción (2012).

2.4.5 Amonio

Según el Ministerio de Producción (2012) un exceso de fertilizante y alimentación en los peces producen compuestos nitrogenados que causan exceso en amoniaco y deficiencia en oxígeno.

2.5 Contaminación

Krantz & Kifferstein (2005) afirma que la contaminación del agua se produce por grandes cantidades de contaminantes desechados.

2.5.1 Contaminaciones químicas

Las propiedades ecotoxicológicas de un contaminante son las siguientes.

- Bioacumulación: Cuando se acumulan metales sin recibir un daño notorio nos referimos a bioacumulación, por lo cual ingresan concentraciones de metales al consumidor sin que este lo note, Barreto & Peralta (2009).

- Toxicidad: Zambrano (1983) afirma que la toxicidad es determinada por medio de la concentración, tiempo y temperatura.

2.5.2 Contaminantes inorgánicos

Según Prieto (2009) estos metales ingresan en el agua por medio de procesos como erosión y vertidos industriales, son muy dañinos para los peces.

2.5.3 Contaminantes orgánicos

Prieto (2009) menciona que los pesticidas y detergentes son considerados los principales contaminantes orgánicos en ríos.

2.5.4 Pesticidas

Según Sánchez (2005) los pesticidas ingresan a los sistemas biológicos a través del arrastre por lluvias o por el aire, dentro del agua posteriormente ingresan a los organismos contaminados.

2.6 Mercurio

La acumulación de mercurio en la carne del pescado ha sido citada con mucha frecuencia en la prensa. Existen disposiciones oficiales en EE. UU, Japón, Suecia y Finlandia que prohíben la venta del pescado cuando éste presenta acumulación de mercurio que supone una amenaza para la salud, Jiménez (2005).

Las posibilidades de acumulación se dan especialmente en peces como el barrilete y atún por actuar éstos como eslabón final de determinadas cadenas alimenticias como dosis tolerable se considera 0,5 ppm en EE. UU y Reino Unido; 0,7 ppm en Italia y Francia; 1 ppm en Japón, Suecia y Finlandia; 1,5ppm en Noruega. En estanques y ríos sin contaminar los peces tienen una tasa de mercurio que nunca excede de 0,15 ppm. La acumulación de los túnidos se realiza preferentemente en el músculo rojo y en la sangre, Jiménez (2005).

Jiménez (2005) afirma que las aguas marinas poseen concentraciones de mercurio de 0,03 a 0,2 ug/l más, algunos llegan a tener 0,05 a 0,9 ug/l de mercurio. El metilmercurio es

formado microbiológicamente en el medio acuático, es absorbido por los microorganismos vivos y no eliminado por ellos, acumulándose así en la cadena trófica.

Las algas y otras plantas acuáticas acumulan primariamente mercurio por adherencia en la superficie, este mercurio inorgánico es convertido fácilmente a mercurio orgánico, metilmercurio, a este proceso se le denomina metilación del mercurio y ocurre dependiendo de las condiciones del agua; el proceso puede ocurrir en pH de 5 a 9 en condiciones mínimas de oxígeno y anaerobias Jiménez (2005).

Jiménez (2005) afirma que el metilmercurio parece resistir por largo período de tiempo, para de esa forma, permitir su absorción por los organismos acuáticos. El proceso de metilación ocurre en la interfase agua-sedimento, particularmente en áreas de sedimento en las cuales los organismos bentónicos son más activos. A través de la ingestión de detritos en los sedimentos, los bentos adquieren una carga corporal de mercurio que será transportada al pez por ingestión.

La metilación de mercurio inorgánico en los sedimentos de los lagos, ríos y otras vías acuáticas, así como en los océanos, es un elemento crucial del transporte de mercurio en las cadenas tróficas acuáticas, llegando eventualmente al consumo humano. El metilmercurio se acumula en los organismos acuáticos en función al nivel trófico, Jiménez (2005).

La acumulación de mercurio en peces se presenta en las aguas marinas y dulce acuícolas. Es absorbido tanto de su alimento como a través de sus branquias y puede presentar concentraciones en sus cuerpos millares de veces más elevadas a las concentraciones del agua en que viven. Los iones de mercurio afectan el epitelio de la piel y las branquias de los peces, Jiménez (2005).

Los compartimientos principales en el medio acuático son: agua, sedimentos y organismos vivos. Los intercambios de metales en estos compartimientos, influenciados por la

actividad humana, son afectados por variaciones de factores abióticos o bióticos y por fluctuaciones climatológicas, García (1994)

Si la fuente de alimento como fitoplancton o zooplancton se encuentran contaminados esto afectara al desarrollo del pez en sus estadios incipientes, García (1994).

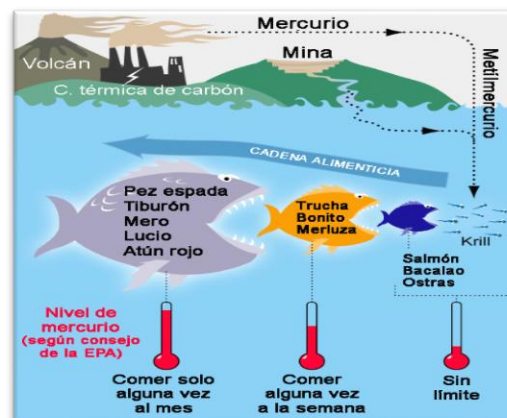
Gutiérrez de Salazar (2004) menciona que las plantas de energía, al emplear carbón y cloro en su producción, originan la mayor cantidad de mercurio que contamina a los peces encontrándose en forma de metilmercurio.

2.6.1 Ciclo del mercurio

Los organismos acuáticos acumulan mercurio en forma de metilmercurio, un compuesto orgánico, en la figura 2 se puede observar el ciclo del mercurio

Figura 2

Ciclo del mercurio



Nota. Se observa el ciclo del mercurio en el ambiente. Tomado de EPA (Environmental Protection Agency), 2004. CC BY 2.0

2.7 Bioensayo

Zambrano (1983) menciona que los ensayos biológicos son test que determinan la toxicidad de sustancias extrañas ya sea compuestos orgánicos o inorgánicos que se encuentren

en un medio permitiendo determinar el impacto ambiental de ciertos cuando entrar en contacto con la naturaleza.

Molina (2005) menciona que hay dos clases de bioensayos los estáticos y los de flujo constante, en los primeros no habrá intercambio de flujo de agua y suelen durar 96 horas mientras que en los segundos si lo habrá y pueden durar hasta 90 días o el ciclo de vida de la especie estudiada.

2.7.1 Especies para el bioensayo

Gutiérrez de Salazar (2004) menciona que es preferible no utilizar especies salvajes ya que estas pueden ser afectadas, morir por el estrés del cambio de ambiente o cambios bruscos en su dieta, para evitar el estrés se debe oxigenar el agua. Es preferible utilizar especies de laboratorio o cautiverio, ya que se reduce la variación genética, también es preferible usar especies de menor tamaño para no emplear contenedores que ocupen grandes dimensiones, las especies suelen tener un peso de 1000 mg - 5000 mg.

Molina (2005) menciona que es importante recrear las condiciones del hábitat de la especie en laboratorio y a la vez estudiar al organismo en su hábitat natural. Es mejor investigar especies conocidas que desconocidas para un bioensayo, el tamaño de la especie debe ser uniforme y deben estar en condiciones óptimas de salud, los animales deben ser llevado a cuarentena y aclimatarse durante 15 días como mínimo, la mortandad tiene que ser no mayor al 29% y se les debe proporcionar alimento solo hasta 48 horas antes de realizar el ensayo biológico.

Molina (2005) afirma que en ensayos biológicos de breves periodos usando organismos de mayor tamaño estos tienen que ser contabilizados y retirados cada 720 minutos para que no se formen metabolitos. Se suele observar que la cantidad de contaminante empleada no es la

adecuada ocasionada por la nula o exagerada mortandad, para hallar el rango de concentración adecuado a usar en el bioensayo se usan pocos especímenes.

2.7.2 Ensayo biológico agudo

Según Zambrano (1983) se realizan en condiciones controladas y similares a su hábitat, los especímenes son expuestos durante breves etapas. Estos bioensayos se emplean para hallar una evaluación expedita que tienen el contaminante como toxico, suelen durar 4 días y los resultados pueden ser usados en ensayos biológicos crónicos.

2.7.3 Ensayo biológico crónico

Según Sánchez (2005) la especie es expuesta a periodos más largos, su duración es mayor a 4 días y se emplean tres diferentes sistemas para el cuidado del agua, el primero es el sistema con flujo continuo en el cual se emplea un volumen uniforme de agua y una única concentración del toxico durante la prueba, el segundo sistema es el semiestático en el cual se realizan permutas periódicas de agua tratando de mantener la concentración uniforme del toxico y finalmente el sistema con recirculación en el cual se emplean grandes volúmenes de agua y cuyo fundamento es el mismo de mantener uniforme la concentración del toxico.

2.8 Concentración Letal Media (LC₅₀)

Según Zambrano (1983) la LC₅₀ elimina a la mitad de especímenes expuestos a un contaminante durante un periodo de investigación, exponiendo a los especímenes a diferentes concentraciones de un tóxico en distintos contenedores, luego de un breve periodo de exposición se determina la mortandad expresada en porcentajes, preparando una curva de mortandad expresada en porcentajes contra concentración del tóxico y así poder determinar la concentración de toxico que mata a la mitad de los organismos expuestos al ensayo.

Molina (2005) menciona que el LC_{50} permite determinar los efectos que un toxico ocasiona en el espécimen estudiado, el valor del LC_{50} se puede obtener en uno, dos o cuatro días y se expresan en forma de concentración aplicada al organismo estudiado.

III. Método

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de biotoxicología, ver figura 4, ubicado en la Universidad Nacional Federico Villarreal, en Miraflores, Lima ver figura 3.

Figura 3

Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura



Figura 4

Laboratorio de Biotoxicología



Para la digestión de los peces y la determinación del mercurio se usó la técnica del vapor frío utilizando el método de espectroscopia de absorción atómica, fue desarrollado en el laboratorio en el cual trabajo, laboratorios analíticos J & R S.A.C, laboratorio ambiental acreditado por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), ver figura 5.

Figura 5

Preparación de disolución de cloruro de mercurio



3.1 Tipo de Investigación

Los especímenes permanecieron en el mismo lugar y el agua (conteniendo el contaminante mercurio) no fue cambiada es decir se produjo una prueba estática, exponiendo a los organismos durante 4 días y se empleó el método determinación de mercurio por espectrofotometría de absorción atómica vapor frío. Para desarrollar el método espectrofotometría de absorción atómica por vapor frío use como base el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd edition, a cargo de Rice, E. & Baird, R. (2012), instrumento con el cual se pasan las acreditaciones del INACAL, el cual es aceptado para desarrollar el método. Este método fue desarrollado por mí con la supervisión de la jefe de laboratorio Química Rosario Roca, CQP 820.

3.1.1 Reactivos

Ácido clorhídrico al 37 %

Bromuro de potasio

Bromato de potasio

Cloruro de estaño

Estándar de Mercurio de 1000 ppm

3.1.2 Lavado del Material

Para el lavado del material, botellas, se emplea agua destilada o desionizada cuya conductividad no supere los 2 uS/cm. Posteriormente se emplea ácido clorhídrico al 2%, las botellas son llenadas con esta disolución y llevadas a baño maría durante 6 horas. Al retirarlas del baño maría se las debe enjuagar con agua destilada o desionizada nuevamente, una vez enjuagadas se las deja durante 12 horas con agua grado reactivo, finalmente para secarlas se empleará la estufa a 90° C por 4 horas, al terminar este periodo se las tiene que dejar enfriar antes de utilizarlas.

3.1.3 Desarrollo del método

Según el standard methods for examination of water and wastewater 2012 se debe realizar el siguiente procedimiento

Solución para generación de hidruros

Solución de borohidruro de sodio al 0,6% m/v. Disolver en agua desionizada 3 g de NaBH_4 junto con 3 g de NaOH. Aforar a 500 ml, esta solución es inestable y se descompone lentamente por lo que su vida útil es de 3 a 4 días en refrigeración. Cuidado al preparar agitar despacio y liberar el gas que se forma evitar presurizar porque libera hidrógeno, también preparar 250 ml de solución de ácido clorhídrico al 50% y 250 ml de solución de cloruro de estaño al 5% con 10 de ácido clorhídrico 10%.

Solución de cloruro de estaño al 5% m/v. Disolver agua destilada 12,5 g de cloruro de estaño junto con 25 ml de ácido clorhídrico, aforar a 250 ml, agregar un poco de agua. Esta

solución se volverá lechosa, por lo cual necesita calentar a 60 °, en la plancha evitar que llegue a ebullición, bajo campana de extracción, agitando hasta que transparente la solución.

