



**Uleam**  
UNIVERSIDAD LAICA  
ELOY ALFARO DE MANABÍ

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**EXTENSIÓN PEDERNALES**

**EXTENSIÓN PEDERNALES**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**

**PROYECTO**

**TITULO:**

**Análisis de Metales Pesados en *Litopenaeus vannamei*, Sedimentos y Monitorear la Calidad del Agua en Piscinas Camaroneras, El Toro, Pedernales.**

**AUTOR (A)**

**Cagua Velez Carlos Alberto**

**TUTOR (A)**

**Madrid Jiménez Luis Alberto**

**PEDERNALES – ECUADOR**

**2025**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**  
**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO DE MANABÍ" CARRERA DE**  
**BIOLOGIA**

**Título de la investigación**

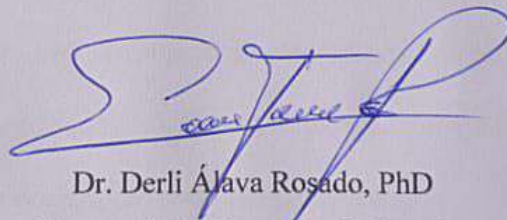
Análisis de Metales Pesados en *Litopenaeus vannamei*, Sedimentos y Monitorear la Calidad del  
Agua en Piscinas Camaroneras, El Toro, Pedernales.

**Tesis de Grado**

Sometida a consideración del Tribunal de revisión, sustentación y legalizada por el  
Honorable Consejo de Extensión como requisito previo a la obtención del título de:

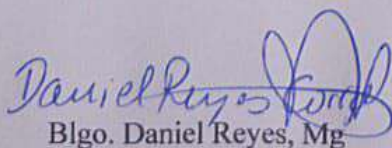
**Biólogo**

**Aprobado Por:**



Dr. Derli Álava Rosado, PhD  
Decano de la Extensión Pedernales

**Presidente del Tribunal**



Blgo. Daniel Reyes, Mg

**Miembro del Tribunal**



Quim. María Dolores Santana, Mg.

**Miembro del Tribunal**

## Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

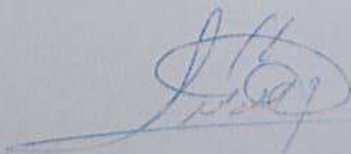
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular por la culminación de tesis de grado de investigación bajo la autoría del estudiante Cagua Velez Carlos Alberto, legalmente matriculada en la carrera de Biología, periodo académico 2025(2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "Análisis de Metales Pesados en *Litopenaeus vannamei*, Sedimentos y Monitorear la Calidad del Agua en Piscinas Camaroneras, El Toro, Pedernales".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 22 de enero del 2026.

Lo certifico,



Ing. Luis Alberto Madrid Jiménez Mg.

**Docente Tutor**

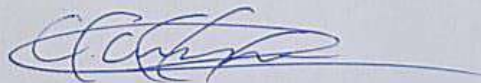
**Biología**

## AUTORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Cagua Velez Carlos Alberto, con cédula de identidad No.131272771-0, declaro que el trabajo de titulación “Análisis de Metales Pesados en *Litopenaeus vannamei*, Sedimentos y Monitorear la Calidad del Agua en Piscinas Camaroneras, El Toro, Pedernales” ha sido elaborado de forma original y personal. Este trabajo se fundamenta en una investigación propia, apoyándose en fuentes bibliográficas únicamente como referencia, respetando los derechos intelectuales de sus respectivos autores.

Por tanto, afirmo que las ideas y conclusiones expresadas en este documento son de mi autoría. Me responsabilizo por la veracidad de su contenido, así como del alcance de las investigaciones desarrolladas.

Pedernales, 25 de enero de 2026



Cagua Velez Carlos Alberto

Cl. 131272771-0

## **DEDICATORIA**

A mis padres Isabel Velez y Jimmy Medranda que son mi pilar fundamental porque creyeron en mí y siempre me brindaron su amor y apoyo incondicional, gracias por enseñarme con su ejemplo el valor de su esfuerzo, la perseverancia y la honestidad, sus sacrificios que han sido en mí, mi mayor impulso para cumplir cada uno de mis logros.

A mi hermano Ángel Cagua quien siempre me estuvo dándome ánimos desde el inicio hasta el final de la carrera, a mis compañeros de clases que siempre estuvieron ahí para ayudarme cuando no entendía algo, ellos forman parte de mi vida ya que estuvieron presente con sus bromas y de alguna u otra forma acompañándome siempre.

Esta tesis no solo es el fruto de mi esfuerzo, sino también del amor y el respaldo constante de cumplir cada uno de mis logros.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer inmensamente a Dios por darme la fuerza para siempre seguir hacia adelante, por darme salud y por brindarme la sabiduría necesaria en cada parte de este camino, expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera, fueron parte de este proceso.

A mi familia la cual es mi pilar fundamental para poder seguir día a día, gracias por creer en mi incluso en los días más duros, su apoyo ha sido esencial en esta etapa de mi vida, gracias querida familia.

A mi compañera Milena Intriago, una amiga con quien compartí risas, esfuerzo, dudas, logros y malos momentos durante la carrera. Gracias por estar siempre ahí cuando necesitaba algún consejo.

A mi tutor Doc. Luis Madrid y mi cotutora quienes cumplieron en compartir sus conocimientos, su orientación, sus valiosas observaciones, gracias por su compromiso y dedicación.

A todas las personas que, con una palabra, un gesto, o una acción contribuyeron a la realización de este trabajo, cada uno dejo una huella que hoy llega a su fin.

## INDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	12
Palabras Claves: .....	12
Abstract.....	13
Keywords:.....	13
CAPITULO 1.....	14
1.1    Introducción .....	14
1.2    Planteamiento del Problema .....	16
1.3    Identificación de Variables .....	17
1.3.1 Variables Independientes .....	17
1.3.2 Variables Dependientes .....	17
1.3.3 Variables Intervinientes .....	17
1.4    Hipótesis .....	18
1.4.1 $H_1$ (Hipótesis alternativa):.....	18
1.4.2 $H_0$ (Hipótesis nula):.....	18
1.5    Objetivos del Proyecto.....	18
1.5.1 Objetivo General.....	18
1.5.2 Objetivos Específicos.....	18
1.6    Justificación del Proyecto .....	19
1.7    Marco Teórico.....	20

Camarón Blanco ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ).....	20
Aspectos Morfológicos .....	20
Fisiología del <i>L. vannamei</i> .....	21
Taxonomía .....	21
Ciclo de Muda.....	22
Sistema de Cultivo .....	22
Extensivo.....	22
Semi-intensivo .....	22
Intensivo.....	23
Alimentación del <i>L. vannamei</i> .....	23
Ciclo de Vida .....	24
Anatomía Interna del <i>L. vannamei</i> .....	25
Anatomía Externa <i>L. vannamei</i> .....	26
Hibridación <i>L. vannamei</i> y <i>L. setiferus</i> .....	27
Dimorfismo Sexual .....	28
Tipo de suelo en piscinas camaroneras .....	28
Numero de Cromosomas.....	28
Nivel de Arsénico en la Carne y Caparazón del <i>L. Vannamei</i> .....	29
Calidad del Agua.....	29
Metales Pesados .....	30

Arsénico (As) .....	30
Efectos de arsénico en la salud .....	31
Detección de Arsénico en el Cuerpo Humano .....	32
Mercurio (Hg) .....	33
Efectos del mercurio en la salud .....	33
Detección de mercurio en el Cuerpo Humano .....	34
Plomo (Pb) .....	34
Efectos del plomo en la salud .....	35
Detección de Plomo en el Cuerpo Humano .....	35
Bioacumulación de metales .....	36
Movilidad de metales pesados en el sedimento .....	36
Técnicas para la determinación de metales pesados .....	37
ASV (Voltamperometría de Redisolución Anódica) .....	37
Espectrofotometría UV-Vis .....	37
Norma UE 2023/915 para metales en crustáceos .....	38
Codex Alimentarius .....	38
(TULSMA) - Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente .....	39
CAPITULO 2.....	40
2.1 Metodología .....	40
Área de estudio .....	40

Ubicación Geográfica del Área de Estudio.....	40
Ubicación de la Camaroneras muestreadas.....	40
Enfoques de la Investigación .....	42
Diseño de la Investigación .....	42
Nivel de Control del Investigador.....	42
Población y Muestra .....	43
Población.....	43
Muestra .....	43
Camarón .....	43
Sedimento .....	43
Agua.....	43
Análisis de laboratorio.....	44
Técnicas de Investigación.....	44
Recolección de muestras.....	44
Monitoreo de la calidad del agua .....	44
Análisis Comparativo.....	45
CAPITULO 3.....	46
3.1 Resultados .....	46
Concentración de metales pesados hallados en sedimento y tejido de camarón .....	46
.....	56

Parámetros fisicoquímicos del área de estudio .....	57
3.2 Discusión.....	62
3.3 Comprobación de Hipótesis.....	64
Conclusiones .....	65
Referencias.....	68
ANEXOS .....	80

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Taxonomía del Camarón Blanco .....	21
<b>Tabla 2:</b> Ubicación Geográfica de las 5 piscinas camaroneras de la zona de estudio. ....	41
<b>Tabla 3:</b> Resultados de Análisis en Tejido de Camarón .....	46
<b>Tabla 4:</b> Resultados de Análisis en Sedimentos de Piscinas Camaroneras .....	50
<b>Tabla 5:</b> Promedio de los parámetros fisicoquímicos de las 5 piscinas estudiadas .....	57

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ciclo Biológico del Camarón.....	24
<b>Figura 2:</b> Morfología Interna del <i>L. vannamei</i> .....	25
<b>Figura 3:</b> Anatomía Externa <i>L. vannamei</i> .....	26
<b>Figura 4:</b> Mapa general de las piscinas en el sitio El Toro, Pedernales .....	40
<b>Figura 5:</b> Ubicación individual de las piscinas en el sitio El Toro, Cantón Pedernales. ....	41
<b>Figura 6:</b> Grafica de resultados de Análisis en el tejido del camarón - Piscina 1 .....	47
<b>Figura 7:</b> Grafica de resultados de análisis en el tejido del camarón - Piscina 2.....	48
<b>Figura 8:</b> Grafica de resultados de Análisis en el tejido del camarón - Piscina 3 .....	48
<b>Figura 9:</b> Grafica de resultados de Análisis en el tejido del camarón - Piscina 4 .....	49
<b>Figura 10:</b> Grafica de resultados de Análisis en el tejido del camarón - Piscina 5 .....	49
<b>Figura 11:</b> Grafica de resultados de plomo en el tejido del camarón en las 5 piscinas estudiadas .....	50
<b>Figura 12:</b> Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 1 .....	53
<b>Figura 13:</b> Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 2.....	53
<b>Figura 14:</b> Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 3.....	54

<b>Figura 15:</b> Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 4.....	55
<b>Figura 16:</b> Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 5.....	55
<b>Figura 17:</b> Grafica de resultados de plomo en sedimento de cada punto de muestreo en las 5 piscinas estudiadas .....	56
<b>Figura 18:</b> Grafico de temperatura promedio en °C .....	58
<b>Figura 19:</b> Grafico de pH promedio .....	59
<b>Figura 20:</b> Grafico de salinidad promedio en ppt. ....	60
<b>Figura 21:</b> Grafico de oxígeno disuelto promedio en mg/L .....	60
<b>Figura 22:</b> Grafico de turbidez promedio en cm.....	61

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Recolección de muestras de sedimento .....	80
<b>Anexo 2:</b> Recolección de muestras de camarón .....	80
<b>Anexo 3:</b> Toma de parámetros fisicoquímicos .....	81
<b>Anexo 4:</b> Reporte de análisis de camarón piscina 1 .....	82
<b>Anexo 5:</b> Reporte de análisis de camarón piscina 2 .....	83
<b>Anexo 6:</b> Reporte de análisis de camarón piscina 3 .....	84
<b>Anexo 7:</b> Reporte de análisis de camarón piscina 4 .....	85
<b>Anexo 8:</b> Reporte de análisis de camarón piscina 5 .....	86
<b>Anexo 9:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 1 – Muestra 1 .....	87
<b>Anexo 10:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 1 – Muestra 2 .....	88
<b>Anexo 11:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 1 – Muestra 3 .....	89
<b>Anexo 12:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 2 – Muestra 1 .....	90
<b>Anexo 13:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 2 – Muestra 2 .....	91
<b>Anexo 14:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 2 – Muestra 3 .....	92
<b>Anexo 15:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 3 – Muestra 1 .....	93
<b>Anexo 16:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 3 – Muestra 2 .....	94
<b>Anexo 17:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 3 – Muestra 3 .....	95
<b>Anexo 18:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 4 – Muestra 1 .....	96
<b>Anexo 19:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 4 – Muestra 2 .....	97
<b>Anexo 20:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 4 – Muestra 3 .....	98
<b>Anexo 21:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 5 – Muestra 1 .....	99
<b>Anexo 22:</b> Reporte de análisis de sedimento piscina 5 – Muestra 2 .....	100

**Anexo 23:** Reporte de análisis de sedimento piscina 5 – Muestra 3 ..... 101

## **Resumen**

Esta investigación evaluó los niveles de concentración de metales pesados de plomo (Pb), arsénico (As) y mercurio (Hg) en muestras biológicas del camarón y el sedimento en las piscinas camaroneras ubicadas en El Toro, Pedernales. Se seleccionaron 5 piscinas camaroneras para la obtención de las muestras representativas del *L. vannamei* y sedimentos, y su respectivo monitoreo de la calidad del agua. Se recolectó aleatoriamente 10 ejemplares de camarón y 9 muestras de sedimentos en 3 puntos diferentes en cada una de las piscinas seleccionadas. Las muestras fueron enviadas al laboratorio certificado CESECCA (Centro de Servicios para el Control de Calidad) para determinar la concentración de metales pesados en las muestras del camarón y el sedimento. Los resultados que se obtuvieron mostraron que no hay riesgos asociados al mercurio ni arsénico, pero sí existe un problema bastante notable con los niveles de plomo que sobrepasan la normativa, esto demuestra que el sedimento es la principal fuente de concentración de plomo, lo que explica que este metal se bioacumule en el tejido del camarón. Es necesario corroborar estos datos en otros lugares del estuario para determinar si la contaminación es solamente en la zona de El Toro o en todo el estuario.

### **Palabras Claves:**

Contaminación, Plomo, Arsénico, Mercurio, Estuario, Sedimento.

## **Abstract**

This study evaluated the concentration levels of heavy metals lead (Pb), arsenic (As), and mercury (Hg) in biological samples from shrimp and sediment in shrimp ponds located in El Toro, Pedernales. Five shrimp ponds were selected to obtain representative samples of *L. vannamei* and sediments, and to monitor water quality. Ten shrimp specimens and nine sediment samples were collected randomly at three different points in each of the selected ponds. The samples were sent to the CESECCA (Center for Quality Control Services) certified laboratory to determine the concentration of heavy metals in the shrimp and sediment samples. The results obtained showed that there are no risks associated with mercury or arsenic, but there is a significant problem with lead levels exceeding the norm. This demonstrated that sediment is the main source of lead concentration, which explains why this metal bioaccumulates in shrimp tissue. It is necessary to corroborate these data in other parts of the estuary to determine whether the contamination is only in the El Toro area or throughout the estuary.

## **Keywords:**

Contamination, Lead, Arsenic, Mercury, Estuary, Sediment.

# CAPITULO 1

## 1.1 Introducción

La contaminación en el aire, los recursos hídricos y los suelos por metaloides y metales pesados es uno de los problemas más graves que ponen en riesgo la salud pública y la seguridad alimentaria tanto a nivel local como global. Las propiedades más comunes de estos contaminantes son: elevada toxicidad, persistencia, biotransformación y bioacumulación, lo que provoca que permanezcan en los ecosistemas durante mucho tiempo debido a que su degradación natural es complicada. Hoy en día, se está prestando cada vez más atención a la contaminación de metales pesados en alimentos de origen animal o vegetal destinados al consumo humano (Avila, 2021).

Ecuador es el principal productor y exportador de camarón del hemisferio occidental. Esto sucede por condiciones agroecológicas muy favorables para el cultivo en las zonas estuarinas de las costas del Océano Pacífico. Estas son aguas ricas en nutrientes, con un alta biodiversidad y productividad. La zona del Golfo de Guayaquil es donde se desarrolla la mayor parte de la camaronicultura en Ecuador, cuenta con una alta temperatura todo el año, lo cual mejora el crecimiento del camarón y reduce el estrés de este. El camarón ecuatoriano tiene una alta calidad, es muy reconocido y apreciado a nivel internacional. El camarón es el segundo producto no petrolífero de exportación después del banano y es el que más crecimiento ha presentado de manera sostenida desde el 2013, por lo que ofrece una posible oportunidad para los inversionistas (Palacios, 2016).

En los años sesenta, Ecuador llegó a la primera escala comercial y en 1969 fue considerado el líder en esta área, con cultivos fundamentalmente extensivos. En cuanto a ingresos por exportación, solo es sobrepasado por el petróleo; no obstante, constituye la fuente más grande del

sector privado foráneo y equivale al 15,6 % del PIB. Una epidemia llamada "Mancha Blanca" afectó los cultivos de camarón en 1999, y se extendió rápidamente a las demás provincias costeras del país. Este suceso tuvo un impacto negativo en la producción, lo que repercutió en la economía y redujo las vacantes laborales en la zona. Uno de los temas más debatidos a nivel mundial en relación con la acuicultura es el reemplazo del agua, ya que el líquido que se vierte presenta cambios en su composición como resultado del mismo proceso. Que con frecuencia se vierte en cuerpos naturales, como por ejemplo lagos, ríos o el mar (Moreira, 2022).

En pedernales existen alrededor de 400 camaroneros acreditados y que juntos representan el 10% de la economía local; de igual forma, enfatiza que debido a la falta de tecnificación y especialidad de la provincia ésta no ha podido resurgir como debe, motivo por el que se considera que Manabí es una de las provincias más retrasadas en cuanto a la forma de producir camarón. se conoce que las descargas camaroneras repercuten sobre los parámetros de calidad del agua y sedimento, e indirectamente a la biota residente. Es de renombre destacar que lo idóneo no es disminuir su producción, sino hacerla más sostenible, manteniendo ese régimen económico para el PIB del país (Muñoz, 2017).

La normativa que está vigente para la calidad del suelo es el TULSMA, esta Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados, la cual es una norma técnica ambiental vigente dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental con el objetivo principal de preservar o conservar la calidad del suelo para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general, los niveles máximos permitidos para arsénico es de 5 mg/kg, en mercurio 0,1 mg/kg y plomo 25 mg/kg (Villón, 2022).

## 1.2 Planteamiento del Problema

La actividad camaronera en Manabí, especialmente en Pedernales ha ido incrementado con el pasar de los años debido a su importancia económica y productiva. El Ecuador se destaca a nivel mundial por la calidad y cantidad de *Litopenaeus vannamei*.

La producción de camarón en Ecuador llegó a 1,2 millones de toneladas en el 2023. Las exportaciones se valoraron en 6.288 millones de dólares estadounidenses, un poco menos que el año anterior en términos monetarios, aunque mayor en términos numéricos. Hubo un repunte en 2021, a pesar de las disminuciones continuas de precios entre 2017 y 2022, que fueron contrarrestadas por incrementos en la producción. Sin embargo, en el año 2022 se produjo una ligera baja. Sin embargo, el valor total de las exportaciones se redujo en un 2,10 % en 2023, a pesar de que la demanda de camarón en China aumentó un 21,30 %. De manera parecida, tanto Europa como Estados Unidos vieron incrementos en la cantidad de exportaciones, aunque con descensos en el valor (Velaro, 2024).

