

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA DE MEDIO AMBIENTE**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN JAIBA AZUL  
(*Callinectes arcuatus*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA  
CORAZÓN”, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**

**AUTORES:**

**RAMÍREZ ESPINOZA NATHALIE  
SALTOS ESPINOZA KAREN MELISSA**

**TUTOR:**

**QF. PATRICIO NOLES AGUILAR, M.Sc.**

**CALCETA, MARZO DE 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

**NATHALIE RAMÍREZ ESPINOZA**, con cédula de ciudadanía **3050040934** y **KAREN MELISSA SALTOS ESPINOZA**, con cédula de ciudadanía **0804538742**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN JAIBA AZUL (*Callinectes arcuatus*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN”, CANTÓN SUCRE - MANABÍ**, es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.

---

**NATHALIE RAMÍREZ ESPINOZA**

**CC: 305004093-4**

---

**KAREN MELISSA SALTOS ESPINOZA**

**CC: 080453874-2**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**NATHALIE RAMÍREZ ESPINOZA**, con cédula de ciudadanía **3050040934** y **KAREN MELISSA SALTOS ESPINOZA**, con cédula de ciudadanía **0804538742**, autorizo a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN JAIBA AZUL (*Callinectes arcuatus*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN”, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**NATHALIE RAMÍREZ ESPINOZA**

**CC: 305004093-4**



---

**KAREN MELISSA SALTOS ESPINOZA**

**CC: 080453874-2**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

**QF. PATRICIO NOLES AGUILAR, M.Sc.**, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN JAIBA AZUL (*Callinectes arcuatus*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN”, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **NATHALIE RAMÍREZ ESPINOZA** y **KAREN MELISSA SALTOS ESPINOZA**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**QF. Patricio Noles Aguilar, M.Sc.**

**CC: 091241635-1**

**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN JAIBA AZUL (*Callinectes arcuatus*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN”, CANTÓN SUCRE- MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **NATHALIE RAMÍREZ ESPINOZA** y **KAREN MELISSA SALTOS ESPINOZA**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. Carlos R. Delgado Villafuerte, M.Sc.**

**CC: 1311115602**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**ING. Carlos L. Banchón Bajaña, M.Sc.**

**CC: 0918059189**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**ING. José M. Giler Molina, M.Sc.**

**CC: 1310656762**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, deseamos expresar nuestro agradecimiento a Dios por bendecirnos y permitirnos cumplir esta etapa de nuestras vidas.

A nuestro tutor, el Qf. Patricio Noles por impartirnos sus conocimientos en base a su experiencia con diferentes aspectos investigativos para culminar con esta tesis de grado, y también por su rectitud y paciencia como un excelente profesional.

A nuestro co-tutor, el Ing. Fabián Peñarrieta por la paciencia y tolerancia de ayudarnos con la culminación de la tesis, aportando sus conocimientos y experiencia con este proyecto, y a más de ser nuestro co-tutor es un excelente amigo, el cual nos aconsejó y ayudó a impulsarnos como mejores personas e investigadoras, y

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” por habernos forjados todos los conocimientos adquiridos con una educación superior de calidad con la ayuda de nuestros queridos docentes, que nos apoyaron para culminar con éxito la carrera y formarnos como profesionales sobresalientes.

**Los autores**

## DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado principalmente a Dios que siempre me ha guiado y bendecido en cada paso que doy.

A mis tíos al Ing. Manuel Espinoza y Lic. Candy Cedeño por haberme brindado ese apoyo incondicional durante mi educación, por acogermme como una hija más, por siempre estar conmigo en los buenos y malos momentos y también por inculcarme que con esfuerzo y dedicación podía obtener este sueño anhelado, que es mi título como ingeniera en medio ambiente.

A mis padres que me dieron la vida, al Sr. Alfonso Ramírez y Sra. Marisol Espinoza que de una u otra forma persistieron para que no decayera y siguiera adelante.

A mis hermanos Erika, Jhon Jaider y Daniela por apoyarme con amor y cariño, siendo ustedes mi felicidad infinita a pesar de estar a la distancia y a Gema que al ser mi prima es como una hermana más, brindándome su apoyo incondicional y estar siempre cuando lo he necesitado.

A mi hijo Liam Ismael por ser mi pilar fundamental y demostrarme que con paciencia y tolerancia todo se puede lograr, por permitir que su “mami estudie” y haya podido culminar con éxito este sueño de superación, y

A mi abuelita, la Sra. María Villón (+) por haberme dado los mejores consejos de vida y apoyado con esas palabras motivadoras que me impulsaron a cumplir esta meta.

**Nathalie Ramírez Espinoza**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por ser el pilar fundamental, por demostrarme siempre su apoyo incondicional y por su comprensión. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio.

A mi tía y primas que creyeron en mí y me brindaron todo su apoyo incondicional en tiempos difíciles, y

A mis amigos, en especial a mi amiga Kelly Zambrano por ser parte de este proceso académico y brindarme palabras de aliento, por no dejarme vencer y por tener esa paciencia de enseñarme en esos momentos que me cerraba con mis propias ideas absurdas.

**Karen M. Saltos Espinoza**



## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	iii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
RESUMEN .....	xiv
PALABRAS CLAVE .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
KEY WORDS .....	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2. Justificación .....	2
1.3. Objetivos .....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. Idea a defender .....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Refugio de vida silvestre isla corazón .....	5
2.2. El agua.....	5
2.3. Contaminación en los ecosistemas acuáticos .....	5
2.4. Historia de vida y biológica de población.....	6
2.5. Descripción de la especie ( <i>Callinectes arcuatus</i> ) .....	7
2.6. Hábitat y distribución .....	8
2.7. Estructura morfológica de la jaiba azul.....	8
2.7.1. Hepatopáncreas (hp) .....	9
2.8. Comercialización y pesca.....	9
2.9. Técnica y tratamiento de la recolección de la especie.....	10

2.10. Actividades antropogénicas .....	11
2.11. Técnica de zonificación .....	11
2.12. Técnicas para definir puntos de muestreo.....	12
2.13. Metales pesados y generalidades .....	13
2.14. Metales pesados en agua y sedimentos .....	13
2.15. Mercurio .....	14
2.15.1. Presencia de mercurio en ecosistemas acuáticos .....	15
2.16. Plomo.....	16
2.16.1. Presencia de plomo en ecosistemas acuáticos.....	16
2.17. Cadmio .....	17
2.17.1. Presencia de cadmio en ecosistemas acuáticos.....	17
2.18. Método de extracción de sedimentos .....	18
2.19. Métodos de evaluación de parámetros físico-químicos para agua y sedimentos .....	18
2.20. La espectroscopia de (ICP-OES) .....	19
2.21. Normativa nacional vigente .....	20
2.21.1. Tulsma libro VI.....	20
2.22. Normativa europea contenido de metales pesados en productos alimenticios.....	21
2.23. Coeficiente de correlacion de pearson .....	21
<b>CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....</b>	<b>24</b>
3.1. Ubicación .....	24
3.2. Duración .....	24
3.3. Métodos .....	25
3.3.1. Método cuantitativo.....	25
3.3.2. Método deductivo .....	25
3.3.3. Método exploratorio .....	25
3.3.4. Método analítico .....	25
3.4. Técnicas .....	26
3.4.1. Entrevista .....	26
3.4.2. Observación .....	26
3.4.3. Bibliográfico .....	26

3.4.4. Instrumental (ICP) .....	27
3.5. Variables en estudio.....	27
3.5.1. Variable independiente .....	27
3.5.2. Variable dependiente.....	27
3.6. Procedimientos .....	27
3.6.1. Fase I. Establecimiento de la zona de muestreo de la jaiba azul (callinectes arcuatus) como indicador de contaminación antropogénica en el refugio de vida silvestre “Isla Corazón”. .....	27
3.6.2. Fase II. Evaluación de las concentraciones de hg, pb y cd en la hepatopáncreas de la jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ) del refugio de vida silvestre “Isla Corazón”. .....	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Fase I. Establecimiento de la zona de muestreo de la jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ) como indicador de contaminación antropogénica en el refugio de vida silvestre “Isla Corazón”. .....	32
4.1.1. Reconocimiento de la zona de estudio. ....	32
4.1.2. Gestión de acceso a la isla y registro del permiso de investigación ambiental mediante el sistema único de información ambiental (SUIA). .....	33
4.1.3. Identificación de las actividades antropogénicas. ....	34
4.1.4. Establecimiento de los puntos de muestreo en la zona de estudio seleccionada.....	36
4.2. Fase II. Evaluación de las concentraciones de Pb, Hg y Cd en el hepatopáncreas de la jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ) en el refugio de vida silvestre “Isla Corazón”. .....	37
4.2.1. Recolección, tratamiento y análisis de jaiba azul. ....	37
4.2.2. Comparación de los resultados obtenidos con normativa nacional e internacional vigentes. ....	37
4.2.3. Establecimiento del coeficiente de correlación de pearson de los parámetros físicos del agua y sedimentos con las concentraciones de metales pesados mercurio (Hg), plomo (Pb) y cadmio (Cd). ....	42
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1. Conclusiones .....	48

5.2. Recomendaciones .....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS.....	64

## CONTENIDO DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Clasificación taxonómica de la especie.....	7
<b>Tabla 2.2.</b> Parámetros físico-químicos en sedimento.....	19
<b>Tabla 2.3.</b> Parámetros físico-químicos para agua de mar.....	19
<b>Tabla 2.4.</b> Parámetros físico-químicos de límites máximos permisibles.....	20
<b>Tabla 2.5.</b> Niveles máximos de metales pesados según los reglamentos de la comisión 420/2011, 488/2014 y 2015/1005).....	21
<b>Tabla 2.6.</b> Tipo de correlación de Pearson.....	23
<b>Tabla 3.1.</b> Parámetros físico-químicos.....	30
<b>Tabla 4.2.</b> Coordenadas geográficas UTM de los puntos de muestreo.....	36
<b>Tabla 4.3.</b> Concentración de mercurio en el hepatopáncreas de la jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ).....	38
<b>Tabla 4.4.</b> Concentración de plomo en el hepatopáncreas de la jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ).....	39
<b>Tabla 4.5.</b> Concentración de Cadmio en el hepatopáncreas de la jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ).....	40
<b>Tabla 4.6.</b> Parámetros físico-químicos del agua.....	41
<b>Tabla 4.7.</b> Parámetros físico-químicos del sedimento.....	42
<b>Tabla 4.8.</b> Análisis de varianza de las concentraciones de Hg, Pb y Cd.....	43
<b>Tabla 4.9.</b> Prueba de Tukey aplicada al plomo, mercurio y cadmio en el hepatopáncreas de la Jaiba Azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ).....	44
<b>Tabla 4.10.</b> Correlación de mercurio con parámetros físicos-químicos de agua. .	44
<b>Tabla 4.11.</b> Correlación de mercurio con Parámetros físico-químicos de sedimento.....	45
<b>Tabla 4.12.</b> Correlación de plomo con parámetros físicos-químicos de agua. ....	45

<b>Tabla 4.13.</b> Correlación de plomo con parámetros físico-químicos de sedimento. .....	46
<b>Tabla 4.14.</b> Correlación de cadmio con parámetros físico-químicos de agua. ....	46
<b>Tabla 4.15.</b> Correlación de cadmio con parámetros físico-químicos de sedimento. .....	47

## **FIGURAS**

<b>Figura 3.1.</b> Ubicación del refugio de vida silvestre "Isla Corazón".....	24
<b>Figura 4.1.</b> Ubicación del refugio de vida silvestre "Isla Corazón".....	32
<b>Figura 4.2.</b> Flujograma del procedimiento para el permiso de investigación en el SUIA .....	34
<b>Figura 4.3.</b> Ubicación de las actividades antropogénicas.....	34
<b>Figura 4.4.</b> Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de estudio.....	36

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo determinar las concentraciones de metales pesados (Hg, Pb y Cd) en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) del refugio de vida silvestre “Isla Corazón” como un indicador de contaminación antropogénica circundantes a la zona tales como: camaroneras, agricultura y asentamiento humano. Para la evaluación de concentraciones de metales pesados (Hg, Pb y Cd) en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) se emplearon las técnicas: ICP- OES (Plasma inductivo acoplado) y el método EPA 3015<sup>a</sup> y EPA 3051 en el laboratorio de la Universidad de Las Américas (UDLA). se aplicó un análisis de varianza, la prueba de significancia de Tukey y el coeficiente de correlación de Pearson entre las concentraciones de (Hg, Pb y Cd) y los parámetros fisicoquímicos de agua y sedimento. De acuerdo a los datos que se obtuvieron en los meses de mayo, julio y agosto, se demostraron los resultados del mercurio con concentraciones de entre 0.001 mg/kg a 0.170 mg/kg los cuales están dentro del límite permisible, mientras que la concentración de plomo es de 0.269 mg/kg a 2.542 mg/kg y cadmio de 0.430 mg/kg a 17.137 mg/kg manifestando que sobrepasaron los límites establecidos por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2015). Los análisis estadísticos de los parámetros físico-químicos de agua y sedimento con las concentraciones de los metales Hg y Pb no se evidenció diferencia significativa debido a que los valores de (p) son mayores a 0.05. Sin embargo, la temperatura del sedimento y la concentración de Cd si presentó diferencia significativa con una correlación fuerte.

## PALABRAS CLAVE

Hepatopáncreas, (*Callinectes arcuatus*), Norma Europea, Actividades antropogénicas.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the concentrations of heavy metals (Hg, Pb and Cd) in the hepatopancreas of the blue crab (*Callinectes arcuatus*) of the "Isla Corazón" wildlife refuge as an indicator of anthropogenic contamination surrounding the area such as: shrimp farms, agriculture and human settlement. For the evaluation of concentrations of heavy metals (Hg, Pb and Cd) in the hepatopancreas of the blue crab (*Callinectes arcuatus*) the following techniques were used: ICP-OES (Inductive Coupled Plasma) and the EPA 3015<sup>a</sup> and EPA 3051 methods in the laboratory. from the University of the Americas (UDLA). An analysis of variance, Tukey's test of significance and Pearson's correlation coefficient were applied between the concentrations of (Hg, Pb and Cd) and the physicochemical parameters of water and sediment. According to the data obtained in the months of May, July and August, the results of mercury with concentrations between 0.001 mg/kg and 0.170 mg/kg were shown, which are within the permissible limit, while the concentration of lead is from 0.269 mg/kg to 2,542 mg/kg and cadmium from 0.430 mg/kg to 17,137 mg/kg, showing that they exceeded the limits established by the European Food Safety Authority (EFSA, 2015). The statistical analyzes of the physical-chemical parameters of water and sediment with the concentrations of the metals Hg and Pb did not show a significant difference because the values of (p) are greater than 0.05. However, the sediment temperature and the Cd concentration did present a significant difference with a strong correlation.

## KEY WORDS

Hepatopancreas, (*Callinectes arcuatus*), European Standard, Anthropogenic activities.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente los problemas ambientales han sido generados por actividades y comportamientos humanos, la cual ha trastornado el entorno y ocasionan impactos negativos sobre el ambiente, la economía y la sociedad, cuyos efectos en mediano y largo plazo ponen en riesgo la biodiversidad y la calidad de vida de toda la humanidad (Ministerio de ambiente y aguas del Ecuador [MAAE], 2014).

De acuerdo a Kumar *et al.* (2019), uno de los mayores problemas de la contaminación acuática está causada por metales pesados que son de mayor preocupación en estos ecosistemas, dado que tales contaminantes son digeridos pasivamente por distintos organismos durante su alimentación. A su vez Zevallos (2018), manifiesta que el impacto de los metales pesados en el medio ambiente es un problema grave y creciente en todo el mundo debido a su toxicidad y capacidad de bioacumulación, en donde estos deterioran la calidad de vida del agua, causando daños a la diversidad biológica.

Por otro lado, Cruz *et al.* (2013) señalan que, a diferencia de los contaminantes orgánicos, los metales pesados no son degradados por microorganismos, animales, plantas o métodos de tratamiento químico debido a que estos metales pesados tienden a acumularse en los tejidos de diferentes especies que se encuentren expuestos a estos, el cual pueden ser transportados a grandes distancias del sitio originalmente contaminado.

También el incremento de niveles de metales pesados en el sistema acuático, se ha dado principalmente por actividades mineras, industriales y en especial la agricultura, por medio de descargas de aguas residuales o desechos contaminantes en los ríos, lagos, estuarios y océano. Por tal razón se debe recordar que estos elementos tóxicos pueden ser peligrosos aun en bajas concentraciones, al ser ingeridos por largo plazo (Franco, 2015).

Según Pozo *et al.* (2019) los manglares son refugios de una gran variedad de especies bioacuáticas, sumideros de nutrientes, carbono, contaminantes y material



suspendido. A su vez son esenciales en la estabilización y protección de las costas, sin embargo, son los ecosistemas que se encuentran en riesgos actualmente debido a su explotación excesiva y los cambios de uso de suelos. Por otra parte, Pernía *et al.* (2019), mencionan que los estuarios se encuentran afectados por diversas actividades, tales como camaroneras, desechos y vertimientos de líquidos por lo que se ha encontrado concentración de metales pesados, logrando afectar el ecosistema marino. De la misma manera las especies acuáticas han sido indicadores de concentración de metales pesados por la contaminación persistente (Loor, 2014).

Gutiérrez *et al.* (2018), concretan que la Jaiba azul es una especie clave en el ecosistema y puede desempeñar un papel importante en la transferencia de contaminantes a niveles tróficos más altos, y la presencia de estos elementos puede crear la intranquilidad de las biotas locales. Según Macías (2015) la hepatopáncreas de la jaiba azul, tienen la capacidad de concentrar metales tóxicos como: mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd), cromo (Cr) y entre otros con niveles por encima de los límites máximos permisibles de diferentes normativas.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se hace la siguiente formulación del problema:

¿En la jaiba azul se podrá encontrar presencia de metales pesados Cd, Pb, Hg proveniente de contaminación antropogénica?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Las reservas de áreas protegidas buscan fundamentar la preservación de la biodiversidad y son creadas para proteger bellezas escénicas, diversidad biológica y cultural, para brindar diferentes oportunidades en investigación y educación (MAAE, 2016). Los manglares cumplen funciones ecológicas trascendentales como el reciclaje de nutrientes, producción y exportación de hojarasca y detritos, el mantenimiento de la calidad del agua, la protección de las costas y de las riberas de los esteros frente a procesos erosivos, retención y acumulación de sedimentos (Castillo *et al.*, 2019).

El Código Orgánico del Ambiente, el título IV de los recursos marinos constituye en el Art. 275. El aprovechamiento sostenible de los recursos marinos y costeros deberá: 1. Mantener la diversidad, calidad y disponibilidad de los recursos pesqueros a fin de garantizar los procesos ecológicos y satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, en el contexto de la soberanía alimentaria y el desarrollo sostenible; 2. Asegurar la conservación no sólo de las especies que son objeto de uso directo, sino también de aquellas dependientes o asociadas al mismo ecosistema.

En los últimos años se han detectado la presencia de estos contaminantes en estuarios, en donde los mayores afectados son las especies marinas que son de consumo humano, lo cual trae consecuencias muy peligrosas (Reyes *et al.*, 2016). Elías y Pincay (2019), mencionan que actualmente se han detectado la presencia de metales pesados en ciertas especies acuáticas que son comercializadas al ser humano como lo es en la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) debido a su alta aceptabilidad de carne y el alto valor comercial que alcanza en el mercado, hace que su importancia socio-económica sea destacada dentro del sector pesquero y en especial del artesanal (Samaniego, 2006).

Es por ello que, es importante determinar la concentración de metales pesados en jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) para identificar las diferentes enfermedades que se podrían impactar a la especie (Siavichay, 2013). Mediante este trabajo de investigación, se pretende conocer las concentraciones de metales pesados presentes en Jaiba Azul (*Callinectes arcuatus*), y según el modelo educativo de la ESPAM "MFL", este trabajo no pertenece a un proyecto macro, pero se reconoce la producción científica, y se basa en las líneas de investigación de la institución direccionadas a la conservación de biodiversidad y en función del aporte investigativo en una zona estratégica para futuras investigaciones.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar las concentraciones de metales pesados (Hg, Pb y Cd) en jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) del Refugio de vida silvestre “Isla Corazón” como indicador de contaminación antropogénica.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la zona de muestreo de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) como indicador de contaminación antropogénica en el Refugio de Vida Silvestre “Isla Corazón”.
- Evaluar las concentraciones de Hg, Pb y Cd en la hepatopáncreas de la Jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) del Refugio de Vida Silvestre “Isla Corazón”.