100 ml de Ioduro de potasio al 10% (m/v). Evitar que la solución sea expuesta a la luz, si se desea almacenar en una botella color ámbar, caso contrario se tornara amarillento.

Preparación de estándares de calibración para mercurio

A Partir de una solución estándar de 1000 ppm de Hg preparar una de 10 ppm y luego una de 100 ppb, posteriormente preparar 100 ml para cada estándar de 2, 5,10 ppb a partir de la solución de 100 ppb de Hg y agregar 1% de ácido clorhídrico y aforar.

La medición de la muestra se realizó bajo las siguientes condiciones instrumentales: longitud de onda 253.65 nm, lámpara de Hg de descarga sin electrodos, temperatura de celda de 100 °C, Flujo de muestra de 7-8 ml/min, flujo de reductor (SnCl_2) de 5ml/min.

En la figura 6 se puede observar una lámpara de mercurio usada para la absorción atómica en frío.

Figura 6

Lámpara de Hg



Nota. La Lámpara de Hg es usada para la realización del método de absorción atómica con la técnica del vapor frío. Elaboración propia.

Es importante trabajar bajo condiciones de seguridad en una campana extractora como se observa en la figura 7.

Figura 7

Campana de extracción usada para la realización del método de absorción atómica con la técnica del vapor frío.



Las disoluciones y reactivos se preparan con agua de reactivo de grado 1, es decir agua desionizada como se puede observar en la figura 8

Figura 8

Productor de agua desionizada empleada para las disoluciones realizadas durante el ensayo



El gas argón es usado para transportar las soluciones ver figura 9

Figura 9

Gas Argón empleado para realizar el ensayo de absorción atómica con la técnica del vapor frío.



Como se observa en la figura 10 las soluciones transportadas son cloruro de estaño y ácido clorhídrico.

Figura 10

Recipientes de cloruro de estaño y ácido clorhídrico empleados para realizar el ensayo



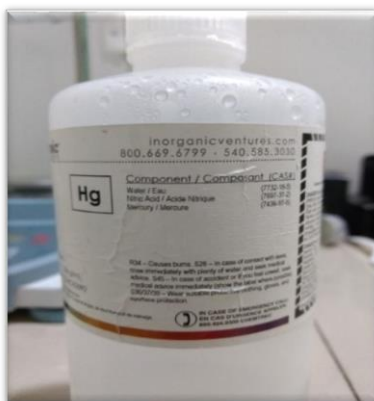
Se utilizó un equipo de absorción atómica de la marca Thermo Scientific como se observa en la figura 11

Figura 11

Equipo de absorción atómica empleado para realizar el ensayo

**Figura 12**

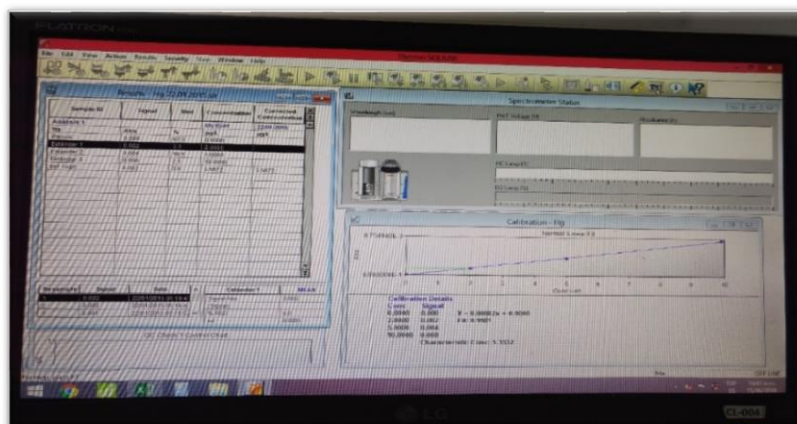
Estándar de mercurio usado para realizar curvas de calibración



El software que determino las concentraciones fue Thermo Solar como se observa en la figura 13.

Figura 13

Software solar, realiza las mediciones de mercurio automáticamente en mg/l



3.2 Ámbito Temporal y Espacial

3.2.1 Transporte de alevinos

Los alevinos fueron enviados desde el Departamento de Madre de Dios, obtenidos del centro acuícola La Cachuela, ver figura 14, transportados vía aérea con lo cual el transporte fue de algunas horas. Se colocó oxígeno en las bolsas de transporte y estas fueron embaladas en cajas de tecnopor para su transporte. Al recogerlas del aeropuerto fueron trasladadas a la facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura, FOPCA a acuarios previamente establecidos con las condiciones del agua donde habitaban los peces. Se equilibró la temperatura y pH de las bolsas de transporte con la de los acuarios.

Figura 14

Centro acuícola La Cachuela, Madre de dios



Los alevinos fueron transportados a lima por vía aérea en cajas de tecnopor como se observa en la figura 15

Figura 15

Cajas en las que fueron transportadas los alevinos de gamitana



Nota. Los alevinos se transportaron en cajas de Tecnopor para mantener la temperatura y evitar el manipuleo de los ejemplares. Elaboración propia.

3.2.2 Aclimatación

La aclimatación de los alevinos duro un mes para que se adapten al agua de Lima, ya que el agua potable en Lima es menos dura, esta aclimatación se realiza para evitar que los alevinos mueran por el cambio de hábitat cuando se realice el bioensayo. Observar figura 16, se midió la temperatura de la bolsa de transporte, ver figura 18, y se la comparo con la temperatura del acuario ver figura 19 de igual manera se procedió con la medición de pH ver figuras 17 y 20.

Figura 16

Alevinos transportados en bolsas especiales para evitar el estrés durante el viaje



Figura 17

Medición de pH en la bolsa de transporte



Figura 18

Medición de temperatura en la bolsa de transporte

**Figura 19**

Medición de temperatura en el acuario de aclimatación

**Figura 20**

Medición de pH en el acuario de aclimatación



Se observa que la temperatura y pH son cercanos en ambas mediciones por lo cual se colocara los peces en el acuario como se observa en las figuras 21 y 22

Figura 21

Peces en acuario de aclimatación



Figura 22

Liberación de los peces al acuario de aclimatación



Se tuvo a los peces en el acuario de aclimatación por 2 horas, para luego separar 100 peces en un acuario de 1,20 m x 0.8 m x 0.8 m, es decir un volumen de 0.768 m^3 lo que equivale a 768 litros es decir un pez por cada 7 litros de agua, esto se repitió en 3 acuarios de aclimatación con lo cual se aclimataron 300 peces.

El alimento brindado a los alevinos de gamitana fue de la marca Naltech, ver figura 23, el cual es un alimento certificado, lo cual garantiza su calidad como se puede observar en la figura 24.

Figura 23

Alimento para gamitana Naltech



Figura 24

Alimento para gamitanas con certificado de calidad



3.2.3 Método del muestreo

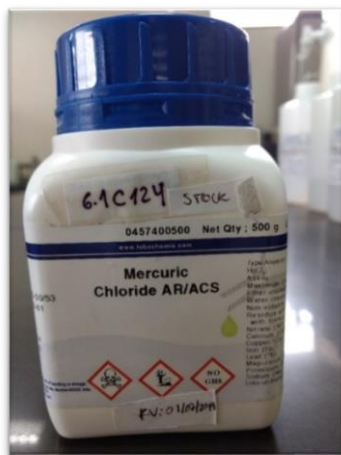
Se desarrollará la investigación por el método del muestreo, los especímenes serán escogidos completamente al azar.

3.2.4 Preparación del contaminante

Se pesa un gramo de cloruro de mercurio y se diluye a un litro con agua desionizada, para obtener una solución patrón de 1000 ppm. Observar figura 25

Figura 25

Reactivo de cloruro de mercurio



Nota. El reactivo de cloruro de mercurio es usado para preparar la solución patrón, con la cual se preparará las disoluciones posteriormente. Elaboración propia.

Figura 26

Disoluciones de cloruro de mercurio



Figura 27

Pipetas calibradas usadas para preparar las disoluciones



Nota. Para obtener una medición exacta se usan pipetas volumétricas calibradas al momento de preparar las disoluciones.

Figura 28

Reactivos usados para la realización del ensayo



Es importante la protección ya que el mercurio es altamente tóxico por ello se emplean guantes de nitrilo para no tener contacto directo con este metal, ver figura 29 y una mascarilla para evitar inhalarlo como se observa en la figura 30.

Figura 29

Guantes de nitrilo



Nota. Los guantes de nitrilo son usados para la realización del ensayo y evitar el contacto directo con el contaminante. Elaboración propia.

Figura 30

Mascarilla de seguridad



Nota. La mascarilla de seguridad es usada para la realización del ensayo y así evitar el contacto directo con el contaminante. Elaboración propia.

Figura 31

Un gramo de cloruro de mercurio



Nota. Se pesa un gramo de cloruro de mercurio para la preparación de la solución patrón.

3.2.5 Acondicionamiento

Los acuarios que se emplearan para nuestro bioensayo deben estar acondicionados para poder aclimatar a los peces, *Colossoma macropomum*, y así poder realizar el bioensayo. Se utilizo acuarios cuya capacidad fue de 45000 mililitros, las medidas fueron 0,6m x 0,5 m x 0,3m el acuario se dividió en dos para obtener un volumen de 45 litros, observar la figura 32; seis acuarios para realizar pruebas de bioensayo y uno tomado como blanco.

Figura 32

Acuarios donde se realizó el bioensayo con cloruro de mercurio



Figura 33

Acuarios empleados en el bioensayo



3.2.6 *Biometría*

Para determinar la longitud del pez se emplea un ictiómetro y para hallar su peso se usa una balanza electrónica. El peso de cada alevín se determina colocando un vaso de precipitado con agua en la balanza electrónica, luego se tara y se coloca al pez, el peso mostrado en la pantalla será el peso del pez. Observar tabla 1.

Tabla 1

Peso de ejemplares muestreados para biometría

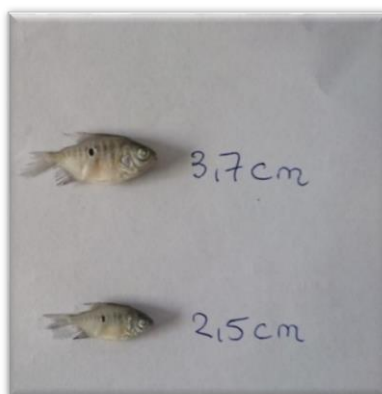
Pez	Peso (g)
Ejemplar 1	1,45
Ejemplar 2	1,59
Ejemplar 3	1,57
Ejemplar 4	1,52
Ejemplar 5	1,25
Ejemplar 6	1,49
Ejemplar 7	1,64
Ejemplar 8	1,78
Ejemplar 9	1,34
Ejemplar 10	1,49
Ejemplar 11	1,72
Ejemplar 12	1,45
Ejemplar 13	1,65
Ejemplar 14	1,58
Ejemplar 15	1,74
Ejemplar 16	1,48

Pez	Peso (g)
Ejemplar 17	1,34
Ejemplar 18	1,24
Ejemplar 19	1,45
Ejemplar 20	1,49

Se realizó el siguiente trabajo, se atraparon 20 peces; el peso de los 20 se sumaron en total 30,26 g, la suma se divide entre la cantidad de peces muestreados que es 20, el resultado es 1,513 g, es el promedio del peso de cada pez, el promedio se multiplica por la cantidad de peces que es 1000 dando como resultado 1513 g que a la vez se multiplica por 0,03 porcentaje estándar utilizado resultando 4,539. Lo cual quiere decir que se necesitan 4,539 g por día para alimentar a los peces, el cual se divide en dos raciones para la mañana y tarde. La longitud de los peces oscilo entre los 2,5 y 4 cm como se observa en la figura 34.