El 2024 empezó con sanciones de China, por presuntas faltas a normas sanitarias, a varias de nuestras más importantes exportadoras. También en el 2024, Estados Unidos (EE. UU.) impuso aranceles sobre supuestos subsidios a las exportaciones ecuatorianas de camarón. Por tanto, en 2024, las exportaciones ecuatorianas de camarón habrían llegado a los \$ 6.700 millones, un descenso del 8 % respecto a las del 2023 (CAMAE, 2025).

La zona del Toro, ubicada en el Cantón Pedernales se ha caracterizado por su actividad camaronera la cual ha contribuido en el desarrollo socioeconómico local, pero con el pasar de los años la intensificación de las camaroneras puede que haya causado algunas dudas sobre el estado ambiental de las piscinas debido a la posible acumulación de metales pesados en el entorno ya sea

de forma natural, por la alimentación o por los diferentes compuestos industriales que se utilizan para que el camarón se mantenga sano y crezca de mejor manera.

Esta investigación busca evaluar los niveles de concentración de metales pesados en muestras biológicas del camarón y el sedimento en las piscinas camaroneras ubicadas en el Toro, además de comparar si están en los niveles óptimos permitidos en las normas nacionales e internacionales. Adicionalmente se monitoreará la calidad del agua para determinar si esto podría estar influyendo en la presencia de metales pesados en las camaroneras. Lo cual esta investigación pretende aportar con información técnica y científica que ayude a contribuir a una gestión ambiental responsable en las piscinas camaroneras, y así tener prácticas acuícolas seguras tanto para el medio ambiente, las exportaciones y que sea seguro para el consumo humano.

### **1.3 Identificación de Variables**

#### **1.3.1 Variables Independientes**

Presencia y concentración de metales pesados (arsénico, plomo y mercurio – mg/kg) en sedimento de las piscinas camaroneras.

#### **1.3.2 Variables Dependientes**

Nivel de bioacumulación de metales pesados en el músculo del *Litopenaeus vannamei* (Camarón Blanco).

#### **1.3.3 Variables Intervinientes**

Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua en las piscinas camaroneras (temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez).

## **1.4 Hipótesis**

### **1.4.1 H<sub>1</sub> (Hipótesis alternativa):**

La concentración de arsénico, plomo y mercurio en *Litopenaeus vannamei*, sedimentos y agua de las piscinas camaroneras de El Toro, Pedernales supera los límites máximos permisibles establecidos por las normas nacionales e internacionales.

### **1.4.2 H<sub>0</sub> (Hipótesis nula):**

La concentración de arsénico, plomo y mercurio en *Litopenaeus vannamei*, sedimentos y agua de las piscinas camaroneras de El Toro, Pedernales no supera los límites máximos permisibles establecidos por las normas nacionales e internacionales.

## **1.5 Objetivos del Proyecto**

### **1.5.1 Objetivo General**

Analizar metales pesados en *Litopenaeus vannamei*, sedimentos y evaluar la calidad del agua en piscinas camaroneras en la zona de El Toro.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar la concentración de metales pesados (arsénico, plomo y mercurio) en *Litopenaeus vannamei* y sedimentos.
2. Monitorear las condiciones del agua de las piscinas camaroneras.
3. Comparar los límites máximos permisibles de los resultados obtenidos de la concentración de metales pesados con normas nacionales e internacionales.

## 1.6 Justificación del Proyecto

La acumulación por metales pesados como Arsénico (As), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) pueden llegar a ser un problema en los cultivos del camarón debido a la acumulación de estos metales en el agua y sedimento. La presente investigación busca determinar los niveles de estos metales (As), (Pb) y (Hg) en las camaroneras del sitio el Toro, Pedernales ya que la acumulación de éstos en el sedimento y en el camarón pueden llegar a tener consecuencias tanto para el cultivo, como para la salud del consumidor final. En las piscinas camaroneras el sedimento es fundamental al actuar como depósito de estos metales con el pasar de los años y estos pueden llegar a ser consumidos por el camarón ya sea por la falta de alimentación lo que provoca que el camarón busque alimento en el sedimento o por la presencia de estos metales concentrados en el agua.

La absorción de metales pesados como el mercurio, arsénico y plomo puede causar afecciones en los seres humanos, según la OMS, la absorción de plomo es un grave riesgo para la salud, ya que este metal se va acumulando en el organismo y es especialmente dañino para niños; con el pasar del tiempo de este metal en el organismo se distribuye por todo el cuerpo, hasta llegar al cerebro, huesos, hígado, riñones; además de que no existe un nivel de exposición al plomo que se considere seguro. La vida media de los compuestos metálicos en el organismo tiende a ser prolongada debido a su afinidad y acumulación en los huesos, en el caso del Pb con vidas medias que son superiores a los 20 años (Encalada, 2021).

Es por ello que el presente estudio se realizará con la finalidad de determinar la concentración de metales pesados en el sedimento y en el *L. vannamei*, además de monitorear la calidad del agua para conocer si esto está influyendo en la acumulación de estos metales y comparar si los niveles de los metales encontrados están en los límites máximos permisibles tanto en las normas nacionales como internacionales.

## 1.7 Marco Teórico

### **Camarón Blanco (*Litopenaeus vannamei*)**

El *Litopenaeus vannamei* es nativo del océano Pacífico donde las aguas llegan a temperaturas superiores a 20°C y su distribución va desde el sur de Norte América hasta Sudamérica llegando hasta Perú (Encalada, 2021).

Además, el *L. vannamei*, se trata de una especie de gran importancia económica que genera un importante número de empleos directos e indirectos a través de la explotación y comercialización de sus poblaciones naturales y/o las procedentes de los sistemas controlados por la acuicultura (Cruz, 2012).

### **Aspectos Morfológicos**

Rostrum de tamaño mediano con 2-4 dientes ventrales y 7-10 dorsales. En los machos adultos, el petasma es semiabierto y simétrico. Espermatóforos complejos, que son la combinación de un envoltorio y una masa espermática. El télico está abierto en las hembras adultas. Cinco nauplios, tres protozoos y tres fases de mysis. Su color habitual es blanco translúcido, aunque puede variar según el sustrato, la alimentación y lo turbia que esté el agua (FAO, 2009).

Las hembras llegan a su madurez sexual entre los seis y siete meses de edad, al pesar 28g o más; los machos, en cambio, a partir de los 20g. Las reproductoras, cuyo peso corporal es de 30g y 45g, tienen la habilidad de liberar entre 100 000 y 250 000 huevos que poseen un diámetro aproximado de 0,22mm. La incubación tiene lugar aproximadamente dieciséis horas después de que se lleva a cabo el desove y la fertilización. En su fase inicial de vida, la larva conocida como nauplio nada de manera intermitente y muestra fototaxia positiva. Los nauplios no precisan alimento, sino que se alimentan de su reserva vitelina. Las fases siguientes (protozoa, mysis y

postlarva temprana) persisten como planctónicas durante un tiempo y se nutren del fitoplancton y el zooplancton. Cinco días después de su metamorfosis, las postlarvas alteran sus costumbres planctónicas a bentónicas (Cobo, et al., 2018).

### **Fisiología del *L. vannamei***

El color de los camarones proviene de cromatóforos, que son células especializadas en la creación de pigmentos específicos. Estas se encuentran incrustadas en el exoesqueleto y proporcionan un color específico. Utilizan branquias para la respiración, las cuales están localizadas en dos recintos laterales a la cabeza, específicamente en el cefalotórax, debajo del exoesqueleto. Poseen entre seis y veinte pares de branquias. Sus órganos excretores son las glándulas situadas en las antenas, y tienen un esófago corto y un estómago dividido en dos cámaras. Los decápodos son osmoconformadores en condiciones de alta salinidad, lo que significa que regulan la concentración de su sangre según la salinidad del agua marina (Gucic, 2008).

### **Taxonomía**

#### **Tabla 1:** Taxonomía del Camarón Blanco

**PHYLUM:** Arthropoda

**CLASE:** Malacostraca

**ORDEN:** Decapoda

**SUBORDEN:** Dendobranchiata

**SUPERFAMILIA:** Penaeoidea

**FAMILIA:** Penaeidae

**GENERO:** *Litopenaeus* (Boone, 1931).

## **Ciclo de Muda**

La ecdisis del camarón blanco es un proceso natural que conlleva transformaciones morfológicas y fisiológicas, las cuales hacen posible que el organismo crezca. Este proceso ocurre en ciclos, lo cual contribuye a que se aumente el peso y la estatura. En este, la capa de quitina sustituye a la estructura anterior hasta que se endurece. El intervalo entre dos mudas sucesivas puede dividirse en cuatro etapas de cada uno de los diferentes estadios. Para identificar con exactitud en qué momento de la muda se encuentra el camarón, es necesario observarlo mediante un microscopio y verificar los cambios morfológicos, en particular en los urópodos. Los periodos antes y después de la ecdisis del camarón, se consideran como un estrés endógeno, dado el proceso fisiológico que se realiza, como respuesta a la adaptación del camarón (permite mantener la homeostasis) donde se produce la liberación de su viejo exoesqueleto con un consiguiente cambio osmótico (Neira, 2022).

## **Sistema de Cultivo**

### **Extensivo**

La producción en estos sistemas es realizada comúnmente en grandes piscinas en tierra (con tamaños desde 1 Ha hasta más de 100 Ha). Se caracteriza por un bajo o nulo recambio de agua y densidades de siembra muy bajas (no superan los 5 PL/m<sup>2</sup> en la mayoría de los casos). No requiere de aireación artificial, A pesar de las densidades poblacionales bajas, los camarones de 11 a 12 g pueden ser cosechados en 4 a 5 meses (Alvarez, 2022).

### **Semi-intensivo**

Las piscinas semi-intensivas generalmente tienen un área de 1 – 5 ha. En este tipo de cultivo se utiliza semilla de laboratorios y se siembra a una densidad de 10-30 PL/m<sup>2</sup> existe un recambio

de agua diario, la aireación es mínima y es artificial, la alimentación se da por fertilización del medio complementando con alimentación artificial 2 o 3 veces al día (Reyna, 2020).

### **Intensivo**

Los sistemas intensivos constan de estanques pequeños ya sean de tierra o recubiertos con membrana plástica. Se caracteriza por hacer uso de una alta tasa de recambio de agua (20-100%/día). Se utilizan aireación continua (24h), alimentación suplementaria y fertilización constante (Noguera, 2018).

### **Alimentación del *L. vannamei***

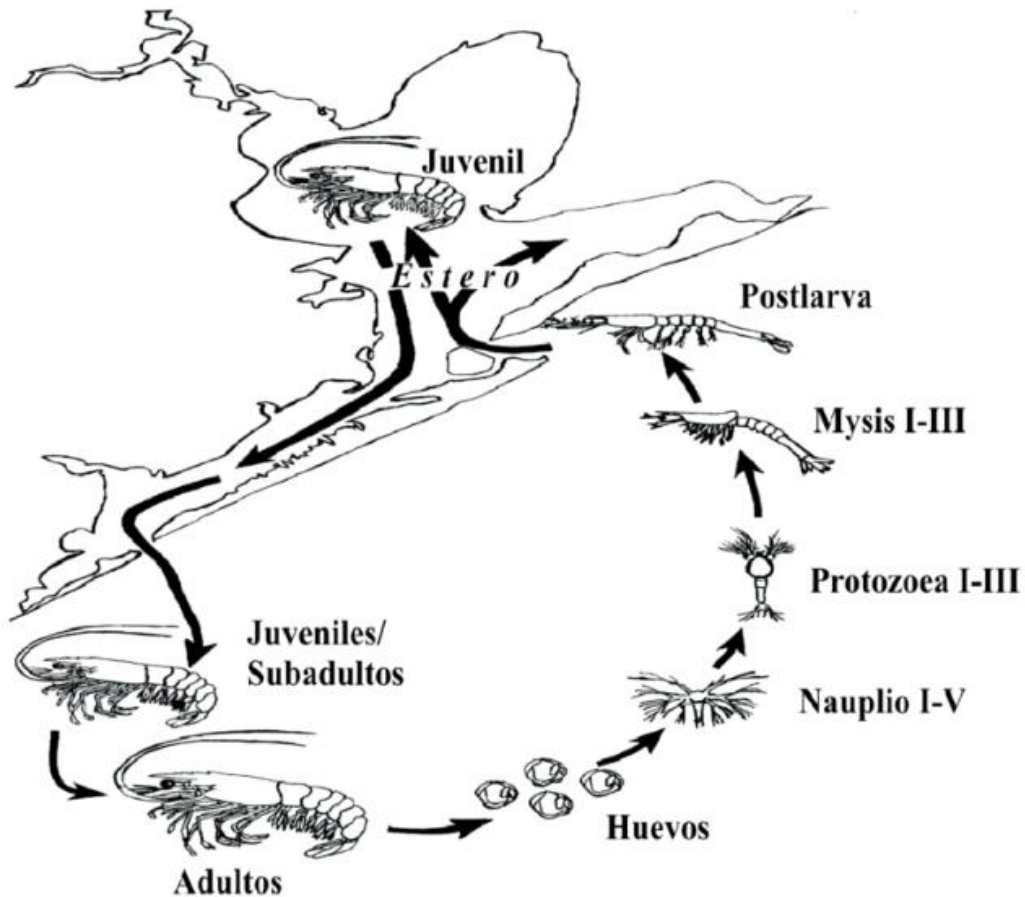
La alimentación del camarón *Litopenaeus vannamei* es una de las más complejas debido a que sus requerimientos nutricionales cambian conforme este va desarrollando sus diferentes etapas de crecimiento. La selección apropiada de los ingredientes para su dieta se verá reflejada en la supervivencia, el aumento de peso, el crecimiento y la calidad del sistema de cultivo a lo largo de todo su ciclo productivo. Su alimentación es variada. Durante la etapa de zoea, se nutre filtrando fitoplancton. Durante su fase de mysis, comienza a alimentarse de zooplancton. Durante su periodo juvenil, se convierte en un animal carroñero y omnívoro bentónico hasta que termina su ciclo (Ordoñez, 2020).

El alimento que se utiliza para el cultivo de camarón debe contener un alto contenido de proteínas, mismo que debe llegar hasta un 35%, de la composición, así como también estabilidad en el agua, con lo cual se espera que no pierda su valor nutricional, ya que éste constituye el factor más importante. El balanceado que existe en el mercado llega a contener 20-22%, 25% y 35% de proteína cruda en su composición y cuando la relación energía/ proteína es demasiado alta, el

consumo puede ser limitado, produciendo como consecuencia una disminución en el crecimiento (Guacho, 2022).

## Ciclo de Vida

**Figura 1:** Ciclo Biológico del Camarón



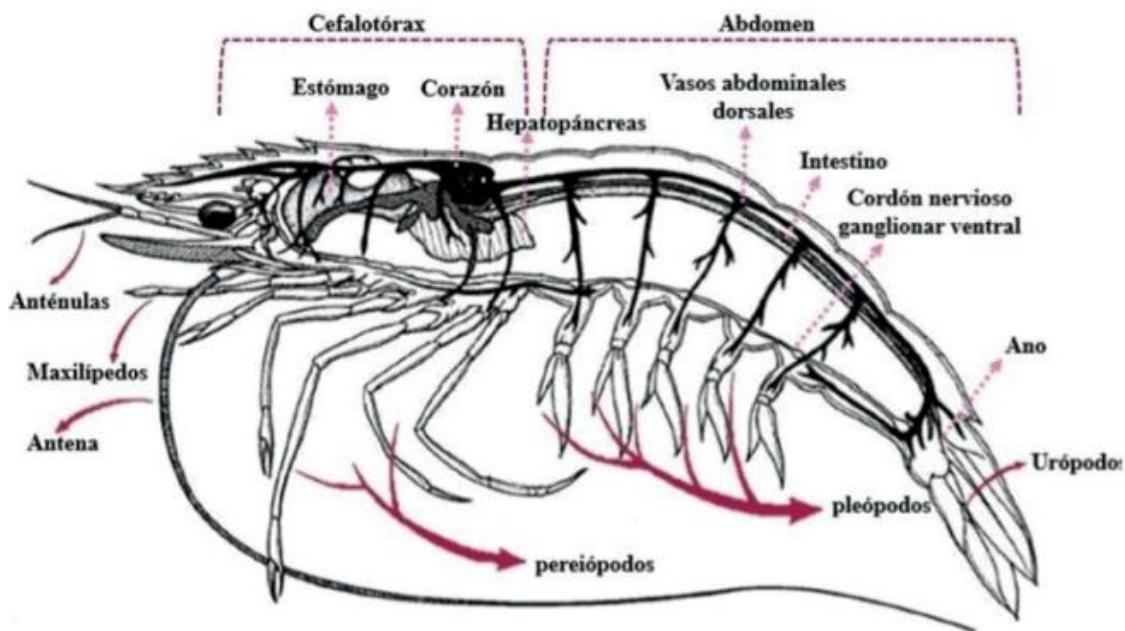
*Fuente: López, et al., 2010*

El ciclo de vida de los camarones inicia cuando la hembra adulta en fase reproductiva desova huevos fértiles que luego de 14 a 16 horas eclosionan dando origen al primer estadio larvario denominado “Nauplio”, en este estadio el camarón se alimenta de sus reservas y se moviliza en la columna de agua con ayuda de las antenas, además, atraviesa 5 sub-estadios denominados Nauplios I, II, III, IV y V. Posterior a ello, el camarón pasa al estadio Zoea el cual

se despliega en 3 estadios larvales que son: Zoea I, II y III, este estadio dura alrededor de 5 días y es cuando el camarón empieza a tener una alimentación basada en microalgas. Luego, las larvas tras la muda pasan al estadio de Mysis en sus 3 subestadios larvales, Mysis I, II y III, los cuales duran 3 días. En dicho estadio, el camarón morfológicamente adquiere pequeños pleópodos, se torna curvo e incluyen a su alimentación rotíferos y pequeños crustáceos, tales como artemia y copépodos. Finalmente, pasa al estadio de Postlarva (Figura 1) con la apariencia de un camarón diminuto y con la presencia de pereiópodos para desplazarse y sostenerse en el sustrato (Reyes, 2021).

### Anatomía Interna del *L. vannamei*

**Figura 2:** Morfología Interna del *L. vannamei*



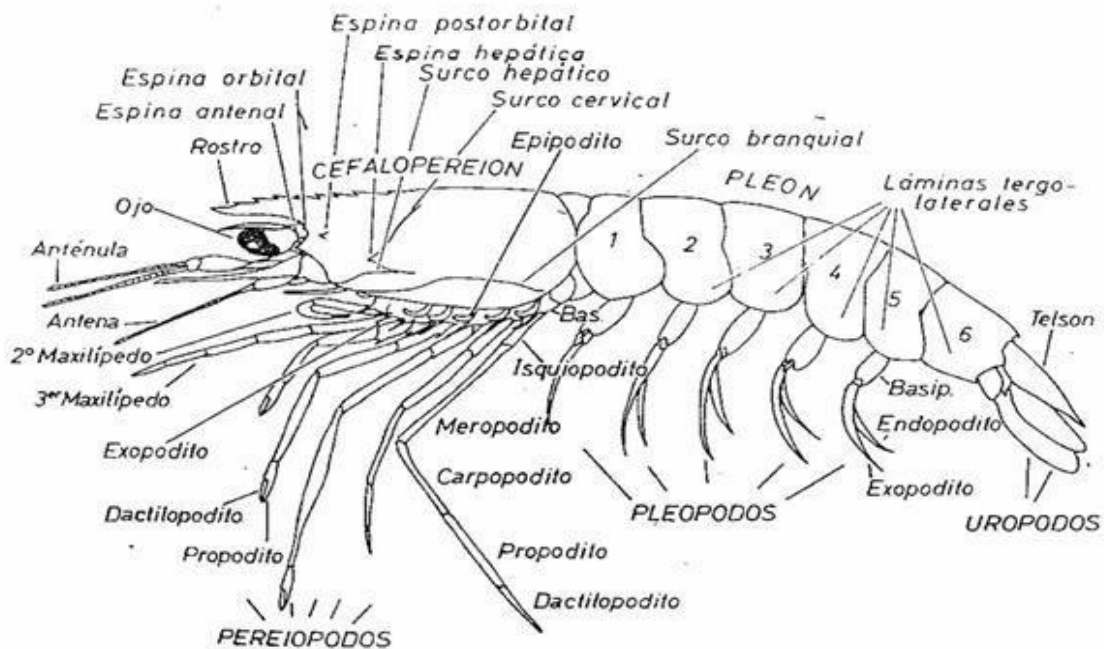
Fuente: (Consulting, 2024)

La mayor parte de los órganos de los camarones se localizan en la región del cefalotórax (Figura 2). El cerebro está impactado; presenta un ganglio supraesofágico y el sistema nervioso es ventral en las secciones torácica y abdominal, con los ganglios dispuestos de manera

metamerizada. El corazón es ventral y se conecta directamente con el hemoceloma a través de arteria abdominales ventral y dorsal, el aparato digestivo de los camarones como el de todos los decapados están constituidos por la boca que se localiza en la parte ventral anterior, entre las mandíbulas; un esófago por donde pasan los alimentos semitriturados al molino gástrico o estómago en donde se encuentra 2 cavidades o cámaras, el cardias y el píloro; en la primera se continua la demolición de los alimentos y en la segunda se filtran. Los ciegos hepatopancreáticos forman dos grandes glándulas digestivas constituidas por un gran número de tubos ramificados. El aparato respiratorio está constituido por dos dendrobranquias que se encuentran localizadas en las partes laterales del cefalotórax en una cámara protegida por la pleura que lo cubre (Marín & Chavarria, 2007).