### **1.4. IDEA A DEFENDER**

En el hepatopáncreas de la en jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) existe concentraciones de metales pesados, Cd, Pb, Hg proveniente de contaminación antropogénica.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN**

Según el MAAE (2013) el refugio de vida silvestre “Isla Corazón”, fue declarado como área protegida por el Ministerio de Ambiente en el 2002, el cual está cubierto de manglar y se localiza a 8 kilómetros de Bahía de Caráquez y se sitúa en la desembocadura del río Chone que se une al río Carrizal del cantón Sucre, provincia de Manabí. Por otra parte, Garzón (2013) menciona que en el interior del refugio de vida silvestre “Isla Corazón” se ubica un sendero construido en medio de los manglares, en donde habitan crustáceos, moluscos, peces, especies de flora y demás microorganismos, así mismo tiene su interacción con pescadores artesanales, en esta zona se puede encontrar islas estuarinas, las cuales se forman a partir de la acumulación de sedimentos arrastrados por la corriente del río Chone.

### **2.2. EL AGUA**

El agua es la sustancia que más prevalece en la Tierra y es la única que se sitúa en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2008). La calidad de vida y desarrollo de las poblaciones están sujetas a elementos socioeconómicos y ambientales, uno de los recursos más importantes, como es el agua, es usado en actividades: recreativas, riego y consumo humano; razón por la cual es necesario investigar más a fondo la calidad de dicho recurso (Barahona, 2010).

### **2.3. CONTAMINACIÓN EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

De acuerdo a Allan (1996) manifiesta que, un ecosistema es la unidad ecológica en la cual un acumulado de organismos efectúa simbiosis con el ambiente. Por otro lado, Roldán y Ramírez (1992) resaltan que los ecosistemas acuáticos están influenciados por dos grandes conjuntos de factores, bióticos y abióticos, los cuales pueden alterar el medio en el cual se desarrollan los organismos acuáticos.

El desgaste de los ecosistemas debido a la contaminación es una dificultad crítica de nuestros tiempos (Locatello *et al.*, 2009). Mientras que Lafont *et al.* (2001) se enfocan en que, la creciente cantidad de contaminantes en zonas costeras se origina como resultado del vertimiento de desechos industriales, urbanos, actividad agrícola, minera y portuaria, que figura un peligro inminente para el hombre y el ambiente.

## **2.4. HISTORIA DE VIDA Y BIOLÓGICA DE POBLACIÓN**

El cultivo de jaibas se realiza en EEUU desde el siglo pasado, las primeras “granjas jaiberas” se fundaron en la Bahía de Chesapeake, entre los estados de Virginia y Maryland, también en los esteros del río Mississippi. México es otros de los países, en donde se captura a la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) durante la época de muda, instituyéndose la “granja jaibera” de la compañía Pesca de Estuarios. Indicando que dentro de estas granjas se extrae la jaiba con trampas que, además de suministrar un magnífico beneficio, permitiendo liberar a las hembras grávidas y a los ejemplares juveniles (Rodríguez, 2014).

De acuerdo con Valladares (2019) la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) conservan un período de vida de cuatro años, en donde la cantidad de hembras ovígeras de portúnidos acostumbra corresponderse con la presencia de cuerpo de agua estuarinos. En su etapa de maduración o adulta, las jaibas son eurihalinas, mientras que las larvas requieren de salinidades adecuadas del ambiente marino.

La presencia de jóvenes y adultos indican que en primavera y verano es temporada reproductiva, mientras que en otoño se presentan abundancia más baja y en invierno el mayor reclutamiento de juveniles. Las medidas regulatorias para la captura de un ejemplar de jaiba deben tener como mínimo, de 7.5 cm de cefalotórax. No se capturan a las hembras. La jaiba no tiene veda, por tener menor consumo interno (Martillo, 2014). Por otro lado, Montes *et al.* (2013) establecieron que el período de mejor fecundación para jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) acontece desde noviembre a diciembre, esta especie se reproduce durante primavera-verano.

## 2.5. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE (*Callinectes arcuatus*)

Según Navas (2012), señalan que la superfamilia Portunidae contiene el género (*Callinectes arcuatus*) que es muy significativo desde el punto de vista comercial. Los organismos que forman parte de este género se les denominan como jaibas o cangrejos nadadores. Estos crustáceos que ostentan un interés en la alimentación humana han sido estudiados a nivel mundial como recurso nutricional, por su valioso valor proteico y nutritivo.

De la misma forma Arciniega y Rometo (2013) mencionan que, dentro de los crustáceos decápodos, una de las familias mejor representadas es la Portunidae, en la que se incluye a las jaibas (cangrejos nadadores), que se mercantilizan a lo largo de costas tropicales y templadas tabla 2.1. Así mismo tienen un ciclo de vida complejo que comprende estadíos planctónicos, nectónicos y bentónicos que se llevan a cabo en sistemas lagunares y en la zona marina.

**Tabla 2.1.**

Clasificación taxonómica de la especie.

<b>Jaiba azul</b>
Reino: Animalia
Phylum: Anthropoda
Clase: Decapoda
Familia: Portunidae
Género: Callinectes
Especie: Arcuatus

**Fuente:** Hernández y Arreola, (2007).

Diarte (2016) indica que las especies distribuidas en el perfil costanero del Pacífico se localizan a calados y temperaturas parejas, pero (*Callinectes arcuatus*) tienen un rango más desarrollado de salinidad (1 a 65 y 0 a 58 ups, correspondientemente) en comparación con *C. bellicosus* (31 a 38 ups). La *C. arcuatus* es la más eurihalina y es capaz de obtener un intervalo de salinidad alto, con distinción por condiciones cercanas a aguas marinas o totalmente marinas. (*Callinectes arcuatus*) se encuentran más a menudo ocultas en el lodo o en sustratos de arena fina.

Las jaibas muestran una pinza mayor denominada como “demoledora”, situada normalmente por el lado derecho, y una quela menor denominada “cortadora”, ubicada del lado izquierdo. Durante su temporada de muda la especie puede desperdiciar la quela mayor o la quela menor provocando la muda siguiente. Algunos organismos consiguen mostrar dos terminaciones en forma de pinza menores, pero ninguno puede mostrar dos mayores (Lara, Muñoz y Quevedo, 2009).

## **2.6. HÁBITAT Y DISTRIBUCIÓN**

Las jaibas (*Callinectes arcuatus*) habita en la costa del océano Pacífico desde el sur de California, EEUU. Hasta Colombia y Golfo de Tehuantepec México, correspondientemente. Esta especie, como las otras del género *Callinectes*, presentan una fase planctónica en mar abierto para la mejora de la larva y una fase bentónica en lagunas costeras y embocaduras para su crecimiento y reproducción (Labastida y Núñez, 2015). Por otro lado, DateMares (2017) argumenta que la *Callinectes arcuatus* también habita en aguas marinas costeras, sobre fondos lodosos, lodo-arenosos y de lodo mezclado con conchuela. Es muy tolerante a variaciones de salinidad, encontrándose regularmente en aguas de salinidades que varían entre 1 ‰ y 65 ‰. Migra hacia las bocas de los sistemas lagunares estuarinos y aguas marinas costeras durante la época de lluvias.

Por otra parte, Álvarez (2015) señala que, en América las jaibas tienen una amplia distribución desde New Jersey (USA) hasta Uruguay sobre el Océano Atlántico y Mar Caribe, y desde el sur de California hasta el noroeste del Perú, en el Pacífico. Hernández y Arreola (2007) dan a conocer que la *C. arcuatus* se encuentra en un intervalo de temperatura de 17.5-34 °C y habita en profundidades de 0-40 m.

## **2.7. ESTRUCTURA MORFOLÓGICA DE LA JAIBA AZUL**

Según Rogríguez (2004) presenta un cuerpo deprimido dorso ventralmente, y en su mayor parte formado por un ancho cefalotórax de aspecto pentagonal, cubierto por un caparazón quitinoso grueso, fuertemente calcificado, por debajo del cual se

encuentra replegado el abdomen, que está situado en una depresión de la cara ventral.

### **2.7.1. HEPATOPÁNCREAS (HP)**

La glándula gástrica o Hepatopáncreas es el órgano más significativo del sistema digestivo de los decápodos e intercede en muchas situaciones metabólicas como: absorción, síntesis, secreción, y asimilación de carbohidratos y lípidos. Es de gran tamaño y está situada a cada lado del estómago, ajustada por una sucesión de lóbulos que se enlaza con el canal digestivo por conducciones principales (D'achiardi y Álvarez, 2012).

Se manifiesta que el hepatopáncreas al ser una glándula significativa en el proceso metabólico de los crustáceos, constan varios estudios que se han indicado acumulación de metales pesados como el mercurio, cadmio, plomo y otros, esto forma inquietud ya que podría existir bioacumulación por medio de la red trófica, perturbando la cadena alimenticia y el equilibrio del ecosistema si las concentraciones son altas, que podría llevar a una bioacumulación a través de las cadenas alimenticia y a una destrucción de las redes alimenticias si las acumulaciones son lo suficientemente altas en áreas contaminadas (Chuquimarca, 2015).

## **2.8. COMERCIALIZACIÓN Y PESCA**

Según Gaitán (2003) la nasa jaibera es el arte de pesca que permitió una mayor captura (kg de jaiba) por unidad de esfuerzo. Por otra parte, Giménez y Delgado (2010) indican que este tipo de trampa es utilizada principalmente en aguas marinas cercanas a las costas. Se cala en profundidades entre 1 y 40 m, separadas entre 5 y 6 m aproximadamente. Para fijar al fondo se coloca un lastre, que consiste de un aro metálico adicional en el fondo de la trampa. Las ventanas de escape permiten la salida de individuos por debajo de la talla de primera madurez.



Gonzabay (2008) menciona que estas especies representan un recurso pesquero comercial importante en aguas del Atlántico y Pacífico Occidental, alcanzando elevados valores en los mercados de consumo.

Por otra parte, Martillo (2014) indicó que la comercialización de la jaiba se la da mayormente en la época de vedas del cangrejo que establecen las instituciones de regulaciones acuícolas. Estas vedas se establecen dos veces al año en la actualidad, y la comercialización o venta al extranjero de la pulpa de jaiba no es de forma constante ni todo el año, se lo hace de manera esporádica. Así mismo Caicedo (2018) menciona que los principales países involucrados son Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México y Kenia.

## **2.9. TÉCNICA Y TRATAMIENTO DE LA RECOLECCIÓN DE LA ESPECIE**

La recolección de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) se la realiza dependiendo de la amplitud de la pleamar y en las primeras horas de la mañana, ya que el ejemplar se puede encontrar en diferentes profundidades de entre 1 a 40 m (Escamilla *et al.*, 2013; Queirolo, 2012).

De acuerdo a la técnica de Vega (2006), este establece que se deberá calcular la talla de cada jaiba, midiendo la distancia de espina a espina a lo ancho del cuerpo (cefalotórax) del ejemplar, teniendo un Calibrador vernier o un carcinómetro para medición de crustáceos; o un instrumento de medida con abertura fija, para determinar las tallas mínimas de captura.

Por otra parte, Espinoza *et al.* (2016), explican el procedimiento del muestreo biométrico que se deben realizar a los crustáceos, que son los siguientes:

- Limpiar las especies que contengan algún epibiontes y/u otros elementos aglutinados al crustáceo.
- Realizar la debida separación de los crustáceos de acuerdo al tamaño.
- Evaluar la talla de los ejemplares con un calibrador vernier o carcinómetro.

- Se deberá tomar la lectura referencial el cual será redondeada al milímetro inferior entero. Un claro ejemplo es, si el calibrador vernier o el carcinómetro marca 92.3 o 92.8 mm del ancho del cuerpo, este será redondeado al 92.0 mm.
- Llevar un registro de los datos de cada ejemplar.

Así mismo, Chuquimarca (2015) explica el proceso de como se debe realizar la extracción de el hepatopáncreas, que son los siguientes pasos:

- Lavar los crustáceos con agua destilada
- Separar el caparazón para extraer el hepatopáncreas con tijeras quirúrgicas
- Rotular las muestras de acuerdo al punto de recolección
- Se deberán almacenar en fundas de ziploc dentro de un cooler a una temperatura de 4°C.

## **2.10. ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS**

Según Alvarado (2019) manifiesta que, la contaminación antropogénica es aquella que se produce por medio de las actividades que realiza el hombre, en su mayoría son por las industrias. De acuerdo a al tipo de industria se producen diferentes residuos, como contaminantes tóxicos de metales pesados. Por otra parte, Yáñez y Estupiñán (2016) mencionan que algunas actividades antropogénicas han demostrado ser las causas de afectaciones en un gran número de especies de anfibios. La fragmentación de los bosques, el cambio del uso del suelo, las especies introducidas y el cambio climático son los factores que durante las últimas décadas han afectado patentemente a la biodiversidad herpetofaunística de todo el planeta.

## **2.11. TÉCNICA DE ZONIFICACIÓN**

De acuerdo a Mora y Ramírez (2013) la zonificación consiste en un instrumento geográfico que facilita el análisis del medio a través de la delimitación de zonas homogéneas, tomando aspectos como geomorfología mediante las pendientes y relieves, cobertura vegetal y clima. El análisis e interrelación de las variables

anteriores hace que la zonificación corresponda a un hecho y una acción geográfica debido a que busca establecer y determinar espacios y territorios homogéneos.

Así mismo, López *et al.* (2012), establece que la zonificación ambiental es una herramienta metodológica que permite la diferenciación especial de áreas geográficas, se aplican como un instrumento de planificación y ordenamiento ambiental del territorio y para cada caso de la zona costera ha sido aplicada a procesos de MIZC y para la implementación de herramientas específicas como el diseño de áreas marinas protegidas (AMP).

Así mismo, Sánchez (2000) argumenta que la zonificación se la realiza con un enfoque sistemático a partir de los resultados de las fases de aprestamiento y diagnóstico, buscando así establecer áreas efectivas de conservación y usos sostenibles con el fin de implementar medidas que garanticen la sostenibilidad de la cuenca en lo ecológico, social y económico. Por otra parte, Galván (2014) menciona que es necesario plantear hasta qué punto de incorporación de variabilidad hidrológica asociadas a los flujos de agua representan un elemento significativo que se debe tener en cuenta en la zonificación de los estuarios. Para realizar una zonificación ambiental del área de influencia, se utiliza la metodología de suspensión cartográfica aplicando un Sistema de Información Geográfica (Peñarrieta, 2020).

## **2.12. TÉCNICAS PARA DEFINIR PUNTOS DE MUESTREO**

Una muestra se puede conseguir de dos formas ya sea esta probabilística y no probabilística. En el que la técnica de muestreo probabilística da a conocer las probabilidades de cada ejemplar a estudio tiene de ser incluido en las muestras a través de una selección al azar. Es por esto que Jiménez y Lobo (2004), explican que es importante establecer los puntos de muestreo de acuerdo a la población en estudio y especificaciones del lugar, el muestreo está basado en la clasificación de las unidades territoriales de una región de acuerdo a los valores de una serie de variables ambientales y espaciales, previamente seleccionadas por su conocida influencia sobre la distribución del grupo de organismos.

### **2.13. METALES PESADOS Y GENERALIDADES**

De acuerdo con Prado *et al.* (2020) los metales pesados son elementos químicos abundantes en la naturaleza (84 tipos distintos) con características físicas parecidas: brillo, opacidad, gran conductividad del calor y la electricidad, solubilidad entre ellos (aleaciones), sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio) y capacidad de formar cristales microscópicos. Generan en sus sales iones positivos (cationes).

La mayoría de los metales son abundantes en la corteza de nuestro planeta y han sido manipulados durante la evolución de la vida. Algunos elementos de este grupo son nutrimentos esenciales, mientras que otros, aun cuando estén presentes en bajas cantidades (trazas) son considerados altamente tóxicos. Tanto su aportación en las funciones fisiológicas como los mecanismos de su toxicidad, son explicados por el hecho de que son elementos de transición capaces de formar compuestos coordinados estables, orgánicos e inorgánicos (Cornelis y Nordberg, 2007).

Existe una gran cuantía de elementos y compuestos químicos que afectan adversamente la calidad del agua, entre los cuales se encuentran los metales pesados o tóxicos. Estos agentes químicos representan un serio peligro para el equilibrio ambiental y para los seres vivos debido a que son fuertemente reactivos, tóxicos y tenaces (Ramírez, 1999).

### **2.14. METALES PESADOS EN AGUA Y SEDIMENTOS**

De acuerdo con Jiménez (2001) los sedimentos son un elemento ecológicamente significativo en el hábitat acuático, es un reservorio natural de contaminación. La presencia de sedimentos contaminados en ambientes acuáticos, ya sea en aguas continentales o en aguas marinas, es un hecho confrontado en todo el mundo, sobre todo desde de la segunda mitad del siglo XX.

Los metales que ingresan en el medio acuático pueden tener origen natural o antropogénico. La erosión y la lixiviación química de suelos y roca componen la aportación más significativa por métodos de origen natural. En los sistemas

acuáticos los metales son introducidos como consecuencia de la acción de procesos naturales y antropogénicos.

De acuerdo con Chapman (1989) manifiesta que el origen natural depende de la composición de la roca madre oriunda y de los métodos erosivos sufridos por los materiales que conforman el mismo. Los metales poseen tres vías importantes de entrada en el medio acuático:

- **Vía atmosférica:** se produce debido a la sedimentación de partículas expresadas a la atmosfera por procesos naturales o antropogénicas.
- **Vía terrestre:** consecuencia de filtraciones de vertidos o de la escorrentía superficial de terrenos contaminados (minas, lixiviación de residuos sólidos, entre otros) y otras causas naturales.
- **Vía directa:** debido a vertidos inmediatos de aguas residuales industriales y urbanas a los cauces fluviales. El aspecto más significativo que diferencia a los metales de otros contaminantes tóxicos es el hecho de no ser biodegradables.

Mientras que Mandelli (1979) ostenta que una vez en el ambiente pueden persistir durante cientos de años. La ostentación a concentraciones elevadas de metales fundamentales también puede producir efectos tóxicos resultantes, habitualmente, de la unión poco determinada de los metales a macromoléculas biológicamente significativos como son los grupos prostéticos de enzimas, de forma que pueden descomponer su distribución y actividad biológica. Este tipo de unión no concreta, compone la forma principal de toxicidad de los metales (Linnik y Zubenko, 2000).

## **2.15. MERCURIO**

De acuerdo a Cortés (2017) manifiesta que, el mercurio es un metal cuyo símbolo químico es Hg, en el sistema periódico se sitúa en el grupo IIB (metales de transformación). El mercurio tiene una baja disolución en agua y una alta volatilidad que le admite su aspecto en la atmósfera en forma de mercurio elemental, además concurren sales de mercurio volátiles como el cloruro de mercurio (HgCl<sub>2</sub>) pero

estas son solubles en agua incitando que se impongan mucho más rápido, reduciendo su disponibilidad en la atmósfera. Los estados de oxidación del mercurio son tres: 0 (elemental), I (mercurioso) y II (mercúrico). Los estados de oxidación mercúrico y mercurioso constituyen un gran número de compuestos orgánicos e inorgánicos que son las formas en las que se localiza el mercurio en el medio ambiente. En raras ocasiones se encuentra este metal en estado puro, es decir, como metal líquido (Rivera y Valencia, 2013).