Figura 34

Peces seleccionados para el bioensayo



Se seleccionó los peces más pequeños para emplearlos en el bioensayo como se muestra en la tabla 2

Tabla 2*Promedio de los peces por acuario*

Acuario	1	2	3	4	5	6
Longitud pez 1	2,5	2,7	2,9	3,1	3,7	2,4
Longitud pez 2	2,6	2,6	3,1	3,0	2,5	2,5
Longitud pez 3	2,9	2,8	3,2	3,1	2,9	2,6
Longitud pez 4	3,4	2,9	3,4	2,8	3,1	3,4
Longitud pez 5	3,2	3,1	3,5	2,7	3,1	3,6
Longitud pez 6	3,3	3,1	2,9	2,6	3,2	3,1
Longitud pez 7	3,1	3,4	2,8	2,9	3,1	3,2
Longitud pez 8	2,8	3,2	2,7	3,1	2,8	3,5
Longitud pez 9	2,4	3,4	2,9	3,0	2,7	3,1
Longitud pez 10	2,6	2,7	3,1	3,2	2,9	2,8
Promedio	2,88 cm	2,99 cm	3,05 cm	2,95 cm	3 cm	3,02 cm

3.3 Variables**Variable dependiente**Concentración Letal Media CL₅₀**Variable independiente**

Concentración de cloruro de mercurio

3.4 Población y Muestra

La población de alevinos de gamitana transportadas a Lima fue de un millar, la que se aclimato fue de 300 especímenes el resto fue donado a los laboratorios de acuarística y biotoxicología.

La muestra fue tomada al azar y se coloca 10 especímenes en 6 acuarios con concentraciones distintas, y 10 especímenes en un acuario blanco, sin contaminante.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Materiales

- Fiola de 250 ml marca Blaubrand, clase A con una corrección de -0,07 ml, y error máximo permisible de 0,15 ml
- Fiola de 100 ml marca isolab, clase A con una desviación de -0,001 ml, y error máximo permisible de 0,1ml
- Fiola de 1000 ml marca fortuna, clase A con una desviación de 0,39 ml, y error máximo permisible de 0,40 ml
- Bagueta
- Bombilla
- Vaso de precipitado 100 ml, no se calibra
- Pizeta
- Difusor de oxígeno
- Probeta de 250 ml, no se calibran
- Regla
- Pipeta de un solo trazo de 1 ml marca Blaubrand, clase AS con una corrección de - 0,0036 ml, y error máximo permisible de 0,008ml

- Pipeta de un solo trazo de 2 ml marca fortuna, clase AS con una corrección de 0,0021 ml, y error máximo permisible de 0,01 ml
- Pipeta de un solo trazo de 10 ml marca fortuna, clase AS con una corrección de 0,002 ml, y error máximo permisible de 0,02 ml
- Pipeta de un solo trazo de 20 ml marca fortuna, clase AS con una corrección de 0,017 ml, y error máximo permisible de 0,03 ml
- Mallas colectoras
- Guantes de nitrilo
- Lapiceros
- Acuarios

3.5.2 Equipos

- Termómetro digital marca ADWA con una división de escala de 0,1 ° C y una corrección de 0,08 ° C e incertidumbre de 0,05 ° C para 25°C
- pH metro Marca Horiba con una división de escala de 0,01
- Balanza electrónica OHAUS con capacidad máxima de 210 g y división de escala de 0.0001 g.
- Equipo de absorción atómica thermo scientific soporta llama y vapor en frío
- Termostatos para acuario
- Termómetro de acuario

3.5.3 Reactivos

- Cloruro de mercurio

- Ácido Clorhídrico
- Solución estándar de mercurio
- Cloruro de estaño
- Permanganato de potasio
- Bromuro de potasio

3.6 Procedimientos

3.6.1 Cálculos para determinar el volumen total del acuario

Para hallar el volumen del acuario se debe multiplicar el largo por el ancho por la altura. El largo se representará con la letra L, el ancho con la letra A y la altura con la letra H. Las medidas son las siguientes L= 0,3 m; A = 0,5 m; H= 0,3 m y el espesor del vidrio de 0,4 cm.

Por lo tanto:

El largo del volumen del acuario (L_1) será igual a el largo del acuario menos el doble del espesor

$$30\text{cm} - (2 \times 0,4 \text{ cm})$$

$$30 \text{ cm} - (0,8 \text{ cm})$$

$$30 \text{ cm} - 0,8 \text{ cm}$$

$$29,2 \text{ cm}$$

- El ancho del volumen de agua (A_1) será igual a el ancho del acuario menos el doble del espesor

$$50 \text{ cm} - 2 \times (0,4 \text{ cm})$$

$$50 \text{ cm} - (0,8 \text{ cm})$$

$$50 \text{ cm} - 0,8 \text{ cm}$$

$$49,2 \text{ cm}$$

- La altura líquida del acuario (H_1) será igual a la altura del acuario menos el espesor

$$30 \text{ cm} - 0,4 \text{ cm}$$

$$29,6 \text{ cm}$$

De tal manera el volumen total del acuario será igual a $L_1 \times A_1 \times H_1$

$$29,2 \text{ cm} \times 49,2 \text{ cm} \times 29,6 \text{ cm}$$

$$42524.544 \text{ cm}^3 = 42524.544 \text{ ml} = 42,52 \text{ l}$$

el volumen total del acuario será de 42,52 L de aforo al 100%, para evitar que los peces salten fuera del agua se trabajará con el 86% de capacidad.

$$42,52 \text{ l} \times 0,86 = 36,5 \text{ que es equivalente a } 36$$

El volumen de agua que se empleará en cada acuario será de 36 litros. Para el bioensayo, pero se hicieron 3 réplicas o repeticiones, observar tabla 3.

Tabla 3

Bioensayo definitivo

Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3	Concentración del cloruro de mercurio (ppm)
A1	B1	C1	0
A2	B2	C2	0.01
A3	B3	C3	0.1
A4	B4	C4	1
A5	B5	C5	2
A6	B6	C6	5
A7	B7	C7	10

La concentración de mercurio en el agua del acuario y en el tejido muscular de los peces se obtuvo del tercer bioensayo.

Primer bioensayo del 11 al 15 de octubre del 2017

Segundo bioensayo del 18 al 22 de octubre del 2017

Tercer bioensayo del 07 al 11 de noviembre del 2017

3.6.2 Cantidad de contaminante que se agregara a los acuarios

Las concentraciones que se emplearan son las siguientes 0,01 ppm, 0,1 ppm, 1 ppm, 2ppm, 5 ppm y 10 ppm; para hallarlas se debe emplear la siguiente formula

Concentración inicial (C_1) x Volumen inicial (V_1) = Concentración final C_2 x Volumen final (V_2)

- En los acuarios A_2 , B_2 , y C_2 se empleará 0,36 ml de solución patrón resultando del siguiente calculo:

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 0,01 \text{ ppm} \times 36000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 0,36 \text{ ml}$$

- En los acuarios A_3 , B_3 , y C_3 se empleará 3,6 ml de solución patrón resultando del siguiente calculo:

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 0,1 \text{ ppm} \times 36000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 3,6 \text{ ml}$$

- En los acuarios A_4 , B_4 , y C_4 se empleará 36 ml de solución patrón resultando del siguiente calculo:

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 1 \text{ ppm} \times 36000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 36 \text{ ml}$$

- En los acuarios A₅, B₅, y C₅ se empleará 72 ml de solución patrón resultando del siguiente calculo:

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 36000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 72 \text{ ml}$$

- En los acuarios A₆, B₆, y C₆ se empleará 180 ml de solución patrón resultando del siguiente calculo:

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 5 \text{ ppm} \times 36000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 180 \text{ ml}$$

- En los acuarios A₇, B₇, y C₇ se empleará 360 ml de solución patrón resultando del siguiente calculo:

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 36000 \text{ ml}$$

$$V_1 = 360 \text{ ml}$$

3.7 Análisis de Datos

Para analizar los datos se utilizó el coeficiente de correlación el cual mide la fortaleza relativa de una relación lineal entre dos variables numéricas. Los valores del coeficiente de correlación varían desde -1 para una correlación negativa perfecta, hasta +1 para una correlación positiva perfecta. perfecta quiere decir que, si se trazaran los puntos de un diagrama de dispersión, todos ellos se podrían unir por medio de una línea recta. Al tratar con datos poblacionales para variables numéricas, se utiliza la letra griega ρ como símbolo del coeficiente de correlación.

IV. Resultados

4.1 Concentración Letal Media (Lc50)

Se expuso a las gamitanas a seis concentraciones de cloruro de mercurio, durante 4 días. En la tabla 4 se muestra las concentraciones empleadas en el bioensayo preliminar

Tabla 4

Resultados Del Bioensayo Preliminar

Acuario	Concentración de Cloruro de mercurio (ppm)	Porcentaje de Mortalidad (%)
1	0,00	0
2	0,01	0
3	0,1	0
4	1	80
5	2	100
6	10	100
7	100	100

4.2 Resultados Del Bioensayo Definitivo

En la tabla 5 se muestra las concentraciones empleadas en el bioensayo definitivo

Tabla 5

Resultados Del Bioensayo Definitivo

A	Porcentaje de mortalidad (%)	B	Porcentaje de mortalidad (%)	C	Porcentaje de mortalidad (%)	Concentración de Cloruro de Mercurio (ppm)
A1	0	B1	0	C1	0	0
A2	10	B2	20	C2	10	0,01
A3	20	B3	30	C3	20	0,1
A4	40	B4	50	C4	40	1
A5	60	B5	80	C5	60	2
A6	90	B6	100	C6	90	5
A7	100	B7	100	C7	100	10

Nota. A1, A2, A3, A4, A5, A6 y A7: Primer ensayo; B1, B2, B3, B4, B5, B6 y B7: Segundo ensayo; C1, C2, C3, C4, C5, C6 y C7: Tercer ensayo

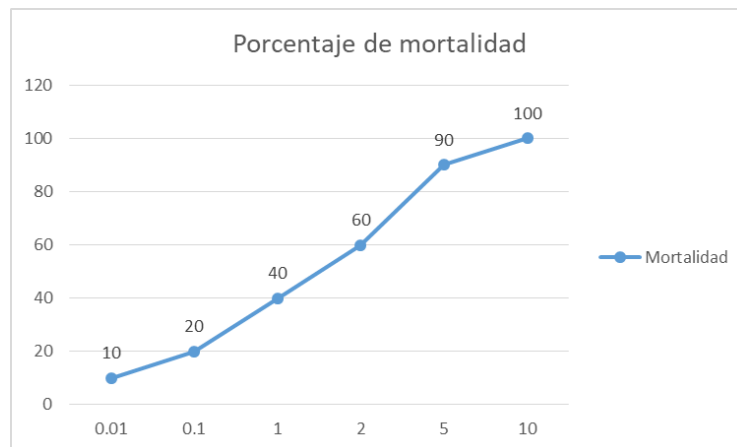
Tabla 6

Bioensayo Definitivo

Concentración	% de Mortalidad
0,01	10
0,1	20
1	40
2	60
5	90
10	100

Figura 35

Porcentaje de mortalidad durante el bioensayo



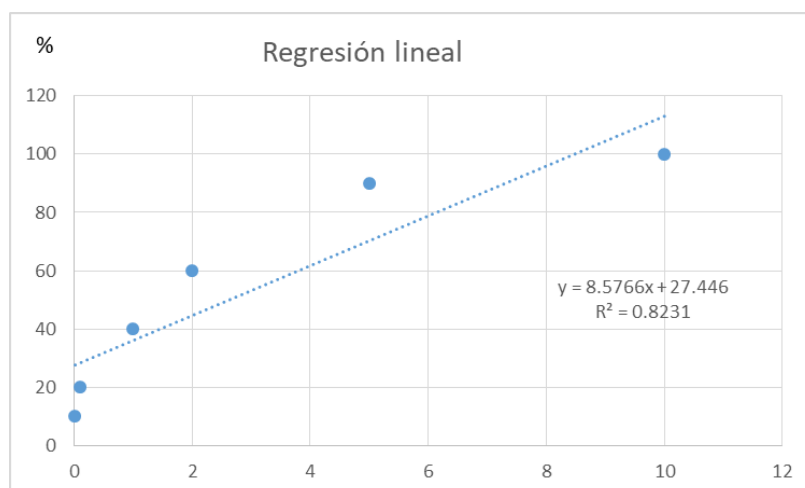
Nota. Porcentaje de mortalidad para el bioensayo que duro 96 hora en gamitana (*Colossoma macropomum*). Elaboración propia.

4.3 Coeficiente de Correlación

Se aprecia en el gráfico 32 que R^2 es 0,8231; es decir el 82,31% de las gamitanas que sobrevivieron es explicado por las dosis letales de Cloruro de Mercurio y el 17,69% se debe a otros factores.

Figura 36

Regresión lineal para el bioensayo



Nota. Regresión lineal para el bioensayo que duro 96 horas en gamitana (*Colossoma macropomum*). Elaboración propia.

Como el R^2 para la regresión lineal equivale a 0,8231 por lo tanto R es igual a 0,9072, este coeficiente al estar cerca al número uno brinda confianza al modelo, es decir existe un grado alto de correspondencia entre las variables.