### Anatomía Externa *L. vannamei*

**Figura 3:** Anatomía Externa *L. vannamei*



Fuente: Arancibia, Cáceres, García, Palacios, & Aguilar, 2018.

El camarón *L. vannamei* tiene un cuerpo alargado cubierto con un exoesqueleto o caparazón gelatinoso con sales de cal. El cuerpo se divide en dos partes: la cabeza o cabeza torácica y el abdomen o cola (Figura 3). El cefalotórax tiene una fina punta dentada llamada cara, que tiene diferente forma y número de dientes según el tipo, y también contiene un apéndice masticador, anténulas, ojos, etc. En su interior se encuentran el aparato digestivo, el páncreas y las branquias. Afuera hay 5 pares de patas que sirven para caminar y se llaman ambulacrales, andadores (Falconi, 2019).

### **Hibridación *L. vannamei* y *L. setiferus***

En 1997 Misamore y Browdy afirmaron que el *L. vannamei*, originario del océano Pacífico, pero introducido como especie exótica en las costas del Golfo de México y donde ya se habían encontrado organismos independientes en el mar, podría suponer un peligro para la modificación biológica de los ecosistemas locales. Por ello, evaluaron la factibilidad de hibridación de *L. vannamei* con la especie nativa *L. setiferus*, especie con la que *L. vannamei* podría estar interactuado reproductivamente por tratarse también de un camarón blanco y tener grandes afinidades morfológicas entre sí. Teniendo en cuenta lo anterior, los autores llevaron a cabo un experimento de hibridación de estas especies mediante la fertilización in vitro, por inseminación artificial y por cópula natural. Con el objetivo de realizar la fertilización in vitro, se administró a una hembra una inyección de suspensión espermática en el momento de la oviposición. Nunca se observó apareamiento espontáneo entre las dos especies y tampoco dieron resultado ni la inseminación artificial ni la fertilización in vitro. Se determinó que la incidencia del entrecruzamiento espontáneo entre los individuos de *L. setiferus*, especie nativa, y los de *L. vannamei*, especie introducida, era despreciable (Pérez & González, 2010).

## **Dimorfismo Sexual**

Para que la industria acuícola sea rentable, es fundamental el desarrollo de las especies. En peneidos, existe dimorfismo sexual, ya que las hembras crecen más que los machos. La posibilidad de incrementar la producción en la camaronicultura a través del cultivo exclusivo de hembras es una ventaja de la reversión sexual del camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei* (Garza, 2011).

## **Tipo de suelo en piscinas camaroneras**

(CENAIM, 2000) indica que, en las piletas ubicadas en áreas de manglar, con un radio de 25 a 30,1, la concentración de C fue superior al 2,5%. Las albercas que se construyen en áreas de manglares suelen tener un fondo con una concentración más elevada de azufre total y un pH reducido. Contrario a lo que creen los productores de camarón, la mayoría de las piscinas no son ácidas y solo un escaso porcentaje de los terrenos presentan un contenido total elevado de carbono, asociado a suelos de manglares.

Los suelos son potencialmente ácidos, con residuos de sulfatos o materia orgánica (para evitar la eutrofización) y/o posibles contaminantes (industriales, agrícolas, etc.). La textura del suelo son de tipo arcilla y limo (Fund & Ceer, 2021).

## **Numero de Cromosomas**

La falta de datos cromosómicos sobre estas especies se puede atribuir a la dificultad de encontrar tejidos con un alto número de células en división. Tras una exploración exhaustiva, se realizó un análisis cromosómico en muestras de diferentes etapas de desarrollo, incluyendo embriones, larvas y adultos, así como de diversos tejidos, como testículos, glándulas antenales, intestino medio y extremidades regeneradas. Hasta la fecha, se han reportado los números

cromosómicos de docenas de especies de camarones peneidos marinos. En general, la mayoría de los camarones peneidos tienen un número cromosómico diploide ( $2n$ ) (célula con 2 juegos completos de cromosomas) que oscila entre 88 y 92, siendo el número cromosómico modal de 88. El *L. vannamei* cuenta con un número de cromosomas de  $2n$  o 92 cromosomas (Zhang, Xiang, Yuan, & Li, 2023).

### **Nivel de Arsénico en la Carne y Caparazón del *L. Vannamei***

Según (Matos et. Al., 2022) los camarones silvestres (*Farfantepenaeus brasiliensis*) y de cultivo (*Litopenaeus vannamei*) contienen arsénico. El total de As en muestras de camarones silvestres excedió la legislación alimentaria brasileña y estadounidense por un orden de magnitud, con concentraciones de  $11,5 \pm 0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ , mientras que los camarones de cultivo tuvieron niveles de arsénico total significativamente más bajos ( $0,53 \pm 0,09 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Más del 60% del As estaba en la fracción comestible en los camarones silvestres, mientras que en los camarones de cultivo esto era menos del 50%. El análisis de especiación mostró que la arsenobetaina (AsB) fue la forma predominante de As y el iAs estaba por debajo de los niveles de la legislación china (iAs  $<0,50 \text{ mg kg}^{-1}$ ) para camarones en ambas especies.

### **Calidad del Agua**

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más importantes en la cría de camarones. La concentración mínima de oxígeno disuelto que un camarón puede tolerar varía entre 3 y 9 partes por millón, en lo que respecta a la talla y el tiempo de exposición. Los rangos óptimos del pH para el camarón fluctúan de 7.2 a 8.2 esto no significa que valores menores o mayores sean letales en una piscina, una disminución o aumento del pH, está relacionada con cambios en ambientes físicos o biológicos de la piscina (Ramirez, 2015).

La temperatura tiene relación directa con la viscosidad, densidad y la solubilidad de algunos gases, especialmente si nos referimos a la producción de camarón, Para hacer referencia a los índices en que el camarón tiene mejor crecimiento, se citan temperaturas que van desde los 25 a 31 °C teniendo en cuenta que el rango optimo va desde los 20 a 30 °C. Si es que se llegasen a tener valores mayores o menores se consideran como rangos letales (Davila, 2022).

La salinidad es un factor que determina la calidad del agua, corresponde a la concentración de varios iones disueltos en el agua. Juega un papel significativo en el crecimiento del animal a través de la osmorregulación de ciertos minerales en el agua, depende básicamente de iones como el Sodio, Magnesio, Calcio, Potasio, Sulfato, Cloruro, Bicarbonato. Cuando la salinidad es muy alta los camarones pierden agua. El *Litopenaeus vannamei* soporta grandes rangos de salinidad que va desde 1 ppt a 40 ppt siendo entre 20 a 25 ppt los más comunes en los cultivos (Barrazueta, 2021).

La turbidez puede ser definida como la “nubosidad” del agua y es causada por la presencia de materia sólida suspendida. Los sólidos suspendidos dispersan la luz que pasa a través del agua. Por lo tanto, la turbidez de los cuerpos de agua determina la profundidad a la cual las plantas acuáticas pueden crecer. Los datos de turbidez se expresan en centímetros. Estudios realizados por Clifford indican que la turbidez óptima es de 35 a 45 cm (García et al., 2018).

## **Metales Pesados**

### **Arsénico (As)**

El arsénico, un metaloide altamente tóxico, está presente en la corteza terrestre en gran cantidad y se sitúa en el puesto 20 entre los elementos más comunes. Es un componente natural de algunas formaciones minerales y rocosas, como las arsenopiritas y los minerales de sulfuro. La

erosión, la disolución y la descomposición de las rocas polucionan los mantos acuíferos. En ellos, el arsénico se presenta como arsenato (As V) y arsenito (As III), siendo el primero más tóxico. Dado que no tiene olor ni sabor, puede ser consumido sin darse cuenta cuando está en el agua potable. Esto puede provocar la enfermedad conocida como hidroarsenicismo crónico (Rodríguez, 2021).

Este metaloide puede existir en cinco estados de oxidación (3-, 1-, 0, 3+ y 5+); sus principales formas inorgánicas trivalentes incluyen el trióxido de arsénico, tricloruro de arsénico y arsenito de sodio, mientras que en las pentavalentes se encuentran el pentaóxido de arsénico, ácido arsénico, arseniato de plomo y arseniato de calcio. Algunas de las formas orgánicas más relevantes del arsénico son el ácido dimetilarsínico, el metilarseniato, el óxido de trimetilarsina y el tetrametilarsonium. A pesar de esto, se cree que es más importante la vigilancia ambiental de las formas inorgánicas porque resultan ser más tóxicas que las orgánicas (Rochín, 2021).

### **Efectos de arsénico en la salud**

El arsénico (As) se ha convertido en un problema medioambiental de creciente importancia por sus potenciales propiedades cancerígenas. El Centro Internacional de Investigaciones sobre Cáncer (IARC) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer lo han clasificado como un carcinógeno del grupo 1, debido a que hay evidencia suficiente de su capacidad de producir cáncer en seres humanos. De acuerdo con estudios epidemiológicos, la exposición a compuestos de arsénico está relacionada con una mayor posibilidad de desarrollar cáncer en el sistema hematopoyético, los pulmones, la piel y el hígado en individuos humanos. Los trabajadores de la minería, fundición y aquellos que producen y utilizan pesticidas suelen estar en mayor riesgo de padecer cáncer. Estos cambios en la expresión génica pueden ser inmediatos o temporales y pueden afectar de manera directa al individuo expuesto o a través de las generaciones, lo que supone

regulaciones epigenéticas. En realidad, diversos estudios señalan que la exposición temprana al arsénico o durante la gestación provoca cáncer de pulmón y vejiga en las personas adultas (Rodríguez, 2021).

### **Detección de Arsénico en el Cuerpo Humano**

Los indicadores biológicos más efectivos para cuantificar el As son la orina, la sangre y el cabello. La evaluación de una exposición crónica no se puede hacer con la determinación de As a través de concentraciones en la sangre; es útil solamente si se hace a los pocos días después de una exposición aguda. Esto es consecuencia de la corta vida media del As en sangre. Se consideran normales los niveles de sangre inferiores a 7  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . Los niveles de arsénico en sangre son detectables solo durante las primeras 2 a 4 horas tras la ingestión; después no se puede detectar ninguna forma de arsénico en el suero o la sangre. No obstante, es importante para identificar un aumento de As debido a la exposición laboral, porque si el As en sangre se incrementa, significa que ha habido una exposición reciente a concentraciones altas del tóxico. Para identificar una exposición que sea reciente o que esté ocurriendo actualmente, el marcador más adecuado es el As urinario. No obstante, es importante tener en cuenta que la concentración de arsénico en la orina se incrementa significativamente por causa de los mariscos y los peces. Por lo tanto, al llevar a cabo un análisis, sería crucial evitar el consumo de este tipo de alimentos 48 horas antes. Tomando esto en cuenta y examinando el As inorgánico (no el total) con más profundidad, para no sobreestimar debido a la alta concentración de compuestos organoarsénicos en la orina, se podría afirmar que los niveles normales de As en orina rondarían los 20  $\mu\text{g}/\text{l}$ ; niveles superiores a 200  $\mu\text{g}/\text{l}$  señalarían una exposición alta, mientras que concentraciones por encima de 500  $\mu\text{g}/\text{l}$  serían tóxicas (Solá et al., 2004).

## **Mercurio (Hg)**

Es un metal que, a una temperatura ambiental, es líquido y puede presentarse como compuestos orgánicos o inorgánicos. La toxicidad y la solubilidad del mercurio elemental son bajas cuando se ingiere. No obstante, tiene la capacidad de liberar vapores en cualquier temperatura que son tóxicos e inducen intoxicaciones crónicas y agudas cuando se inhalan. La toxicidad del mercurio depende de su fase química. El metilmercurio, por ejemplo, es una de las formas más venenosas y se incorpora fácilmente a la cadena alimentaria, acumulándose en los seres vivos. Las actividades que generan la mayor cantidad de metal pesado son: la manufactura electrolítica de mercurio, la industria celulosa y papelera, la minería y el empleo de fungicidas a base de mercurio (Morocho, 2023).

### **Efectos del mercurio en la salud**

El mercurio es tóxico para la salud humana y presenta riesgos especiales en todos los niveles. Se encuentra comúnmente en diversas formas: elemental (o metálica), inorgánica (p. ej., cloruro de mercurio) y orgánica (p. ej., metil y etilortio). Cada una de las formas mencionadas tiene diferentes efectos tóxicos. No tiene ninguna función positiva conocida en el cuerpo humano, e incluso en bajas concentraciones, puede tener efectos perjudiciales a largo plazo para la salud, causando dolores de cabeza, dolor en las extremidades, pérdida de dientes o debilidad general al principio. El mercurio causa numerosos trastornos, incluidos trastornos nerviosos, respiratorios y cardiovasculares; disfunción endotelial; varios tipos de cáncer; trastornos estomacales y de los vasos sanguíneos; daño hepático, renal y cerebral; desequilibrios hormonales; abortos espontáneos; lesiones cutáneas; daño a la visión; e incluso la muerte. Además, la forma de metilmercurio, ya en una dosis suficientemente baja, puede causar problemas de desarrollo neurológico, cardiovasculares e inmunológicos. La manera en la que se manifiesta clínicamente el

envenenamiento por mercurio depende de cómo es absorbido el mercurio, la cantidad de este, cuánto tiempo permanece activo y cómo ocurre la exposición (por vías ocupacionales o ambientales, por ejemplo, internas o externas) (Charkiewicz, 2025).

### **Detección de mercurio en el Cuerpo Humano**

La identificación de mercurio en una muestra de orina se hace utilizando el equipo generador de hidruros que se adapta a un espectrofotómetro. Cuando se requiere la determinación en muestras de sangre se aplica la espectroscopia de fluorescencia atómica. El método más usado para la determinación de mercurio es la espectroscopia de absorción atómica con vapor frío, con este método se obtiene una determinación directa con una condición la cual es que el mercurio que se encuentra en las muestras en una forma iónica se reduzca a estado metálico. La espectrometría de absorción atómica con horno de grafito también permite determinar mercurio por medio de muestreo sólido con atomizador electrotérmico y con la ayuda de aplicaciones con programas de secado y pirólisis (Quezada, 2023).

### **Plomo (Pb)**

El plomo, un metal que tiene efectos en órganos, tejidos y sistemas, se ha empleado mucho desde hace mucho tiempo y su efecto puede ser proporcional a la cantidad de este metal que existe en el cuerpo. No obstante, las fronteras de sus efectos tóxicos varían entre diferentes individuos. Este metal existe en forma inorgánica y orgánica, la forma inorgánica puede encontrarse en las pinturas, tierra, polvo y otros productos de manufactura. Los gases de la combustión de la gasolina, a la que se le ha agregado plomo, contiene la forma orgánica del metal (plomo tetra etilo); nuestro cuerpo absorbe esta forma más fácilmente, por lo que resulta más tóxica que la forma inorgánica (Quevedo, 2017).

## **Efectos del plomo en la salud**

El cuadro clínico provocado por la exposición al Pb se explica debido a su afinidad por los grupos sulfhidrilo, que le permite unirse y afectar una amplia gama de proteínas, y además por su enorme similitud al calcio y cinc, por lo que interfiere en los mecanismos celulares regulados por estos cationes. Las manifestaciones varían de acuerdo con la dosis y cronicidad de la exposición, estado nutricional del paciente y ante todo, su edad. Aunque si bien afecta a todos los tejidos, el SNC ( sistema nervioso central) se considera la diana principal. En la exposición aguda los síntomas más precoces son la irritabilidad, cefalea, dificultad para concentrarse, dolor abdominal paroxístico. Mientras que en la exposición crónica lo más frecuente es la pérdida de la memoria y de la coordinación, parálisis, debilidad, entumecimiento de las extremidades, enfermedad renal crónica e hipertensión arterial sistémica. Se debe recordar que el Pb se considera cancerígeno en los humanos (Barajas, 2022).

## **Detección de Plomo en el Cuerpo Humano**

Una analítica de sangre que evalúe todos los parámetros, incluso las concentraciones de plomo, es el procedimiento más sencillo y menos invasivo. Cuando los niveles de plomo son inferiores a  $5\mu\text{g/dl}$ , el peligro de intoxicación es muy bajo. Es alarmante cuando los valores superan los  $10\mu\text{g/dl}$ ; las personas que cuentan con ellos deben comenzar un tratamiento para deshacerse del metal en su organismo y dejar de estar expuestos al mismo. Una radiografía de los huesos largos y del abdomen sería otra prueba diagnóstica para determinar el nivel de este metal pesado en el cuerpo. De este modo, es posible determinar si el hueso contiene plomo y, en consecuencia, si hubo una exposición crónica. Asimismo, se tienen en cuenta pruebas como los análisis de coagulación, la biopsia de médula ósea y los niveles de hierro, ya que estos últimos tienen

interacción con el plomo. Esto es porque el plomo afecta considerablemente a la función hematopoyética, los eritrocitos y la coagulación de la sangre (Martín, 2014).

### **Bioacumulación de metales**

La bioacumulación es una particularidad que tienen determinados organismos para concentrar contaminantes en sus tejidos, lo cual implica el aumento progresivo de la cantidad de sustancia en los tejidos de un organismo. Es importante señalar que se considera bioacumulación cuando la velocidad de absorción de un contaminante supera la capacidad del organismo para eliminar la sustancia ajena a estos; sin embargo, el grado de acumulación de un contaminante dependerá de factores tales como: la naturaleza química del contaminante, el tipo de organismo, su estado fisiológico, la temperatura del agua y la salinidad. Existe un mayor riesgo de intoxicación por metales pesados por la ingestión de alimentos contaminados (sobre todo productos marinos bioacumuladores), ya que estos se van acumulando y biotransformando a través de la cadena trófica, mientras que los riesgos derivados de la ingestión de agua contaminada por metales pesados son mínimos por su baja solubilidad en agua (Chalen, 2021).