### **2.15.1. PRESENCIA DE MERCURIO EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

Los organismos acuáticos pueden aprehender metilmercurio desde el agua, el sedimento y el alimento; esta manera es acumulable por lo que posee una tasa de eliminación mínima en comparación a la de ingreso. Una vez situadas, las especies de mercurio están sujetas a una extensa aparición de reacciones químicas y biológicas. Los entornos de pH, temperatura y contenidos de sales y unidades orgánicas del suelo benefician la formación de complejos del ion inorgánico ( $\text{Hg}_2^+$ ) como  $\text{HgCl}_2$ ,  $\text{Hg}(\text{OH})_2$  o complejos orgánicos e inorgánicos son suficiente solubles en agua y, por tanto, de gran oscilación, muchos de ellos forman nuevos complejos con la materia orgánica (especialmente con los ácidos fúlvicos y húmicos) y coloides minerales del suelo o sedimento. Son este tipo de complejos los que especialmente concretan el comportamiento del mercurio (Laino *et al.*, 2015).

Mientras que Boy (2015) la mayor parte del mercurio en aguas y sedimentos se encuentra en forma inorgánica mientras que el mercurio acumulado en peces y en organismos de niveles superiores de la cadena trófica es casi completamente metilmercurio alcanzando al 95 % de la totalidad del metal. La cantidad neta de metilmercurio presente en las aguas es el resultado de un balance entre los procesos de metilación-di metilación. Éste último es también un proceso biológico que implica actividad bacteriana que opone resistencia a los órganos mercuriales y es factible por la presencia del gen órgano mercurial *liaza* que permite a la bacteria romper el enlace mercuriocarbono.

## **2.16. PLOMO**

En la atmósfera el plomo forma parte de la materia particulada, habitualmente constituyendo óxidos o carbonatos que en función de tamaño o densidad de partícula se sitúan por gravedad en poco tiempo o en partículas más selectas logran persistir en suspensión y trasladarse a través del viento a distancias formidables de su fuente de emisión, además no se lixivia simplemente hacia las capas profundas del subsuelo y hacia el agua subterránea incluido en medios muy ácidos (Martín, 2008). En la actualidad, cerca del 35 % del plomo se utiliza para elaborar baterías para coches y carretillas de carga industrial. El segundo uso es su alta al cristal de los monitores de ordenador y pantallas de televisión, con la función de absorber radiaciones perjudiciales. El plomo se adsorbe vigorosamente en suelos y sedimentos, fundamentalmente a las arcillas, limos y óxidos de hierro y manganeso, siendo esta adsorción por interacciones electrostáticas como a la formación de enlaces específicos (Laino *et al.*, 2015).

### **2.16.1. PRESENCIA DE PLOMO EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

El plomo al igual que el mercurio inscribirse al sistema acuático, vía escurrimiento y de la atmósfera. El plomo en los ríos podría ser insoluble si está aglutinado a partículas orgánicas o inorgánicas, o soluble a la forma de quelatos o complejos inorgánicos. Las aguas superficiales no contaminadas no exceden de 0.1 mg/l. Algunas especies de plantas tienen una gran tolerancia para el plomo que agrupan a partir del suelo, estableciendo complejos con las sustancias húmicas (Hermógenes, 2001).

La vida acuática puede perturbarse a partir de 0.1 mg/l. Consiguiendo los efectos tóxicos manifestarse en los peces a partir de un 1 mg/l. Por lo tanto, la acción tóxica es inestable según las especies y el grado de mineralización del agua (Pain *et al.*, 1995).

## **2.17. CADMIO**

Según Bottello *et al.* (2000) El cadmio es un elemento metálico de conversión que corresponde al grupo II-B de la tabla periódica, su número atómico es 48 y su masa atómica relativa 112,44. El cadmio en su forma básica es un metal blanco plateado, dúctil y maleable. Representa el 1.5 a 10-5 % en peso de la corteza terrestre, hallándose abundantemente distribuido en la misma. No se encuentra en el medio ambiente como metal puro y la greenockita (sulfuro de cadmio), único mineral de cadmio, no es una fuente comercial de metal. Surge con periodicidad en forma isomorfa en casi todos los yacimientos de cinc (que constituye el 95 % de la producción de cadmio), y en los minerales de cobre y plomo, asimismo de aparecer en la naturaleza fundando compuestos con óxidos, sulfuros y carbonatos. La actividad volcánica y la meteorización de las rocas son las vitales causas naturales de emisión de cadmio a la atmósfera, junto con las emisiones producidas en los incendios forestales. Antropogénicamente el cadmio se provoca principalmente como un derivado de la minería, licuefacción y refinamiento de minerales de cinc, y en menor medida, plomo y cobre (Horton *et al.*, 1987).

El cadmio se halla muy agrupado con el cinc en su geoquímica por lo que ambos elementos tienen estructuras iónicas y electronegatividades parecidas, ambos presentan estructuras divalentes en todos sus compuestos constantes, y los dos forman hidróxidos y complejos con iones de amonio y cianuro, así como una diversidad de complejos orgánicos con aminas, sulfuros complejos, cloro complejos y quelatos. El cadmio se presenta precipitado con carbonatos, arseniatos, fosfatos, oxalatos y ferrocianuros (Horton *et al.*, 1987).

### **2.17.1. PRESENCIA DE CADMIO EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

Según Madero y Marrugo (2011) señalan que, la movilidad y biodisponibilidad del cadmio depende importantemente de su especie química. El cadmio y los compuestos de cadmio son, en balance con otros metales pesados, correspondientemente solubles en agua. Son, asimismo, en general, más biodisponibles y móviles. La distribución del cadmio en los ecosistemas acuáticos



se puede pronosticar de acuerdo a la generalización de la estructura en aguas de río. En aguas con un pH menor a 6 todo el cadmio diluido surge como ion libre, para un pH entre 6 y 8.2 influyen las especies carbonato, como  $\text{CdHCO}_3^+$  y  $\text{CdCO}_3$ , y en sistemas con un pH entre 8.2 y 10 se muestra como carbonato sin carga. La complejación de cadmio con la materia orgánica es correspondientemente mínima debido a la competición de otros metales como el Ca por los lugares de unión, siendo la adsorción el vital transcurso de reacción con la materia en suspensión. En general, la oscilación y biodisponibilidad de cadmio en los ecosistemas acuáticos se ve beneficiada por el entorno ácido, bajos niveles de dureza, bajos niveles de materia en suspensión, alto potencial redox y baja salinidad.

## **2.18. MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS**

Para proceder a la ejecución de las muestras, es necesario extraer los sedimentos superficiales con el apoyo de una draga Van veen, de acuerdo a las normas ISO 5667/19 respectivamente, Luego de esto se procede a transportar las muestras al laboratorio y culminar con el proceso de análisis (Quevedo *et al.*, 2012).

## **2.19. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS PARA AGUA Y SEDIMENTOS**

Mero (2010) expresa que los parámetros físicos-químicos como el pH afecta el proceso de identificación y cuantificación de las formas químicas y así mismo a la movilidad de muchos metales pesados, con respecto a la temperatura influye sobre la solubilidad. Como regla general, las altas temperaturas y la baja salinidad actúan de forma sinérgica con los metales para aumentar la toxicidad de los elementos Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, y Zn, provocando su rápida acumulación.

Flores *et al.* (2018) mencionan que para evaluar los parámetros físico-químicos de agua se utiliza un dispositivo multiparamétrico de marca HANNA, obteniendo así los resultados de los análisis como potencial de hidrógeno (pH), temperatura (°C), conductividad eléctrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) y salinidad (ppm).

Por otra parte, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras [INVERMAR] (2003) para evaluar las muestras de sedimento se debe utilizar una draga de plástico para la recolecta de la muestra, posterior a eso se conserva a una temperatura adecuada de 4°C hasta su análisis. Seguidamente en la tabla 2.2. y tabla 2.3. se detalla los rangos de los parámetros físico-químicos como en agua marina y sedimento.

**Tabla 2.2.**

Parámetros físico-químicos en sedimento.

Parámetros	Rangos	Unidades de medidas
pH	7.15 – 7.75	-
Temperatura	26 – 29.8	°C
Conductividad	Mayor a 1.86	μS/cm
Salinidad	1.45	ppm

Fuente: Mero, (2010).

**Tabla 2.3.**

Parámetros físico-químicos para agua de mar.

Parámetros	Rango	Unidades de medida
Conductividad	33.7	μS/cm
Temperatura	26.44	°C
Salinidad	37.45	ppm
pH	7.4 – 8.4	-

Fuente: Chuquimarca, (2015).

## 2.20. LA ESPECTROSCOPIA DE (ICP-OES)

Según Jiménez *et al.* (2020) la espectroscopia de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) se refiere a una de las técnicas más usadas para determinar trazas de elementos en una gran variedad de matrices. Por otra parte, Sanchez *et al.* (2012) indican que la ICP-OES se basa en la emisión espontánea de fotones de los átomos que han sido excitados por un plasma de argón de alta temperatura (6800 K), cuya señal es característica de cada elemento y en ciertas condiciones proporcionales a la concentración. Los equipos analíticos actuales permiten la medición simultánea de más de 70 elementos, aunque los

parámetros de desempeño de la técnica deben evaluarse para cada una de las matrices de trabajo, ya que existen interferencias espectrales que deben corregirse.

## 2.21. NORMATIVA NACIONAL VIGENTE

### 2.21.1. TULSMA LIBRO VI

La reforma del texto unificado, en el acuerdo ministerial 97 del libro VI del TULSMA anexo 1 decretada bajo el amparo de la ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la ley de Gestión Ambiental para la prevención y Control de la Contaminación Ambiental mediante, la presente norma técnica ambiental determina los límites permisibles, tales como disposiciones y prohibiciones para las descargas de en cuencas de aguas o medios de alcantarillado, y los procedimientos y métodos para la determinación de los parámetros de contaminación de agua (Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente [TULSMA], 2015).

Se establece el TULSMA, en el numeral 4.1.2 establece los criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios, se empleó en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la producción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura tabla 2.4. (TULSMA, 2017).

**Tabla 2.4.**

Parámetros físico-químicos de límites máximos permisibles.

Parámetros	Límite máximo permisible
Temperatura	Condiciones naturales +3 °C
pH	6, 5-9, 5

Fuente: TUSLMA, (2015).

## 2.22. NORMATIVA EUROPEA CONTENIDO DE METALES PESADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

La OMS (2013) menciona que los alimentos deben ser regularizados hoy en día debido a que de esta manera se podrían evitar agentes contaminantes como los metales pesados puedan introducirse en la cadena trófica y afectar la salud de quienes los consumen. La Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA) es el ente encargado de determinar los productos que sean adecuados como inadecuados para el consumo, regulando los límites máximos tabla 2.5. aplicables por defecto (Cedeño, 2017).

**Tabla 2.5.**

Niveles máximos de metales pesados según los reglamentos de la comisión 420/2011, 488/2014 y 2015/1005).

Metal	Producto	Limite máx. permisible
Plomo (Pb)	Productos de la pesca en general: (comprende marisqueo y acuicultura)	0.50 mg/kg pf
Mercurio (Hg)	Crustáceos	0.50 mg/kg pf
Cadmio (Cd)	Crustáceos	0.50 mg/kg pf

Fuente: EFSA, (2015).

## 2.23. COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON

Se lo conoce también como el coeficiente de correlación  $r$  de Pearson, el cual se expresa el grado en qué dos variables tienen el mismo orden (Morales, 2011). Se lo maneja en diferentes áreas profesionales, como educación, ingenierías, medicina, entre otros (Hernández *et al.*, 2018). Seguidamente a esto, se expresa la siguiente ecuación 2.1.

$$r_{xy} = \frac{\sum z_x z_y}{N} \quad [2.1.]$$

**Ecuación 2.1.** Coeficiente de Pearson

Fuente: Hernández *et al.*, (2018).

$r$  = Coeficiente de correlación

$x$  = Variable uno

$y$  = Variable dos

$z_x$  = Desviación estándar de la variable uno

$z_y$  = Desviación estándar de la variable dos

$N$  = Número de datos

Esta clase de coeficientes pueden ser positivos o negativos, y se comprenden a través de representaciones gráficas, como diagramas de dispersión en donde ambas variables están simbolizadas por los ejes X e Y. El valor del coeficiente de correlación oscila entre 0 y  $\pm 1$ ; una correlación igual a 0 significa ausencia de relación (Morales, 2011).

Martínez *et al.* (2016) expresan que en las variables cuantitativas (escala mínima de intervalo), es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. No obstante, Rosales (2011) menciona que el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) indica el grado en qué dos variables tienen el mismo orden.

Por otra parte, Jiménez (2016) manifiesta que la significancia estadística de un coeficiente debe tenerse en cuenta conjuntamente con la relevancia clínica del fenómeno que se estudia ya que coeficientes de 0.5 a 0.7 en donde estos, tienden a ser significativos como muestras pequeñas.

Hernández *et al.* (2018) explica que, si hay diferencias significativas entre los grupos o variables estudiadas estadísticamente, se puede detallar el tipo de correlación de cada una de ellas de acuerdo a la siguiente tabla 2.6:

**Tabla 2.6.**

Tipo de correlación de Pearson.

Rango de valores de $r_{XY}$	Interpretación
$0.00 \leq  r_{XY}  \leq 0.10$	Correlación nula
$0.10 \leq  r_{XY}  \leq 0.30$	Correlación débil
$0.30 \leq  r_{XY}  \leq 0.50$	Correlación moderada
$0.50 \leq  r_{XY}  \leq 1.00$	Correlación fuerte

**Fuente:** Hernández *et al.*, (2018).

## CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el refugio de vida silvestre “Isla Corazón”, la cual se localiza cerca de la desembocadura del río Chone, frente a las ciudades de Bahía de Caráquez y San Vicente. El refugio de vida silvestre “Isla corazón” tiene una extensión de 2.811,67 (ha) que comprende cuerpo de agua estuarina y manglares. Situado geográficamente con las coordenadas 0569556 Sur (S), y 9928204 Oeste (O), con una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) de la zona 17 M, UTM.

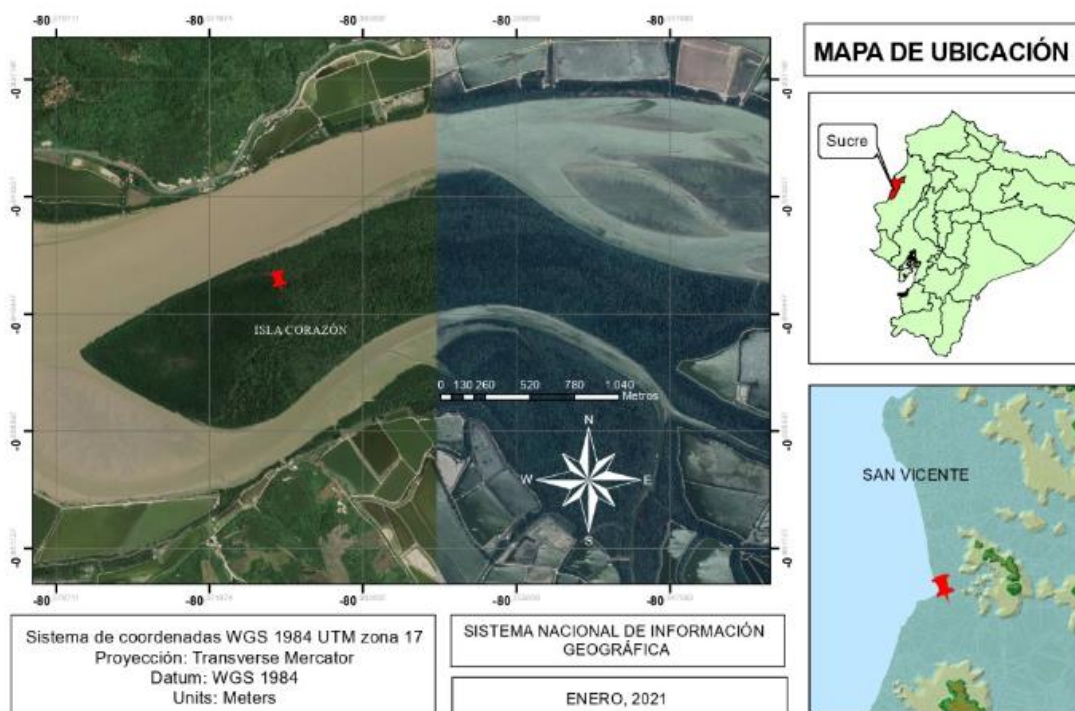


Figura 3.1. Ubicación del Refugio de Vida silvestre "Isla Corazón"

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

### 3.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo un período de 9 meses. El cual comprendió dos períodos, el de planificación y ejecución de la investigación.

### **3.3. MÉTODOS**

Se aplicaron los siguientes métodos para la investigación.

#### **3.3.1. MÉTODO CUANTITATIVO**

Se empleó el método cuantitativo que permite los investigadores analizar la situación de forma equitativa ya que se basa en la selección subjetiva e intersubjetiva de indicadores a través de conceptos y variables de ciertos elementos de procesos de esta investigación sobre las concentraciones de metales pesados en jaiba azul (Amayas, 2020; Cadena *et al.*, 2017).

#### **3.3.2. MÉTODO DEDUCTIVO**

Se aplico este metodo ya que se basa en el razonamiento que pasa de lo universal a lo particular y puede aplicarse directa o indirectamete, en donde la forma directa parte de una sola premisa mientras que la indiecta se usa dos o más premisa, por esta razon las concentraciones de metales pesados en la Jaiba, tienen una explicación previamente analizada de forma teórico-práctico (Sierra, 2012; Westreicher, 2020).

#### **3.3.3. MÉTODO EXPLORATORIO**

En este método exploratorio permitió abordar la primera fase del estudio de esta investigación, en donde el investigador tuvo como objetivo explorar el entorno y problemas, con el fin de obtener datos de manera eficaz referente al tema que se está estudiando. Por otra parte, un investigador puede abordar sobre el objeto de su estudio, con el fin de poder recabar información general del mismo: características, comportamiento, aspecto, ubicación, entre otras (Muñoz, 2011).

#### **3.3.4. MÉTODO ANALÍTICO**

Este método permitió obtener un modelo de estudio científico basado en la experimentación directa y la lógica empírica. En el proyecto ayudó con el proceso de realizar la identificación que se caracteriza el área de estudio (Díaz, 2010). Por



otra parte, Lopera *et al.* (2010) indican que el método es un camino, la cual puede constituirse en un modo de ser, al incorporarse la relación causa-efecto entre sus elementos.

### **3.4. TÉCNICAS**

#### **3.4.1. ENTREVISTA**

Se aplicó una entrevista para hacer una recopilación de información que además de ser una de las estrategias utilizadas en procesos de investigación, tiene ya un valor en sí misma. El principal objetivo de una entrevista es obtener información de forma oral y personalizada sobre acontecimientos, experiencias, opiniones de personas (Morgan, 2012). Este tipo de entrevista permitió identificar las actividades que se realizan en el Refugio de vida Silvestre “Isla Corazón”.

#### **3.4.2. OBSERVACIÓN**

Se implementó la técnica de observación, la cual permitió obtener un elemento fundamental de todo el proceso del proyecto de estudio que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para la investigación, en el que se pudo realizar mediante las visitas técnicas a la Isla Corazón (Peñañiel, 2016).

#### **3.4.3. BIBLIOGRÁFICO**

Se emplearon estrategias bibliográficas ya que tiene grandes aportaciones en el campo educativo, la cual va más allá de explicaciones causales, de reducir la realidad a variables medibles. En el que se pueden obtener información de diferentes fuentes, como documentos, revistas, artículos científicos, entre otros, utilizando información de buena calidad y verificada. En donde esta técnica brinda la oportunidad de ir a la verdadera esencia de la educación (Miranda y Sánchez, 2019).

#### **3.4.4. INSTRUMENTAL (ICP)**

Se aplicó la técnica de espectrometría de masas con fuente de plasma (ICP-MS) en el proyecto de investigación para realizar los análisis de concentraciones de metales pesados en jaiba azul, la cual posee una alta sensibilidad y rapidez en el análisis multielemental, en el que posibilita la capacidad de cuantificar las concentraciones de un rango mínimo de 5 órdenes de magnitud, es decir desde unos limitados ppt a cantidades mayores de ppm. Permitiendo así, analizar más elementos a un menor número de muestra y en menor tiempo (Díaz, 2017).