Según la fórmula:

$$Y = 8.5766 X + 27.446$$

Para hallar la concentración letal media (LC_{50}) se da un valor de 50% al eje de ordenadas “Y”, por lo tanto, $Y = 50$; $X = LC_{50}$

Entonces:

$$50 = 8,5766 X + 27,446$$

$$0 = 8,5766 X - 22,554$$

Como:

$$aX + b = 0$$

Entonces

$$X = -\frac{b}{a}$$

$$a = 8,5766$$

$$b = -22,554$$

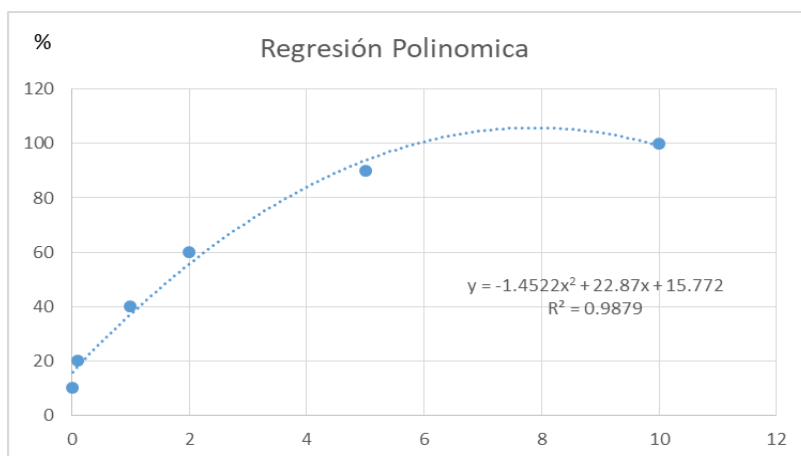
$$X = -\frac{-22,554}{8,5766}$$

por lo tanto $X = 2,63$

La LC_{50} de Cloruro de Mercurio para Gamitana, *Colossoma macropomum* resulta 2,63 ppm.

Figura 37

Regresión polinómica para el bioensayo



Nota. Regresión polinómica para el bioensayo que duro 96 horas en gamitana (*Colossoma macropomum*). Elaboración propia

Se aprecia en el gráfico 37 que R^2 es 0,9879; es decir el 98,79% de las gamitanas que sobrevivieron es explicado por las dosis letales de Cloruro de Mercurio y el 1,21 % se debe a otros factores.

Como el R^2 para la regresión lineal equivale a 0,9879 por lo tanto R es igual a 0,9939, este coeficiente al estar cerca al número uno brinda confianza al modelo, es decir existe un grado alto de correspondencia entre las variables.

Según la fórmula:

$$Y = -1.4522X^2 + 22.87X + 15.772$$

Para hallar la concentración letal media (LC_{50}) se da un valor de 50% al eje de ordenadas $Y = 50$ y $X = LC_{50}$

Entonces:

$$50 = -1,4522X^2 + 22,87X + 15,772$$

$$0 = -1,4522X^2 + 22,87X - 34,228$$

Como:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$a = -1,4522$$

$$b = 22,87$$

$$c = -34,228$$

$$X_1 = \frac{-22.87 - \sqrt{(22.87)^2 - 4(-1.4522)(-34.228)}}{2(-1.4522)}$$

$$X_1 = \frac{-22.87 - \sqrt{523.04 - 198.32}}{-2.90}$$

$$X_1 = \frac{-22.87 - \sqrt{324.72}}{-2.90}$$

$$X_1 = \frac{-22.87 - 18.01}{-2.90}$$

$$X_1 = \frac{-22.87 + 18.01}{-2.90}$$

Escogemos el valor negativo de la raíz cuadrada $X_1 = \frac{-4.86}{-2.90}$ por lo tanto, $X_1 = 1,68$

La LC₅₀ de Cloruro de Mercurio para Gamitana, *Colossoma macropomum* resulta 1,68 ppm.

Tabla 7*Control durante el bioensayo acuático*

Hora	Acuario 2	Acuario 3	Acuario 4	Acuario 5	Acuario 6	Acuario 7
	0,01ppm	0,1ppm	1ppm	2ppm	5ppm	10ppm
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	8
2	0	0	0	0	2	2
8	0	0	0	4	5	0
24	0	0	0	2	1	0
48	0	0	0	0	1	0
72	0	2	3	0	0	0
96	1	0	1	0	0	0
% de mortalidad	10	20	40	60	90	100
a las 96 horas						

En los siguientes gráficos se puede observar el porcentaje de supervivencia a las 1,2,8,24,48,72,96 horas respectivamente

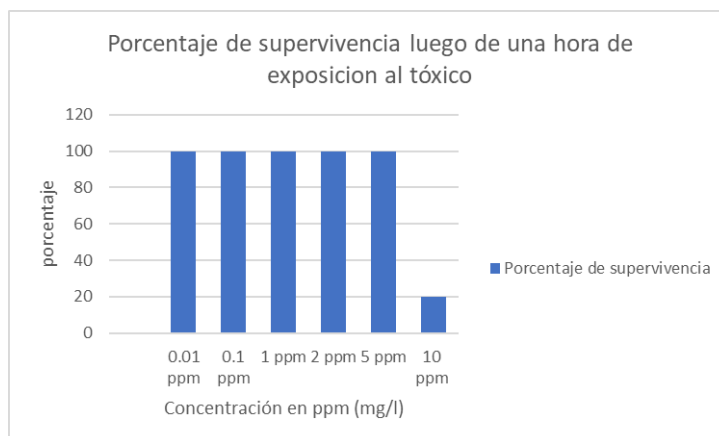
Figura 38*Porcentaje de supervivencia luego de una hora de exposición al tóxico*

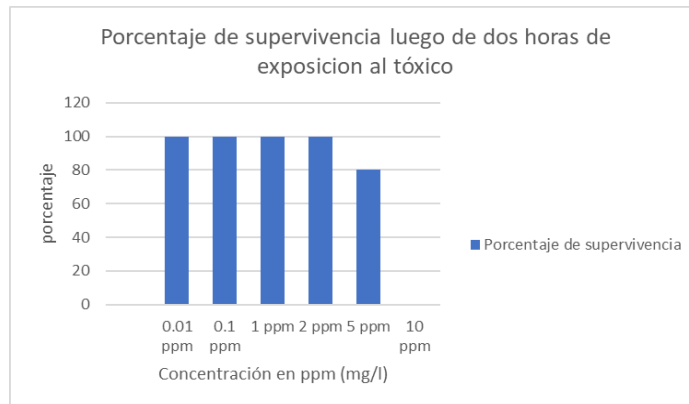
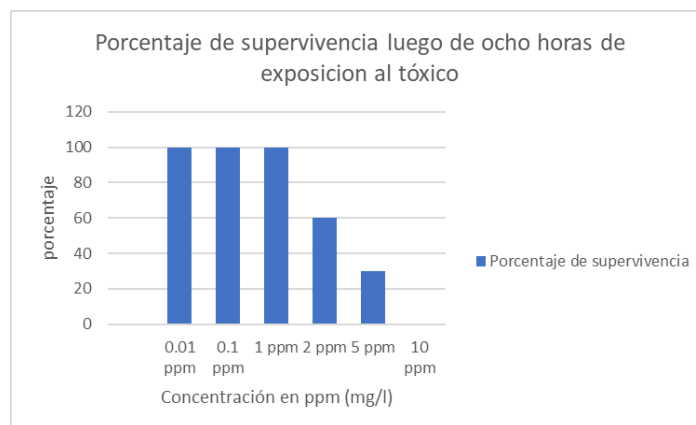
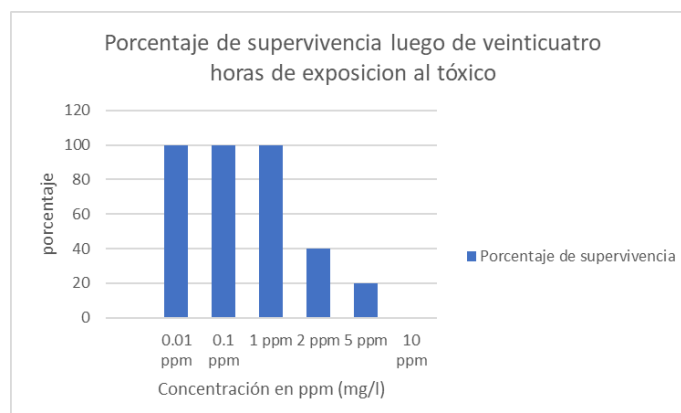
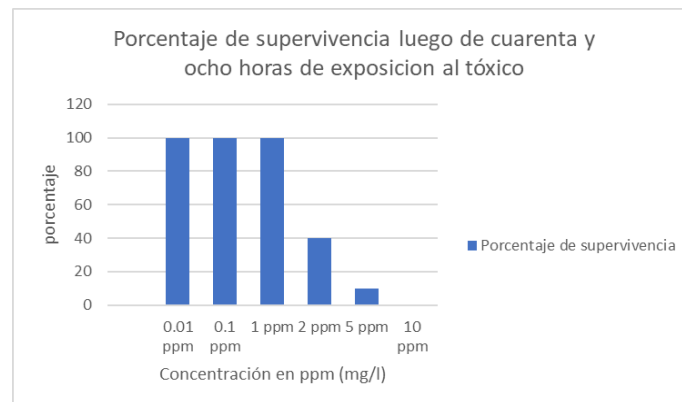
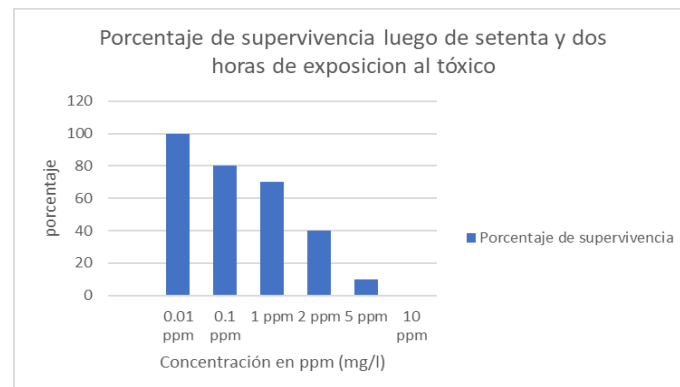
Figura 39*Porcentaje de supervivencia luego de dos horas de exposición al tóxico***Figura 40***Porcentaje de supervivencia luego de ocho horas de exposición al tóxico***Figura 41***Porcentaje de supervivencia luego de veinticuatro horas de exposición al tóxico*

Figura 42

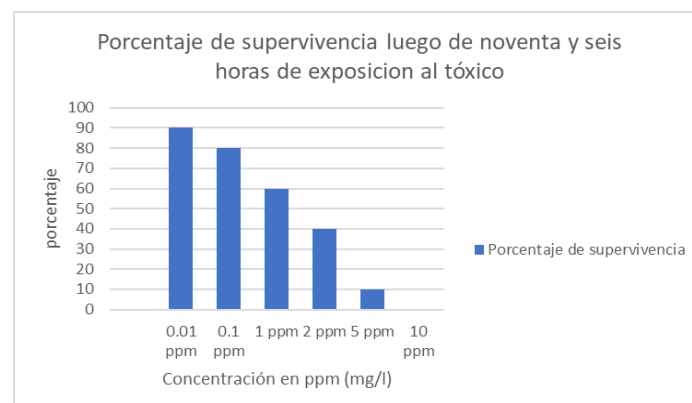
Porcentaje de supervivencia luego de cuarenta y ocho horas de exposición al tóxico

**Figura 43**

Porcentaje de supervivencia luego de setenta y dos horas de exposición al tóxico

**Figura 44**

Porcentaje de supervivencia luego de noventa y seis horas de exposición al tóxico



4.4 Concentración de Mercurio Acumulado en Gamitanas

La concentración de mercurio acumulado se muestra en la tabla 8.