### **Movilidad de metales pesados en el sedimento**

La disponibilidad y movilidad de los metales en el suelo está determinada por una variedad de propiedades y componentes del medio entre los que están: el pH del suelo, el contenido y tipo de materia orgánica y arcillas, los óxidos, los carbonatos y el potencial redox. De todos ellos, el pH es el principal factor que controla la movilidad en el suelo. Sin embargo, aunque en general un descenso de la acidez incrementa el número de sitios de adsorción disponibles en la fase sólida, no necesariamente aumenta la cantidad de metales puesto que la adsorción depende, entre otros factores, de la afinidad química intrínseca del elemento respecto al material adsorbente. Aunque la mayoría de los metales tienden a estar más disponibles a pH ácido, ya que a esas condiciones la

solubilidad es alta, otros elementos trazan como el As, Mo, Cr y Se tienden a estarlo a pH básicos. El contenido y tipo de materia orgánica puede también favorecer los procesos de inmovilización de metales en el suelo ya que tiene gran cantidad de grupos funcionales que adsorben los iones metálicos debido a su alta afinidad (Vila, 2018).

## **Técnicas para la determinación de metales pesados**

### **ASV (Voltamperometría de Redisolución Anódica)**

La ASV es una técnica electroquímica (voltamperométrica) bien establecida y utilizada generalmente para la determinación de metales, dado los límites de detección bajos que posee ( $\mu\text{g/L}$ ), los cuales se alcanzan gracias al proceso previo de preconcentración del analito sobre la superficie del electrodo de trabajo, que idealmente posee un área superficial reproducible y de gran afinidad por el metal a ser reducido. Por lo tanto, el electrodo de trabajo más adecuado es el de gota colgante de mercurio, cuya técnica es conocida como polarografía. A causa de la elevada toxicidad del mercurio se han establecido políticas ambientales que procuran reducir el empleo de este (Sánchez, 2010).

### **Espectrofotometría UV-Vis**

Esta técnica de fácil acceso es aplicada para la determinación de metales desde hace muchos años, sin embargo, presenta ciertas dificultades para la determinación de estos, particularmente por su poca selectividad y baja sensibilidad. Por lo tanto, con objeto de disponer de esta técnica como sistema de control para la determinación simultánea de Cd, Hg y Pb, se puso a punto la determinación de estos metales por espectrofotometría UV-Vis empleando ditizona como agente cromogénico en un sistema sin flujo que pueda ser adaptado a un análisis FIA y aplicando calibración multivariante (Sánchez, 2010).

## **Norma UE 2023/915 para metales en crustáceos**

**Plomo:** Para los crustáceos, el contenido máximo de plomo fluctúa entre 0.01 mg/kg y 0.50 mg/kg (peso fresco) y puede ser diferente dependiendo del producto marino.

**Arsénico:** El máximo permitido para este metal en crustáceos es de 0,10 mg/kg (peso fresco) para carne de apéndices y abdomen (excepto cefalotórax).

**Mercurio:** El límite máximo que puede presentar en un producto es 0,50 mg/kg (peso fresco) para crustáceos (parte comestible), pero para otras especies puede variar a 0,3 mg/kg (Comisión Europea, 2023).

## **Codex Alimentarius**

El códex es un conjunto de normas, directrices y códigos que comprende únicamente niveles máximos de contaminantes y sustancias tóxicas naturales que se encuentran en los alimentos y piensos, fue establecida por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) con la finalidad de proteger la salud de los consumidores y promover prácticas leales en el comercio alimentario. Aunque en esta normativa no especifica un límite máximo de metales para el *L. vannamei* ya que estos son límites recomendados de manera general para productos marinos, el códex alimentarius presenta valores referenciales para los metales, en el caso del arsénico con un límite máximo de 0,1 mg/kg, en mercurio 0,5 mg/kg y en plomo 0,3 mg/kg (Villón, 2022).

## **(TULSMA) - Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente**

El TULSMA incluye una norma técnica ambiental vigente sobre la calidad del suelo y los criterios para remediar suelos contaminados. Esta normativa, que se encuentra en el Anexo 2 del Libro VI, fue establecida con base en la Ley de Gestión Ambiental y su reglamento, enfocados en prevenir y controlar la contaminación. Su propósito principal es proteger la calidad del suelo, ya que de ello depende la salud de las personas, el equilibrio de los ecosistemas y el bienestar del ambiente en general, los límites máximos de metales establecidos por esta norma para el arsénico son de 5 mg/kg, para mercurio 0,1 mg/kg y en plomo 25 mg/kg (Arroyo & Cedeño, 2025).

## CAPITULO 2

### 2.1 Metodología

#### Área de estudio

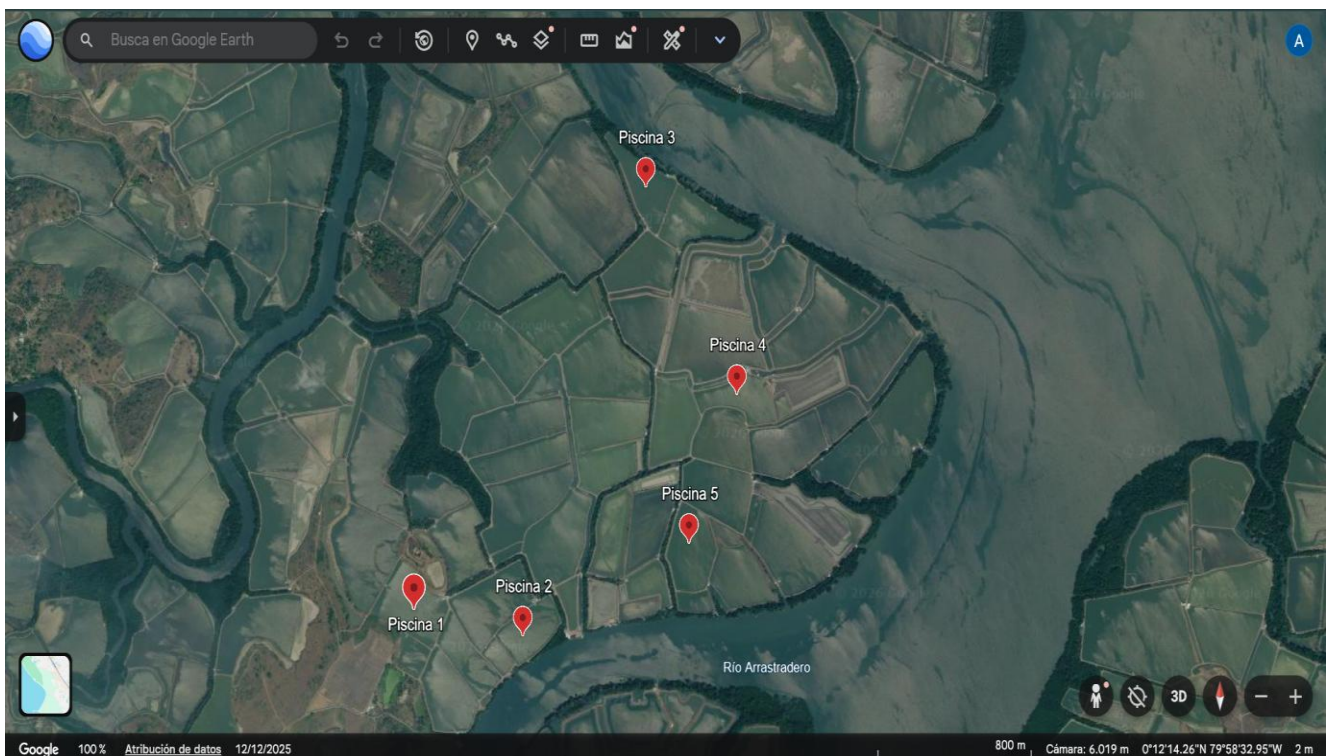
##### Ubicación Geográfica del Área de Estudio

Se tomaron como fuentes de estudio 5 camaroneras, ubicadas en el sitio el Toro, del cantón Pedernales a una distancia de 15,33 km.

##### Ubicación de la Camaroneras muestreadas

Las camaroneras, de las que se obtuvo las muestras, están ubicadas al noreste de la ciudad de Pedernales (figura 4, 5).

**Figura 4:** Mapa general de las piscinas en el sitio El Toro, Pedernales



Fuente: Google Earth.

**Figura 5:** Ubicación individual de las piscinas en el sitio El Toro, Cantón Pedernales.



Fuente: Google Earth

**Tabla 2:** Ubicación Geográfica de las 5 piscinas camaroneras de la zona de estudio.

Ubicación Geográfica	
Piscina 1	0°11'43"N 79°58'54"W
Piscina 2	0°11'37"N 79°58'58"W
Piscina 3	0°12'42"N 79°58'35"W
Piscina 4	0°12'13"N 79°58'19"W
Piscina 5	0°11'48"N 79°58'28"W

Fuente: Google Earth

## **Enfoques de la Investigación**

Investigación cuantitativa: Ya que se analizó y midió la concentración de metales pesados en muestras biológicas del *L. vannamei* y sedimentos, las muestras se recolectaron en el lugar de estudio y estas se las analizó en un laboratorio certificado sin manipular las variables, Además, de monitorear la calidad del agua en las piscinas camaroneras y conocer si esta influye en la concentración de metales pesados.

## **Diseño de la Investigación**

Se aplicó un diseño no experimental, descriptivo y exploratorio, donde se midieron las concentraciones de metales pesados (As, Pb y Hg), en este caso en el tejido del camarón (*Litopenaeus vannamei*) y el sedimento, lo cual las muestras fueron enviadas a un laboratorio certificado para su respectivo análisis; y así mismo monitorear los parámetros fisicoquímicos del agua de las piscinas camaroneras (Temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto y turbidez), esto sin alterar las variables ambientales de las camaroneras.

## **Nivel de Control del Investigador**

El investigador tuvo un control limitado o nulo, ya que solo fue capaz de supervisar el análisis, la conservación y la recolección de las muestras tomadas en la zona de estudio, pero no pudo manipular las condiciones ambientales de las piscinas camaroneras ni los niveles de concentración de los metales a analizar, ya que el objetivo de este estudio es determinar la concentración de metales pesados existentes en las piscinas durante un periodo de operación de 3 meses en un cultivo semi-intensivo, sin que sean manipulados por una persona exterior.

## **Población y Muestra**

### **Población**

Se seleccionaron 5 piscinas camaroneras en zona del Toro, Pedernales (Figura 5) para obtención de las muestras representativas del *L. vannamei* y sedimentos, y su respectivo monitoreo de la calidad del agua.

### **Muestra**

#### **Camarón**

Se recolectaron aleatoriamente 10 ejemplares de camarón (Anexo 2) en cada una de las piscinas que fueron seleccionadas, ya que es el mínimo de ejemplares requeridos por el laboratorio con un peso promedio total de 100g entre los 10 ejemplares, para el respectivo análisis en el musculo del camarón.

#### **Sedimento**

Se tomaron 9 muestras de sedimentos en 3 puntos diferentes (Anexo 1) de las piscinas camaroneras, en el centro, entrada del agua y salida del agua, lo cual fueron 3 muestras por punto de recolección, a una profundidad de 0 a 10 cm, las muestras se tomaron un tubo de PVC estéril con una marcar de 10 cm lo que indica la profundidad máxima para toma de las muestras.

#### **Agua**

El monitoreo del agua de las piscinas fue in situ, ya que se realizó en el momento en el área de estudio (Anexo 3); los parámetros fueron tomados en diferentes puntos de cada una las piscinas a diferentes horas del día y se lo realizo durante todo el periodo de producción, los equipos que se

utilizaron y sus marcas fueron el Peachimetro (Apera Instruments), Oxigenometro (Extech), Salinometro (Orapxi) y Disco secchi.

### **Análisis de laboratorio.**

Las muestras de camarón y sedimento recolectadas en el área de estudio fueron enviadas al laboratorio certificado CESECCA (Centro de Servicios para el Control de Calidad), el cual cuenta con una acreditación para el análisis de metales pesados (SAE LEN 08-004), los métodos de análisis utilizados por el laboratorio para la determinación de los metales en musculo del camarón y el sedimento fueron: Arsénico AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales) Ed. 22, 2023; 986.15, Mercurio AOAC Ed. 22, 2023; 974.14 y Plomo AOAC Ed. 22, 2023; 999.10.

### **Técnicas de Investigación**

#### **Recolección de muestras**

Las muestras del camarón fueron recolectadas, pesadas y conservadas de la manera más adecuada para su preservación, para evitar una contaminación externa y su degradación (Anexo 2). Las muestras de sedimento se las tomó con instrumentos adecuados y se las almaceno en fundas ziploc y se las conservó (Anexo 1). Las muestras fueron enviadas al laboratorio certificado CESECCA (Centro de Servicios para el Control de Calidad) para determinar la concentración de metales pesados en las muestras del camarón y el sedimento.

#### **Monitoreo de la calidad del agua**

Se midieron parámetros fisicoquímicos relevantes para calidad del agua de las piscinas camaroneras donde realizó el estudio (Anexo 3), los parámetros que se tomaron en cuenta fueron: Temperatura, pH, Salinidad, Oxígeno disuelto y Turbidez; mediante equipos portátiles y así

determinar si esto tiene relación o influye en la concentración de metales pesados en el camarón y sedimento.

### **Análisis Comparativo**

Los resultados obtenidos de la concentración de metales se los comparó con los niveles máximos permisibles establecidos por la normas nacionales e internacionales para así evaluar el nivel de contaminación por metales pesados en las piscinas camaroneras del sitio El Toro, Pedernales, la herramienta utilizada para la realización de las tablas con los resultados y los gráficos fue Excel.

## CAPITULO 3

### 3.1 Resultados

#### Concentración de metales pesados hallados en sedimento y tejido de camarón

**Tabla 3: Resultados de Análisis en Tejido de Camarón**

Metales	Piscinas	Resultados mg/kg	Limite - (UE)	Limite - (Codex Alim)
Arsénico	Pisc 1	0,001	0,10 mg/kg	0,1 mg/kg
	Pisc 2	0,001		
	Pisc 3	0,001		
	Pisc 4	0,001		
	Pisc 5	0,001		
Mercurio	Pisc 1	0,0005	0,50 mg/kg	0,5 mg/kg
	Pisc 2	0,093		
	Pisc 3	0,0005		
	Pisc 4	0,0005		
	Pisc 5	0,0005		
Plomo	Pisc 1	8,201	0,50 mg/kg	0,3 mg/kg
	Pisc 2	4,062		
	Pisc 3	4,582		
	Pisc 4	3,525		
	Pisc 5	5,000		

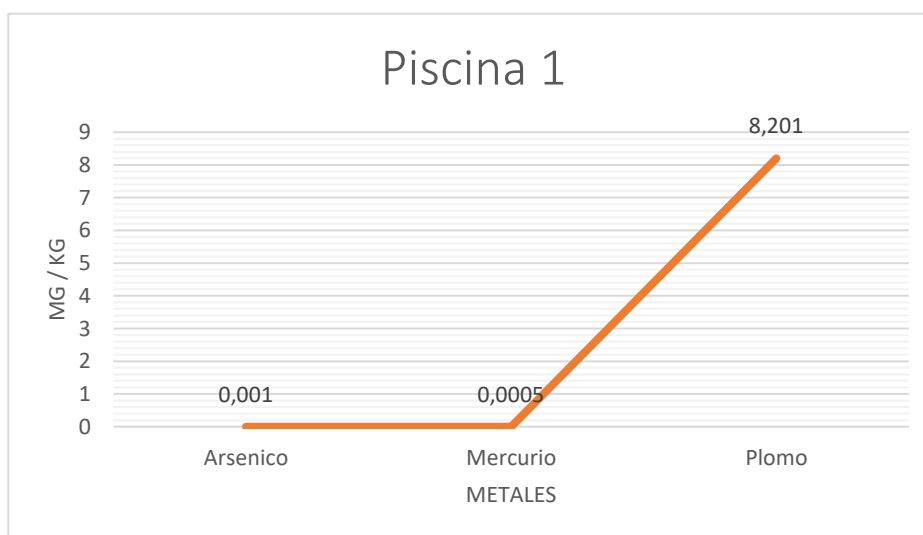
*Fuente: Autoría Propia*

La presencia de arsénico en el tejido del camarón muestra valores constantes de 0,001 mg/kg, (Tabla 3) lo cual indica niveles normales, esto surge de que no hay una fuente de contaminación de arsénico dentro del sistema de producción camaronero en la zona estudiada.

El mercurio mantiene niveles bajos en casi todas las piscinas con valores de 0,0005 mg/kg, excepto en la piscina 2 donde se registra un valor de 0,093 mg/kg, lo cual es un valor un poco alto comparado con los demás, pero sigue siendo bajo en comparación con los límites máximos en las normas internacionales para productos marinos.

Los niveles de plomo muestran variabilidad en cada piscina, con valores que oscilan entre 3,524 mg/kg y 8,201 mg/kg, siendo la piscina 1 que tiene la mayor concentración de este metal, estos valores sobrepasan los límites máximos propuesto por la Unión Europea para mariscos la cual es de 0,01 a 0,50 mg/kg y el Codex Alimentarius con 0,3 mg/kg como límite máximo, esto indica una contaminación por este metal en la carne del *Litopenaeus vannamei*.

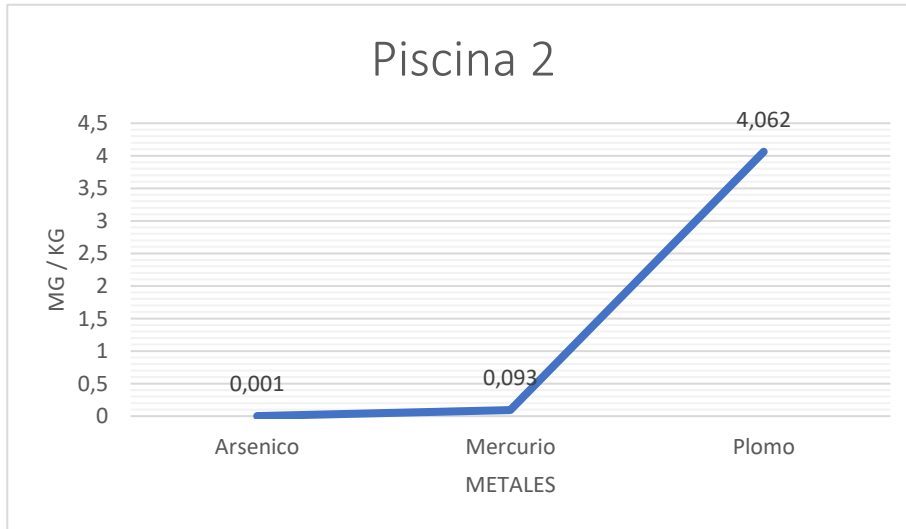
**Figura 6:** Grafica de resultados de Análisis en el tejido del camarón - Piscina 1



Fuente: Autoría Propia

El gráfico de la piscina 1 muestra concentraciones de arsénico (0,001 mg/kg) y mercurio (0,0005 mg/kg) que se encuentran bajo el límite de la norma. Por otro lado, el plomo tiene un valor elevado (8,201 mg/kg), lo que señala una concentración importante de este metal en comparación con los otros.

**Figura 7:** Grafica de resultados de análisis en el tejido del camarón - Piscina 2



*Fuente: Autoría Propia*

Las concentraciones de arsénico (0,001 mg/kg) y mercurio (0,093 mg/kg) siguen siendo muy bajas en la piscina 2. Sin embargo, el plomo es el metal que más abunda en esta en el tejido del camarón, ya que su concentración es mucho mayor (4.062 mg/kg).

**Figura 8:** Grafica de resultados de Análisis en el tejido del camarón - Piscina 3



*Fuente: Autoría Propia*

El contenido de arsénico (0,001 mg/kg) y mercurio (0,0005 mg/kg) en la Piscina 3 es casi nulo en el *L. vannamei*. Esto indica que en la muestra los niveles de estos metales son muy bajos.

Por el contrario, el plomo tiene una concentración significativamente mayor (4,582 mg/kg) y es el único metal que muestra una acumulación significativa en esta piscina.