### **3.5. VARIABLES EN ESTUDIO**

#### **3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Concentración de metales pesados (Hg, Pb y Cd) en la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

#### **3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre “Isla Corazón”.

### **3.6. PROCEDIMIENTOS**

#### **3.6.1. FASE I. ESTABLECIMIENTO DE LA ZONA DE MUESTREO DE LA JAIBA AZUL (*Callinectes arcuatus*) COMO INDICADOR DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN”.**

##### **Actividad 1. Reconocimiento de la zona de estudio.**

Se realizó una visita *in-situ* al refugio de vida silvestre “Isla Corazón” previo a una organización verbal, que permitió la observación y el contacto directo con los habitantes de la comunidad.

En donde se efectuó una inspección alrededor del área de estudio, para la identificación de las principales especies marinas que se capturan dentro de la isla. En donde se pudo evidenciar los aspectos generales que se describen mediante una ficha de observación anexo 1, y mediante una entrevista anexo 2 se conocieron diferentes actividades que son ejecutadas por los habitantes de la zona, de acuerdo a lo que dispone (Wong, 2008).

Se aplicó una entrevista anexo 2 a pescadores de la zona, con la finalidad de conocer la situación actual de las actividades de pesca que se realizan para identificar la zona de mayor producción de la especie, las actividades que se realizan circundantes a la isla y otros aspectos que menciona (Mendoza, 2014).

**Actividad 2. Solicitud de acceso al refugio de vida silvestre “Isla Corazón” y registro de permiso de investigación mediante el sistema único de información ambiental (SUIA).**

Se solicitó un permiso de investigación ambiental mediante el SUIA para que se permita el acceso a las instalaciones del refugio de vida silvestre “Isla Corazón” con fines investigativos para la recolección de jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

**Actividad 3. Identificación de las actividades antropogénicas.**

Se efectuó una revisión bibliográfica, en donde se pudo identificar las actividades antropogénica circundantes a la isla mediante una zonificación ambiental, en el que se obtuvieron datos de información satelital y se definió el porcentaje y/o área que irrumpen estas actividades, así lo difiere (Peñarrieta, 2020).

**Actividad 4. Establecimiento de los puntos de muestreo en la zona de estudio seleccionada.**

Se establecieron 3 puntos de muestreo de acuerdo al área de mayor producción de jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) con la finalidad de delimitar el área en función de la pleamar, ya que este tipo de crustáceo se refugia a una profundidad de 1 a 40 m

y se la puede encontrar en sedimento, de acuerdo a lo que estipula (Escamilla *et al.*, 2013).

La zona de estudio se proyectará mediante un mapa temático por medio de los SIG en ArcGIS, obteniendo así una ubicación más precisa y específica de cada punto.

### **3.6.2. FASE II. EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE Hg, Pb Y Cd EN LA HEPATOPÁNCREAS DE LA JAIBA AZUL (*Callinectes arcuatus*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN”.**

#### **Actividad 5. Recolección, tratamiento y análisis de jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) en base a metodologías.**

**Recolección:** La recolección de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) se realiza mediante la técnica artesanal pesquera, empleando así las nasas jaiberas, esta consiste en aros de fierros de 58 cm de diámetro, en la que se emplean malla de tres pulgadas y dentro del aro se amarra la carnada (principalmente lisa y bagre), finalmente se sumerge al agua con un flotador hecho de botella plástica (Giménez y Delgado, 2010; Queirolo, 2012). Sin embargo, se estableció que para la recolección de este crustáceo se debe considerar el tamaño de lote y/o área, es decir cuando el tamaño del lote es inferior a los 50 m<sup>2</sup> se colectarán 10 individuos de predilección (González, 2015; Zamora *et al.*, 2019). Por lo cual se capturaron 10 especímenes durante los meses mayo, julio y agosto de tipo aleatorio simple.

Por otra parte, El Instituto Nacional de Pesca [INP] (2014) establece que la talla mínima de captura autorizadas en el océano es de 75 mm del ancho del caparazón (AC) para crustáceos en el que este se aplicará para la especie jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

**Tratamiento y análisis la de muestra:** Una vez obtenido los crustáceos se trasladaron a las instalaciones del refugio de vida silvestre “Isla Corazón” donde se procedió con el lavado y la disección para extraer el hepatopáncreas, utilizando así tijeras quirúrgicas para cortar y separar el caparazón de la especie y con ayuda de

un bisturí se obtuvo la muestra de cada individuo, de acuerdo con lo señalado por (Espinoza *et al.*, 2011).

Se obtuvieron diez muestras mensuales de la hepatopáncreas que fueron rotuladas y conservadas a 4°C de forma individual en fundas de ziploc, para ser enviadas al laboratorio de La Universidad de las Américas (UDLA) para que realicen los respectivos análisis de las concentraciones de metales pesados (Hg, Pb y Cd) empleando la técnica de ICP- OES (Plasma inductivo acoplado) y el método EPA 3015<sup>a</sup> y EPA 3051 (UDLA, 2016).

### **Actividad 6. Determinación de los parámetros físico-químicos del agua y sedimento.**

Se midieron los parámetros de temperatura (°C), pH, salinidad (ppm) y conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) del agua y sedimento en el área de captura de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) de acuerdo a los métodos de la tabla 3.1. Aznar (2000), menciona que la alteración de la calidad del agua y sedimentos pueden venir provocada tanto por efectos naturales como por la actuación humana influyendo así directamente a la especie. Asimismo, explican que afectan a la especie y la dispersión de los metales pesados de acuerdo a (Mero 2010; Chuquimarca 2015)

**Tabla 3.1.**

Parámetros físico-químicos.

Variable	Unidad	Método
pH	-	Potenciómetro
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	Conductímetro
Salinidad	ppm	Conductímetro
Temperatura	°C	Termómetro

**Fuente:** Ramírez y Saltos, (2022).

### **Actividad 7. Comparación de resultados con legislación nacional e internacional.**

Se realizó un análisis comparativo con la legislación Ambiental ecuatoriana del libro VI del TULSMA anexo 1: tabla 3. Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios Tabla 2.4. También para realizar la comparación de las concentraciones encontrado en el hepatopáncreas de la jaiba azul se empleó los límites permisibles establecidos por La Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA) tabla 8. Y de acuerdo al análisis de los parámetros físico-químicos de agua y sedimento se comparó según las tablas 2.2. y 2.3. (Mero 2010; Chuquimarca 2015).

### **Actividad 8. Establecimiento del coeficiente de correlación de Pearson de los parámetros físicos del agua y sedimentos con las concentraciones de metales pesados Hg, Pb Y Cd.**

Se estableció el coeficiente de Pearson en el Software Statgraphics versión 19.1.03, para demostrar si existe una correlación directa entre los parámetros físico-químicos del agua y sedimento con las concentraciones de mercurio, plomo y Cadmio en la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*), también se aplicó un análisis de varianza y prueba de significancia (Tukey) para ver las diferencias significativas entre las concentraciones durante los meses de muestreo, se llevó a lo establecido a (Hernández *et al.*, 2018; Martínez *et al.*, 2016).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. FASE I. ESTABLECIMIENTO DE LA ZONA DE MUESTREO DE LA JAIBA AZUL (*Callinectes arcuatus*) COMO INDICADOR DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN”.

#### 4.1.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

En base a la representación cartográfica de la zona de estudio a través del sistema de información geográfica y del recorrido que se realizó en el Cantón Sucre, se evidenció la siguiente área de estudio en el refugio de vida silvestre “Isla Corazón” (figura 4.1) (anexo 5A y anexo 5B).

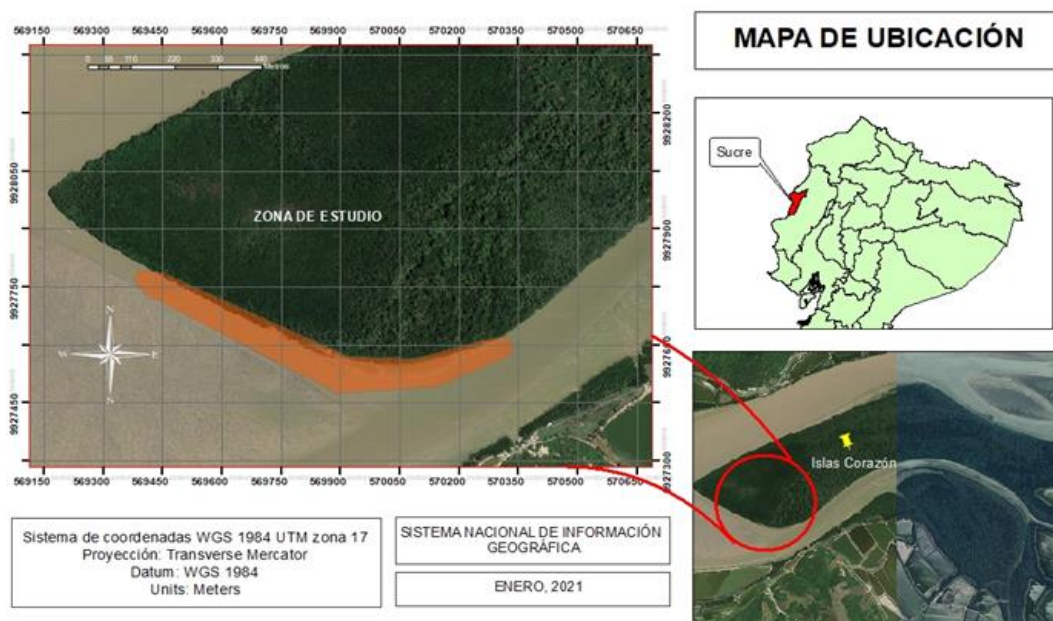


Figura 4.1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre "Isla Corazón".

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

Se aplicó una entrevista a pescadores de la zona y al cuerpo de profesionales que laboran en el refugio de vida silvestre “Isla Corazón” del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (anexo 2 y anexo 5E), en el que participaron alrededor de 6 personas. En donde se obtuvo la información de las especies que más se

capturan tales como: corvinas, lisas, bonitos sierras, caritas, pardos, cangrejos y jaibas azules y negras.

La jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) se captura en todo el estuario Río Chone, con nasas jaiberas, este crustáceo se encuentra a profundidades que varía entre 1 m a 40 m ya sea en agua o sedimentos, así también lo establece (Escamilla *et al.*, 2013). No obstante, la captura de este crustáceo se lo realiza en horario de la mañana a partir de las 07h00 am hasta las 11h00 am dependiendo de la pleamar.

Esta práctica la realizan para consumo y pocas veces se realiza la venta. Sin embargo, el valor de una sarta de jaiba azul tiene un costo de \$8,00 a \$10,00 y puede conformarse por 10 especies entre pequeñas y grandes, las cuales se comercializa por las comunidades aledañas a la Isla. Por otra parte, la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) no tiene veda por tener menor consumo interno y no se lleva un control estricto como el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), este dato concuerda por lo establecido de (Martillo, 2014).

#### **4.1.2. GESTIÓN DE ACCESO A LA ISLA Y REGISTRO DEL PERMISO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL MEDIANTE EL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL (SUIA).**

Se empleó el proceso de registro del permiso de investigación ambiental mediante la plataforma del SUIA para recolectar muestras de jaiba azul, en la cual se aplicó una solicitud de acceso a las instalaciones del refugio de vida silvestre “Isla Corazón” y se obtuvo una respuesta luego de 6 meses figura 4.2 y figura, 4.3 anexo 3 (SUIA, 2020). En el siguiente flujograma se evidencia los procedimientos a seguir para realizar la solicitud del permiso de investigación en el SUIA:



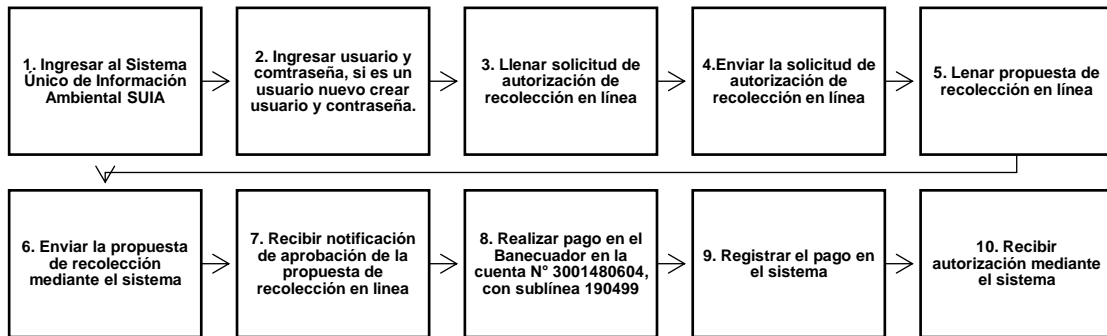


Figura 4.2. Flujograma del Procedimiento para el Permiso de Investigación en el SUIA.

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

### 4.1.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS.

Se realizó la identificación de las actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre “Isla Corazón” mediante mapa temático que este comprende los usos de suelos. Utilizando cobertura de tierra del año 2020, establecido por el (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2020). En la siguiente figura 4.3. anexo 5 D. se aprecian los usos de suelo de la zona de estudio.

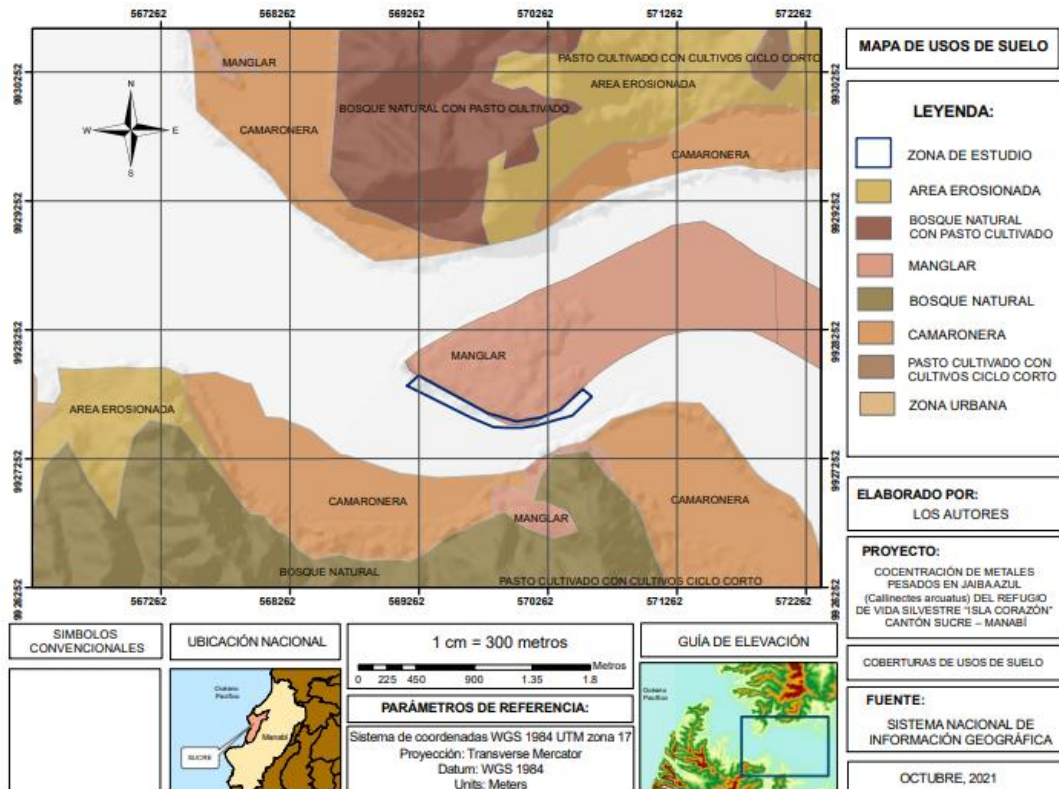


Figura 4.3. Ubicación de Usos de Suelo.

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

El MAAE (2014), menciona que varias especies se ven afectadas por la contaminación ambiental generada de las actividades circundantes al refugio de vida silvestre “Isla Corazón”, según la información encontrada existe menor producción de jaiba azul (*Callinectes arcuatus*), debido al incremento de camaronerías y áreas de producción agrícola.

En base a la tabla 4.1. se pudo evidenciar las actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre “Isla Corazón” empleando información de los datos del sistema de Información Nacional del Cantón Sucre, como lo expresa (Carvajal *et al.*, 2018).

En la presente investigación se identificaron las principales actividades antropogénicas circundantes a la Isla Corazón, en el que se demostró que el pasto cultivado con cultivos ciclo corto y el bosque natural son el área con mayor extensión con un valor del 49.58 % y 37.57 % y con menor extensión las camaronerías 8.57 %, el área erosionada 2.02 %, el manglar 0.16 % y la zona urbana ocupan 0.04 %.

**Tabla 4.1.**

Porcentaje de las actividades antropogénicas.

Zona	Hectáreas	%
Área erosionada	1347.73	2.02
Bosque natural con pasto cultivado	1366.37	2.05
Manglar	106.51	0.16
Bosque natural	25021.77	37.57
Camaronera	5708.74	8.57
Pasto cultivado con cultivos ciclo corto	33023.41	49.58
Zona urbana	27.7	0.04
<b>TOTAL</b>	<b>66602,02</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

#### 4.1.4. ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LA ZONA DE ESTUDIO SELECCIONADA.

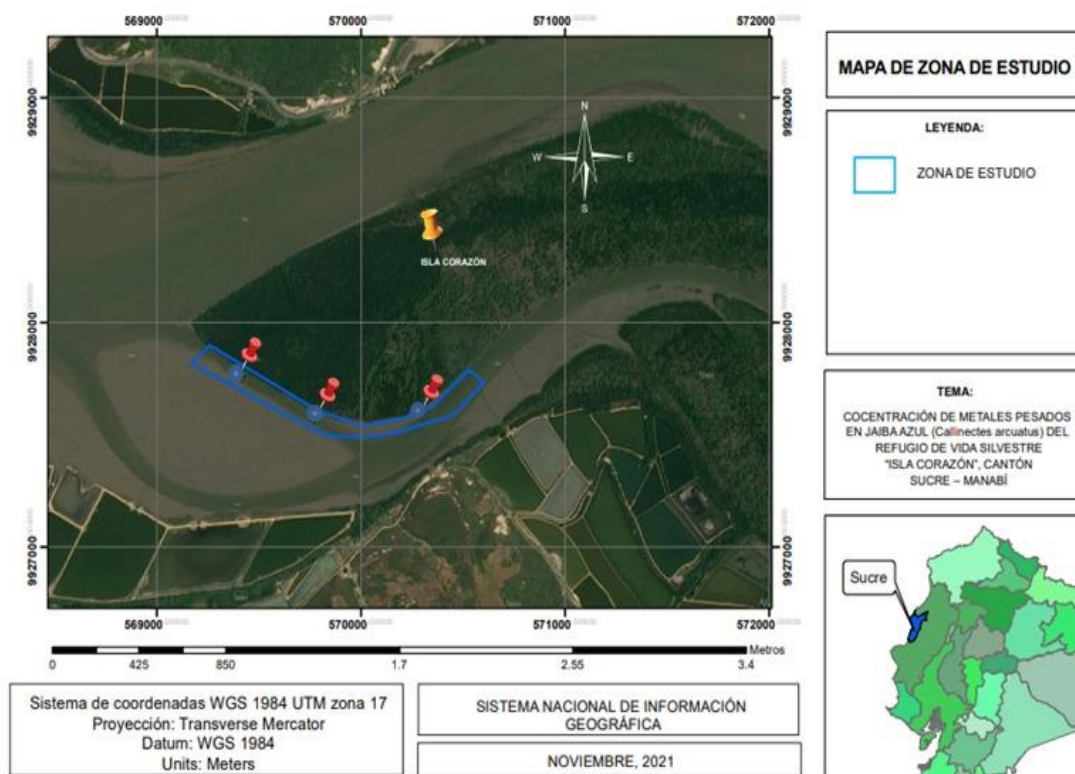
Se establecieron y se georreferenciaron (GPS) tres puntos de muestreo aleatorio, en donde existe la mayor producción de jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) de acuerdo al recorrido que se realizó con los guías turísticos, tomando en consideración lo establecido por (Escamilla *et al.*, 2013), se detallan en la tabla 4.2. y figura 4.4. la distancia de pesca se realiza

**Tabla 4.2**

Coordenadas geográficas UTM de los puntos de muestreo.