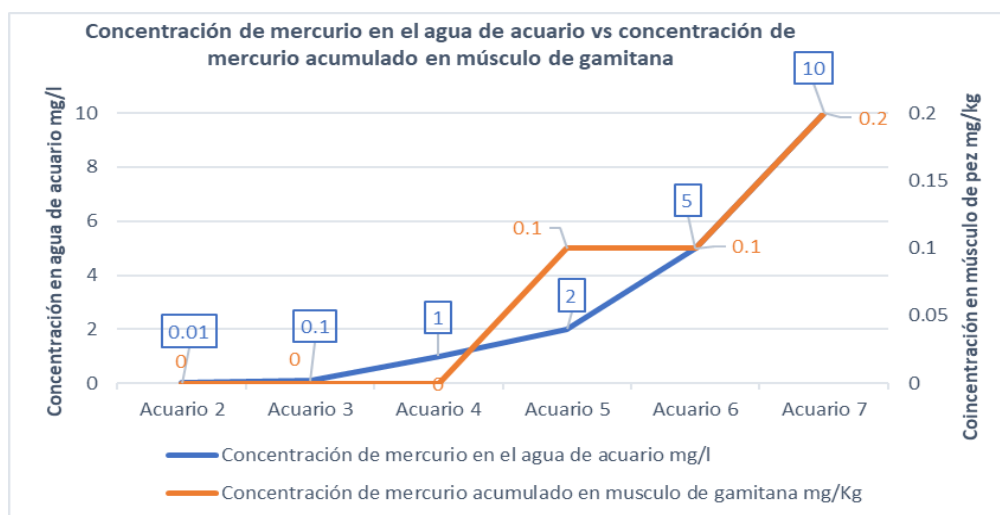
Tabla 8

Concentración de mercurio acumulado (mg/kg) en músculo de gamitana

Código de acuario	Número de gamitanas	Concentración de Mercurio (mg/kg)	Concentración de mercurio en el agua de acuario (mg/l)
A2	10	<0,1	0,01
A3	10	<0,1	0,1
A4	10	<0,1	1
A5	10	0,1	2
A6	10	0,1	5
A7	10	0,2	10

Figura 45

Concentración de mercurio en el agua de acuario vs concentración de mercurio acumulado en músculo de gamitana



Nota. Mientras más sea la concentración de mercurio en el agua de acuario, la concentración de mercurio acumulado en musculo de gamitana será mayor. Elaboración propia.

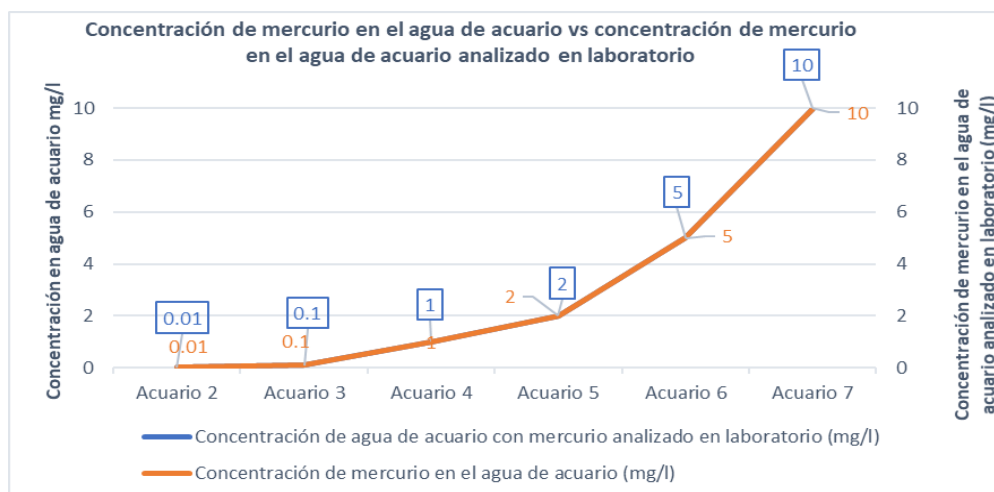
Tabla 9

Concentración de mercurio (mg/l) de agua de acuario analizado en laboratorio

Código de acuario	Número de gamitanas	Concentración de agua de acuario con mercurio analizado en laboratorio (mg/l)	Concentración de mercurio en el agua de acuario (mg/l)
A1	10	0,01	0,01
A2	10	0,1	0,1
A3	10	1	1
A4	10	2	2
A5	10	5	5
A6	10	10	10

Figura 46

Concentración de mercurio en el agua de acuario vs concentración de mercurio en el agua de acuario analizado en laboratorio



Nota. La concentración de mercurio en el agua de acuario presenta los mismos valores que las muestras de agua analizadas en laboratorio. Elaboración propia.

Para obtener los resultados de pH de los acuarios empleados en el bioensayo se realizó la medición con un multiparámetro calibrado en pH, de marca Horiba como se observa en la figura 47 los resultados de las mediciones se encuentran en la tabla 10.

Figura 47

Multiparámetro HORIBA

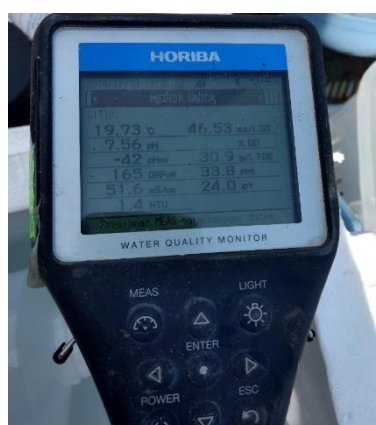


Tabla 10

Lecturas de pH

Hora	Acuario 1	Acuario 2	Acuario 3	Acuario 4	Acuario 5	Acuario 6
	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH
0	6,54	6,45	6,47	6,51	6,52	6,47
1	6,52	6,49	6,48	6,52	6,53	6,46
2	6,41	6,47	6,49	6,53	6,54	6,47
4	6,48	6,45	6,47	6,54	6,52	6,48
8	6,48	6,41	6,45	6,55	6,51	6,47

Hora	Acuario 1	Acuario 2	Acuario 3	Acuario 4	Acuario 5	Acuario 6
	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH	Unidades de pH
24	6,47	6,42	6,41	6,57	6,52	6,45
72	6,48	6,43	6,45	6,58	6,51	6,44
96	6,49	6,41	6,47	6,57	6,50	6,41

Posteriormente se realizó la medición del oxígeno disuelto en los acuarios empleados en el bioensayo para ello se empleó un oxímetro calibrado de marca Thermo Scientific modelo Orion Star A329 como se observa en la figura 48, los resultados de las mediciones se encuentran en la tabla 11.

Figura 48

Oxímetro Thermo Scientific



Tabla 11

Mediciones de oxígeno disuelto

Hora	Acuario 1	Acuario 2	Acuario 3	Acuario 4	Acuario 5	Acuario 6
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
0	8,09	8,20	8,14	9,21	8,34	8,47
1	8,07	2,17	8,15	8,24	8,36	8,45
2	8,05	8,14	8,17	8,23	8,37	8,46
4	8,03	8,14	8,15	8,27	8,38	8,47
8	8,01	8,15	8,16	8,29	8,39	8,45
24	8,04	8,17	8,17	8,21	8,41	8,41
72	8,07	8,19	8,15	8,27	8,42	8,42
96	8,08	8,14	8,12	8,24	8,43	8,47

4.5 Efectos del Mercurio en los Alevinos de *Colossoma macropomum*

Los alevinos del acuario control en todo momento presentaron un comportamiento habitual, los alevinos del acuario 1 también presentaron un comportamiento habitual, los alevinos de los acuarios restantes presentaron natación errática, su color cambio en las branquias de rojo a gris, los organismos muertos presentaron ojos blancos y opérculos abiertos.

V. Discusión de Resultados

En comparación con los resultados de Gutiérrez de Salazar, (2004), LC 50 en 42,9 ppm para *Daphnia pulex* usando sulfato de mercurio este presenta una diferencia considerable para el presente trabajo, con lo cual se determina que la *Daphnia pulex* es más resistente a las concentraciones de mercurio que *Colossoma macropomum* que fue de 1,68 ppm.

Según Barreto & Peralta, 2009, la concentración letal media para *Piaractus brachypomus* resulto 0,94 ppm, con lo cual se determina que *Piaractus* y *Colossoma* tienen un rango cercano de LC₅₀ al ser especies amazónicas.

Se puede determinar que los alevinos de *Colossoma macropomum* son menos resistentes que la *Daphnia pulex*, e igual de resistente que *Piaractus brachypomus*.

La concentración letal media resultante 1,68 mg/L, supera la (ECA) del agua, que establece una concentración de 0,0001 mg/l de mercurio para la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E2 Ríos y la concentración 0,0001 mg/l de mercurio que establece para la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

VI. Conclusiones

- LC_{50} de mercurio luego de 4 días es de 1,68 ppm, la especie expuesta fue gamitana, *Colossoma macropomum*.
- Se realizó un análisis de absorción atómica- vapor frío para determinar la concentración de $HgCl_2$ acumulada en los peces para una concentración de 0,01 ppm en el agua se encontró menos de 0,1 mg/kg de mercurio en el pez ; para una concentración de 0,1 ppm en el agua se encontró menos de 0,1 mg/kg de mercurio en el pez , para una concentración de 1,0 ppm en el agua se encontró menos de 0,1 mg/kg de mercurio en el pez , para una concentración de 2 ppm en el agua se encontró 0,1 mg/kg de mercurio en el pez; para una concentración de 5 ppm en el agua se encontró 0,1 mg/kg de mercurio en el pez y para una concentración de 10 ppm en el agua se encontró 0,2 mg/kg de mercurio en el pez , este análisis se realizó en muestras secas.
- Se presentó un LC_{50} similar después de 4 días de exposición, en las tres repeticiones de bioensayo realizadas.
- Los resultados adversos en los peces fueron lentitud al nadar, pérdida del equilibrio se produjo balanceo y dificultad para desplazarse, también síntomas de asfixia.
- El Hg acumulado en los peces utilizados en el bioensayo resulta proporcional al Hg que se utilizó en los acuarios, lo que significa que mientras aumente la concentración de Hg en el acuario también se incrementará la concentración de Hg en el cuerpo del pez.
- Debido al poco tiempo de exposición al metal no hubo diferencias significativas en los órganos internos entre un individuo expuesto y uno que no lo está.
- Una concentración de 10 ppm resulta letal en las gamitanas provocando la muerte de todos los individuos

- La *Daphnia Pulex* es más resistente al mercurio que *Colossoma macropomum* en sus estadios iniciales de vida y los alevinos de *Piaractus brachypomus* tienen una resistencia similar a los de *Colossoma macropomum*.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda continuar los ensayos con el mismo metal, mercurio, en otras especies amazónicas como paco (*Piaractus brachypomus*), paiche (*Arapaima gigas*), piraña roja (*Pygocentrus nattereri*).
- Se recomienda continuar el ensayo en la misma especie con otros metales contaminantes como plomo (Pb), oro (Au).

VIII. Referencias

- Barreto, J. y Peralta, G. (2009). Determinación de la concentración letal media (CL50-96) de Mercurio (Hg) mediante pruebas toxicológicas (bioensayos), utilizando alevinos de *oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris). Universidad de la Salle.
- EPA, Environmental Protection Agency, (2004). Human Health Research Strategy. http://www.epa.gov/nheerl/humanhealth/HHRS_final_web.pdf
- Fernández, L. (2012). Proyecto Mercurio en Ecosistemas de la Amazonía. Diario El Comercio. www.elcomercio.pe/noticias/proyecto-mercurio-ecosistemas-amazonia-430823
- García, A. (1994). “Impregnación por plomo y cadmio en aves silvestres de la región de Murcia”, [Tesis doctoral, Universidad de Murcia]
- Goulding, M. y Carvalho, L. (1982). Life History and Management of the Tambaqui (*Colossoma macropomum*, characidae) An Important Amazonian Food Fish. Revista Brasileira de Zoología, 1 (2), 107-133. <https://www.semanticscholar.org/paper/Life-history-and-management-of-the-tambaqui-an-food-Goulding-Carvalho/82cf2a859ef2b7993218de1e9fee5755e090783d>
- Gutiérrez de Salazar, M. (2004). Implicaciones de la Intoxicación por Mercurio. Revista Medicina, 26 (2), 81-85. <https://revistamedicina.net/ojsanm/index.php/Medicina/article/view/65-2>
- Iannacone, O. & Ramirez R (2000). Una técnica de bioensayo empleando ciliados de vida libre *Stentor coeruleus* Enreberg y *Spirostomon ambiguum* Enreberg para la evaluación de los efectos de mercurio y arsénico. Revista Acta Toxicológica Argentina. 8(1), 5-9.
- IIAP, Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, (2002) “Cultivando Peces Amazónicos”. <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/M006.pdf>

- Jiménez, A. (2005), Interacción del Mercurio, [Tesis de Título Profesional, Universidad Nacional de Colombia]
- Krantz, D & Kifferstein, B. (2005). Water pollution and society. Universidad de Michigan. www.umich.edu/gs265/society/waterpollution
- Ministerio de Producción (2012), Manual de Cultivo De Gamitana. http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_gamitana.pdf
- Molina, G. (2005). Bioensayo agudo con mercurio en juveniles de camarón de río *Cryphios caementarius* en un ambiente controlado. [Tesis de Título Profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]
- Pezo R., Paredes H., Bedayán N. (1992). Determinación de metales pesados bioacumulables en especies ícticas de consumo humano en la amazonia peruana. *Revista Folia Amazonia*. 4(2), 171-181.
- Prieto, J. (2009). Contaminación Y Fitotoxicidad En Plantas Por Metales Pesados Provenientes De Suelos Y Agua, *Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems*.10(1) 29-44.
- Sánchez, O. (2005), Temas sobre restauración ecológica, Editorial del Instituto Nacional de Ecología de Michoacan. https://www.researchgate.net/publication/291425685_Temas_sobre_Restauracion
- Sanguinetti, G. (2011) Efecto del Mercurio en los Peces y la Salud Publica en el Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://studylib.es/doc/7092935/efecto-del-mercurio-en-los-peces-y-la-salud-p%C3%BAblica-en-el...>

Rice, E. & Baird, R. (2012). Standard methods for examination of water and wastewater (22^a ed.), American Public Health Association.