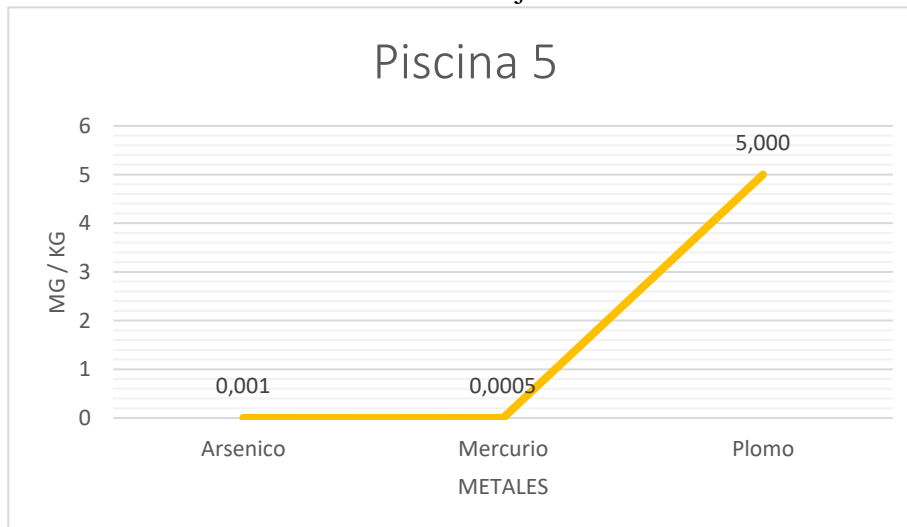
**Figura 9:** Grafica de resultados de Análisis en el tejido del camarón - Piscina 4



*Fuente: Autoría Propia*

Los niveles de arsénico (0,001 mg/kg) y mercurio (0,0005 mg/kg) en el musculo del camarón son muy bajos, lo que señala que la muestra contiene una baja proporción de los dos metales. En cambio, el plomo presenta un nivel considerablemente más elevado (3,525 mg/kg), lo cual hace que este metal el punto principal de contaminación.

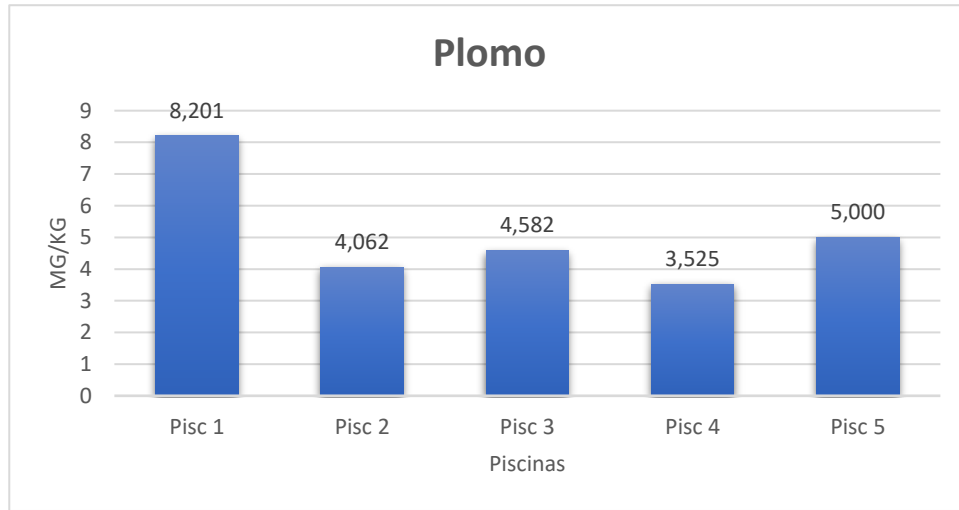
**Figura 10:** Grafica de resultados de Análisis en el tejido del camarón - Piscina 5



*Fuente: Autoría Propia*

La piscina 5 presenta un nivel de concentración del plomo (5.000 mg/kg) en el camarón, considerablemente más elevado que el del mercurio (0.0005 mg/kg) y el del arsénico (0.001 mg/kg). Esto muestra que el plomo representa el mayor riesgo de contaminación en *el cultivo*.

**Figura 11:** Grafica de resultados de plomo en el tejido del camarón en las 5 piscinas estudiadas



Fuente: Autoría Propia

La (Figura 11) muestra el contenido de plomo en los tejidos del camarón de las cinco piscinas que fueron analizadas. La piscina 1 tiene la concentración más alta, con 8.201 mg/kg; las concentraciones de las otras piscinas oscilan entre 3.525 y 5.000 mg/kg, siendo la piscina 4 la que presenta menos concentración. Estos resultados indican que la bioacumulación de plomo en las piscinas varía.

**Tabla 4: Resultados de Análisis en Sedimentos de Piscinas Camaroneras**

Metales	Piscinas	Muestras	Resultados mg/kg	Limite - (TULSMA)
Arsénico	1	M1	0,258	5 mg/kg
		M2	0,323	
		M3	0,559	
	2	M1	0,257	
		M2	0,270	
		M3	0,253	
	3	M1	0,379	
		M2	0,416	
		M3	0,855	

	4	M1	0,619	0,1 mg/kg
		M2	0,371	
		M3	0,874	
	5	M1	0,395	
		M2	0,301	
		M3	0,466	
Mercurio	1	M1	0,066	
		M2	0,076	
		M3	0,067	
	2	M1	0,096	
		M2	0,051	
		M3	0,051	
	3	M1	0,066	
		M2	0,075	
		M3	0,054	
	4	M1	0,056	
		M2	0,080	
		M3	0,001	
	5	M1	0,058	
		M2	0,043	
		M3	0,059	
Plomo	1	M1	7,93	25 mg/kg
		M2	9,74	
		M3	8,11	
	2	M1	1,513	
		M2	1,540	
		M3	7,029	
	3	M1	13,16	
		M2	6,67	
		M3	7,83	
	4	M1	5,16	
		M2	3,80	
		M3	18,90	
	5	M1	0,058	
		M2	11,53	
		M3	3,49	

*Fuente: Autoría Propia*

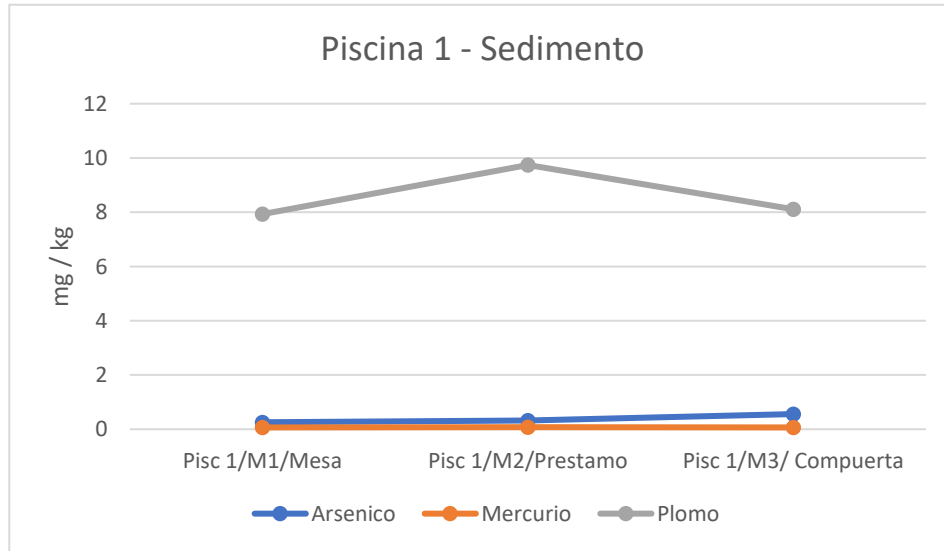
Las concentraciones de arsénico que se registraron en las 5 piscinas fluctúan entre 0,253 mg/kg y 0,874 mg/kg, lo cual muestra una variabilidad en cada una de las piscinas, en el punto de muestreo donde hay mayor presencia de este metal son en las compuertas, la piscina 3 y 4 son las

que tienen un nivel de concentración de arsénico más alto con valores de 0,855 y 0,874 mg/kg, pero estos niveles no son de preocupación (Tabla 4).

Los niveles de mercurio se mantienen bajos con valores de 0,001 mg/kg y 0,096 mg/kg, lo cual nos indica que no hay una contaminación significativa, excepto en la mesa de la piscina 2 donde se encuentra el punto tope de la concentración de este metal, pero no representa un riesgo para el cultivo.

El plomo es el metal que tiene mayor presencia con valores que oscilan entre 0,058 mg/kg hasta 18,90 mg/kg, lo cual nos muestra que hay diferencias significativas tanto en cada piscina como en puntos de muestreo, destacando el punto de muestro en la compuerta de la piscina 4 donde se encuentra se encuentra el nivel más alto de este metal con un valor de 18,90 mg/kg, y lo prosigue la piscina 3 en el punto de muestreo de la mesa, con 13,16 mg/kg que representa el segundo valor más alto, lo que nos indica que el plomo puede dispersarse de manera irregular, aunque este no supere los límites máximos establecidos por el TULSMA con un límite de 25 mg/kg, este metal sigue siendo el de mayor preocupación en el área de estudio.

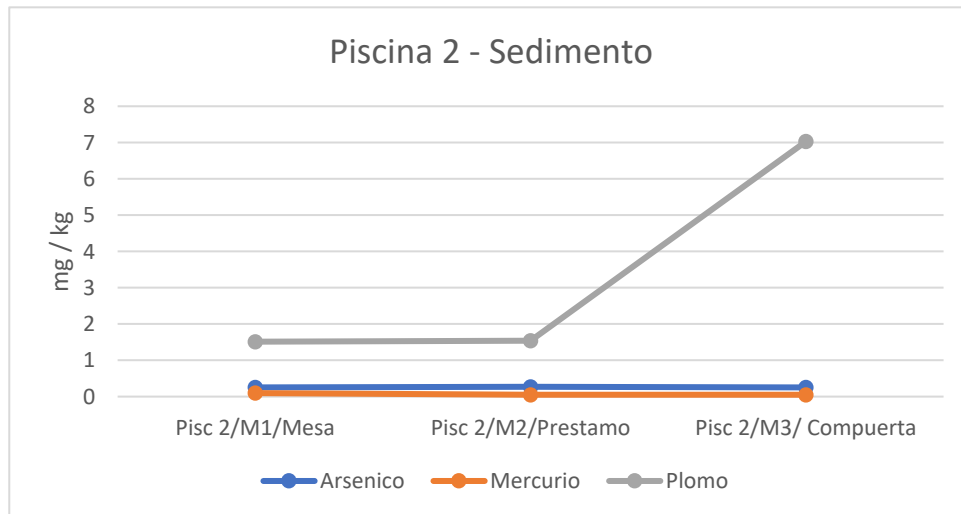
**Figura 12:** Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 1



Fuente: Autoría Propia

La (Figura 12) muestra la concentración de plomo, mercurio y arsénico en el sedimento de la Piscina 1. Se observa que el plomo tiene los niveles más altos, en particular en M2/Préstamo (9,74 mg/kg); mientras tanto, el arsénico y el mercurio mantienen valores bajos y relativamente estables. Estos hallazgos señalan que el plomo podría estar concentrándose en el sedimento, lo que podría suponer un peligro para el cultivo.

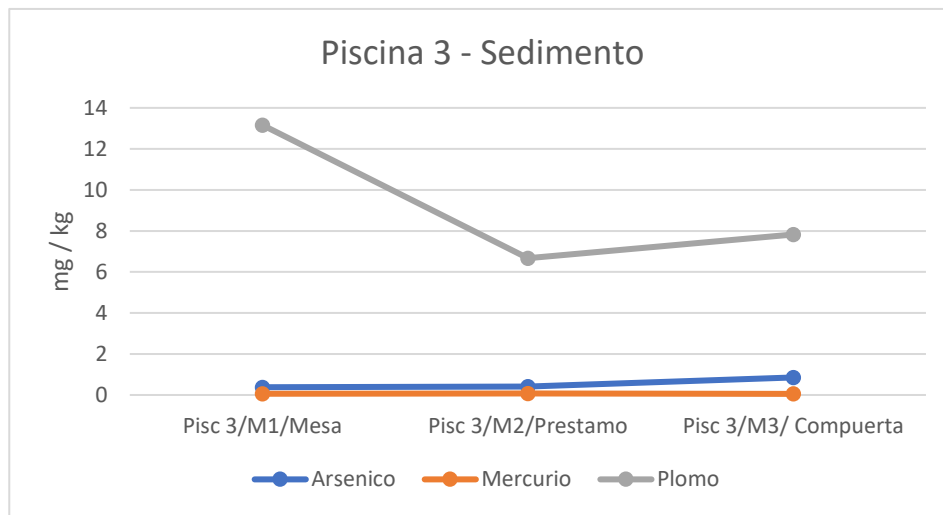
**Figura 13:** Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 2



Fuente: Autoría Propia

La (Figura 13) presenta los niveles de los metales de la analizados de la Piscina 2. El plomo, que en el punto de muestreo M3/Compuerta alcanza una concentración de 7,029 mg/kg, es bastante notable, mientras que en los otros dos puntos se encuentran entre 1,513 y 1,540 mg/kg. Por otro lado, el arsénico y el mercurio muestran números más bajos y estables. Esta distribución señala una concentración de plomo en el punto de muestreo 3.

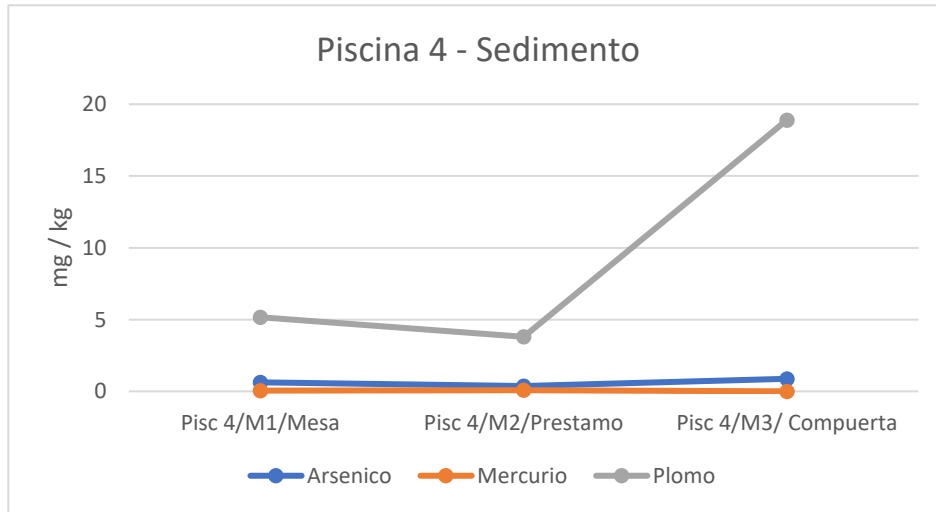
**Figura 14:** Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 3



*Fuente: Autoría Propia*

El plomo es el componente más presente en el sedimento de la Piscina 3, esto mostrado en la (Figura 14), lo cual muestra los niveles de metales pesados. La concentración más alta de plomo se encuentra en M1/Mesa (13,16 mg/kg). Los niveles bajan en el M2/Préstamo (6,67 mg/kg) y M3/Compuerta (7,83 mg/kg), aunque este último presenta un ligero repunte, mientras que los niveles de mercurio y arsénico son bajos y estables.

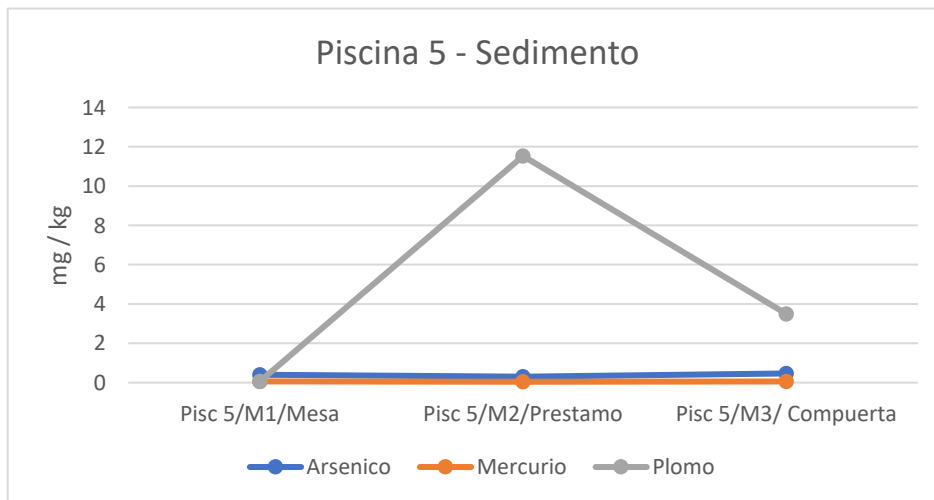
**Figura 15:** Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 4



*Fuente: Autoría Propia*

Como se observa en la (Figura 15), el punto M3/Compuerta de la Piscina 4 presenta una concentración significativa de plomo, con un valor próximo de 18,90 mg/kg; por otro lado, los niveles de mercurio y arsénico son bajos y estables. Este patrón señala que el plomo se concentra en zonas de entrada y salida del agua de las piscinas.

**Figura 16:** Grafica de resultados de Análisis en el sedimento - Piscina 5

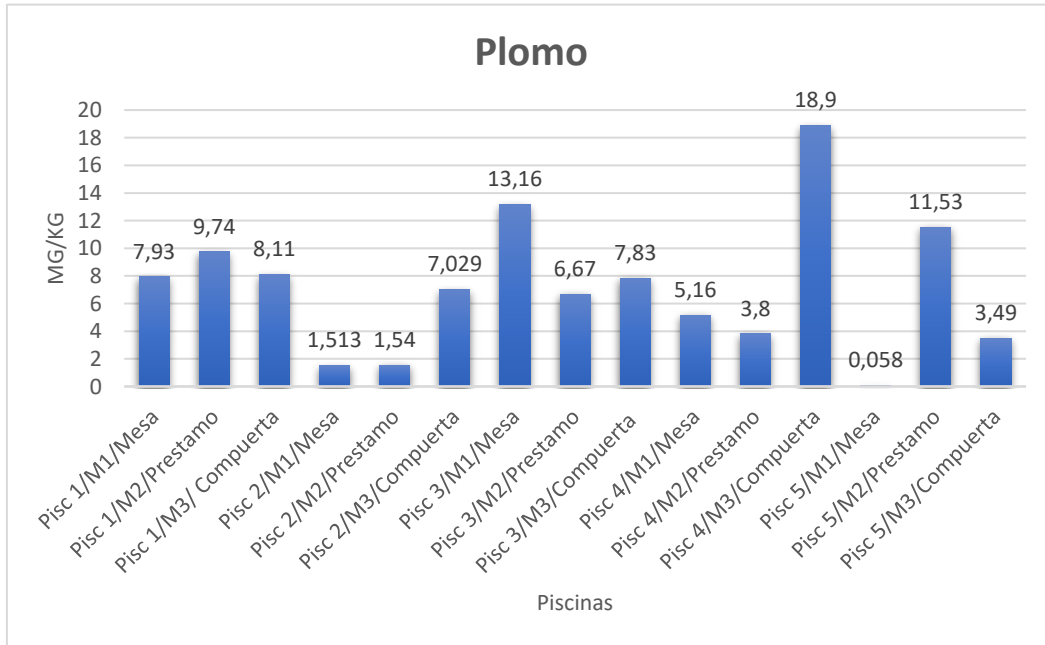


*Fuente: Autoría Propia*

La (Figura 16) muestra los niveles de mercurio, arsénico y plomo en el sedimento de tres de los 3 puntos de muestreo de la Piscina 5, donde fueron recolectadas las muestras. La

concentración de plomo en el punto M2/Préstamo es notable, alcanzando un nivel de 11,52 mg/kg. Por otro lado, el mercurio y el arsénico se mantienen en niveles estables y bajos. Esta disparidad indica una significativa concentración de plomo en la piscina.