$X_1$	$Y_1$
0569410	09927762
0569768	9927579
0570295	9927595

**Fuente:** Ramírez y Saltos, (2022).



**Figura 4.4.** Ubicación de los Puntos de Muestreo en la Zona de estudio.

**Fuente:** Ramírez y Saltos, (2022).

## **4.2. FASE II. EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE Pb, Hg Y Cd EN EL HEPATOPÁNCREAS DE LA JAIBA AZUL (*Callinectes arcuatus*) EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN”.**

### **4.2.1. RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE JAIBA AZUL.**

Se recolectó la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) aplicando un muestreo aleatorio simple en los 3 puntos seleccionados, en los meses de mayo, julio y agosto cuando la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) es apta para la captura según la pleamar, se recolectaron 10 individuos mensuales a partir de las 07h00 am hasta las 11h00 am en colaboración con los jaiberos empleando las nasas jaiberas; considerando la talla mínima de captura 75 mm del ancho del caparazón (AC) según lo establece INP (2014), en una área de 50 m<sup>2</sup>, se trasladaron en un saco para ser procesadas anexo 5 F. y anexo 5 G., esta práctica se la realizó acorde a (González, 2015; Zamora *et al.*, 2019)

Posteriormente se llevó a cabo el proceso de la extracción del hepatopáncreas de la jaiba azul en las instalaciones del refugio de vida silvestre “Isla Corazón”, en donde se implementó una área con mesas y materiales de laboratorios, cada muestra obtuvo un peso entre 5 g y fueron previamente rotuladas y conservadas en refrigeración a temperatura de 4°C anexo 5 H, finalmente se trasladaron a los laboratorios de La Universidad de las Américas (UDLA) en la ciudad de Quito para la determinación del valor de los metales pesado, utilizando así la técnica ICP (Plasma de Acoplamiento Inductivo) y el método EPA 3015<sup>a</sup> y EPA 3051 (anexo 4) anexo 5 I.

### **4.2.2. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL VIGENTES.**

- a) **Concentración de mercurio en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).**

En la tabla 4.3. se reflejan los resultados de la presencia de mercurio Hg en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) con un rango de entre 0.001 mg/kg a 0.170 mg/kg, estos valores no superan el límite permisible de la normativa EFSA, debido a su baja concentración del metal Hg y arrojando datos no detectables.

Valores semejantes reportó Franco (2015), en los ramales del Estero Salado, no detectó la presencia de Hg en el hepatopáncreas de este crustáceo durante los meses de muestreo. Así mismo, Macías (2015), en el estudio que ejecutó en el Estero Matorrillos, Río Guayas, no detectó la presencia de Hg en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

**Tabla 4.3.**

Concentración de mercurio en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

Jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> )	Muestreo 1 mayo Mercurio (Hg)	Muestreo 2 julio Mercurio (Hg)	Muestreo 3 agosto Mercurio (Hg)	Unidades	Límite Max permisible Productos de la pesca en general (comprende marisqueo y acuicultura) EFSA (2015).
Muestra 1	0.001	0.001	0.170	mg/kg	
Muestra 2	ND	ND	0.077	mg/kg	
Muestra 3	0.001	ND	ND	mg/kg	
Muestra 4	0.003	ND	ND	mg/kg	
Muestra 5	ND	ND	0.068	mg/kg	
Muestra 6	ND	ND	ND	mg/kg	0.50 mg/kg
Muestra 7	ND	ND	ND	mg/kg	
Muestra 8	ND	0.001	ND	mg/kg	
Muestra 9	ND	ND	ND	mg/kg	
Muestra 10	ND	0.002	ND	mg/kg	
Promedio	0.002	0.001	0.105	mg/kg	

Fuente: UDLA, (2021).

Por otra parte, Castro (2015) menciona que las principales fuentes de mercurio son producto de la generación de desechos de aparatos eléctricos que son arrojados a cuerpos de agua y también por el uso de fungicida en pinturas y agricultura.

Beltrán y Gómez (2016), menciona las bajas concentraciones de Hg se deben a un mecanismo biológico denominado metilación, la cual consiste en la remoción de metales por volatilización, es un proceso dominante en ambientes acuáticos. Por ser un proceso de detoxificación del metal que puede ser reducido o transportado al exterior celular.

**b) Concentración de plomo en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).**

En la tabla 4.4. se muestran los resultados de la concentración de Pb en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*), estos valores se encuentran por encima de los límites permisibles de la Normativa EFSA. La concentración mínima fue de 0.269 mg/kg siendo la muestra 8 del mes de agosto y con mayor concentración es de 2.542 mg/kg siendo la muestra 1 del mismo mes. También arrojó datos no detectables en la muestra 5 de mayo, la muestra 6 de julio y las muestras 2, 3 y 9 del mes de agosto.

**Tabla 4.4**

Concentración de plomo en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

Jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> )	Muestreo 1 mayo Plomo (Pb)	Muestreo 2 julio Plomo (Pb)	Muestreo 3 agosto Plomo (Pb)	Unidades	Límite Max permisible Productos de la pesca en general (comprende marisqueo y acuicultura) EFSA (2015).
Muestra 1	1.844	2.083	2.542	mg/kg	
Muestra 2	1.898	1.321	ND	mg/kg	
Muestra 3	0.403	0.647	ND	mg/kg	
Muestra 4	1.736	1.263	0.938	mg/kg	
Muestra 5	ND	1.559	0.989	mg/kg	
Muestra 6	1.128	ND	2.288	mg/kg	0.50 mg/kg
Muestra 7	1.238	1.137	1.033	mg/kg	
Muestra 8	0.909	0.849	0.269	mg/kg	
Muestra 9	0.759	0.800	ND	mg/kg	
Muestra 10	0.784	1.001	1.419	mg/kg	
Promedio	1.189	1.184	1.354	mg/kg	

Fuente: UDLA, (2021).

Macías (2015), en una investigación realizada en el Canal de Matorrillos de la Reserva Manglares de Churute encontró valores de Pb ( $0.10 \pm 0.80$  mg/kg) en el

hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*), que superaron los límites máximos permisibles de (EFSA).

Frías *et al.* (2010) mencionan que el Plomo se presenta en los ecosistemas acuáticos por la quema de combustibles y la utilización de transporte marino por pescadores y turistas.

### c) Concentración de cadmio en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

Los resultados obtenidos de cadmio en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) se evidencian en la tabla 4.5. se demuestra que los valores superaron los límites máximos permisibles de la EFSA, detallando así que la concentración mínima es de 0.430 mg/kg que se registró en el muestreo 4 del mes de mayo y la concentración máxima es de 17.137 mg/kg en el muestreo 3 del mismo mes.

**Tabla 4.5**

Concentración de cadmio en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

Jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> )	Muestreo 1 mayo Cadmio (Cd)	Muestreo 2 julio Cadmio (Cd)	Muestreo 3 agosto Cadmio (Cd)	Unidades	Límite Max permisible Productos de la pesca en general (comprende marisqueo y acuicultura) EFSA (2015).
Muestra 1	9.811	5.477	1.732	mg/kg	
Muestra 2	0.776	1.041	1.392	mg/kg	
Muestra 3	17.137	5.433	0.768	mg/kg	
Muestra 4	0.430	1.219	2.186	mg/kg	
Muestra 5	14.001	9.058	4.019	mg/kg	
Muestra 6	1.940	1.610	1.650	mg/kg	0.50 mg/kg
Muestra 7	2.762	2.105	1.368	mg/kg	
Muestra 8	2.117	2.339	2.047	mg/kg	
Muestra 9	0.523	0.659	0.737	mg/kg	
Muestra 10	1.512	1.866	2.096	mg/kg	
Promedio	5.101	3.081	1.800	mg/kg	

Fuente: UDLA, (2021).

Macías (2015), en su estudio en el Canal de Matorrillos de la Reserva Manglares de Churute encontro concentraciones similares de Cadmio con valores de  $(1.10 \pm 2.61 \text{ mg/kg})$  superando así los límites máximos permisibles (EFSA, 2015).

Por otra parte, Macías (2015), expresa que la presencia de metales en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Gallinectes arcuatus*) se debe a las actividades antropogénicas como: camaroneras, agricultura, asentamiento humano y el transporte acuático.

#### d) Parámetros físico-químicos de agua y sedimento.

La tabla 4.6. presenta los parámetros físico-químicos del agua medidos en la zona de captura de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) anexo 5 J, estos no superan los criterios establecidos por (Chuquimarca, 2015).

**Tabla 4.6.**

Parámetros físico-químicos del agua.

Parámetros físico-químicos en Agua			Parámetros físico-químicos para agua de mar por Chuquimarca (2015).
Parámetros	Medidas	Unidades	Medidas
pH	7.25	-	7.4 - 8.4
Temperatura	26	°C	26.44
Conductividad	20	ms/c	33.7
Salinidad	10.03	ppm	37.45

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

En el TULSMA anexo 1: Tabla 3. Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios, indica el límite máximo permisible para temperatura en condiciones naturales es de +3 °C y pH se debe encontrar con un valor entre 6.5 al 9.5. En donde ambos parámetros evaluados en la zona de captura se consideran dentro del límite permisible.



Los parámetros físico-químicos del sedimento se midieron en la zona de captura de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) presentados en la tabla 4.7. identificándose que no superan lo establecido por (Mero, 2010).

**Tabla 4.7.**

Parámetros físico-químicos del sedimento.

Parámetros físico-químicos en Sedimento			Parámetros físico-químicos para sedimentos marinas por Mero (2010).
Parámetros	Medidas	Unidades	Medidas
pH	6.81	-	7.15 - 7.75
Temperatura	25.5	°C	26 - 29.8
Conductividad	9.36	μS/cm	Mayor a 1.86
Salinidad	4.68	ppm	1.45

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

#### **4.2.3. ESTABLECIMIENTO DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE PEARSON DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA Y SEDIMENTOS CON LAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS MERCURIO (HG), PLOMO (PB) Y CADMIO (CD).**

En la tabla 4.8. se indica el análisis de la varianza de las concentraciones de mercurio, plomo y cadmio en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*), en los meses evaluados en la zona de captura de este crustáceo, por lo tanto:

- En lo referente a la concentración de plomo los especímenes de Jaiba azul se demuestran que no presentan significancia estadística dado que el valor – p es mayor que 0.05.
- Sin embargo, las medias de la concentración de Cadmio no presentaron significancia estadística dado que el valor – p es mayor que 0.05.
- Y por consiguiente en el metal Mercurio se demuestra que también no existió significancia en las concentraciones de este metal. Sin embargo, se realizó la prueba de significancia (Tukey) para contractar los grupos homogéneos de concentración de metales.

Tabla 4.8.

Análisis de varianza de las concentraciones de Hg, Pb y Cd.

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pb	Inter-grupos	0.266	2	0.133	0.269	0.766
	Intra-grupos	12.836	26	0.494		
	Total	13.102	28			
Cd	Inter-grupos	55.406	2	27.703	1.788	0.187
	Intra-grupos	418.421	27	15.497		
	Total	473.828	29			
Hg	Inter-grupos	0.006	2	0.003	2.937	0.070
	Intra-grupos	0.030	27	0.001		
	Total	0.036	29			

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

Esto coincide con Chuquimarca (2015), donde indica que no encontraron diferencias significativas entre los metales de Hg y Pb en el perfil costero de la provincia de el Oro. Sin embargo, Aguilar *et al.* (2014) a través de un estudio expresan que los valores del Cd no superaron los límites establecidos por la normativa mexicana, de la cual estipulan que el valor máximo es de  $0.5 \mu\text{g g}^{-1}$  para crustáceos marinos frescos o refrigerados, revelando así que el consumo de este crustáceo no representa un peligro en dicha localidad.

Por otra parte, Franco (2015), realizó un estudio en los ramales del estero salado de Guayaquil, revelando los valores obtenidos en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*), la cual presentó concentraciones de Plomo de 0.57 mg/kg, Cadmio de 0.03 mg/kg y Mercurio que fue no detectable. Estos valores se deben al incremento de industrias, el aumento acelerado de la población, incumplimiento en el manejo de desechos sólidos, descargas de aguas residuales domésticas e industriales sin tratamiento alguno y la deforestación, ocasionando conforme pasa el tiempo la destrucción de este ecosistema.

Sin embargo, a pesar de no existir significancia se aplicó la prueba de Tukey a las concentraciones de plomo, mercurio y cadmio como se puede observar en la tabla 4.9. en el hepatopáncreas de la jaiba azul, se demostró que no hay variación

significativa entre los meses de mayo, julio y agosto. Debido a esto no se creó ningún grupo homogéneo.

**Tabla 4.9.**

Prueba de Tukey aplicada al plomo, mercurio y cadmio en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*).

N	Meses	Plomo	Meses	Mercurio	Meses	Cadmio
		Subconjunto para alfa = 0.05		Subconjunto para alfa = 0.05		Subconjunto para alfa = 0.05
1		1		1		1
10	3.00	0.9478	2.00	0.0004	3.00	1.7995
10	1.00	1.0699	1.00	0.0005	2.00	3.0807
10	2.00	1.1844	3.00	0.0315	1.00	5.1009
	<b>Sig.</b>	0.743	<b>Sig.</b>	0.108	<b>Sig.</b>	0.165

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

#### a) Correlaciones del metal mercurio con parámetros físico-químicos de agua y sedimento.

En la tabla 4.10. se presentan las correlaciones entre las variables de mercurio con los parámetros físico-químicos: pH, temperatura, conductividad y salinidad determinándose que no hay significancia estadística debido a que el valor de la significancia bilateral representada por (p) es mayor a 0.05.

**Tabla 4.10.**

Correlación de Mercurio con parámetros físicos-químicos de agua.

-	Hg vs pH	Hg vs °C	Hg vs CE	Hg vs Salinidad
<b>Correlación de Pearson</b>	0.164	-0.111	-0,288	-0,026
<b>Sig. (bilateral)</b>	0.651	0.76	0.42	0.942
<b>N</b>	10	10	10	10

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

En la tabla 4.11. se presentan las correlaciones entre las variables de mercurio con los parámetros físico-químicos de sedimento, determinándose que no hay significancia estadística debido a que el valor de p es mayor a 0.05.

Tabla 4.11.

Correlación de mercurio con parámetros físico-químicos de sedimento.

-	Hg vs pH	Hg vs °C	Hg vs CE	Hg vs Salinidad
<b>Correlación de Pearson</b>	-0.016	0.232	0.243	-0.018
<b>Sig. (bilateral)</b>	0.964	0.518	0.498	0.961
<b>N</b>	10	10	10	10

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

Deveze (2016) manifiesta que no encontró correlación entre los parámetros físico-químicos de agua y sedimento con la concentración de mercurio en jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) de la Bahía de Chetumal, Quintana Roo.

#### **b) Correlaciones del metal plomo con parámetros físico-químicos de agua y sedimento.**

En la tabla 4.12. se presentan las correlaciones entre las variables Pb vs. pH vs temperatura vs CE vs salinidad determinándose que no hay significancia estadística debido a que el valor de p es mayor a 0.05.

Tabla 4.12.

Correlación de plomo con parámetros físicos-químicos de agua.

-	Pb vs pH	Pb vs °C	Pb vs CE	Pb vs Salinidad
<b>Correlación de Pearson</b>	0.044	0.196	0.074	-0.108
<b>Sig. (bilateral)</b>	0.903	0.586	0.838	0.766
<b>N</b>	10	10	10	10

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

Cornejo *et al.* (2018) realizó un análisis de componentes principales y un análisis de correlación de Pearson en el Estero Salado, indicando que los parámetros físicos químicos no presentaron variaciones significativas.

En la tabla 4.13. se presentan las correlaciones entre las variables de Pb con temperatura (°C), conductividad eléctrica (CE), salinidad (ppm) y potencial de

hidrógeno (pH) determinándose que no hay significancia estadística debido a que el valor de p es mayor a 0.05.

**Tabla 4.13.**

Correlación de plomo con parámetros físico-químicos de sedimento.

-	Pb vs pH	Pb vs °C	Pb vs CE	Pb vs Salinidad
<b>Correlación de Pearson</b>	0.014	-0.365	0.364	0.409
<b>Sig. (bilateral)</b>	0.969	0.3	0.302	0.241
<b>N</b>	10	10	10	10

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

Castro (2017) describe que no se apreció una correlación entre los parámetros físicos-químicos y las concentraciones de Pb en sedimento.

### **c) Correlaciones del metal cadmio con parámetros físico-químicos de agua y sedimento.**

En la (tabla 4.14) se presentan las correlaciones entre las variables de Cd con temperatura (°C), conductividad eléctrica (CE), salinidad (ppm) y potencial de hidrógeno (pH) determinándose que no hay significancia estadística debido a que el valor de p es mayor a 0.05.

**Tabla 4.14**

Correlación de cadmio con parámetros físico-químicos de agua.

-	Cd vs pH	Cd vs °C	Cd vs CE	Cd vs Salinidad
<b>Correlación de Pearson</b>	-0.249	-0.465	-0.149	-0.127
<b>Sig. (bilateral)</b>	0.488	0.176	0.681	0.726
<b>N</b>	10	10	10	10

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

Cornejo *et al.* (2018) expresa que a través de un estudio la concentración de Cd en agua en la zona de manglar fue de  $0.053 \pm 0.001$  mg L<sup>-1</sup> y no hubo diferencia significativa entre los cuatro puntos de muestreo.

En la tabla 4.15. se presentan las correlaciones entre las variables de Cd con conductividad eléctrica (CE), salinidad (ppt) y potencial de hidrógeno (pH) determinándose que no hay significancia estadística debido a que el valor de p es mayor a 0.05. Sin embargo, en Pb y temperatura si presenta una significancia estadística debido a que el valor de p es inferior a 0.05 determinando una correlación fuerte con 0.760 tabla 2.6. de acuerdo a (Hernández *et al.*, 2018).

**Tabla 4.15**

Correlación de cadmio con parámetros físico-químicos de sedimento.

-	Cd vs pH	Cd vs °C	Cd vs CE	Cd vs Salinidad
<b>Correlación de Pearson</b>	-0.064	0.760(*)	-0.505	0.062
<b>Sig. (bilateral)</b>	0.86	0.011	0.137	0.864
<b>N</b>	10	10	10	10

Fuente: Ramírez y Saltos, (2022).

Aguilar *et al.* (2014) revela que en una investigación se evidenció correlación entre temperatura y salinidad con concentración de Cd en agua, donde a mayor temperatura y salinidad, mayor concentración de metales en agua. A su vez menciona que el Cd es un metal no indispensable en el metabolismo de los seres vivos y su presencia en el medio costero está directamente relacionada a los lavados de suelos agrícolas, desechos municipales y lodos de plantas de tratamiento.

Por otra parte, Carpio (2016) menciona que en el periodo de sequía la temperatura influye sobre la solubilidad de los metales como lo es el Cd, la cual afecta decisivamente en la distribución como al estado fisiológico de la biota del sistema acuático, esto se da que a mayor temperatura es mayor la biodisponibilidad de los metales.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

Se evidenciaron las principales actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre “Isla Corazón”, de acuerdo a la información que se recopiló tales como; camaroneras con un porcentaje de 8.57 %, pasto cultivado con cultivos ciclo corto con 49.58 %, la zona urbana ocupando 0.04 %, la pesca y las descargas residuales de los asentamientos humanos logrando así también afectar el ecosistema acuático.

Las concentraciones evaluadas en la hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) fueron altos para el metal cadmio con valores de entre 0.523 a 17.137 mg/kg y plomo con 0.647 a 2.542 mg/kg superando así los límites máximos permisibles establecidos por la EFSA, las elevadas concentraciones de estos dos metales pueden relacionarse con las actividades antropogénicas, de acuerdo a la agricultura de ciclo corto y las descargas residuales presente en el medio acuático.

Los resultados de la concentración mercurio durante los meses de muestreos son relativamente bajas con un rango de 0.001 a 0.170 mg/kg, el cual estos datos no sobrepasaron los límites máximos permisibles de la normativa EFSA.