Telesurtv (2015, 21 de marzo). Mineras derraman 40 toneladas de mercurio a los ríos en Perú. www.telesurtv.net/news/Mineras-Derraman-40-toneladas-de-mercurio-a-rios-en-peru-20150321-0030.html.

Valverde, S. (2015). Bioensayo agudo con sulfato de cobre en alevinos de carpa *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) y su posible impacto debido a la actividad minera. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de ingeniería]

Woynarovich, A. y Woynarovich, E. (1998). Reproducción artificial de las especies *Colossoma* y *Piaractus*: Una guía detallada para la producción de Gamitana, Paco y Caraña. Editorial Taller.

Zambrano, W. (1983). Evaluación biológica de la lisa (*Mugil cephalus*) frente al metanol utilizando métodos radioquímicos contribución a la Toxicología Marina. [Tesis de Título Profesional, Universidad Nacional Federico Villarreal]

IX. Anexos

Anexo A: Informe de ensayo concentración de mercurio en agua de acuario mg/L



INFORME DE ENSAYO
N° 3000-01-2017

Solicitante: José Raffo Calderón
 Dirección: Cooperativa Umamarca Mz A-1 Lote29 San Juan de Miraflores
 Procedencia de la muestra : FACULTAD DE OCEANOGRAFIA PESQUERIA , CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA - FOPCAA-MIRAFLORES
 Tipo de Matriz: Agua Potable (Recreacional)
 Plan de Muestreo: -----
 Solicitud de Ensayo: 3000
 Fecha de Recepción de la muestra: 17.11.2017
 Fecha de Muestreo : 17.11.2017
 Responsable de Muestreo : El Cliente

Código de Laboratorio:	P7-0549	P7-0550	P7-0551	P7-0552	P7-0553	P7-0554			
Descripción del Punto de Muestreo:	Acuario 1 10:00 horas	Acuario 2 10:10 horas	Acuario 3 10:20 horas	Acuario 4 10:30 horas	Acuario 5 10:40 horas	Acuario 6 10:50 horas			
Ensayos:	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Unidad	Fecha de Ensayo	Método de Ensayo
Mercurio	0,01	0,1	1,0	2,0	5,0	10,0	mg/L	22.11.17	SM 3112 B

Referencia de Métodos de Ensayo:

SM: Standard Methods For The Examination Of Water And Waste Water, 22nd, Ed.: APHA, AWWA, WEF 2012


Condición y Estado de la Muestra Ensayada: Las muestras fueron recepcionadas en condiciones de conservación y preservación adecuadas para cada parámetro.

Nota:

Muestra Simple

(*) Hora de recolección

< menor al límite de detección.


 Quim. ROSARIO ROCAE
 C.Q.P. 820
 Jefe de Laboratorio
 Laboratorios Analíticos JyR S.A.C.

Lima, 27 de Noviembre del 2017

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - LABORATORIOS ANALITICOS JYR S.A.C. Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas. Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos, o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El tiempo de validez de la muestra es de acuerdo al parámetro y método por el cual se analizó.

Código FM-INE
 Versión: 06
 Fecha: 02/06/11

Pág. 1 de 2

Av. Conquistadores 850 - San Isidro
Telf. 440-0345 RPM #97679-2222 RPC 98794-6413 98932-0083
e-mail: l.franco@labanjyr.com - m.millones@labanjyr.com - www.labanjyr.com

Anexo B: Informe de ensayo mercurio en peces mg/kg



INFORME DE ENSAYO N° 3000-01-2017

Solicitante: José Raffo Calderón
 Dirección: Cooperativa Urnamarca Mz A-1 Lote29 San Juan de Miraflores
 Procedencia de la muestra : FACULTAD DE OCEANOGRAFIA PESQUERIA , CIENCIAS ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA - FOPCAA-MIRAFLORES
 Tipo de Matriz: Musculo de pez
 Plan de Muestreo: ----
 Solicitud de Ensayo: 3000
 Fecha de Recepción de la muestra : 17.11.2017
 Fecha de Muestreo : 17.11.2017
 Responsable de Muestreo : El Cliente

Código de Laboratorio:	07-0555	07-0556	07-0557	07-0558	07-0559	07-0560			
Descripción del Punto de Muestreo:	Acuario 1 10:00 horas	Acuario 2 10:10 horas	Acuario 3 10:20 horas	Acuario 4 10:30 horas	Acuario 5 10:40 horas	Acuario 6 10:50 horas			
Ensayos	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Unidad	Fecha de Ensayo	Método de Ensayo
Mercurio	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	0,1	0,2	mg/Kg	24.11.17	EPA 7473 - SM 3112 B

Referencia de Métodos de Ensayo:

SM: Standard Methods For The Examination Of Water And Waste Water, 22nd Edic: APHA/AWWA/WEF 2012.

EPA: Mercury in solids and solutions by thermal decomposition, amalgamation, and atomic absorption spectrophotometry


Condición y Estado de la Muestra Ensayada: Las muestras fueron recepcionadas en condiciones de conservación y preservación adecuadas para cada parámetro.

Nota:

Muestra Simple

(*) Hora de recolección

< menor al límite de detección.


 Quim. ROSARIO ROCAE
 C.Q.P. 620
 Jefe de Laboratorio
 Laboratorios Analíticos JyR S.A.C.

Lima, 27 de Noviembre del 2017

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - LABORATORIOS ANALITICOS JYR SAC. Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas. Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El tiempo de custodia de la muestra es de acuerdo al parámetro y método por el cual se a analizado.

Código: 02-06-11
 Versión: 00
 Fecha: 02-06-11

Pág. 2 de 2

Av. Conquistadores 850 - San Isidro
 Telf. 440-0345 RPM #97679-2222 RPC 98794-6413 98932-0083
 e-mail: l.franco@labanjyr.com - m.millones@labanjyr.com - www.labanjyr.com

Anexo D: Formato del cuadro de control durante el bioensayo acuático

HORA	ACUARIO 1	ACUARIO 2	ACUARIO 3	ACUARIO 4	ACUARIO 5	ACUARIO 6
	CONCENTRACIÓN	CONCENTRACIÓN	CONCENTRACIÓN	CONCENTRACIÓN	CONCENTRACIÓN	CONCENTRACIÓN
	0 ppm	0,2 ppm	0,4 ppm	0,6 ppm	0,8 ppm	1 ppm
0						
1						
2						
8						
24						
48						
72						
96						
N° DE MUERTOS A LAS 96 HORAS						
% DE MORTALIDAD A LAS 96 HORAS						

Anexo E: ECA del agua para aguas superficiales para recreación

569080

NORMAS LEGALES

Sábado 19 de diciembre de 2015 / El Peruano

$$\frac{\text{Cloroformo}}{\text{ECAcloroformo}} + \frac{\text{Cáloroclorometano}}{\text{ECAáloroclorometano}} + \frac{\text{Cromodichlorometano}}{\text{EACromodichlorometano}} + \frac{\text{Cromoformo}}{\text{EACromoformo}} \leq 1$$

Dónde:

C = Concentración en mg/L y

ECA: Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano)

(d) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales salvo que se indique lo contrario.

- Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada

CATEGORÍA 1 - B

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS - QUÍMICOS			
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuro	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas para recreación	
		B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Piata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1000	4 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	200	1 000
Escherichia coli	E.coli /100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**
Giardia duodenalis	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
Salmonella sp	Presencia/100 ml	0	0
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

- UNT : Unidad Nefelométrica de Turbiedad

- NMP/100 ml : Número más probable en 100 ml

- **: No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

CATEGORÍA 2

PARÁMETRO	UNIDAD	CATEGORÍA 2			
		AGUA DE MAR		AGUA CONTINENTAL	
		Sub Categoría 1 (C1)	Sub Categoría 2 (C2)	Sub Categoría 3 (C3)	Sub Categoría 4 (C4)
		Extracción y Cultivo de Moluscos	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas	Otras Actividades	Extracción y cultivo De otras Especies hidrobiológicas
FÍSICOS - QUÍMICOS					
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante	Ausencia de Material Flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,052	0,052	**	0,025
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥4	≥3	≥2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	80	60	70	**

Anexo F: ECA del agua para aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

El Peruano / Sábado 19 de diciembre de 2015		NORMAS LEGALES			569079
PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			
		A1	A2	A3	
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado	
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500	
Sulfatos	mg/L	250	500	**	
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**	
Turbiedad	UNT	≤ 5	100	**	
INORGÁNICOS					
Aluminio	mg/L	0,9	5	5	
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**	
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15	
Bario	mg/L	0,7	1	**	
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1	
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4	
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01	
Cobre	mg/L	2	2	2	
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	
Hierro	mg/L	0,3	1	5	
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5	
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	
Niobio	mg/L	0,07	**	**	
Níquel	mg/L	0,07	**	**	
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05	
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	
Zinc	mg/L	3	5	5	
ORGÁNICOS					
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES					
Nitrocarburos de petróleo emulsionado o disueltos (C10 - C28 y mayores a C28)	mg/L	0,01	0,2	1,0	
Trihalometanos	(a)	1,0	1,0	1,0	
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**	
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**	
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**	
Bromodiorometano	mg/L	0,06	**	**	
Compuestos Orgánicos Volátiles					
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**	
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**	
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**	
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**	
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**	
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**	
Tetracloro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**	
PARÁMETRO					
UND					
Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable					
A1					
A2					
A3					
Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección					
Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional					
Potabilizadas con Tratamiento Avanzado					
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**	
BTEX					
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**	
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**	
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**	
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**	
Hidrocarburos Aromáticos					
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**	
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	
Organofosforados:					
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**	
Organoclorados					
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**	
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**	
DDT	mg/L	0,001	0,001	**	
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**	
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	Retirado	
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**	
Carbamatos:					
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**	
Policloruros Bifenilos Totales					
PCB's	mg/L	0,0005	0,0005	**	
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS					
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50 000	
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20 000	
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**	
<i>Microcistina-LR</i>	mg/L	0,001	0,001	**	
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁴	<5x10 ⁴	

- (a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)
- (b) Después de la filtración simple
- (c) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodiorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

Anexo G: Solicitud de ensayo para determinar la concentración de mercurio en el agua correspondiente a los acuarios



SOLICITUD DE ENSAYO

Fecha: 16.11.2017 Cotización de Servicio N°:

S.E: **3000**

N° DE REFERENCIA : correo

DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre : FOPCAA	Persona de contacto: José Raffo
Dirección : Calle Roma N°350	
Teléfono: ---	Correo : ----

Tipo de Matriz : Agua	Fecha de Muestreo : 17 y 18 de Noviembre de 2017
Tipo de Muestreo : Simple	
Muestreo efectuado por : El cliente	Fecha de entrega de muestras: 17 y 18 de Noviembre de 2017
Procedencia de la Muestra : FOPCAA	
Punto de Muestreo : Acuario 1, Acuario 2, Acuario 3, Acuario 4, Acuario 5, Acuario 6	
Referencia al plan y al procedimiento de muestreo: El Cliente	

N°	Tipo matriz	A / NA	Ensayo	Método de Ensayo	Cantidad de ensayos
01	AP	A	Mercurio Total	SM 3112 B - Edición 22nd - Año 2012	06
02	AP	A	Plomo Total	SM 3111 B - Edición 22nd - Año 2012	06
03	Ø	A	Mercurio Total	SM 3112 B - Edición 22nd - Año 2012	06
04	Ø	A	Plomo Total	SM 3111 B - Edición 22nd - Año 2012	06

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- La(s) muestra(s) para ensayos serán desechadas por el laboratorio
- La custodia de la muestra de dinmencia queda en poder de LABORATORIOS ANALITICOS J y R (NO APLICA)
- Informar la incertidumbre del método de ensayo si () ; no (X)