**Figura 17:** Grafica de resultados de plomo en sedimento de cada punto de muestreo en las 5 piscinas estudiadas



Fuente: Autoría Propia

La (Figura 17) presenta las concentraciones de plomo en el sedimento de cada uno de los puntos muestreados en las cinco piscinas que se examinaron. La distribución de este metal es diferente, con importantes fluctuaciones de un lugar a otro y niveles más altos en lugares concretos, como la Pisc 4/M3/Compuerta y Pisc 5/M2/Préstamo. Este comportamiento indica que la acumulación de plomo en ciertas áreas del sistema podría estar determinada por factores externos al cultivo o algún contaminante que este provocando que los niveles de plomo estén elevados, aunque este no supere los límites establecidos por el TULSMA.

## Parámetros fisicoquímicos del área de estudio

**Tabla 5: Promedio de los parámetros fisicoquímicos de las 5 piscinas estudiadas**

Lote	Prom. T (°C)	Prom. pH	Prom. UPS (ppt)	Prom. OD (mg/L)	Prom. NTU (cm)
Piscina 1	28,54	7,83	18,93	5,56	36,33
Piscina 2	28,58	7,88	19,40	5,62	36,10
Piscina 3	28,56	7,91	18,58	5,64	35,67
Piscina 4	28,60	7,85	18,79	5,66	37,80
Piscina 5	28,61	7,80	18,84	5,56	35,93

Fuente: Autoría Propia

Las temperaturas que se registraron durante un mes en las cinco piscinas estuvieron estables (28,54 °C – 28,61 °C), solo muestran una pequeña variación y se mantienen dentro del rango óptimo para el cultivo de *Litopenaeus vannamei*, esta temperatura estable indica que no influye ni generan estrés térmico que pueda ayudar a la acumulación de metales.

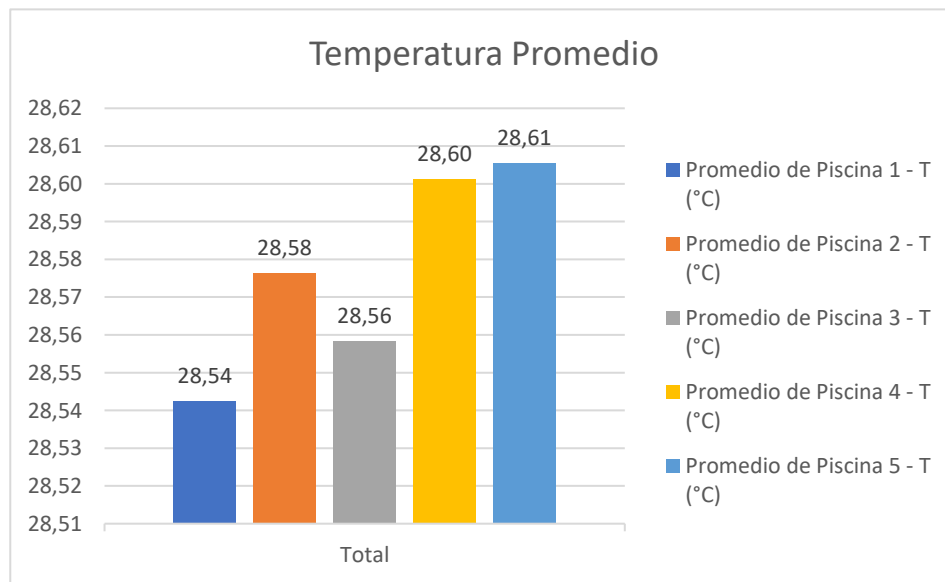
Los valores de pH (7,80 - 7,91) se hallan en el rango sugerido para sistemas de cultivo de camarón que oscilan entre (7,2 - 8,2), lo que indica un ambiente químico apropiado para la supervivencia y el crecimiento del *L. vannamei*. Esta estabilidad del pH también ayuda a disminuir el movimiento de metales pesados desde el sedimento hasta la columna de agua, pues niveles cercanos a la neutralidad alcalina reducen la solubilidad de ciertos metales como son el mercurio y el plomo.

La salinidad promedio que se registró en el mes de monitoreo estaban entre 18,58 y 19,40 ppt, lo cual es buena para cultivar *L. vannamei*, ya que tolera una amplia gama de condiciones, pero se desempeña mejor entre 20 y 25 ppt; dicha estabilidad en la salinidad es relevante para investigar metales porque niveles moderados de sal pueden tener un impacto sobre la especiación y la disponibilidad de metales pesados. No obstante, los valores observados no indican que haya peligro de cambios drásticos en la química del agua.

Los niveles promedio de oxígeno disuelto están entre 5,56 y 5,66 mg/L, esto registrado en todo el mes de monitoreo, lo cual no superan el mínimo recomendado para la cría del camarón blanco, lo cual favorece una menor movilidad de metales como el plomo, el arsénico y el mercurio.

Los niveles promedio de turbidez que se registraron en las 5 piscinas monitoreadas con el disco secchi están entre 35.67-37.80 cm, estos niveles son bastante moderados, lo cual indican que no hay una cantidad excesiva de materia orgánica o sólidos; sin embargo, un nivel más alto de turbidez podría influir en la interacción entre partículas suspendidas y metales pesados, ya que un mayor número de sólidos podría hacer más fácil la adsorción o el transporte de metales. No obstante, los valores detectados se sitúan dentro del rango normal y no sugieren que este influyendo en la acumulación de metales.

**Figura 18:** Grafico de temperatura promedio en °C

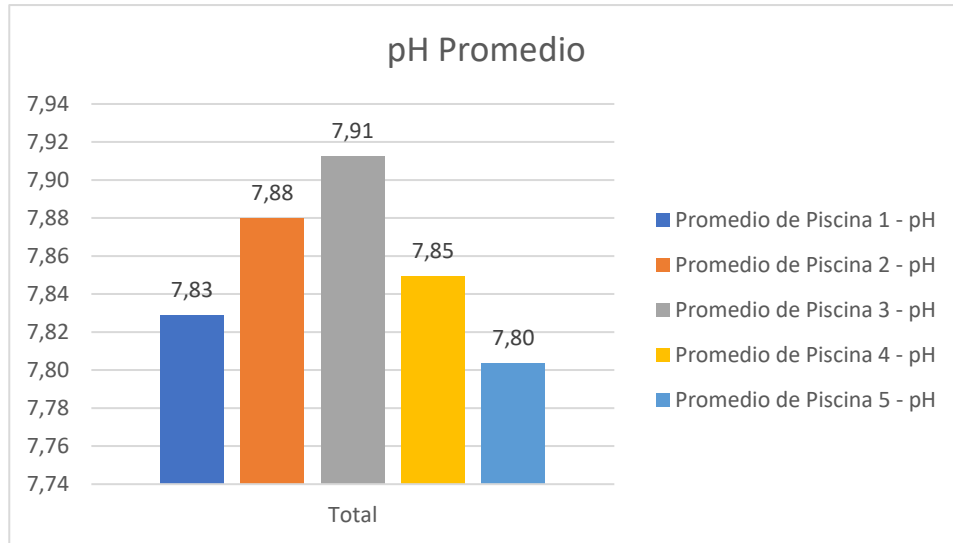


*Fuente: Autoría Propia*

Las temperaturas promedio de las cinco piscinas estudiadas, oscilan entre los 28.54 °C y 28.61 °C. Aunque las diferencias son muy pequeñas, la Piscina 5 es la que mayor temperatura registro, mientras que la Piscina 1 es la que menor temperatura presenta. La estabilidad de la

temperatura señala que las condiciones del ambiente son homogéneas entre en cada una de las piscinas monitoreadas (Figura 18).

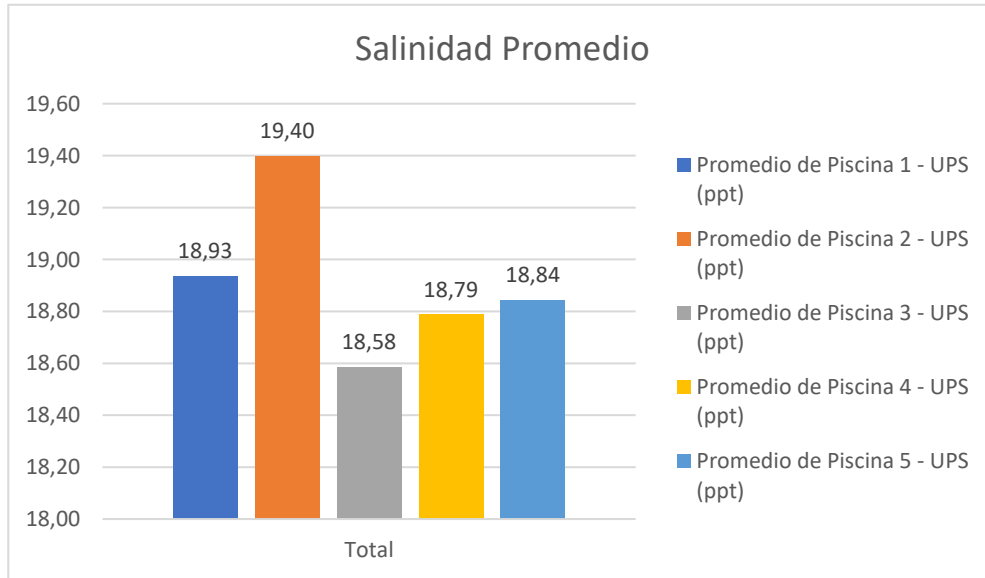
**Figura 19:** Grafico de pH promedio



*Fuente: Autoría Propia*

Los valores medios de pH en las cinco piscinas estudiadas fluctúan entre 7.80 y 7.91. Estos hallazgos indican que todas las piscinas monitoreadas presentan un pH ligeramente alcalino, lo cual se encuentra dentro de los límites ideales para los sistemas acuáticos. La Piscina 3 muestra el valor más elevado, y la Piscina 5 el más bajo (Figura 19).

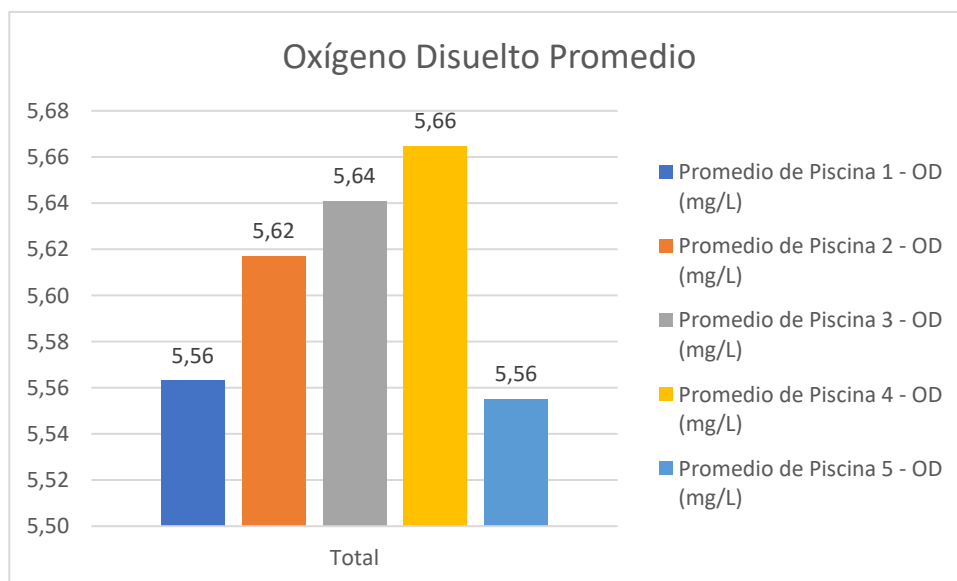
**Figura 20:** Grafico de salinidad promedio en ppt.



*Fuente: Autoría Propia*

La salinidad promedio de las cinco piscinas estudiadas, que oscila entre 18.58 ppt y 19.40 ppt. La piscina 2 es la que tiene el valor más elevado, aunque las diferencias sean mínimas; esto podría estar relacionado con fluctuaciones en el uso del agua o en la evaporación superficial (Figura 20).

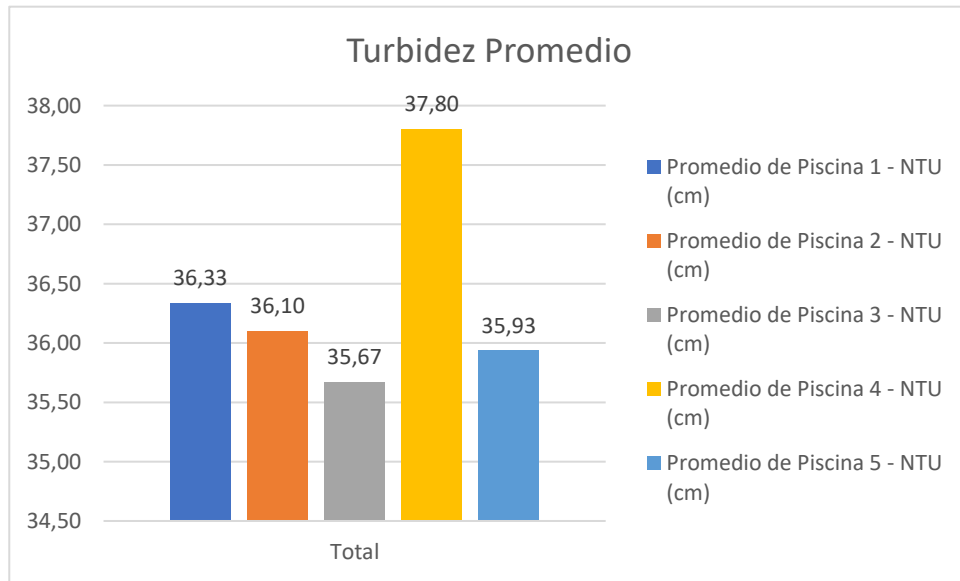
**Figura 21:** Grafico de oxígeno disuelto promedio en mg/L



*Fuente: Autoría Propia*

Los niveles promedio de oxígeno disuelto en las cinco piscinas analizadas varían entre 5.56 mg/L y 5.66 mg/L. La piscina 4 muestra el nivel más alto, aunque las variaciones son pequeñas; esto podría ser ventajoso para la respiración de los organismos acuáticos (Figura 21).

**Figura 22:** Grafico de turbidez promedio en cm.



La turbidez media del agua en las cinco piscinas, estos datos fluctúan entre 35.67 cm y 37.80 cm. La piscina 4 es la que presenta mayor nivel de turbidez, lo que indica mayor carga de partículas en la columna de agua, pero se encuentra en el rango apropiado el cultivo de camarones (Figura 22).

### 3.2 Discusión

Los resultados que se obtuvieron en esta investigación evidenciaron que el arsénico (As) y mercurio (Hg) en *L. vannamei* se mantuvieron dentro de los límites máximos propuestos por la Unión Europea y el Codex Alimentarius para productos marinos, lo cual esto coincide con los resultados reportados por Encalada (2021), quien registró concentraciones notablemente bajas con estos dos metales en camarónicas de El Oro y Santa Elena.

Del mismo modo Ávila (2021) mostró valores bajos para arsénico y mercurio en camarones vendidos en mercados de Manta, lo que refuerza que estos dos metales no representarían un riesgo para el cultivo de camarón. Sin embargo, las concentraciones de plomo difieren significativamente. Los resultados de plomo obtenido en el tejido del camarón están entre 3,525 mg/kg y 8,201 mg/kg lo cual supera notablemente los límites establecidos en el reglamento de (UE) 2023/915, el cual el máximo es de 0,50 mg/kg esto dicho por la Comisión Europea (2023) y el Codex Alimentarius con 0,3 mg/kg. Estos resultados obtenidos contrastan con Encalada (2021) quien registro valores bastante menores (0,002 a 0,166 mg/kg), así también con los resultados de Ávila (2021), donde mostro concentraciones inferiores a 0,214 mg/kg, y Morocho (2023) quien también encontró niveles de plomo bastante bajos tanto en camarones de cultivo y marinos.

Estos resultados pueden deberse a la alta concentración de plomo en el sedimento y eso explicaría la bioacumulación que se encontró en el tejido del camarón ya que esta es una especie bentónica, un fenómeno bastante coherente ya que el plomo tiende a unirse a proteínas y acumularse a organismos acuáticos, como lo explica Barajas et al, (2022).

En el caso de la investigación hecha por Villacís (2017) realizada en la comuna de puerto roma provincia del guayas, obtuvo resultado en plomo con valores de 4,99 y 9,63 mg/kg, niveles un poco bajos comparados con los resultados obtenidos en la zona de El Toro – Pedernales, que van desde 0,058 hasta 18,90 mg/kg, casi duplicando los niveles de Villacís (2017). Lo cual indica un nivel de contaminación más alto en esta zona.

Esta diferencia notable sugiere que, en la zona de El Toro, Pedernales existe una fuente intensa de acumulación por plomo, donde se obtuvieron valores de 0,058 mg/kg hasta 18,90 mg/kg, destacando la piscina 4 en el punto de muestreo de la compuerta donde está el valor máximo encontrado en el sedimento, estando casi al límite propuesto el TULSMA (25mg/kg).

Los valores de mercurio en las piscinas camaroneras oscilaban entre 0,043 mg/kg y 0,096 mg/kg (Tabla 4), dependiendo del lugar de muestreo y de la piscina. No obstante, estos niveles no suponían ningún riesgo. En contraste con los resultados obtenidos por Cedeño (2025) en el sedimento del estuario Cojimies presentaron valores de 0,072 mg/kg a 0,143 mg/kg; esto muestra que los resultados de ambas investigaciones se encuentran con niveles casi normales para este metal y no se presentan indicios de una contaminación significativa.

En conjunto los resultados que se obtuvieron muestran que no representa riesgos asociados al mercurio ni arsénico, pero si existe un problema bastante notable con los niveles de plomo en el músculo del camarón que sobrepasan la normativa, lo cual tiene coincidencia con la bioacumulación y toxicidad explicados en el marco teórico. De acuerdo con los datos recopilados, el sector analizado tiene una contaminación significativa por plomo. Esto podría suponer un peligro para la calidad del producto final y su exportación, ya que excede los niveles máximos establecidos por la Unión Europea y el Codex Alimentarius.

Los parámetros fisicoquímicos que fueron registrados estuvieron dentro del rango aceptables para el cultivo de camarón, esto de acuerdo con lo que indicaron Ramírez (2015), Dávila (2022) y otros autores ya mencionados. La estabilidad de los parámetros indica que la calidad del agua no es el principal factor de la concentración de plomo, esto coincidiendo con lo que Moreira (2022) describió, ya que explica que las variaciones en los parámetros del agua no siempre significan la acumulación de metales, estas concentraciones pueden deberse a algún factor externo o derrames de combustibles. En los resultados obtenido se demuestra que el sedimento es la principal fuente de concentración de plomo, lo que explicaría que este metal de bioacumule en el tejido del camarón, tal como Encalada (2021) planteo en sus estudios, ya que también encontró una relación directa de los niveles de plomo en sedimento y la presencia de este metal en el músculo del camarón.

### **3.3 Comprobación de Hipótesis**

Si bien los niveles de arsénico y mercurio en el tejido del *Litopenaeus vannamei* y en el sedimento se mantuvieron dentro de los límites máximos propuestos por las normas internacionales, los niveles de plomo en el *L. vannamei* superan significativamente los valores permitidos por la Unión Europea (0,01-0,50 mg/kg) y el Codex Alimentarius (0,3 mg/kg), estos niveles de concentración de entre 3,525 y 8,201 mg/kg en las cinco piscinas analizadas. En el sedimento los niveles de plomo fueron aún más elevados (0,058 mg/kg y 18,90 mg/kg) lo que significa que existen una bioacumulación potencial de este metal, casi llegando al límite máximo propuesto por el TULSMA (25 mg/kg). Debido a los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, ya que al menos uno de los metales que fueron analizados excede los estándares de la normativa.