Los análisis estadísticos de los parámetros físico-químicos de sedimento y agua con la concentración de los metales Plomo y Mercurio no se evidenció diferencia significativa. Sin embargo, la temperatura del sedimento y la concentración de cadmio si presentó significancia estadística debido a que el valor de p es de 0.011 que es menor a 0.05; determinando una correlación fuerte de 0.760.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Realizar un estudio más exhaustivo sobre las actividades antropogénicas de forma que se logre identificar cuales tributan a la presencia de metales y a su vez, se consideren más puntos de muestreos.

Determinar la presencia de otros metales pesados en distintas especies que existan en el refugio de vida silvestre “Isla Corazón”.

Valorar el ámbito socio-económico de las actividades antropogénica circundantes al refugio de vida silvestre “Isla Corazón” para identificar con precisión el impacto que tiene sobre la jaiba azul y el medio ambiente.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C., Montalvo, R., Cerón, G., y Anguebes, F. (2014). Niveles de Metales pesados en especies marinas: Ostión(*Crassostrea virginica*), Jaiba (*Callinectes sapidus*) y Camarón (*Litopenaeus setiferus*), de Ciudad del Carmen, Campeche, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 10(1), 9-7. <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v10-n1-2-niveles-de-metales-pesados-en-especies-marinas-Ostion-crassostrea-virginica-jaiba-callinectes-sapidus-y-camar.pdf>
- Alccamaria, Y. (2017). Zonificación urbana, definición, normas legales y usos Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0675-2016-D-FATEC. Universidad Nacional De Educación: <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/4662/Zonificaci%C3%B3n%20urbana%2C%20definici%C3%B3n%2C%20normas%20legales%20y%20usos.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Zonificar%20para%20el%20sentido%20m%C3%A1s,m%C3%A1ximo%20de%20pisos%20permitidos%2>
- Allan, JF. (1996). *Stream ecology: Structure and function of running waters*. London: Ed. Chapman & Hall.
- Alvarado, E. (2019). “Agua: efectos provocados por las actividades antropogénicas en la microcuenca del río Pixquiac”. Obtenido de Facultad de Ingeniería Química: <https://www.uv.mx/oabcc/files/2019/02/Tesis-Lupita.pdf>
- Álvarez, R. (2015). Los Portunidae en las pesquerías de Colombia: mar Caribe y océano Pacífico. *Ciencias Pesqueras*, 23, 115-134.
- Amayas, M. (2020). Que es el método cuantitativo, características y diferencias con el cualitativo. Obtenido de <https://tendencias.com/life/que-es-el-metodo-cuantitativo/#>
- Arciniega, J y Rometo, J. (2013). Estructura poblacional y crecimiento individual de *Callinectes arcuatus* en la Laguna Barra de Navidad, Jalisco. *Ciencia Pesquera*, 21(1), 15-26.
- Aguilar, C., Montalvo, C., y Cerón, J. (2014). Niveles de Metales pesados en especies marinas: Ostión(*Crassostrea virginica*), Jaiba (*Callinectes sapidus*) y Camarón (*Litopenaeus setiferus*), de Ciudad del Carmen, Campeche, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 10, 1-9. Obtenido de <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v10-n1-2-niveles-de-metales-pesados-en-especies-marinas-Ostion-crassostrea-virginica-jaiba-callinectes-sapidus-y-camar.pdf>

- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físicos-químicos de calidad de las aguas. Instituto Tecnológico de Química y Materiales "Álvaro Alonso Barba". Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Barahona, M. (2010). Calidad y tratabilidad de aguas provenientes de rios de llanura y embalses eutrofizados, caso de estudio: carrizal – chone la esperanza. Tesis de Pre grado. Escuela Politécnica Del Ejército, Sangolquí.
- Beltrán, M., y Gómez, A. (2016). Biorremediación De Metales Pesados Cadmio (Cd), Cromo (Cr) Y Mercurio (Hg) Mecanismos Bioquímicos E Ingeniería Genética: Una Revisión. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2027/1835>
- Botello, A., Rueda-Quintana, L., Díaz-González, G., y Toledo, A. (2000). Persistent Organochlorine Pesticides (POPs) in Coastal Lagoons of the Subtropical Mexican Pacific. *Bulletin Of Environmental Contamination And Toxicology*, 64(3), 390-397. doi:10.1007/s001280000013
- Boy, A. (2015). Determinación De Metales Pesados En Agua, Peces, Almejas E Hydrilla Verticillata Del Lago De Izabal. Tesis De Pre Grado. Universidad De San Carlos De Guatemala, San Carlos , Guatemala.
- Bravo, L., García, U., Martínez, M., Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Científica de America Latina*, 2(7), 162-167. <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733228009.pdf>
- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., y Del Rosario, F. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8, 1-7. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S200709342017000701603](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342017000701603)
- Caicedo, S. (2018). En Ecuador nació el nuevo Baluarte del Cangrejo Azul de Esmeraldas. Recuperado el 22 de diciembre de 2020, de <https://www.slowfood.com/press-release/en-ecuador-nacio-el-nuevo-baluarte-del-cangrejo-azul-de-esmeraldas/>
- Castro, K. (2015). Unidad Academica De Ciencias Químicas Y De La Salud. Obtenido De Determinación De La Concentración De Metales Pesados (Hg, Pb, Cd) En La Ostra (*Crassostrea Columbiensis*) Utilizada Como Biosensor En Cuatro Localidades De La Zona Costera De La Provincia De El Oro, 2014.: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2842/2/CD000018-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>

- Castro, R. (2017). Universidad de Guayaquil. Contaminación de metales pesados en cadmio y plomo en agua y sedimento y en mejillones *Mytella Guyanensis* (LAMARCK 1819) en los puentes 5 de Junio y Perimetral (Estero Salado, Guayaquil, Ecuador): <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/20970/1/TESIS%2018%20AGOSTO%20ROBERTO%20CARLOS%20CASTRO%20GUERRERO.pdf>
- Cedeño, M. (2017). Determinación de metales pesados Cd, Hg, Pb, en concha negra (*Anadara tuberculosa*) del manglar El Salto-Esmeraldas. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23012/1/BCIEQ-T-0226%20Cede%c3%b1o%20Valdez%20Margarita%20Elizabeth%3b%20Zambrano%20Demera%20Daniel%20Eduardo.pdf>
- Chapman, P. (1989). Review: current approaches to developing sediment quality criteria. *Environmental toxicology and chemistry*, 8(7), 589-599.
- Chuquimarca, L. (2015). Contenido de metales pesados (Hg, Pb, Cd), en el tejido blando del quelípedo y hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), en tres localidades del perfil costero de la provincia de El Oro, 2014. Obtenido de [repositorio.utmachala.edu.ec](http://repositorio.utmachala.edu.ec): <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2833/1/CD000022-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Chuquimarca, L. (2015). Contenido De Metales Pesados (Hg, Pb, Cd), En El Tejido Blando Del Quelípedo Y Hepatopáncreas Del Cangrejo Rojo (*Ucides Occidentalis*), En Tres Localidades Del Perfil Costero De La Provincia De El Oro, 2014". <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2833/1/CD000022-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Código Orgánico del Ambiente [COA]. (2017). <http://www.competencias.gob.ec/wpcontent/uploads/2017/06/05NOR2017-COA.pdf>
- Cornejo, X., Pernía, B., Mero, M., Ramírez, N., Bravo, K., López, D., . . . Zambrano, J. (2018). Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador. *SciELO Analytics*, 9(2). [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422018000200089](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000200089)
- Cornelis, R y Nordberg, M. (2007). *General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation*. Elsevier.
- Cortés, C. (2017). Determinación de mercurio orgánico e inorgánico en muestras ambientales. Tesis de Pre grado. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Cruz, N., Chávez, Á., y Laffón, S. (2013). Accumulation of heavy metals in sediments of mangrove ecosystem in Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. *Foresta Veracruzana*: <https://www.redalyc.org/pdf/497/49728291003.pdf>
- D'achiardi, R., y Álvarez, R. (2012). Aspectos Biológicos, Pesqueros Y Deprocesamiento De Las Jaibas Azul *Callinectes sapidus* Y Roja *C. Bocourti*, En Lagunas Costeras del Caribe Colombiano: Estudio Comparativo. *Lobomar*, 45(2), 17-31. doi:10.32360/acmar.v45i2.130
- DateMares. (2017). Generalidades De La Especie: Jaiba (*Callinectes* spp.). Recuperado el 22 de diciembre de 2020, de <http://datamares.ucsd.edu/perfil-de-especie-jaiba/?lang=es>
- Deveze, R. (2016). Determinación de metales pesados (Cu, Hg, Pb, Cd, Cr, Zn) en Jaiba Azul (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) en la Bahía de Chetumal, Quintana Roo. Universidad de Quintana Roo: [http://risisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/1088/TD879.D48.20164869.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3maEdEwrcbQugLeqLy mAlgXIC1D8pH9SbQGu\\_pYs3cRrCsZvPqCIZiDHY](http://risisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/1088/TD879.D48.20164869.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3maEdEwrcbQugLeqLy mAlgXIC1D8pH9SbQGu_pYs3cRrCsZvPqCIZiDHY)
- Diarte, G. (2016). Aspectos Poblacionales De Las Jaibas Del Género *Callinectes* (Decapoda: Portunidae) En La Laguna El Colorado, Ahome, Sinaloa, México. Tesis De Doctorado. Universidad Autónoma De Baja California Sur, La Paz, México.
- Díaz, R. (2017). Ventajas Y Desventajas Del Análisis Por Icp – Ms De Metales Pesados En Muestras Biológicas. *Instituto Nacional de Salud (INS)*, 8, 9-54. <https://boletin.ins.gob.pe/wp-content/uploads/2017/A%c3%b1o23N7-8/6Articulo.pdf>
- Díaz, V. (2010). El método analítico . *Revista de Psicología*, 2(4), 1-4. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rpsua/v2n2/v2n2a8.pdf>
- Elías, E., y Pincay, J. (2019). “Evaluación De Mercurio Y Arsénico En Tejido Blando Y Vísceras Mediante Absorción Atómica En Cangrejo Rojo (*Ucides occidentalis*)”. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/43590/1/BCIEQ-T-0416%20EI%C3%ADas%20Olivo%20Michelle%20Estefan%C3%ADa%3B%20Pincay%20Ch%C3%B3ez%20Jefferson%20Allan.pdf>
- Escamilla, R., De la Cruz, G., Villalejo, M., y Diarte, G. (2013). Fecundidad de *Callinectes arcuatus* (Ordway, 1863) y *C. bellicosus* (Stimpson, 1859) (Decapoda: Brachyura: Portunidae) en la Ensenada de la Paz, Golfo de California, México. *SciELO*, vol. 29(no.1). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792013000100006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000100006)

- Espinoza, E., Alemán, S., Ramírez, P., y Castillo, G. (2016). Protocolo para muestreo biológico y biométrico de crustáceos marinos. Instituto del Mar del Perú, Ciencia y Tecnología, Perú. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/bitstream/123456789/3126/1/Informe%2043%284%29-5.pdf>
- Espinoza, L., Parra, J., y Villamil, C. (2011). Determinación del contenido de metales pesados en las fracciones geoquímicas del sedimento superficial asociado a los manglares de la ciénega grande de Santa Marta, Colombia. SciELO. <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v40n1/v40n1a01.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2008). La Microcuenca como ámbito de planificación de los. Recuperado el 3 de enero de 2021, de <http://www.fao.org/climatechange/3032907fbeatd2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf>
- FAO. (1995). Norma General Del Codex Para Los Contaminantes Y Las Toxinas Presentes En Los Alimentos Y Piensos. [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/livestockgov/documents/CXS\\_193s.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf)
- Flores, C., Del Angel, E., y Frías, D. (2018). Evaluación de parámetros físicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la Laguna de las ilusiones, Tlaxco, México. Revista Tyca. Obtenido de <http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1670/1348>
- Franco, J. (2015). Determinación de niveles de mercurio, cadmio, níquel, cromo y plomo en tejido blando, hepatopáncreas en la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) y sedimento en los Ramales del Estero Salado. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15119/1/TESINA%20INFORME%20FINAL%20JOE%20FRANCO.pdf>
- Frías, E., López, O., Izaguirre, F., y Aguilar, J. (2010). Cadmio y Plomo en organismos de importancia comercial de la zona costera de sinaloa, México: 20 años de estudios. CICIMAR Oceanides, 2(25), 121-134. Obtenido de Cadmio y Plomo en organismos de importancia comercial de la zona costera de sinaloa, México: 20 años de estudios : <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/795/1/Frias-M.pdf>
- Gaitán, A. (2003). Composición y abundancia de jaibas (Portunidae) y caracterización de algunos aspectos biológicos de *Callinectes sapidus* y *Callinectes bocourti* en el sistema estuarino navio quebrado (Guajira: Caribe Colombiano). Universidad Jorge Tadeo Lozano: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1348/T665.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- García, J., Espinosa, M., Cisnero, M., Leyva, G., Aguilar, D., y Torre, J. (2015). Concentración de mercurio y plaguicidas organoclorados (poc) en tejido comestible de jaiba café *Callinectes bellicosus* de las costas de Sonora y Sinaloa, México. *Ciencia Pesquera*, 65-79. Obtenido de [https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/cienciapesquera/CP23-3/8-Garcia-et-al-2015-\(23-especial\).pdf](https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/cienciapesquera/CP23-3/8-Garcia-et-al-2015-(23-especial).pdf)
- Garzón, V. (2013). "Propuesta De Manejo Turístico Sustentable En El Refugio De Vida Silvestre Isla Corazón Y Fragatas, Cantón Sucre, Cantón San Vicente, Provincia De Manabí". [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13429/1/50893\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/13429/1/50893_1.pdf)
- Giménez, E., y Delgado, C. (2010). Retención de tallas de jaiba (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896: Decapoda, Portunidae) por mallas plásticas cuadradas y ventanas de escape circular. *BRENESIA*, 98-102. <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/3836/Retenci%C3%83%C2%B3n%20de%20tallas%20de%20jaiba%5B1%5D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzabay, B. (2008). Identificación De Crustáceos Y Moluscos (Macroinvertebrados) Asociados Al Ecosistema Manglar De La Comuna Palmar. Tesis De Pregrado. Universidad Estatal Península De Santa Elena Facultad De Ciencias Del Mar, La Libertad, Ecuador.
- González, J. (2015). "Caracterización Del Microbioma Bacteriano De Laconcha Negra (*Anadara tuberculosa*. Sowerby, 1833) En El Santuario De Los Manglares De Tumbes". <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2118/1/UPSE-TBM-2015-007.pdf>
- Gutiérrez, L., Picón, D., Gutiérrez, I., Prada, M., Carrero, P., Delgado, Y., Vielma, J. (2018). Metales pesados en tejidos blandos de cangrejo azul (*Callinectes sapidus*) de Puerto Concha, municipio Colón, estado Zulia. *Instituto de Inmunología clínica*, vol. 7(Núm. 1). <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/biomedicina/article/view/12742>
- Hermógenes, R. (2001). Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Hernández, L., y Arreola, L. (2007). Estructura de tallas y crecimiento de los cangrejos *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (Decapoda: Portunidae) en la laguna costera Las Guásimas, México. *Revista de Biología Tropical*, 55(1), 225-233.
- Hernández, J., Espinosa, F., Rodríguez, J., Chacón, R., Toloza, C., Arenas, K., y Carrillo, S. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de

Pearson: definición, propiedades y suposiciones. Redalyc, 37(5).  
<https://www.redalyc.org/journal/559/55963207025/55963207025.pdf>

INTA. (2011). Cómo medir el pH y la conductividad eléctrica. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: <https://inta.gov.ar/documentos/como-medir-el-ph-y-la-conductividad-electrica>

Instituto Nacional de Pesca (INP). (2014). Acuerdo Ministerial 004, del 13 de enero del 2014. <https://www.agricultura.gob.ec/magap-reforma-veda-del-cangrejo-rojo/>

INVEMAR. (2003). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros físicoquímicos y contaminantes marinos. invemar: [http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicas analiticas..pdf](http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicas%20analiticas..pdf)

Jiménez, A., y Lobo, J. (2004). Un método sencillo para seleccionar puntos de muestreo con el objeto de inventariar taxones hiperdiversos: El caso práctico de las familias Araneidae y Thomisidae ( Araneae) en la comunidad de Madrid, España. [https://www.miteco.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia\\_18\\_15\\_tcm30-100469.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia_18_15_tcm30-100469.pdf)

Jiménez, J. (2001). Sedimentos marinos contaminados y alternativas de actuación con énfasis en la técnica de recubrimiento. Tesis de Pre grado. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Jiménez, M., Grijalva, A., y Ponce, H. (2020). Plasma acoplado inductivamente en espectroscopia de emisión óptica (ICP-OES). RECIMUNDO, 2, 4-12. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gbIBbws9cslJ:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7596305.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>

Jiménez, R. (2016). Programa Psicoeducativo Para Potenciar La Resiliencia En Los Estudiantes Del Séptimo Año De Educación Básica De La Escuela Lauro Damerval Ayora N°2, Periodo 2014-2015. Obtenido De Universidad Nacional De Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13687/1/Tesis%20Rubia%20Estrella.pdf>

Kumar, V., Daman, R., Sharma, A., Bakshi, P., Preet, G., Shreeya, A., Rodrigo, J. (2019). Bioacumulación de metales pesados en *Donax obesulus* del litoral de Lambayeque, Perú. CHEMOSPHERE ( Vol. 236, p. 124364 ), <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653519315851?via%3Dihub>.