Fecha de entrega de los resultados : 01/ Diciembre / 2017

Solicitud atendida por: Leticia Franco

Leyenda			
Tipo de matriz			
Agua			
Residual (Doméstico, municipal e Industrial)	AR	Aire (A),	suelo (S),
Consumo (envasada y potable)	ACE - ACP	Emisiones Caseosas: EG	Ruido (R)
Natural (superficial y subterránea)	ANS - ANT	Estación Meteorológica: EM	otros (Ø)
Salina (De mar, Salobre)	AM		Ruido Ambiental : RA
			Ruido Ocupacional : RO
Tipo de Muestreo simple, compuesta integrado			
A	acreditado		
NA	No acreditado		

✍

Anexo H: Solicitud de ensayo para determinar la concentración de mercurio en el agua correspondiente a los acuarios



SOLICITUD DE ENSAYO

Fecha: 16.11.2017

Cotización de Servicio N°:

S.E: **3000**

N° DE REFERENCIA : correo

DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre : FOPCAA	Persona de contacto: José Raffo
Dirección : Calle Roma N°350	
Teléfono: ---	Correo: -----

Tipo de Matriz : Agua	Fecha de Muestreo : 17 y 18 de Noviembre de 2017
Tipo de Muestreo : Simple	
Muestreo efectuado por : El cliente	Fecha de entrega de muestras: 17 y 18 de Noviembre de 2017
Procedencia de la Muestra : FOPCAA	
Punto de Muestreo : Acuario 1, Acuario 2, Acuario 3, Acuario 4, Acuario 5, Acuario 6	
Referencia al plan y al procedimiento de muestreo: El Cliente	

N°	Tipo matriz	A / NA	Ensayo	Método de Ensayo	Cantidad de ensayos
01	AP	A	Mercurio Total	SM 3112 B - Edición 22nd - Año 2012	06
02	AP	A	Plomo Total	SM 3111 B - Edición 22nd - Año 2012	06
03	O	A	Mercurio Total	SM 3112 B - Edición 22nd - Año 2012	06
04	O	A	Plomo Total	SM 3111 B - Edición 22nd - Año 2012	06

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

- La(s) muestra(s) para ensayos serán desechadas por el laboratorio.
- La custodia de la muestra de referencia queda en poder de LABORATORIOS ANALITICOS J Y R (NO APLICA).
- Informar la incertidumbre del método de ensayo si () , no (X)

Fecha de entrega de los resultados : 01/ Diciembre / 2017

Solicitud atendida por : Leticia Franco

Leyenda					
Tipo de matriz					
Agua					
Residual (Doméstico, municipal e industrial)	AR	Aire (A),	suelo (S),	Ruido (R)	otros (O)
Consumo (envasada y potable)	ACE - ACP	Emisiones Gaseosas: EG		Ruido Ambiental : RA	
Natural (superficial y subterránea)	ANS - ANT	Estación Meteorológica: EM		Ruido Ocupacional : RO	
Salina (De mar / Salobre)	AM				
Tipo de Muestreo : simple, compuesto, integrado					
A	acreditado				
NA	No acreditado				

Anexo I: cadena de custodia para determinar la concentración de mercurio en el agua correspondiente a los acuarios



CADENA DE CUSTODIA - AGUA Y SUELOS

Cliente: FOPCAA Contacto: José Raffo Dirección: Calle Ponca N°378 (1) SIE: 3000
 Procedencia de la muestra: FOPCAA Teléfono: 920 503818
 Muestreado por: José Raffo Fecha de muestreo: 2/11/12

Punto de Muestreo	Hora	Coordenadas UTM	Tipo de Muestreo			Tipo - Clase de Matriz	Nº de Envases		Código de Laboratorio	ENSAYOS REQUERIDOS					ENSAYOS EN CAMPO			OTRAS OBSERVACIONES	
			Simple	Compuesta	Integrada		plástico	vidrio		DBO	DQO	Aceites Y Grasas	Sólidos Totales Suspendedos	Mercurio en partes	pH	Temperatura	Sólidos Sedimentables		
Acuario 1	10:00		<input checked="" type="checkbox"/>			A.P	01	01	P2-0549										
Acuario 2	10:10		<input checked="" type="checkbox"/>			A.P	01	01	P2-0550										
Acuario 3	10:20		<input checked="" type="checkbox"/>			A.P	01	01	P2-0551										
Acuario 4	10:30		<input checked="" type="checkbox"/>			A.P	01	01	P2-0552										
Acuario 5	10:40		<input checked="" type="checkbox"/>			A.P	01	01	P2-0553										
Acuario 6	10:50		<input checked="" type="checkbox"/>			A.P	01	01	P2-0554										

Tipos de Matriz: Agua Agua SU Sólidos SE Sedimentos OT otros
 AR: Agua Residual AT: Agua Subterránea AM: Agua de Mar
 AS: Agua Superficial AP: Agua Potable

Clase de Matriz: Agua Comentarios: _____

(1) campo exclusivo para el laboratorio observaciones
 (2) muestras identificadas con sus rollos correspondientes:

SI	no
SI	no

 Tipo de recipiente adecuado:

SI	no
SI	no

Temperatura de la llegada: 3,8°C observaciones
 Comentario: Se tomó P.e. a una de las muestras.

Enviado / Entregado Por: José Raffo Recibido en Lab. Por: Rosca
 Firma: Raffo Fecha: 28/09/2014 Día/hora recepción: 12-11-12 12:30 PM

Anexo J: Cadena de custodia para determinar la concentración de mercurio en gamitanas



CADENA DE CUSTODIA - AGUA Y SUELOS

Cliente: FORPAA Procedencia de la muestra: FORPAA Contacto: José Raffo Dirección: Calle Roma No. 350
 Muestreado por: José Raffo Teléfono: 970 523478 Fecha de muestreo: 17/11/12
 (N) S/E: 3000

Punto de Muestreo	Hora	Coordenadas UTM	Tipo de Muestreo			Tipo - Clase de Matriz	Nº de Envases		Código de Laboratorio	ENSAYOS REQUERIDOS				ENSAYOS EN CAMPO			OTRAS OBSERVACIONES	
			Simple	Compuesta	Integrada		plastico	vidrio		DBO	DOO	Aceites Y Grasas	Sólidos Totales Suspensos	pH	Temperatura	Sólidos Sedimentables		
Auero 1	10:00		<input checked="" type="checkbox"/>			OT	01	01	07-0155	<input checked="" type="checkbox"/>								
Auero 2	10:12		<input checked="" type="checkbox"/>			OT	01	01	07-0156	<input checked="" type="checkbox"/>								
Auero 3	10:22		<input checked="" type="checkbox"/>			OT	01	01	07-0157	<input checked="" type="checkbox"/>								
Auero 4	10:32		<input checked="" type="checkbox"/>			OT	01	01	07-0158	<input checked="" type="checkbox"/>								
Auero 5	10:42		<input checked="" type="checkbox"/>			OT	01	01	07-0159	<input checked="" type="checkbox"/>								
Auero 6	10:52		<input checked="" type="checkbox"/>			OT	01	01	07-0160	<input checked="" type="checkbox"/>								

Tipos de Matriz: Agua
 Clases de Matriz: AR: Agua Residual AT: Agua Subterránea AM: Agua de Mar
 AS: Agua Superficial AP: Agua Potable

Comentario: _____

(1) campo exclusivo para el laboratorio recepción en el laboratorio

(2) Tipo de recipiente etiquetado	si	no	observaciones
muestras identificadas con sus rótulos correspondientes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
muestras dentro del periodo de ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Preservación de las muestras	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Volumen y/o cantidad adecuada para el ensayo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Temperatura de la llegada: 3,8 °C
 Comentario: Se firmo por cada una de las muestras

Enviado / Entregado Por: José Raffo Recibido en Lab. Por: R. Roca
 Firma: Raffo Fecha: 17-11-12 Hora: 17:30 PM

Código: FMA/DC Versión: 06 Fecha: 29-09-2014

Anexo K: Reporte de verificación de pHmetro

REGISTRO DE VERIFICACION DE PEACHIMETRO

Equipo pHmetro ADWA
 Modelo AD-III
 Serie 912766
 Código PM-007

Fecha	Ajuste			Control (pH 7-4-02)	Cumple (S/N)	Realizado por	Observaciones
	pH 7	pH 4	pH 10				
11-04-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
12-04-17	7.00	4.01	10.01	7.00	Si	SR	
13-04-17	7.01	4.02	10.01	7.02	Si	SR	
14-04-17	7.01	4.01	10.01	6.99	Si	SR	
15-04-17	7.01	4.00	10.01	7.00	Si	SR	
16-04-17	7.00	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
17-04-17	7.00	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
18-04-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
19-04-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
20-04-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
21-04-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
22-04-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
01-10-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
08-10-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
09-10-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
18-10-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	
11-10-17	7.01	4.01	10.01	7.01	Si	SR	

S: Si cumple
 N: no cumple

Jefe de Laboratorio [Signature]

El ajuste como la verificación fue realizada de acuerdo a lo establecido en el manual del fabricante, y extraído en el instructivo de uso de equipos IN-UDE, para el caso de muestreo en campo se procede como indica el PR-IMDE, ítem 3.3 muestreo y ensayos externos.

Código: FM-RCP
 Versión: 04
 Fecha: 12-13-2017

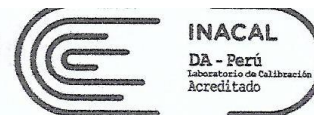


Trazabilidad:	
Ajuste	Control
Valor de soluciones de ajuste (unidades de pH)	7
Valor de soluciones de control y/o verificación de ajuste (unidades de pH)	7
Numero de lote	14VAZ
Fecha de expiración	05-18

**Anexo L: Certificado de calibración correspondiente al matraz volumetrico de 1 litro
empleado para prepara la solución patrón de cloruro de mercurio**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N°LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MV-0425-2017

Fecha de Emisión : 2017-04-03

EXP.: 65162
Página 1 de 2

1. Solicitante : LABORATORIOS ANALÍTICOS J Y R S.A.C.
2. Dirección : Av. Conquistadores N° 850 3er Piso - San Isidro
3. Instrumento de medición : MATRAZ
 - Marca : FORTUNA
 - Código : IMV-660 ⁽¹⁾
 - Material : Vidrio Boro 3,3
 - Clase : A
 - Procedencia : No indica
 - Valor nominal : 1000 ml
 - Temperatura de ref. : 20 °C
 - Tipo : IN
4. Lugar de calibración : Laboratorio de Volumen y Densidad de METROIL S.A.C.
5. Fecha de calibración : 2017 - 03 - 31
6. Método de calibración
La calibración se realizó usando el método gravimétrico, según el PC-015: 4° Ed., "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio" del SNM-INDECOPI.
7. Trazabilidad
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IM-1111	Balanza Analítica Clase : II	MC-0168-2017 / METROIL S.A.C.
IT-431	Termómetro Digital con U = 0,07 °C	T-0023-2017 / METROIL S.A.C.

8. Condiciones de calibración
 - Temperatura ambiental : Inicio : 20,6 °C ; Final : 20,5 °C
 - Humedad ambiental : Inicio : 49,5 % H.R. ; Final : 50,5 % H.R.
 - Presión ambiental : 1000 mbar


MÓNICA A. SALAZAR RODRÍGUEZ
Jefe de Laboratorio de Volumen, Densidad
y Fisicoquímico

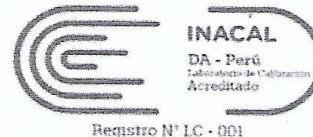

ING. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ
Gerente Técnico
C.I.P. : 171505

⁽¹⁾ Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

**Anexo M: Certificado de calibración correspondiente a la pipeta volumetrica de 20 ml
empleada para preparar disoluciones**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MV-1105-2018

Fecha de Emisión : 2018-07-02

EXP.: 76065

Página 1 de 2

1. **Solicitante** : LABORATORIOS ANALÍTICOS J Y R S.A.C.
2. **Dirección** : Av. Conquistadores N° 850 3er Piso - San Isidro
3. **Instrumento de medición** : PIPETA DE UN SOLO TRAZO
- **Marca** : FORTUNA
 - **Código** : IMV-860 ⁽¹⁾
 - **Material** : Vidrio
 - **Clase** : AS
 - **Procedencia** : Alemania
 - **Valor nominal** : 20 ml
 - **Temperatura de ref.** : 20 °C
 - **Tipo** : EX
 - **Tiempo de espera** : 5 s

Los resultados del certificado son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Volumen y Densidad de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2018 - 07 - 02
6. **Método de calibración**
La calibración se realizó usando el método gravimétrico, según el PC-015 Edición 5°: 2017 INACAL, "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio y Plástico" del INACAL - DM.
7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IM-1109	Balanza Analítica Clase : I	MC-0223-2018 / METROIL S.A.C.
IT-287	Termómetro Digital con U = 0,07 °C	T-0098-2018 / METROIL S.A.C.