## Conclusiones

Los resultados que se obtuvieron demostraron que, si bien los niveles de arsénico y mercurio estuvieron dentro de los límites máximos establecidos por las normas internacionales, en cambio los resultados de plomo tuvieron niveles bastante críticos tanto en el tejido del camarón y el sedimento. Los niveles que se registraron en el tejido del camarón oscilan entre 3,525 mg/kg y 8,201 mg/kg, lo cual excede significativamente el máximo que esta permitió por la Unión Europea (UE) 2023/915 (0,50 mg/kg) y el Codex Alimentarius (0,3 mg/kg), en cambio con el sedimento se identificaron niveles aún mayores, alcanzando niveles de 18,90 mg/kg, aunque no sobrepasa los límites propuestos por el TULSMA (25 mg/kg).

Esto indica que el sedimento es la principal fuente de concentración de plomo, lo cual favorece la bioacumulación en el tejido del camarón, esto sustentado en el marco teórico por estudios previos como el de Encalada (2021), Avila (2021) y Morocho (2023), cuyos resultados mostraron niveles inferiores con los registrados en la zona de el Toro, Pedernales.

En cuestión de la calidad del agua los datos que se tomaron estuvieron dentro los parámetros que se consideran estables para un cultivo de camarón, lo cual nos permite aclarar que los parámetros fisicoquímicos del agua no son los responsables de la elevada concentración de plomo. Esto indicaría que las concentraciones de plomo en la zona de El Toro podrían deberse a la particularidad del entorno, a posibles contaminaciones por algún producto químico o por derrames de combustibles.

Esto evidenciaría un problema crítico por contaminación de plomo, lo que comprometería la inocuidad del producto final, la salud de los consumidores y la exportación de este producto, ya que las normas sanitarias con el pasar de los años son más estricta. Esta investigación aporta con

evidencia real para la gestión ambiental de las piscinas camaroneras de la zona, destacando la necesidad de hacer monitoreos continuos y estrategias para poder reducir esta contaminación por plomo, y así la actividad camaronera en pedernales siga siendo sostenible.

Es necesario corroborar estos datos en otros lugares del estuario para determinar si la contaminación es solamente en la zona de El Toro o en todo el estuario.

Ya que las piscinas analizadas están a más de 2 km de distancia entre sí, no se trata de un caso de contaminación local con plomo; es muy probable que todo el estuario esté contaminado con Pb en gran medida.

## Recomendaciones

A partir de la evidencia que se obtuvo, donde se registró que el plomo supera los límites internacionales tanto en el tejido del camarón como en el sedimento, se recomendaría establecer un monitoreo trimestral permanente, para conocer si hay alguna variación en los niveles de este metal en época lluviosa o verano.

Debido a los valores elevados en el sedimento en todas las piscinas (0,058 mg/kg hasta 18,90 mg/kg), se sugiere que se investigue si se debe a alguna fuente externa como la acumulación de este metal en el estero y el posible ingreso al momento del bombeo o el recambio de agua de las piscinas y así conocer si ese puede ser la fuente de contaminación de las piscinas.

Dado a que las muestras de sedimento se obtuvieron a una profundidad máxima de 10 cm, también se recomendaría hacer una remoción del suelo, para conocer si la concentración de este metal solo se encuentra en la superficie o si aun en mayor profundidad sigue habiendo una acumulación bastante elevada o si ya se disminuiría un poco, para impedir que la presencia de este metal siga dañando el cultivo del *Litopenaeus vannamei*.

Dado que el plomo hallado en el tejido del camarón excede ampliamente los límites establecidos por la normativa internacional (UE) 2023/915 y el Codex Alimentarius, sería esencial implementar un control de calidad y realizar seguimientos al camarón y al sedimento cada vez que se cosecha, antes de comercializar el producto final. Esto ayudaría a evitar rechazos por parte de los compradores, evitar sanciones y pérdidas económicas para la empresa.

Realizar medidas de remediación de contaminación de plomo en las piscinas camaroneras del área de estudio.

## Referencias

- Alvarez, C. (2022). *Comparación del rendimiento productivo del cultivo de camarón blanco “Litopenaeus vannamei” entre la alimentación manual (tradicional) y alimentación automática temporizada en sistemas semi-intensivos*. [Tesis de Titulación]. Universidad Estatal Península de Santa Elena - Facultad de Ciencias del Mar - Carrera de Biología Marina: La Libertad - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8128/1/UPSE-TBM-2022-0025.pdf>
- Arancibia, E., Cáceres, D., García, V., Palacios, K., & Aguilar, K. O. (2018). *Comparación del ritmo de crecimiento del Litopenaeus vannamei y las fluctuaciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos, de los estanques 1 y 2 de la granja camaronera Playa Hermosa, en el periodo comprendido de Abril a Junio del 2017*. [Trabajo de Titulación]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria - Departamento de Ingeniería Acuícola: Nicaragua. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/363126709\\_Comparacion\\_del\\_ritmo\\_de\\_crecimiento\\_del\\_Litopenaeus\\_vannamei\\_y\\_las\\_fluctuaciones\\_de\\_los\\_parametros\\_fisicos\\_quimicos\\_y\\_biologicos\\_de\\_los\\_estanques\\_1\\_y\\_2\\_de\\_la\\_granja\\_cameronera\\_Playa\\_Hermosa\\_en\\_el\\_per](https://www.researchgate.net/publication/363126709_Comparacion_del_ritmo_de_crecimiento_del_Litopenaeus_vannamei_y_las_fluctuaciones_de_los_parametros_fisicos_quimicos_y_biologicos_de_los_estanques_1_y_2_de_la_granja_cameronera_Playa_Hermosa_en_el_per)
- Arroyo, M., & Cedeño, K. (2025). *Contaminación por Cadmio y Mercurio en Especies de Mangle y Sedimentos en el Estuario del Río Cojimíes*. [Tesis de Titulación]. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí - Extensión Pedernales: Pedernales - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/9372/1/ULEAM-BLGO-0137.pdf>

- Avila, G. (2021). *Evaluación de Metales Pesados Plomo y Cadmio en Camarón (Litopenaeus vannamei) Expendido en la Ciudad de Manta, Ecuador*. [Tesis Modalidad Artículo Profesional de Alto Nivel]. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí - Facultad de Ciencias Agropecuarias: Manta - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/4148/1/ULEAM-POSG-G.CA.SEG.ALIM-0014.pdf>
- Barajas, H., Hernández, P., Padilla, J., & Vázquez, C. (2022). *Intoxicación por plomo y su impacto en la práctica clínica*. [Artículo de Revisión]. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar: Ciudad de México - México. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1792/2547>
- Barrazueta, C. (2021). *Uso de Fertilizantes Orgánicos Durante el Ciclo de Cultivo del Camarón Blanco Litopenaeus vannamei*. [Trabajo de Titulación]. Universidad Técnica de Machala - Facultad de Ciencias Agropecuarias - Carrera de Ingeniería Acuícola: Machala - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16577/1/ECUACA-2021-IAC-DE00002.pdf>
- Boone, L. (1931). *Anomuran, Macruran Crustacea from Panama and Canal Zone*. Bulletin of the American Museum of Natural History Volume LXIII, Article II. Obtenido de <https://research.nhm.org/pdfs/13727/13727.pdf>
- CAMAE. (2025). *Atún y camarón: realidades 2024 y desafíos 2025*. Obtenido de <https://www.camae.org/sin-categoria/atun-y-camaron-realidades-2024-y-desafios-2025/>

- CENAIM. (2000). *Propiedades Químicas y Físicas de Suelos en Piscinas Camaroneras en Ecuador*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8546/1/bquinc23.pdf>
- Chalen, W. (2021). *Evaluación de la Bioacumulación de Metales Pesados en Bivalvos en Provincias Costeras del Ecuador por Medio de Recopilación Bibliográfica*. [Tesis de Titulación]. Universidad Estatal Península de Santa Elena: La Libertad - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f2e9f1ff-8ade-4193-8d3e-10bbd46a248c/content>
- Charkiewicz Angélica, W. O. (2025). *Mercury Exposure and Health Effects: What Do We Really Know?* [Artículo]. *Int. J. Mol. Sci.*, 26 (5), 2326. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1422-0067/26/5/2326>
- Cobo, R., & Pérez, & L. (2018). *Aspectos generales del cultivo y la genética del camarón blanco del Pacífico Litopenaeus vannamei (Boone, 1931)*. [Artículo de Revisión]. Centro de Investigaciones Pesqueras: La Habana - Cuba. Obtenido de <https://aquadocs.org/server/api/core/bitstreams/cac2237b-ed42-4e7a-b53e-a3e8e68aecaaf/content>
- Consulting, P. (2024). *Guía para Análisis en Fresco de Muestras de Camarones*. Revista Gerencia. Obtenido de <https://proalconsulting.com/wp-content/uploads/2024/08/revistaGerencia.pdf>
- Cruz, R. (2012). *Aspectos biológicos y poblacionales del camarón blanco Litopenaeus vannamei (Boone 1931), durante la veda de 2006 en el Golfo de Tehuantepec, México*. Cicimar

- Oceánides (Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas): Oaxaca - México. Obtenido de <https://cicimaroceanides.mx/index.php/revista/article/view/106/353>
- Davila, L. (2022). *Relación entre los Niveles de Oxígeno y la Turbidez del Agua en Cultivos de Camarón Blanco (Litopenaeus vannamei)*. [Trabajo de Titulación]. Universidad Técnica de Machala - Facultad de Ciencias Agropecuarias - Carrera de Ingeniería Acuícola: Machala - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/19776/1/ECUACA-2022-IAC-DE00012.pdf>
- Encalada, A. (2021). *Determinación de Metales Cu, Cd, Pb, y Zn, en Músculos de Camarón (Penaeus vannamei), Agua y Sedimentos de Piscinas Camaroneras de la Zona Sur del País*. [Trabajo de Titulación]. Universidad Politécnica Salesiana - Carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales: Cuenca - Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20131/4/UPS-CT009051.pdf>
- Europea, C. (2023). *Reglamento (UE) 2023/915 de la comisión de 25 de abril de 2023 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.o 1881/2006*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 119/103. Obtenido de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0915>
- Falconi, W. (2019). *Cultivo de Langostino Blanco (Litopenaeus vannamei)*. [Trabajo de Titulación]. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” - Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos: Pisco - Perú. Obtenido de

<https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/89b62245-c730-4ef3-85a6-881e187cb76b/content>

FAO. (2009). *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) [Penaeidae]. Obtenido de [https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/es/es\\_whitelegshrimp.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/es/es_whitelegshrimp.htm)

Fund, E., & Ceer. (2021). *Guía para laboratorio y cultivo de camarón*. Obtenido de <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/11/12.-Guia-para-laboratorio-y-cultivo-de-camaron-con-resumen.pdf>

García, S., Juárez, A., Olivier, B., Rivas, M., & Zeferino, J. (2018). *Variables Fisicoquímicas Ambientales que Inciden en el Cultivo de Camarón Litopenaeus vannamei, en Coyuca de Benítez, Guerrero, México*. [Artículo de Investigación]. Escuela Superior de Ciencias Ambientales - Universidad Autónoma de Guerrero.: Guerrero - México. Obtenido de <https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/169/151>

Garza, R. (2011). *Estudio sobre el órgano genital del camarón blanco del Pacífico Litopenaeus vannamei* (Boone), con énfasis en la glándula androgénica. [Tesis de Doctorado]. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: La Paz - Baja California Sur. Obtenido de [https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/485/1/garza\\_r.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/485/1/garza_r.pdf)

Guacho, C. (2022). *Niveles de Consumo de Balanceado del Camarón Blanco (Litopenaeus vannamei), Usando Alimentadores Automáticos en Modo Sónico, Durante la Estación Cálida Húmeda, Camaronera Isla Matorrillo*. [Tesis de Titulación]. Universidad Estatal Península de Santa Elena - Facultad de Ciencias del Mar - Carrera de Biología Marina:

La Libertad - Ecuador. Obtenido de

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8860/1/UPSE-TBM-2022-0028.pdf>

Gucic, M. (2008). *Digestibilidad In Vivo de Alimentos Comerciales y Experimentales para Camarón Blanco (Litopenaeus vannamei) Cultivado a Diferentes Salinidades*. [Tesis de Posgrado]. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C.: La Paz, B.C.S.

Obtenido de

[https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/406/1/gucic\\_m.pdf](https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/406/1/gucic_m.pdf)

López, J., Hernández, S., Herrera, E., Rodríguez, J., & Chávez, E. (2010). *Influencia ambiental en la pesquería de camarón*. [Artículo]. Centro de Investigaciones Biológicas del

Noroeste, Sc: La Paz - Baja California - México. Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/292753966\\_Influencia\\_ambiental\\_en\\_la\\_pesqueria\\_de\\_camaron](https://www.researchgate.net/publication/292753966_Influencia_ambiental_en_la_pesqueria_de_camaron)

Marín, M., & Chavarria, I. (2007). *Crecimiento de los camarones Litopenaeus vannamei de origen de laboratorio, manejando el sistema extensivo tecnificado en la granja camaronera Los Manglares, Puerto de Morazán, Chinandega, 2006*. [Tesis de

Licenciatura]. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - Facultad de Ciencias:

Nicaragua. Obtenido de

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/1414/1/205529.pdf>

Martín, E. T. (2014). *Neurotoxicidad de los metales pesados: Plomo, Mercurio y Aluminio*.

[Tesis de Maestría]. Universidad de Valladolid - Facultad de Medicina: Valladolid -

España. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/7188/TFM-M149.pdf>

Matos, W., Silva, F., Sinaviwat, S., Menzies, E., Raab, A., Krupp, E., & Feldmann, J. (2022). *Wild shrimp have an order of magnitude higher arsenic concentrations than farmed shrimp from Brazil illustrating the need for a regulation based on inorganic arsenic.* [Artículo]. Revista de oligoelementos en medicina y biología. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0946672X22000487#:~:text=Conclusiones,por%20encima%20del%20nivel%20permisible>.

Moreira, C. (2022). *Aplicación de Matrices para Determinar el Impacto Ambiental de los Laboratorios de Producción de Camarón (Litopenaeus vannamei) y Propuesta de Mitigación en Engabao, Cantón Playas.* [Tesis de Titulación]. Universidad Agraria del Ecuador - Facultad de Ciencias Agrarias - Carrera de Ingeniería Ambiental: Guayaquil - Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MOREIRA%20BRAVO%20CRISTHIAN%20ALEXANDER.pdf>

Morocho, E. (2023). *Determinar la Presencia de Metales Pesados en Camarones Expendidos en el Mercado Caraguay al Sur de Guayaquil.* [Tesis de Grado]. Universidad Agraria del Ecuador - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia: Guayaquil - Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MOROCHO%20ROSERO%20ERICKA%20PRISCILLA.pdf>

Muñoz, G. (2017). *Evaluación de la Calidad del Agua y Sedimento de Piscinas Camaroneras Durante un Ciclo Productivo del Cultivo Semintensivo en la Parroquia Cojimies, Cantón Pedernales, Provincia de Manabí, Ecuador.* [Trabajo de Titulación]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo: Samborondón - Ecuador. Obtenido de

<https://repositorio.uees.edu.ec:8443/server/api/core/bitstreams/e48b566e-8968-4276-b4b1-22d717676b1c/content>

Neira, F. (2022). *Análisis comparativo entre un monocultivo de camarón (Litopenaeus vannamei), y un policultivo de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) y tilapia roja (Oreochromis sp).* [Tesis de Titulación]. Universidad Estatal Península de Santa Elena - Facultad de Ciencias del Mar - Escuela de Biología Marina: La Libertad - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8126/1/UPSE-TBM-2022-0014.pdf>

Noguera, F. (2018). *Efecto de la Densidad de la Siembra sobre el Crecimiento y Supervivencia de Camarón Blanco Litopenaeus vannamei, en Sistema Hiper Intensivo Bajo Condiciones de Laboratorio.* [Tesis de Titulación]. Universidad de Nariño - Facultad de Ciencias Pecuarias - Departamento de Recursos Hidrobiológicos: Pasto - Colombia. Obtenido de <https://sired.udenar.edu.co/8293/1/92601.pdf>

Ordoñez, A. (2020). *Beneficios de las Harinas de Origen Animal y Vegetal en la Formulación de Dietas para la Alimentación de Litopenaeus vannamei.* [Tesis de Titulación]. Universidad Técnica de Machala - Facultad de Ciencias Agropecuarias - Carrera de Ingeniería Acuícola: Machala - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16111/1/ECUACA-2020-IAC-DE00010.pdf>

Palacios, N. (2016). *Estudio de factibilidad para producir camarón de la especie Litopenaeus vannamei bajo un sistema de producción semi-intensivo en Ecuador.* [Tesis de Titulación]. Escuela Agrícola Panamericana - Carrera de Administración de

Agronegocios: Honduras. Obtenido de

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f9131c4d-b48b-46e8-af37-e895b4a5e441/content>

Pérez, M., & González, & M. (2010). *Hibridación de camarones peneidos en acuicultura*.

[Artículo]. Universidad Autónoma de Nuevo León: Monterrey - México . Obtenido de <https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/128/126>

Quevedo, J. (2017). *Determinación de la Capacidad de Bioadsorción de Plomo Aprovechando las Propiedades del Exoesqueleto del Camarón*. [Tesis de Titulación]. Universidad Politécnica Salesiana - Carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales: Cuenca - Ecuador. Obtenido de

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14300/7/UPS-CT007025.pdf>

Quezada, A. (2023). *Determinación de Mercurio en Personas Expuestas en el Sector Minero*.

Univerdidad Tecnica de Machala - Facultad de Ciencias Quimicas y de la Salud - Carrera de Bioquimica y Farmacia: Machala - Ecuador. Obtenido de

<https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/58c2ccb8-01a4-404e-8828-0d8ab411710c/content>

Ramirez, A. (2015). *Evaluación y determinación de la calidad del agua en piscinas de la*

*camaronera Boca Salima, para el mejoramiento de la producción de camarón*. [Trabajo de Titulación], Loja - Ecuador, Universida Técnica Particular de Loja - Área Biológica .