- Labastida, A., y Núñez, A. (2015). Parámetros biológicos de *Callinectes arcuatus* y *Callinectes bellicosus* en el sistema lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México. *Ciencia Pesquera*, 23, 27-34.
- Lafont, M., Camus, J., Fournier, A., y Sourp, E. (2001). A practical concept for the ecological assessment of aquatic ecosystems: application on the River Dore in France. *Aquatic Ecology*, 35(2), 195-205. doi:10.1023/a:1011413806318
- Laino, R., Bello, R., Gonzalez, M., Ramiraz, N., Jimenez, F y Musalem, K. (2015). Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México - Guatemala. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 6(4), 61-74.
- Lara, D., Muñoz, N., y Quevedo, C. (2009). Las jaibas, criaturas acorazadas de los mares y delicia de nuestros paladares. Tesis de Pregrado. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Linnik, M. y Zubenko, I. (2000). Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy metal compounds. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 5(1), 11-21.
- Locatello, L., Matozzo, V., y Marin, M. (2009). Biomarker responses in the crab *Carcinus aestuarii* to assess environmental pollution in the Lagoon of Venice (Italy). *Ecotoxicology*, 18(7), 869-877. doi:10.1007/s10646-009-0330-5
- Loor, D. (2014). Análisis - diagnóstico y aporte de los principales recursos naturales, productivos, demográficos y de la proyección económica del cantón San Vicente-Manabí, 2010-2012. Universidad de Guayaquil, Facultad de ciencias económicas.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/5116/1/TESIS%20DIANA%20LOOR%20CASTRO%20%5B1%5D.pdf>
- Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., y Ortiz, J. (2010). El Método Analítico Como Método Natural. *Nomadas*, 25(1), 2-48.  
<https://www.redalyc.org/pdf/181/18112179017.pdf>
- López, A., Lozano, P., y Sierra, P. (2012). Criterios De Zonificación Ambiental Usando Técnicas Participativas Y De Información: Estudio De Caso Zona Costera Del Departamento Del Atlántico. *Santa Maria, Colombia*, 41(1), 61-83. <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v41n1/v41n1a04.pdf>
- López, M. (2015). Universidad de Veracruzana. Concentraciones de metales pesados en *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) sedimento y agua de la Laguna de Tempamachoco: <https://www.uv.mx/pozarica/mmemc/files/2014/12/SANCHEZ-OLIVARES-MARCO-A.pdf>



- Macías, E. (2015). Determinación De Niveles De Cadmio, Níquel, Cromo, Plomo Y Mercurio En Exoesqueleto, Tejido Blando, Hepatopáncreas En La Jaiba Azul (Callinectes Sp.) En El Estero Matorrillos, Río Guayas. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15137/1/PROYECTO%20DE%20TESIS.pdf>
- Macías, E. (2015). Determinación De Niveles De Cadmio, Níquel, Cromo, Plomo Y Mercurio En Exoesqueleto, Tejido Blando, Hepatopáncreas En La Jaiba Azul (Callinectes Sp.) En El Estero Matorrillos, Río Guayas. Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15137/1/PROYECTO%20DE%20TESIS.pdf>
- Madero, A y Marrugo, J. (2011). Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge, departamento de Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 16(1), 2391-2401.
- Mandelli, E. (1979). Contaminación por metales pesados. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur*, 10(1), 209-228.
- Márquez, G. (2003). Xxi.Zonificación Ambiental. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Estudios Ambientales: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/22599/27-3informe-prospectiva-rio-garagoa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Martillo, J. (2014). Estudio De La Exportación De La Carne De Jaiba A Francia. Tesis de Pregrado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Martín, A. (2008). Caracterización y aplicación de biomasa residual a la eliminación de metales pesados. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada.
- Martínez, G., Cortés , M., y Pérez, A. (2016). Metodología Para El Análisis De Correlación Y Concordancia En Equipos De Mediciones Similares. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(4). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202016000400008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000400008)
- Mero, M. (2010). Determinación de metales pesados (Cd y Pb) en moluscos bivalvos de interés comercial de cuatro esteros del Golfo de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/776/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20metales%20pesados%20en%20moluscos%20bivalvos%20de%20inter%C3%A9s%20coemrcial%20de.pdf>
- Ministerio De Acuicultura y Pesca. (2004). Acuerdo Ministerial N° 016 (Cangrejos). Republica Del Ecuador Ministerio De Comercio Exterior, Industrialización Y Pesca Subsecretaría De Recursos Pesqueros Acuerdo Ministerial No. 016:

<http://acuaculturaypesca.gob.ec/subpesca94-acuerdo-ministerial-n-016-cangrejos.html>

Ministerio de Agricultura y Ganadería . (2020). Coberturas de tierras .  
[http://sinagap.agricultura.gob.ec/mapa\\_de\\_uso/index.php/en/geodatabases](http://sinagap.agricultura.gob.ec/mapa_de_uso/index.php/en/geodatabases)

Ministerio de ambiente y aguas del Ecuador [MAAE]. (2014). Plan De Manejo. Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata.:  
<http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/Documentos/PLAN%20DE%20MANEJO-%20REVISICOF-02-09-2014-ACTUALIZADO.pdf>

Ministerio de Ambiente y Aguas del Ecuador [MAAE]. (2016). Áreas Protegidas son pilar para la biodiversidad del país. <https://www.ambiente.gob.ec/areas-protegidas-son-pilar-para-la-biodiversidad-del-pais/>

Ministerio del Ambiente y Aguas del Ecuador [MAAE]. (2015). Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria. Recuperado el 8 de diciembre de 2020, de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+-+R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe0626370fa108>

Ministerio del Ambiente y Aguas del Ecuador. (2013). Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas. MAAE: <https://www.ambiente.gob.ec/refugio-de-vida-silvestre-isla-corazon-y-fragatas/>

Miranda, M., y Sánchez, S. (2019). El método biográfico-narrativo. Una herramienta para la investigación educativa. *SciELO Analytics*, 28(54). [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S101994032019000100011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S101994032019000100011&script=sci_arttext)

Montes, R., De La Cruz , G., Villalejo, M., Fuerte, G y Plata, D. (2013). F Ecundidad De *Callinectes Arcuatus* (Ordway, 1863) Y *C. Bellicosus* (Stimpson, 1859) (Decapoda: Brachyura: Portunidae) En La Ensenada De La Paz, Golfo De California, México. *Universidad Y Ciencia*, 29(1), 53-61.

Mora, A., Burbano, O., Méndez, C y Castro, D. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Su. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68-75. doi:10.18845/rfmk.v14i35.3154

Mora, M., y Ramírez , T. (2013). Propuesta de zonificación ambiental para las microcuencas de los ríos Blanco y Cuipilapa, Bagaces, Costa Rica. Obtenido de Universidad de Costa Rica.

- Morga, L. (2012). Teoría Y Técnica De La Entrevista. Red Tercer Milenio:[http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Teoria\\_y\\_tecnica\\_de\\_la\\_entrevista.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Teoria_y_tecnica_de_la_entrevista.pdf)
- Muñoz, N. (2011). El estudio exploratorio. Mi aproximación al mundo de la investigación cualitativa. *Investigación y Educación en Enfermería* , 29(3), 492-499. <https://www.redalyc.org/pdf/1052/105222406019.pdf>
- Navas, W. (2012). Aspectos Biológicos, Pesqueros Y De Procesamiento De Las Jaibas Azul *Callinectes Sapidus* Y Roja C. *Bocourti*, En Lagunas Costeras Del Caribe Colombiano: Estudio Comparativo. *Labomar*, 45(2), 17-31. doi:10.32360/acmar.v45i2.130
- OMS. (2013). Organización Mundial de la Salud. [https://www.who.int/topics/food\\_safety/es/](https://www.who.int/topics/food_safety/es/)
- Pain, J., Mateo, R y Green, R. (1995). Effects of lead from ammunition on birds and other wildlife: A review and update. *Ambio*, 48(9), 935-953. doi:10.1007/s13280-019-01159-0
- Peñafiel, V. (2016). La técnica de observación. <https://es.slideshare.net/VictorPeafielRosero/la-tcnica-de-observacin-61159897>
- Peñarrieta, F. (2020). Actividades antropogénicas en la parroquia San Antonio y su incidencia en la calidad del agua del humedal La Segua . <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/594/1/mariela%20d%C3%ADaz.pdf>
- Pernía, B., Mero , M., Cornejo, X., y Zambrano, J. (2019). Impactos De La Contaminación Sobre Los Manglares De Ecuador. Researchgate: [https://www.researchgate.net/publication/337424161\\_IMPACTOS\\_DE\\_LA\\_CONTAMINACION\\_SOBRE\\_LOS\\_MANGLARES\\_DE\\_ECUADOR](https://www.researchgate.net/publication/337424161_IMPACTOS_DE_LA_CONTAMINACION_SOBRE_LOS_MANGLARES_DE_ECUADOR)
- Piedra, A., y González, M. (2013). La Salinidad Como Problema En La Agricultura: La Mejora Vegetal Una Solución Inmediata. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, 34(4), pp 31-42. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193228546005.pdf>
- Portuondo, E., y Caridad , A. (2015). Valoración De Los Parámetros Físico-Químicos De Las Aguas Del Río San Juan En Los Períodos Húmedo Y Seco De 2014. *Ciencias* PC(1), pp 1-12. <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181338814001.pdf>
- Pozo, M., Ramírez , N., y Cobos, P. (13 de Noviembre de 2019). Ropuesta Metodológica De Restauración Del Ecosistema De Manglar En La Reserva De Producción Manglares El Salado En El Cantón Guayaquil,

Ecuador.Manglares de Ecuador:  
<http://www.manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/37>




- Prado, E., Martínez, M., Morris, A., Castro, C., Renteria, P., Coronel, J Rodríguez, C. (2020). Importancia De La Producción De La Conchapieta(*Anadara Tuberculosa*) En Las Costas Ecuatoriana. *Espam Ciencia*, 11(1), 34-46.
- Quevedo, O., Gómez, J., y Ramírez, C. (2012). Estudio de la contaminación por metales en sedimentos acuáticos de la Bahía de Matanzas. *SciELO*. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010040422012000500012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422012000500012)
- Ramírez, M. (1999). Diseño de un modelo de saneamiento de suelos contaminados con metales pesados derivados de la explotación minera. Tesis de Post grado. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M., y González, E. (2016). Ontaminación por metales pesados: implicaciones ensalud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, Vol.16(No. 2), pp.66,77. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ASQSZQvGsi0J:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6096110.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Rivera, P., y Valencia, J. (2013). Validacion de la metodologia para el analisis de mercurio en agua tratada y cruda, y estandarizacion del analisis de mercurio en pescados por el metodo de absorcion atomicavapor frio para el laboratorio de analisis de aguas y alimentos de la u.t.p. Tesis de Pre grado. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira.
- Rodríguez, A. (2004). Hábitos alimentarios de las jaibas callientes *bellicosus stimson* y *c. arcuatus ordway* (*brachyura: portunidae*) en bahia magdalena, bja california sur, méxico. Tesis de Pregrado. Instituto Politécnico Nacional, La Paz, México.
- Rodríguez, M. (2008). El mercurio, un metal pesado que se acumula a lo largo de la cadena alimentaria, alcanza niveles máximos en pescados . Universidad Autónoma de Barcelona. [https://www.adiveter.com/ftp\\_public/articulo1040.pdf](https://www.adiveter.com/ftp_public/articulo1040.pdf)
- Rodríguez, G. (Enero de 2014). Análisis comparativo de las características biológicas y dinámica poblacional de las Jaibas *Callinectes bellicosus* y *C. arcuatus* en la Bahía Santamaria de la reforma, sinaloa. Tesis de Post grado. Universidad Autdnoma De Nayarit, Nayarit, México.
- Roldán, G Y Ramírez, J. (1992). Fundamentos de limnología neotropical. Antioquia: Editorial Universidad de Antioquia.

- Rosales, E. (2011). Análisis de métodos alternativos para obtener información de temperatura del aire y estimar evapotranspiración usando imágenes satelitales. Obtenido de Centro Público de Investigación CONACYT: <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/60/1/26-2011-Tesis-Rosales%20Arriaga%2C%20Edgar%20Ricardo-Maestro%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf>
- Samaniego, M. (2006). "Proyecto De Factibilidad Para La Instalación De Una Empresa De Cultivo, Faenamamiento Y Embalaje De Jaiba" . <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/41642/1/TESIS%20DE%20MANUEL%20SAMANIEGO%20ZAMORA.pdf>
- Sánchez, A. (2017). Departamento de Posgrados. Determinación de la concentración de plomo y arsénico presente en el tejido blando del cangrejo que se expende en el mercado El Arenal de la ciudad de Cuenca: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6994/1/12942.pdf>
- Sánchez, J. (2000). Espacio, Economía y Sociedad <http://www.ub.edu/geocrit/texap-6.pdf>
- Sanchez, M., Frías, M., y Luxán, M. (2012). La espectrometría de emisión con fuente de plasma de acoplamiento inductivo. ResearchGate, 31-46. [https://www.researchgate.net/publication/274778706\\_La\\_espectrometria\\_de\\_emision\\_con\\_fuente\\_de\\_plasma\\_de\\_acoplamiento\\_inductivo](https://www.researchgate.net/publication/274778706_La_espectrometria_de_emision_con_fuente_de_plasma_de_acoplamiento_inductivo)
- Siavichay, B. (2013). Determinación De Cadmio Y Plomo En El Tejido Blando, Hepatopáncreas Del Cangrejo Rojo (Ucides Occidentalis) Y Sedimento De La Reserva Ecológica Manglares Churute". <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1678/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20cadmio%20y%20plomo%20en%20el%20tejido%20blando....%20Siavichay%2C%20Bayron%20Rub%C3%A9n.pdf>
- Sierra, M. (2012). Metodos Generales . [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Presentaciones/prepa3/metodos\\_generales.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/metodos_generales.pdf)
- Suarez, L. (2017). Libreta de campo. Universidad Nacional de Colombia. <http://geomecanica.org/didacticMat/libretaDeCampo/index.html>
- Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente [TULSMA]. (2015). Libro VI, Anexo I Recurso Agua, 1. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>
- TULSMA. (2017). Texto Unificado De Legislacion Secundaria De Medio Ambiente. <https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

- TULSMA. (2018). Texto Unificado De Legislacion Secundaria De Medio Ambiente. <https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- UNAM. (2012). ¿Qué importancia tiene conocer la acidez del suelo? Obtenido de Colegio de Ciencias y Humanidades: [https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim2/quimicII/Q2\\_U1\\_OA10\\_AcidezSueloV.pdf](https://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim2/quimicII/Q2_U1_OA10_AcidezSueloV.pdf)
- Valladares, M. (Junio de 2019). Análisis De La Captura Incidental Del Genero Callinectes En El Norte De La Provincia De Esmeraldas. Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad del Ecuador: Sede Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- Vega, F. (2006). Manual técnico para la producción de jaiba suave en el Pacífico Mexicano. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa, Guadalajara, México. [https://issuu.com/fvillasante/docs/manual\\_jaiba\\_suave\\_fvv](https://issuu.com/fvillasante/docs/manual_jaiba_suave_fvv)
- Westreicher, G. (2020). Método deductivo. [economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html](http://economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html)
- Wong, E. (2008). Metodología para realizar estudios de evidencia microbiológica en plantas procesadoras de alimentos. Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43711424015.pdf>
- Yáñez, P., y Estupiñán, S. (2016). Actividades Antropogénicas Y La Dinámica De La Quitridiomycosis Como Enfermedad Infecciosa De Anfibios Neotropicales. La Granja: Revista de Ciencia de la Vida, 24(2), 124-133. <https://revistas.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/24.2016.10/1135>
- Zamora, O., Lozano, R., y Samayoa, H. (2019). Adecuabilidad y comparación de técnicas espectroscópicas para el análisis de muestras de origen geológico. Revista Internacional de contaminación ambiental: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000100065&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000100065&script=sci_arttext)
- Zevallos, S. (2018). Calidad de agua, bioacumulación de metales pesados y niveles de estrés en la Trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en Challhuahuacho, Apurímac. Obtenido de Universidad Peruana Cayetano Heredia : [http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3645/Calidad\\_Zevallos\\_DeLaTorre\\_Samanta.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3645/Calidad_Zevallos_DeLaTorre_Samanta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)




## **ANEXOS**

**Anexo 1. Ficha de observación**

 <b>Carrera de INGENIERÍA AMBIENTAL</b>				 <b>ESPAMMFL</b>		 <b>Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata</b>	
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ “MFL” CARRERA DE MEDIO AMBIENTE</b>							
<b>FICHA DE OBSERVACIÓN DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS</b>							
ACTIVIDADES PRODUCTIVAS		SI	NO	OBSERVACIONES			
Cultivos que se encuentren alrededor del REVISICOF							
Producción de ganado y porcicultura							
Actividades de pesca							
Actividades acuícolas							
<b>AUTORAS: NATHALIE RAMÍREZ ESPINOZA Y KAREN SALTOS ESPINOZA</b>							



## Anexo 2. Modelo de entrevista

  	
<b>ENCUESTA</b> La Sección de encuesta, nos manda el siguiente Cuestionario, para que los investigadores que puedan obtener los siguientes datos.	
Para una investigación de la pesca tradicional en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas.	
PREGUNTAS	RESPUESTA
1	¿Cuáles son los mariscos que se pescan en la isla?
2	¿En dónde se captura la jaiba azul?
3	¿Cuál es el rango de profundidad que se pesca la jaiba azul?
4	¿En qué horario se desarrolla la pesca de la jaiba azul?
5	¿En qué consiste el método de recolección de la jaiba azul?
6	¿La jaiba tiene veda?
7	¿En qué lugar se comercializa la jaiba azul de la Isla Corazón?
8	¿Qué costo tiene la sarta o atado de la jaiba azul?
9	¿Cuál es el promedio mensual o anual de la captura de jaiba azul?

## Anexo 3. Permiso Ambiental



Ministerio del Ambiente, Agua  
y Transición Ecológica

### AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 1407

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

#### 1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECTA DE ESPECÍMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

#### 2.- CÓDIGO

MAAE-ARSFC-2021-1407

#### 3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2021-07-19	2022-01-19

#### 4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Animal
--------

El Ministerio del Ambiente y Agua, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a:

#### 5.- INVESTIGADORES /TÉCNICOS QUE INTERVENDRÁN EN LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCION

Nº de C./Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	Nº REGISTRO SENESCYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
1314480920	PEÑARRIETA MACIAS FABIAN FABRICIO	Ecuatoriana	1003-15-1400117	Técnico de laboratorio	Malacostraca
3050040934	RAMIREZ ESPINOZA NATHALIE	Ecuatoriana	NO APLICA	ESTUDIANTE	Malacostraca
0804538742	SALTOS ESPINOZA KAREN MELISSA	Ecuatoriana	NO APLICA	ESTUDIANTE	Malacostraca

#### 6.- PARA QUE LLEVEN A CABO LA RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA:

**Nombre del Proyecto:** CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN JAIBA AZUL Callinectes arcuatus DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN CANTÓN SUCRE -



## Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

MANABÍ

### 7.- SE AUTORIZA LA RECOLECCION CON EL PROPOSITO DE:

Determinar las concentraciones de metales pesados (Hg, Pb y Cd) en jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ) del Refugio de vida silvestre "Isla Corazón" como un indicador de contaminación antropogénica.
Establecer la zona de muestreo de la jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ) como indicador de contaminación antropogénica en el Refugio de Vida Silvestre "Isla Corazón".
Evaluar las concentraciones de Hg, Pb y Cd en el hepatopáncreas de la Jaiba azul ( <i>Callinectes arcuatus</i> ) del Refugio de Vida Silvestre "Isla Corazón".
Comparar los resultados obtenidos de las concentraciones de metales pesados y los parámetros fisicoquímicos de agua y sedimentos con normativa nacional e internacional.

### 8.- ÁREA GEOGRÁFICA QUE CUBRE LA RECOLECCIÓN DE LAS ESPECIES O ESPECÍMENES:

PROVINCIAS	SNAP	BOSQUE PROTECTOR
MANABÍ	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLAS CORAZON Y LAS ISLAS FRAGATAS	CARRIZAL - CHONE

### 9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Malacostraca	Decapoda	Portunidae	Callinectes	<i>Callinectes arcuatus</i>	HEPATOPÁNCREAS	30	

### 10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

<b>FASE DE RECOLECCIÓN:</b>	La recolección de la jaiba azul se realizará a través de nasas jaiberas así lo estipulan (Giménez y Delgado, 2010), en la que se obtendrán 10 ejemplares de jaiba azul en los tres puntos de muestreos que serán definidos, esto se efectuará a partir de los meses de abril-junio del 2021, en las primeras horas de la mañana cuando haya bajado la marea para obtener la <i>Callinectes arcuatus</i> con la ayuda de los pescadores de las zonas.
<b>FASE DE PRESERVACIÓN:</b>	Se empleará la técnica de Vega (2006) para calcular la talla de cada jaiba, midiendo la distancia de cefalotórax, con la ayuda de un Calibrador vernier o un carcinómetro y también se realizarán los métodos de muestreos que proponen (Espinoza, et al., 2016). Después de esto, cada organismo será depositado en bolsas de polietileno y deberán conservarse dentro de un cooler a una temperatura de 4°C. Luego de la obtención de la muestra estas serán trasladadas al laboratorio del área química-ambiental de la ESPAM MFL para proceder al lavado, y la disección que se dará para la separación del hepatopáncreas. La cual se realizará tomando unas tijeras quirúrgicas para cortar y separar el caparazón de la especie y así extraer el órgano de la jaiba azul (Espinoza, et al., 2011). Una vez ya obtenida las diez muestras de la extracción del hepatopáncreas estas deberán estar debidamente rotuladas y congeladas en fundas de polietileno, que serán enviados a la ciudad de Quito específicamente al laboratorio de la Universidad de las Américas (UDLA) dentro de un cooler a 4°C para que realicen los respectivos análisis de las concentraciones de metales pesados (Hg, Pb y Cd).



Ministerio del Ambiente, Agua  
y Transición Ecológica

#### 11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	Técnica ICP- OES (Plasma inductivo acoplado) y el método EPA 3015 <sup>º</sup> y EPA 3051
--------------------------------------	---

#### 12.- SE AUTORIZA LA UTILIZACIÓN DE LOS SIGUIENTES MATERIALES Y/O EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA RECOLECCION.

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Malacostraca	COSTAL, NAVAJA, CUCHILLO, ESPÁTULA, LIBRETA DE CAMPO, PIOLA PLÁSTICA, CINTA DE MARCAJE, FUNDAS ZIPLOC	Material en Campo
Malacostraca	PIPETAS, BISTURÍ, ESTILETE, GUANTES, ALCOHOL	Material en Laboratorio

#### 13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

Malacostraca	Museo Zoología-Universidad Central del Ecuador
--------------	--

#### 14.- RESULTADOS ESPERADOS

ENCONTRAR CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL HEPATOPÁNCREAS DE LA JAIBA AZUL PRODUCTO DE LA CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA

#### 15.- CONTRIBUCIÓN DEL ESTUDIO PARA LA TOMA DE DECISIONES A LA ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2011-2020.