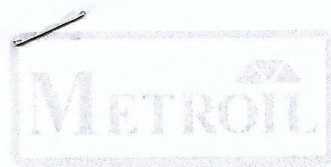
8. **Condiciones de calibración**

- Temperatura ambiental : Inicio : 20,2 °C ; Final : 20,7 °C
- Humedad ambiental : Inicio : 55,0 % H.R. ; Final : 56,0 % H.R.
- Presión ambiental : 994 mbar

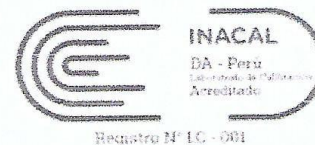
MÓNICA A. SALAZAR RODRÍGUEZ
Jefe del Laboratorio Volumen, Densidad
y Fisicoquímico

⁽¹⁾ Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Anexo N: Certificado de calibración correspondiente a la pipeta volumetrica de 10 ml empleada para preparar disoluciones



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL - DA CON REGISTRO Nº LC - 001



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MV-1103-2018

Fecha de Emisión : 2018-07-02

EXP.: 76065

Página 1 de 2

1. Solicitante : LABORATORIOS ANALÍTICOS J Y R S.A.C.
2. Dirección : Av. Conquistadores Nº 850 3er Piso - San Isidro
3. Instrumento de medición : PIPETA DE UN SOLO TRAZO
 - Marca : FORTUNA
 - Código : IMV-859 ⁽¹⁾
 - Material : Vidrio
 - Clase : AS
 - Procedencia : Alemania
 - Valor nominal : 10 ml
 - Temperatura de ref. : 20 °C
 - Tipo : EX
 - Tiempo de espera : 5 s

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

4. Lugar de calibración : Laboratorio de Volumen y Densidad de METROIL S.A.C.
5. Fecha de calibración : 2018 - 06 - 28
6. Método de calibración
La calibración se realizó usando el método gravimétrico, según el PC-015 Edición 5º: 2017 INACAL, "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio y Plástico" del INACAL - DM.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IM-1109	Balanza Analítica Clase : I	MC-0223-2018 / METROIL S.A.C.
IT-287	Termómetro Digital con U = 0,07 °C	T-0098-2018 / METROIL S.A.C.

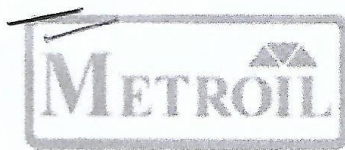
8. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental : Inicio : 20,3 °C ; Final : 20,6 °C
 Humedad ambiental : Inicio : 55,0 % H.R. ; Final : 56,0 % H.R.
 Presión ambiental : 994,52 mbar

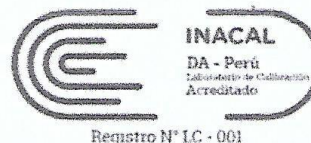
MÓNICA A. SALAZAR RODRÍGUEZ
Jefe del Laboratorio Volumen, Densidad
y Físicoquímico

⁽¹⁾ Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

**Anexo O: Certificado de calibración correspondiente a la pipeta volumetrica de 2 ml
empleada para preparar disoluciones**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MV-1099-2018

Fecha de Emisión : 2018-07-02

EXP.: 76065

Página 1 de 2

1. **Solicitante** : LABORATORIOS ANALÍTICOS J Y R S.A.C.
2. **Dirección** : Av. Conquistadores N° 850 3er Piso - San Isidro
3. **Instrumento de medición** : PIPETA DE UN SOLO TRAZO
 - **Marca** : FORTUNA
 - **Código** : IMV-863 ⁽¹⁾
 - **Material** : Vidrio
 - **Clase** : AS
 - **Procedencia** : Alemania
 - **Valor nominal** : 2 ml
 - **Temperatura de ref.** : 20 °C
 - **Tipo** : EX
 - **Tiempo de espera** : 5 s
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Volumen y Densidad de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2018 - 07 - 02
6. **Método de calibración**
La calibración se realizó usando el método gravimétrico, según el PC-015 Edición 5°: 2017 INACAL, "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio y Plástico" del INACAL - DM.
7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IM-277	Balanza Analítica Clase : I	MC-0222-2018 / METROIL S.A.C.
IT-361	Termómetro Digital con U = 0,0241 °C	LT-182-2018 / INACAL-DM

8. **Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental : Inicio : 20,7 °C ; Final : 20,9 °C
 Humedad ambiental : Inicio : 57,0 % H.R. ; Final : 56,0 % H.R.
 Presión ambiental : 994,52 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

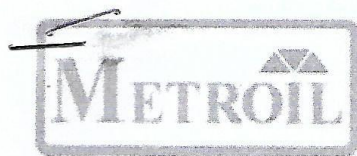
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

MÓNICA A. SALAZAR RODRIGUEZ
Jefe del Laboratorio Volumen, Densidad
y Físicoquímico

⁽¹⁾ Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

**Anexo P: Certificado de calibración correspondiente al matraz volumetrico de 250 ml
empleado para preparar disoluciones**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MV-1095-2018

Fecha de Emisión : 2018-07-02

EXP.: 76065

Página 1 de 2

1. **Solicitante** : LABORATORIOS ANALÍTICOS J Y R S.A.C.
2. **Dirección** : Av. Conquistadores N° 850 3er Piso - San Isidro
3. **Instrumento de medición** : MATRAZ
 - **Marca** : BLAUBRAND
 - **Código** : IMV-857 ⁽¹⁾
 - **Material** : Vidrio Duran
 - **Clase** : A
 - **Procedencia** : Alemania
 - **Valor nominal** : 250 ml
 - **Temperatura de ref.** : 20 °C
 - **Tipo** : IN
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Volumen y Densidad de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2018 - 07 - 02
6. **Método de calibración**
La calibración se realizó usando el método gravimétrico, según el PC-015 Edición 5°: 2017 INACAL, "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio y Plástico" del INACAL - DM.
7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IM-143	Balanza Analítica Clase : II	MC-0276-2018 / METROIL S.A.C.
IT-431	Termómetro Digital con U = 0,07 °C	T-0099-2018 / METROIL S.A.C.

8. **Condiciones de calibración**

Temperatura ambiental : Inicio : 20,2 °C ; Final : 20,5 °C
 Humedad ambiental : Inicio : 55,0 % H.R. ; Final : 56,0 % H.R.
 Presión ambiental : 994 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

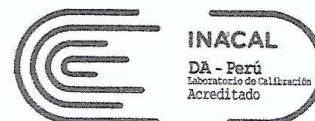
MÓNICA A. SALAZAR RODRÍGUEZ
Jefe del Laboratorio Volumen, Densidad
y Físicoquímico

⁽¹⁾ Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

**Anexo Q: Certificado de calibración correspondiente al matraz volumetrico de 100 ml
empleado para preparar disoluciones**



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001**



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MV-0426-2017

Fecha de Emisión : 2017-04-03

EXP.: 65162
Página 1 de 2

1. **Solicitante** : LABORATORIOS ANALÍTICOS J Y R S.A.C.
2. **Dirección** : Av. Conquistadores N° 850 3er Piso - San Isidro
3. **Instrumento de medición** : MATRAZ
 - **Marca** : ISOLAB
 - **Código** : IMV-607 ⁽¹⁾
 - **Material** : Vidrio Boro 3,3
 - **Clase** : A
 - **Procedencia** : Alemania
 - **Valor nominal** : 100 ml
 - **Temperatura de ref.** : 20 °C
 - **Tipo** : IN
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Volumen y Densidad de METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2017 - 03 - 31
6. **Método de calibración**
La calibración se realizó usando el método gravimétrico, según el PC-015: 4° Ed., "Procedimiento para la Calibración de Material Volumétrico de Vidrio" del SNM-INDECOPI.

7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de Calibración
IM-1109	Balanza Analítica Clase : I	MC-0282-2017 / METROIL S.A.C.
IT-287	Termómetro Digital con U = 0,07 °C	T-0022-2017 / METROIL S.A.C.

8. **Condiciones de calibración**
 - Temperatura ambiental : Inicio : 20,6 °C ; Final : 20,8 °C
 - Humedad ambiental : Inicio : 51,6 % H.R. ; Final : 52,6 % H.R.
 - Presión ambiental : 1000 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.


Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.


METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

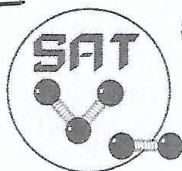

MÓNICA A. SALAZAR RODRIGUEZ
 Jefe de Laboratorio de Volumen, Densidad
 y Físicoquímico


ING. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ
 Gerente Técnico
 C.I.P. : 171505

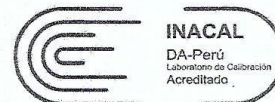
⁽¹⁾ Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Anexo R: Certificado de calibración correspondiente al termómetro digital marca

ADWA



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-565-2016

SERV- 480-2016
 Pág. 1 de 2

1. Cliente : LABORATORIOS ANALITICOS J Y R S.A.C
Dirección : Av. Conquistadores Nro. 850 - San Isidro - Lima - Lima

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

2. Instrumento de Medición : Termómetro de Indicación Digital

Marca : ADWA
 Modelo : AD1030
 Número de Serie : 849475
 Procedencia : Rumania
 Alcance de Indicación : -20,0 °C a 120,0 °C (*)
 Resolución / División de escala : 0,1 °C
 Tipo de Sensor : No indica (**)
 Identificación : PM-008 (**)

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT, carecen de validez.

3. Fecha de Calibración : 2016-09-07
4. Lugar de Calibración : Laboratorio de Temperatura de SAT S.A.C.

5. Método de Calibración :
 La calibración se realizó por comparación directa según el procedimiento PC-017 2da. Ed., "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" del INDECOPI-SNM.

6. Trazabilidad :
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones internacionales del NVLAP.

Se utilizaron los siguientes instrumentos patrones:

Termómetro de código LT-T-12 con Certificado de Calibración N° B6209027 de FLUKE CORPORATION.
 Termómetro de código LT-T-13 con Certificado de Calibración N° B6209028 de FLUKE CORPORATION.

7. Condiciones Ambientales :
 Temperatura Ambiente: Min.: 20,5 °C Máx.: 21,1 °C
 Humedad Relativa: Min.: 55 % H.R. Máx.: 58 % H.R.

Fecha de emisión: 2016-09-09




DANIEL L. BONIFACIO CARHUANCOTA
 Jefe de Laboratorio de Temperatura

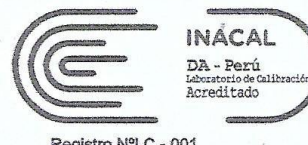



Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ
 Jefe de División de Metrología

**Anexo S: Certificado de calibración correspondiente a una balanza electronica OHAUS
con división de escala 0,0001 g empleada para pesar los materiales de referencia.**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N°LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MC-0347-2017

Fecha de emisión: 2017 - 03 - 16

EXP: 65162

Pág. 1 de 3

1. **Solicitante** : LABORATORIOS ANALÍTICOS J Y R S.A.C.
2. **Dirección** : Av. Conquistadores N° 850 3er piso - San Isidro - Lima
3. **Instrumento calibrado** : BALANZA
 - **Clasificación** : No automática
 - **Marca / Fabricante** : OHAUS
 - **Modelo** : ADVENTURER SL AS 214
 - **Número de serie** : 8028051195
 - **Procedencia** : U.S.A.
 - **Tipo** : Electrónica
 - **Identificación** : BA-001
 - **Capacidad máxima** : 210 g
 - **Capacidad mínima** : No indica
 - **Div. de escala (d)** : 0,0001 g
 - **Div. de verificación (e)** : 0,001 g (*)
 - **Clase de exactitud** : No indica
 - **Úbic. Del instrumento** : Área de Balanzas
4. **Lugar de calibración** : Instalaciones de LABORATORIOS ANALÍTICOS J Y R S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2017 - 02 - 28

6. **Método de calibración**
Comparación directa de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido según el PC-011: 4.ª Ed., "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático. Clase I y Clase II" del INDECOPI-SNM.

7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron pesas patrones de códigos: IM-863 con Certificado de Calibración N° M-0702-2016 de METROIL S.A.C.

(*) El valor de división de verificación (e) se escogió de acuerdo a la consideración del PC-011: 4ª Ed.; Item 10.2

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.


Ing. GERARDO A. GOICOCHEA DE LA CRUZ
Gerente Técnico
C.I.P.: 171505