Obtenido de

<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/13536/1/Ramirez%20Mora%2c%20Ana%20Gabriela..pdf>

- Reyes, A. (2021). *Principales Agentes Infecciosos Asociados al Cultivo del Camarón Blanco Penaeus vannamei Reportados en Ecuador Durante el Periodo 2010-2021*. [Tesis de Titulación]. Universidad Estatal Península de Santa Elena - Facultad de Ciencias del Mar - Carrera de Biología: La Libertad - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6640/1/UPSE-TBI-2021-0016.pdf>
- Reyna, J. (2020). *Análisis sobre la eficiencia de diferentes métodos de dosificación de alimento en piscinas camaroneras de Penaeus vannamei en condiciones de cultivo Semi-intensivo*. [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica del Litoral - Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar: Guayaquil - Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51420/3/T-76713%20REYNA%20MOROCHO.pdf>
- Rochín, J. R. (2021). *Toxicidad del Arsénico y Mercurio en Litopenaeus vannamei: Efecto Agudo y Subletal en Camarones Expuestos a Diferentes Salinidades*. [Tesis de Doctorado]. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.: La Paz - Baja California Sur. Obtenido de [http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/3075/ramirez\\_j%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/3075/ramirez_j%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rodríguez, C. (2021). *Intoxicación por arsénico*. [Artículo de Revisión]. Universidad de Costa Rica: Heredia - Costa Rica. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152021000300004](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152021000300004)
- Sánchez, J. (2010). *Metodologías analíticas para la determinación de metales tóxicos en muestras de interés ambiental*. [Tesis de Titulación]. Universidad Nacional de Colombia

: Bogotá - Colombia . Obtenido de

<https://bfrrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/4f53cb0e-8d04-41bf-b864-d965deda541d/content>

Solá, S., Delgado, G., Weller, G., Armendáriz, R., & Torre, H. d. (2004). *Análisis, diagnóstico y tratamiento de las intoxicaciones arsenicales*. [Artículo], Cuadernos de Medicina Forense N° 35. Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/cmfn35/Art01.pdf>

Velaro, A. (2024). *Resumen Ejecutivo: Estudio de mercado. Oportunidades en el sector camaronero en Ecuador*. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Quito. Quito - Ecuador. Obtenido de [https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/096/documentos/2024/04/anexos/RE\\_Oportunidades%20en%20el%20sector%20camaronero%20ecuatoriano\\_2024.pdf](https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/096/documentos/2024/04/anexos/RE_Oportunidades%20en%20el%20sector%20camaronero%20ecuatoriano_2024.pdf)

Vila, M. (2018). *Biodisponibilidad de Metales Pesados en Suelos Contaminados*. [Tesis de Doctorado], Universidad de Vigo. Obtenido de [https://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstream/handle/11093/1123/Tesis%20Manoel%20Lago%20Vila\\_sin%20proteccion.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstream/handle/11093/1123/Tesis%20Manoel%20Lago%20Vila_sin%20proteccion.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villacís, J. (2017). *Determinación de Metales Pesados (Cadmio, Plomo, Mercurio y Cromo) en Sedimentos de Piscinas Camaroneras Ubicadas en la Comuna de Puerto Roma de la Provincia del Guayas*. [Tesis de Titulación]. Escuela Superior Politécnica del Litoral: Guayaquil - Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/54544/3/T-76584%20VILLACIS%20TAGLE.pdf>

Villón, B. (2022). *Determinación de Concentraciones de Cadmio y Mercurio en Concha Prieta, Anadara Tuberculosa (Sowerby, 1833), Agua y Sedimento del Refugio de Vida Silvestre Manglares el Morro*. [Tesis de Titulación]. Universidad Estatal Península de Santa Elena: La Libertad - Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2ff04b32-66be-451e-9470-a58219ca877b/content>

Zhang, X., Xiang, J., Yuan, J., & Li, & F. (2023). *Estudios cromosómicos de camarones peneidos que entran en la era posgenómica*. [Artículo]. Genes. Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10671375/pdf/genes-14-02050.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1: Recolección de muestras de sedimento



### Anexo 2: Recolección de muestras de camarón



**Anexo 3: Toma de parámetros fisicoquímicos**



# Anexo 4: Reporte de análisis de camarón piscina 1



Acreditación N° SAE IEN 08-004  
LABORATORIO DE ENSAYOS

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65421

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A  
**UNIDADES/PESO:** 5 MUESTRA (1 UNIDAD DE 200 GRAMOS MIN. POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** CARNE DE CAMARON.

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 26/11/2025 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 1/12/2025 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 4/12/2025 11:43:05  
**FACTURA:** N/A  
**ORDEN:** 65421  
**TIPO PRODUCTO:** PRODUCTOS DEL MAR

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U++	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Min	Máx	
Arsénico	PISCINA 1.	<0,001	mg/kg	0,11	0,01	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio		<0,0005	mg/l	0,11	0,0068	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo		8,201**	mg/kg	0,0524	0,0083	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

**Observaciones:** Los resultados marcados con (\* \*) están fuera del alcance de acreditación.

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE IEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 5: Reporte de análisis de camarón piscina 2



Acreditación N SAE LEN 08-004  
LABORATORIO DE ENSAYOS

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65422

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABÍ  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 5 MUESTRA (1 UNIDAD DE 200 GRAMOS MIN. POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** CARNE DE CAMARON.

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 26/11/2025 0:00:00  
**FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:** 1/12/2025 0:00:00  
**FECHA EMISIÓN RESULTADOS:** 4/12/2025 11:49:05  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65422  
**TIPO PRODUCTO:** PRODUCTOS DEL MAR

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U±	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico	PISCINA 2.	<0,001	mg/kg	0,11	0,01	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio		0,093**	mg/kg	0,11	0,0068	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo		4,062**	mg/kg	0,0524	0,0083	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

**Observaciones:** Los resultados marcados con ( \* \* ) están fuera del alcance de acreditación.

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

Nota 2: El laboratorio C.E.S.E.C.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.

Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.

Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cesecca@uleam-epcc.gov.ec)

Nota 5: El Laboratorio C.E.S.E.C.C.A mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.

Nota 6: Los ensayos marcados con ( \* ) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

N/A: No aplica  
ND: No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
Director General  
CESECCA



## Anexo 6: Reporte de análisis de camarón piscina 3



Acreditación N SAE IEN 08-004  
LABORATORIO DE ENSAYOS

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65423

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDAD/ES/PESO:** 5 MUESTRA (1 UNIDAD DE 200 GRAMOS MIN. POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** CARNE DE CAMARON.

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 26/11/2025 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 1/12/2025 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 4/12/2025 11:53:15  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65423  
**TIPO PRODUCTO:** PRODUCTOS DEL MAR

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Min	Máx	
Arsénico	PISCINA 3.	<0,001	mg/kg	0,11	0,01	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio		<0,0005	mg/kg	0,11	0,0068	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo		4,582**	mg/kg	0,0524	0,0083	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

**Observaciones:** Los resultados marcados con (\* \*) están fuera del alcance de acreditación.

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)  
Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE IEN 08-004.  
Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Farraga  
Director General  
CESECCA



## Anexo 7: Reporte de análisis de camarón piscina 4



Acreditación N° SAE LEN 08-004  
LABORATORIO DE ENSAYOS

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65424

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABÍ  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 5 MUESTRA (1 UNIDAD DE 200 GRAMOS MIN. POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** CARNE DE CAMARON.

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 26/11/2025 0:00:00  
**FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:** 1/12/2025 0:00:00  
**FECHA EMISIÓN RESULTADOS:** 4/12/2025 12:01:33  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65424  
**TIPO PRODUCTO:** PRODUCTOS DEL MAR

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico	PISCINA 4.	<0,001	mg/kg	0,11	0,01	-	-	-	PEE/C/SECECA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio		<0,0005	mg/kg	0,11	0,0068	-	-	-	PEE/C/SECECA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo		3,525**	mg/kg	0,0524	0,0083	-	-	-	PEE/C/SECECA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

**Observaciones:** Los resultados marcados con (\* \*) están fuera del alcance de acreditación.

**Muestreo realizado Por:** El cliente (X) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epec.gob.ec](http://www.uleam-epec.gob.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epec.gob.ec](mailto:cececca@uleam-epec.gob.ec)  
Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2106, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Velez Parraga  
Director General  
CESECCA



# Anexo 8: Reporte de análisis de camarón piscina 5



Acreditación N SAE LEN 08-004  
LABORATORIO DE ENSAYOS

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65425

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABÍ  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 5 MUESTRA (1 UNIDAD DE 200 GRAMOS MIN. POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** CARNE DE CAMARON.

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 26/11/2025 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 1/12/2025 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 4/12/2025 12:04:47  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65425  
**TIPO PRODUCTO:** PRODUCTOS DEL MAR

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico	PISCINA 5.	<0,001	mg/kg	0,11	0,01	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio		<0,0005	mg/kg	0,11	0,0068	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Pbmo		5,000**	mg/kg	0,0524	0,0083	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

**Observaciones:** Los resultados marcados con (\* \*) están fuera del alcance de acreditación.

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

- Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confiabilidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando V eloz Parraga  
Director General  
CESECCA



# Anexo 9: Reporte de análisis de sedimento piscina 1 – Muestra 1



LABORATORIO CE.SE.C.CA

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65578

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
 ATENCIÓN: CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
 DIRECCIÓN: PEDERNALES MANABI  
 ESPECIE: N/A.  
 TIPO ENVASE: FUNDAS ZIPLOCK.  
 No. CAJAS: N/A.  
 UNIDADES/PESO: 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA )  
 MARCA: N/A.  
 PAIS DE DESTINO: N/A.  
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: SEDIMENTOS DE LODO

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA MUESTREO: 16/12/2025 0:00:00  
 FECHA DE INGRESO: 16/12/2025 0:00:00  
 FECHA INICIO ENSAYO: 5/1/2026 0:00:00  
 FECHA FINALIZACION ENSAYO: 12/1/2026 0:00:00  
 FECHA EMISION RESULTADOS: 13/1/2026 16:14:13  
 FACTURA: N/A.  
 ORDEN: 65578  
 TIPO PRODUCTO: N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	PISCINA 1/ MUESTRA 1/ MESA	0,258	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,066	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		7,93	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

### Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente ( X ) El laboratorio ( )

- Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, redamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)  
 Nota 5: El laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

N/A: No aplica  
 ND: No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 10: Reporte de análisis de sedimento piscina 1 – Muestra 2



LABORATORIO CE.SE.C.A

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65579

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABÍ  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJA:** N/A.  
**UNIDAD/ PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTOS DE LODO

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISIÓN RESULTADOS:** 13/1/2026 16:11:20  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65579  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	PISCINA 1/ MUESTRA 2/ PRESTAMO	0,323	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,076	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		9,74	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X )      El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.A mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE IEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



# Anexo 11: Reporte de análisis de sedimento piscina 1 – Muestra 3



LABORATORIO CE.SE.CA

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65580

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABÍ  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODO

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 13/1/2026 16:16:04  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65580  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	PISCINA 1/ MUESTRA 3/ COMPUERTA	0,559	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,067	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		8,11	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epec.gob.ec](http://www.uleam-epec.gob.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epec.gob.ec](mailto:cesecca@uleam-epec.gob.ec)  
 Nota 5: El laboratorio CE.SE.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 12: Reporte de análisis de sedimento piscina 2 – Muestra 1



LABORATORIO CE.SE.C.CA

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65418

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABÍ  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 3 MUESTRA (1 UNIDAD DE 200GRAMOS POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTOS (LODO).

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 17/11/2025 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 27/11/2025 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 2/12/2025 10:19:32  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65418  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Min	Máx	
Arsénico*	MUESTRA 1 PISCINA 2 SEDIM. : MESA.	0,257	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/22 Método de Referencia Standard Methods Ed. 23, 2024 3114
Mercurio*		0,096	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/26 Método de Referencia Standard Methods 3112
Plomo*		1,513	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/26 Método de Referencia Standard Methods 3113

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 13: Reporte de análisis de sedimento piscina 2 – Muestra 2



LABORATORIO CE.SE.C.A

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65419

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 3 MUESTRA (1 UNIDAD DE 200GRAMOS POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTOS (LODO).

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 17/11/2025 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 27/11/2025 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 4/12/2025 11:39:41  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65419  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Min	Máx	
Arsénico*	MUESTRA 2 PISCINA 2 SEDIM. : PRESTAMO.	0,270	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/22 Método de Referencia Standard Methods Ed. 23, 2024 3114
Mercurio*		0,051	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/26 Método de Referencia Standard Methods 3112
Plomo*		1,540	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/26 Método de Referencia Standard Methods 3113

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epsec.gob.ec](http://www.uleam-epsec.gob.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epsec.gob.ec](mailto:cesecca@uleam-epsec.gob.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.A mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 14: Reporte de análisis de sedimento piscina 2 – Muestra 3



LABORATORIO CE.SE.C.CA

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65420

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDAS ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 3 MUESTRA (1 UNIDAD DE 200GRAMOS POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTOS (LODO).

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 21/11/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 17/11/2025 0:00:00  
**FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:** 27/11/2025 0:00:00  
**FECHA EMISIÓN RESULTADOS:** 4/12/2025 11:40:58  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65420  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	MUESTRA 3 PISCINA 2 SEDIM. : COMPUERTA.	0,253	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/22 Método de Referencia Standard Methods Ed. 23, 2024 3114
Mercurio*		0,051	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/26 Método de Referencia Standard Methods 3112
Plomo*		7,029	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/26 Método de Referencia Standard Methods 3113

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente (X) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epec.gob.ec](http://www.uleam-epec.gob.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epec.gob.ec](mailto:cesecca@uleam-epec.gob.ec)  
 Nota 5: El laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE IEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



# Anexo 15: Reporte de análisis de sedimento piscina 3 – Muestra 1



LABORATORIO CE.SE.C.A

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65581

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDA ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODO

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 13/1/2026 16:14:40  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65581  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+*	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	PISCINA 3/ MUESTRA 1/ MESA	0,379	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,066	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		13,16	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente (X) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.A mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 16: Reporte de análisis de sedimento piscina 3 – Muestra 2



LABORATORIO CE.SE.C.CA

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65582

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDA ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODO

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISIÓN RESULTADOS:** 13/1/2026 16:15:37  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65582  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Min	Máx	
Arsénico*	PISCINA 3/ MUESTRA 2/ PRESTAMO	0,416	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,075	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		6,67	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X )      El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epec.gob.ec](http://www.uleam-epec.gob.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epec.gob.ec](mailto:cesecca@uleam-epec.gob.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



# Anexo 17: Reporte de análisis de sedimento piscina 3 – Muestra 3



LABORATORIO CE.SE.C.CA

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65583

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

CLIENTE: CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
 ATENCIÓN: CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
 DIRECCIÓN: PEDERNALES MANABI  
 ESPECIE: N/A.  
 TIPO ENVASE: FUNDA ZIPLOCK.  
 No. CAJAS: N/A.  
 UNIDADES/PESO: 12MUESTRAS(1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
 MARCA: N/A.  
 PAIS DE DESTINO: N/A.  
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: SEDIMENTO DE LODDO

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

FECHA MUESTREO: 16/12/2025 0:00:00  
 FECHA DE INGRESO: 16/12/2025 0:00:00  
 FECHA INICIO ENSAYO: 5/1/2026 0:00:00  
 FECHA FINALIZACION ENSAYO: 12/1/2026 0:00:00  
 FECHA EMISION RESULTADOS: 13/1/2026 16:16:35  
 FACTURA: N/A.  
 ORDEN: 65583  
 TIPO PRODUCTO: N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	PISCINA 3/ MUESTRA 3/ COMPUERTA	0,855	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,054	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		7,83	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

### Observaciones:

Muestreo realizado Por: El cliente ( X ) El laboratorio ( )

- Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.
- Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
- Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.
- Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)
- Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE IEN 08-004.
- Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

N/A: No aplica  
 ND: No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



# Anexo 18: Reporte de análisis de sedimento piscina 4 – Muestra 1



LABORATORIO CE.SE.C.A

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65584

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDA ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODO

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 13/1/2026 16:12:40  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65584  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	PISCINA 4/ MUESTRA 1/ MESA	0,619	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,056	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		5,16	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epsec.gob.ec](http://www.uleam-epsec.gob.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epsec.gob.ec](mailto:cececca@uleam-epsec.gob.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.A mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Velaz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 19: Reporte de análisis de sedimento piscina 4 – Muestra 2



LABORATORIO CE.SE.C.CA

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65585

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDA ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODDO

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 13/1/2026 16:12:15  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65585  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	PISCINA 4/ MUESTRA 2/ PRESTAMO	0,371	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,080	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		3,80	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cesecca@uleam-epcc.gov.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 20: Reporte de análisis de sedimento piscina 4 – Muestra 3



LABORATORIO CE.SE.C.A

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65586

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABÍ  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDA ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODO

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 13/1/2026 16:10:44  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65586  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Min	Máx	
Arsénico*	PISCINA 4/ MUESTRA 3/ COMPUERTA	0,874	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		<0,001	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		18,90	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente (X) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epec.gov.ec](http://www.uleam-epec.gov.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epec.gov.ec](mailto:cesecca@uleam-epec.gov.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.A mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Velez Parraga  
 Director General  
 CESECCA



# Anexo 21: Reporte de análisis de sedimento piscina 5 – Muestra 1



LABORATORIO CE.SE.C.A

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65587

### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDA ZIPLOCK.  
**No. CAJA S:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODO

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 13/1/2026 16:11:48  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65587  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Min	Máx	
Arsénico*	PISCINA 5/ MUESTRA 1 / MESA	0,395	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,058	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		0,058	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente ( X ) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epcc.gov.ec](http://www.uleam-epcc.gov.ec) o al correo electrónico: [cececca@uleam-epcc.gov.ec](mailto:cececca@uleam-epcc.gov.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.A mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE IEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 22: Reporte de análisis de sedimento piscina 5 – Muestra 2



LABORATORIO CE.SE.C.CA

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65588

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABÍ  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDA ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODO

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 13/1/2026 16:13:50  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65588  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Mín	Máx	
Arsénico*	PISCINA 5/ MUESTRA 2 / PRESTAMO	0,301	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,043	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Plomo*		11,53	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referencia AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente (X) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizadas(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.CA se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epec.gob.ec](http://www.uleam-epec.gob.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epec.gob.ec](mailto:cesecca@uleam-epec.gob.ec)  
 Nota 5: El laboratorio CE.SE.C.CA mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA



## Anexo 23: Reporte de análisis de sedimento piscina 5 – Muestra 3



LABORATORIO CE.SE.C.A

### INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/65588

#### INFORMACIÓN DEL CLIENTE

**CLIENTE:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**ATENCIÓN:** CAGUA VELEZCARLOS ALBERTO  
**DIRECCIÓN:** PEDERNALES MANABI  
**ESPECIE:** N/A.  
**TIPO ENVASE:** FUNDA ZIPLOCK.  
**No. CAJAS:** N/A.  
**UNIDADES/PESO:** 12MUESTRAS( 1 UNIDAD DE 150GR POR CADA MUESTRA)  
**MARCA:** N/A.  
**PAIS DE DESTINO:** N/A.  
**IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:** SEDIMENTO DE LODO

#### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

**FECHA MUESTREO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA DE INGRESO:** 16/12/2025 0:00:00  
**FECHA INICIO ENSAYO:** 5/1/2026 0:00:00  
**FECHA FINALIZACION ENSAYO:** 12/1/2026 0:00:00  
**FECHA EMISION RESULTADOS:** 13/1/2026 16:13:50  
**FACTURA:** N/A.  
**ORDEN:** 65588  
**TIPO PRODUCTO:** N/A

PARÁMETRO	LOTE	RESULTADOS	UNIDAD	LOQ	LOD	U+-	NORMA		MÉTODO DE ANÁLISIS
							Min	Máx	
Arsénico*	PISCINA 5/ MUESTRA 2 / PRESTAMO	0,301	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/04 Método de Referenda AOAC Ed. 22, 2023; 986.15
Mercurio*		0,043	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/03 Método de Referenda AOAC Ed. 22, 2023; 974.14
Ploomo*		11,53	mg/kg	-	-	-	-	-	PEE/CESECCA/MP/01 Método de Referenda AOAC Ed. 22, 2023; 999.10

#### Observaciones:

**Muestreo realizado Por:** El cliente (X) El laboratorio ( )

Nota 1: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.  
 Nota 2: El laboratorio CE.SE.C.A se responsabiliza por la confidencialidad de la información y los resultados obtenidos en la muestra recibida o tomada por el laboratorio.  
 Nota 3: Para la declaración de conformidad se considerará el resultado con el intervalo de incertidumbre. Esto permite obtener una probabilidad de confianza del 95%.  
 Nota 4: Para quejas, reclamos o sugerencias realizarlos a través de la página web: [www.uleam-epec.gob.ec](http://www.uleam-epec.gob.ec) o al correo electrónico: [cesecca@uleam-epec.gob.ec](mailto:cesecca@uleam-epec.gob.ec)  
 Nota 5: El Laboratorio CE.SE.C.A mantiene un Sistema de Gestión bajo la normativa NTE INEN ISO/IEC 17025:2108, con acreditación ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano N° SAE LEN 08-004.  
 Nota 6: Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

**N/A:** No aplica  
**ND:** No detectable



Ing. Fernando Veloz Parraga  
 Director General  
 CESECCA