METAS	DESCRIPCIÓN
Meta02.08.01 En el 2021 los recursos marino costeros se gestionan en base a las políticas costeras y oceánicas, y acuerdos suscritos con pueblos y nacionalidades.	CONCIENTIZAR A LAS PERSONAS PARA UN MANEJO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES Y MITIGAR LA CONTAMINACIÓN EN ZONAS CIRCUNDANTES A LA ISLA PARA REDUCIR EL IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN LA PRESENCIA DE ESPECIE

#### DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

- Solicitud de: **RAMIREZ ESPINOZA NATHALIE**
- Institución Nacional Científica : **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**
- Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2022/01/04**



4. Valoración técnica del proyecto: **AULESTIA CORDOVA DARWIN PAUL**

5. Esta Autorización **NO HABILITA LA MOVILIZACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS.**

6. Esta Autorización **NO HABILITA EXPORTACIÓN DE FLORA, FAUNA, MICROORGANISMOS Y HONGOS**, sin la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.

7. Los especímenes o muestras recolectadas no podrán ser utilizadas en actividades de **BIOPROSPECCIÓN, NI ACCESO AL RECURSO GENÉTICO.**

8. Los resultados que se desprendan de la investigación, no podrán ser utilizados para estudios posteriores de Acceso a Recurso Genéticos sin la previa autorización del Ministerio del Ambiente y Agua.

**OBLIGACIONES DEL/ LOS INVESTIGADOR/ES.**

9. Ingresar al sistema electrónico de recolecta de especímenes de especies la diversidad biológica del ministerio del ambiente y agua, el o los informes parciales o finales en formato PDF, en el formato establecido.

Con los siguientes anexos:

- Escaneado de el o los certificados originales del depósito o recibo de las muestras, emitidas por las Colecciones Científicas Ecuatorianas como Internacionales depositarias de material biológico.
- Escaneado de las publicaciones realizadas o elaboradas en base al material biológico recolectado.
- Escaneado de material fotográfico que considere el investigador pueda ser utilizados para difusión. (se mantendrá los derechos de autor).

10. Citar en las publicaciones científicas, Tesis o informes técnicos el número de Autorización de Recolección otorgada por el Ministerio del Ambiente y Agua, con el que se recolecto el material biológico.

11. Depositar los holotipos en una institución científica depositaria de material biológico.

12. Los holotipos solo podrán salir del país en calidad de préstamo por un periodo no más de un año.

13. Las muestras biológicas a ser depositadas deberán ingresar a las colecciones respectivas siguiendo los protocolos emitidos por el Curador/a custodio de los especímenes.



**Ministerio del Ambiente, Agua  
y Transición Ecológica**

**14.** Las muestras deberán ser preservadas, curadas y depositadas de lo contrario, se deberán sufragar los gastos que demanden la preparación del material para su ingreso a la colección correspondiente.

Del incumplimiento de las obligaciones dispuestas en los numerales, 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se responsabiliza a **RAMIREZ ESPINOZA NATHALIE**.

**DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD**  
LAGLA CHIMBA BYRON ADRIAN  
2021-09-03

## Anexo 4. Resultados de laboratorio

### Anexo 4 A. Informe de servicios de ensayo (pág. 1)



Informe No. LI-AM-10  
Fecha de emisión: mayo 27, 2021

#### 1. Información Cliente

Cliente:	Fabian Macías Peñarrieta
Correo electrónico:	fabian_penarrietama@espam.edu.ec
Institución:	Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

#### 2. Cotización

Descripción	Detalles adicionales	Muestras por entregar	Costo por muestra	Costo Total
Servicio de análisis químico	Análisis de mercurio por ICP (Plasma acoplado inductivamente)	45	\$13.35	\$600.75
	Análisis multi-elemento (33 elementos) Al, As, Ba, Be, Bi, B, Ca, Cd, Cs, Cr, Co, Cu, Ga, In, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Ni, P, K, Rb, Se, Si, Ag, Na, Sr, S, Te, Tl, V, Zn por ICP (Plasma acoplado inductivamente)	45	\$12.00	\$540
	Subtotal			\$1140.75
	IVA			\$136.89
	TOTAL			\$1277.64

LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN - UDLA  
Universidad de Las Américas - Quito, Ecuador  
Sede Queri (Calle Queri y Granados) - Bloque 5 - Piso 3  
Teléfono +593 (2) 3981000 ext. 2384  
laboratorio.investigacion@udla.edu.ec

## Anexo 4 B. Informe de servicios de ensayo (pág. 2)



### 3. Datos de las Muestras\*

Muestras entregadas**	Análisis de mercurio por ICP (Plasma acoplado inductivamente)	Fecha de recepción de muestras
	Análisis Multi-elemento (33 elementos) Al, As, Ba, Be, Bi, B, Ca, Cd, Cs, Cr, Co, Cu, Ga, In, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Ni, P, K, Rb, Se, Si, Ag, Na, Sr, S, Te, Tl, V, Zn	
45	45	17.05.2021

\*Adjunto Formulario Solicitud de Análisis (información de cada muestra entregada).

\*\* Las muestras son recopiladas y entregadas directamente por el cliente para su análisis en los Laboratorios de Investigación – UDLA. La UDLA asume, de buena fe, que todas las muestras recibidas cuentan con el respaldo legal obtenido por el contratante en materia de permisos de obtención, manipulación y demás requerimientos establecidos en las normativas de la legislación ecuatoriana.

### 4. Reporte de resultados

Método de análisis	Fecha de análisis	Fecha de obtención de resultados
Análisis de mercurio por ICP (Plasma acoplado inductivamente)	25.05.2021	26.05.2021
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>PROTOCOLO DE DIGESTIÓN 1:</b> por microondas basado en el método <b>ANIMAL TISSUE</b> (Digestor CEM, Modelo MARS 6) para las muestras de Hepatopáncreas de Jaiba Azul, Tejido blando Concha prieta, Hepatopáncreas de Cangrejo rojo y Tejido blando Ostra.</li> <li>• <b>PROTOCOLO DE DIGESTIÓN 2:</b> por microondas basado en el método <b>U.S. EPA 3051</b> (Digestor CEM, Modelo MARS 6) para las muestras de sedimentos.</li> <li>• <b>PROTOCOLO DE ANÁLISIS MERCURIO:</b> Corrida en ICAP 7400 ICP-OES Thermo Scientific, usando vista axial y radial de acuerdo con la longitud de onda de los metales. Se realizó una curva de calibración con el estándar de mercurio para cuantificar las cantidades obtenidas. Se corre un control de calidad después de la corrida de las muestras para medir la reproducibilidad de los datos obtenidos. <b>ESTÁNDAR MERCURIO:</b> Mercury Standard para ICP, TraceCERT®, Marca: SIGMA-ALDRICH; Código: 102001160; Fecha de expiración: Abril/2022.</li> </ul>		

#### Observaciones:

- Debido a la alta cantidad de agua en las muestras, fue necesario un proceso de liofilización de 5 días para poder procesar las muestras.
- Se evitó el uso de utensillos elaborados a base de metal durante el pesaje, la pulverización y la homogeneización de las muestras para evitar interferencias en los análisis.



### Anexo 4 C. Informe de servicios de ensayo (pág. 3)



Método de análisis	Fecha de análisis	Fecha de obtención de resultados
<b>Análisis Multi-elemento (33 elementos)</b> Al, As, Ba, Be, Bi, B, Ca, Cd, Cs, Cr, Co, Cu, Ga, In, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Ni, P, K, Rb, Se, Si, Ag, Na, Sr, S, Te, Tl, V, Zn	25.05.2021	26.05.2021

- **PROTOCOLO DE DIGESTIÓN 1:** por microondas basado en el método **ANIMAL TISSUE** (Digestor CEM, Modelo MARS 6) para las muestras de Hepatopáncreas de Jaiba Azul, Tejido blando Concha prieta, Hepatopáncreas de Cangrejo rojo y Tejido blando Ostra.
- **PROTOCOLO DE DIGESTIÓN 2:** por microondas basado en el método **U.S. EPA 3051** (Digestor CEM, Modelo MARS 6) para las muestras de sedimentos.
- **PROTOCOLO DE ANÁLISIS MULTIELEMENTO:** Corrida en ICAP 7400 ICP-OES Thermo Scientific, usando vista axial y radial de acuerdo con la longitud de onda de los metales. Se realizó una curva de calibración con el estándar multi-elemento para cuantificar las cantidades obtenidas. Se corre un control de calidad después de la corrida de las muestras para medir la reproducibilidad de los datos obtenidos.  
**ESTÁNDAR MULTIELEMENTO:** Periodic Table Mix 1 para ICP, TraceCERT®, Marca: SIGMA-ALDRICH; Código: 102156731; Fecha de expiración: Julio/2023.

#### Observaciones:

- Debido a la alta cantidad de agua en las muestras, fue necesario un proceso de liofilización de 5 días para poder procesar las muestras.
- Se evitó el uso de utensilios elaborados a base de metal durante el pesaje, la pulverización y la homogeneización de las muestras para evitar interferencias en los análisis.

#### 5. Informe Final

Fecha de elaboración de informe técnico	Archivos adjuntos
26.05.2021	1. RESULTADOS ANÁLISIS MERCURIO
27.05.2021	2. RESULTADOS ANÁLISIS MULTIELEMENTO (33 METALES)

LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN - UDLA  
 Universidad de Las Américas – Quito, Ecuador  
 Sede Queri (Calle Queri y Granados) – Bloque 5 – Piso 3  
 Teléfono +593 (2) 3961000 ext. 2384  
[laboratorio.investigacion@udla.edu.ec](mailto:laboratorio.investigacion@udla.edu.ec)


**Anexo 4 D. Informe de servicios de ensayo (pág. 4)****Notas:**

1. El presente informe de ensayo aplica únicamente para las muestras entregadas por el cliente a la fecha y hora descritas en este documento. Las muestras fueron analizadas según fueron recibidas en los Laboratorios de Investigación – UDLA.
2. Los resultados obtenidos se tratarán como información confidencial. La UDLA ratifica la autoría intelectual del contratante sobre las muestras y los resultados de los servicios obtenidos.
3. Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin previa autorización de los Laboratorios de Investigación – UDLA.


Firma de Responsable Técnica  
María Genoveva Granda  
Técnica  
Laboratorios de Investigación

Firma de Autorización  
Angie Buitrón  
Coordinadora  
Laboratorios de Investigación

#### Anexo 4.E. Datos preliminares de análisis de metales por ICP

	
Nombre del Solicitante:	Fabián Peñarrieta Macías
Fecha de entrega de muestras:	Mayo 17, 2021
Fecha de análisis:	Mayo 25, 2021
Condiciones de muestra:	Las muestras fueron entregadas en fundas Ziploc etiquetadas con los códigos establecidos por el solicitante.
Preparación de muestra animal:	Se pesó 0,5 g de muestra seca y molida y se añadió 2 ml de Peróxido de Hidrógeno y 8 ml de Ácido Nítrico Trace Metal. Después de la digestión se filtró la muestra en balones de 50 ml y se aforó con agua Tipo I.
Técnica utilizada:	ICP-OES (Plasma Inductivo Acoplado)
Método 1 utilizado:	Animal Tissue
Preparación de muestra sedimentos:	Se pesó 0,5 g de muestra seca y molida y se añadió 10 ml de Ácido Nítrico Trace Metal. Después de la digestión se filtró la muestra en balones de 50 ml y se aforó con agua Tipo I.
Técnica utilizada:	ICP-OES (Plasma Inductivo Acoplado)
Método 2 utilizado:	U.S. EPA 3051
Fecha de entrega de resultados:	Mayo 27, 2021
Responsable del análisis:	Geneveva Granda

#### Anexo 4.F. Resultados análisis de cadmio (Cd) por ICP

		RESULTADOS METALES ppm [mg/Kg]										
Muestra	Número de muestra	Código	Peso	Cd	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	In	K
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 4	Muestra 4	Hept-CA4	0,5286	0,015	ND	0,209	ND	156,863	252,208	0,253	ND	2567,405
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 5	Muestra 5	Hept-CA5	0,5312	0,014	ND	0,250	ND	19,671	163,385	ND	1,430	3541,191
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 6	Muestra 6	Hept-CA6	0,5373	0,046	ND	0,858	ND	77,400	503,109	ND	0,952	3488,294
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 7	Muestra 7	Hept-CA7	0,5322	0,059	ND	0,198	ND	230,705	243,026	ND	ND	2847,494
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 8	Muestra 8	Hept-CA8	0,5295	0,048	ND	0,612	ND	390,445	241,732	0,656	0,682	2829,457
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 9	Muestra 9	Hept-CA9	0,5328	0,016	ND	0,792	ND	35,142	348,141	0,068	0,597	3768,558
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 10	Muestra 10	Hept-CA10	0,5377	ND	ND	0,168	ND	26,289	103,222	0,115	ND	3075,486
Hepatopáncreas Jaiba Azul 1	Muestra 1	Hep-JA1	0,5258	9,811	ND	0,450	ND	33,630	194,909	ND	0,191	4973,429
Hepatopáncreas Jaiba Azul 2	Muestra 2	Hep-JA2	0,5203	0,776	ND	0,998	ND	9,989	171,237	ND	2,069	6456,226
Hepatopáncreas Jaiba Azul 3	Muestra 3	Hep-JA3	0,5150	17,137	ND	0,580	ND	50,725	411,945	ND	0,290	10518,415
Hepatopáncreas Jaiba Azul 4	Muestra 4	Hep-JA4	0,5000	0,430	ND	0,322	ND	31,381	79,469	0,061	1,795	4445,092
Hepatopáncreas Jaiba Azul 5	Muestra 5	Hep-JA5	0,5209	14,001	ND	0,293	ND	25,463	206,451	ND	0,199	7013,856
Hepatopáncreas Jaiba Azul 6	Muestra 6	Hep-JA6	0,5276	1,940	ND	0,731	ND	91,680	95,123	ND	1,171	8141,075

### Anexo 4.G. Resultados análisis de plomo (Pb) por ICP

		RESULTADO		RESULTADOS METALES ppm [mg/Kg]										
Muestra	Número de muestra	Código	Peso	Li	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	Rb	S		
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 4	Muestra 4	Hept-CA4	0.5286	0.149	1597.761	18.055	2557.165	5.898	1756.503	ND	ND	4196.235		
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 5	Muestra 5	Hept-CA5	0.5312	0.703	5975.138	68.613	5069.784	23.637	7852.623	ND	ND	6671.133		
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 6	Muestra 6	Hept-CA6	0.5373	0.913	4209.447	24.400	3860.548	5.719	6084.037	0.336	ND	4499.201		
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 7	Muestra 7	Hept-CA7	0.5322	0.151	2475.758	18.815	3287.066	12.115	2712.815	0.727	ND	5733.433		
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 8	Muestra 8	Hept-CA8	0.5295	0.182	2688.462	23.699	3800.681	15.264	2567.968	ND	ND	6827.198		
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 9	Muestra 9	Hept-CA9	0.5328	1.811	7378.894	47.118	6766.515	6.131	10574.181	2.575	ND	6260.703		
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 10	Muestra 10	Hept-CA10	0.5377	0.123	2634.237	20.448	3236.120	13.311	2713.538	0.496	ND	4842.116		
Hepatopáncreas Jaiba Azul 1	Muestra 1	Hep-JA1	0.5258	0.138	1284.132	15.632	4607.831	8.709	12676.674	1.844	ND	8456.378		
Hepatopáncreas Jaiba Azul 2	Muestra 2	Hep-JA2	0.5203	0.397	2687.478	33.303	7804.445	0.902	29853.407	1.898	ND	6185.747		
Hepatopáncreas Jaiba Azul 3	Muestra 3	Hep-JA3	0.5150	0.582	2085.349	15.509	13129.778	1.611	21082.389	0.403	ND	11736.787		
Hepatopáncreas Jaiba Azul 4	Muestra 4	Hep-JA4	0.5000	0.144	1284.063	13.139	4337.038	0.494	14204.548	1.736	ND	5182.846		
Hepatopáncreas Jaiba Azul 5	Muestra 5	Hep-JA5	0.5209	0.210	1243.118	17.263	7402.661	1.611	13511.378	ND	ND	9613.709		
Hepatopáncreas Jaiba Azul 6	Muestra 6	Hep-JA6	0.5276	0.387	2600.002	34.503	7362.200	1.335	31856.541	1.128	ND	8061.328		

### Anexo 4.H. Resultados análisis de mercurio (Hg) por ICP.

		RESULTADOS MERCURIO ppm [mg/Kg]			
Muestra	Número de muestra	Código	Peso	Dilución	Hg
Tejido blanco Concha prieta 1	Muestra 1	TB-CP1	0.5273	50 mL	0.009
Tejido blanco Concha prieta 2	Muestra 2	TB-CP2	0.5252	50 mL	0.010
Tejido blanco Concha prieta 3	Muestra 3	TB-CP3	0.5178	50 mL	0.009
Tejido blanco Concha prieta 4	Muestra 4	TB-CP4	0.5083	50 mL	0.008
Tejido blanco Concha prieta 5	Muestra 5	TB-CP5	0.5135	50 mL	0.007
Tejido blanco Concha prieta 6	Muestra 6	TB-CP6	0.5140	50 mL	0.004
Tejido blanco Concha prieta 7	Muestra 7	TB-CP7	0.5074	50 mL	0.005
Tejido blanco Concha prieta 8	Muestra 8	TB-CP8	0.5116	50 mL	0.005
Tejido blanco Concha prieta 9	Muestra 9	TB-CP9	0.5108	50 mL	0.004
Tejido blanco Concha prieta 10	Muestra 10	TB-CP10	0.5011	50 mL	0.005
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 1	Muestra 1	Hept-CA1	0.5307	50 mL	0.211
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 2	Muestra 2	Hept-CA2	0.5394	50 mL	0.043
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 3	Muestra 3	Hept-CA3	0.5355	50 mL	0.040
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 4	Muestra 4	Hept-CA4	0.5286	50 mL	0.035
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 5	Muestra 5	Hept-CA5	0.5312	50 mL	0.041
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 6	Muestra 6	Hept-CA6	0.5373	50 mL	0.041
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 7	Muestra 7	Hept-CA7	0.5322	50 mL	0.033
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 8	Muestra 8	Hept-CA8	0.5295	50 mL	0.024
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 9	Muestra 9	Hept-CA9	0.5328	50 mL	0.039
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 10	Muestra 10	Hept-CA10	0.5377	50 mL	0.025
Hepatopáncreas Jaiba Azul 1	Muestra 1	Hep-JA1	0.5258	50 mL	0.001
Hepatopáncreas Jaiba Azul 2	Muestra 2	Hep-JA2	0.5203	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 3	Muestra 3	Hep-JA3	0.5150	50 mL	0.001
Hepatopáncreas Jaiba Azul 4	Muestra 4	Hep-JA4	0.5000	50 mL	0.003
Hepatopáncreas Jaiba Azul 5	Muestra 5	Hep-JA5	0.5209	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 6	Muestra 6	Hep-JA6	0.5276	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 7	Muestra 7	Hep-JA7	0.5249	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 8	Muestra 8	Hep-JA8	0.5121	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 9	Muestra 9	Hep-JA9	0.5327	50 mL	ND
Hepatopáncreas Jaiba Azul 10	Muestra 10	Hep-JA10	0.5250	50 mL	ND

**Anexo 5.** Establecimiento de la zona de muestreo de la jaiba azul como indicador de contaminación antropogénica en el Refugio De Vida Silvestre Isla Corazón.

**Anexo 5 A.** Visita al refugio de vida silvestre “Isla Corazón”



**Anexo 5 B.** Reconocimiento de área de estudio



**Anexo 5 C. Georreferenciación de los puntos de muestreo**



**Anexo 5 D. Identificación de actividades antropogénicas**



**Anexo 5 E. Entrevista realizada a guarda parques**



**Anexo 5.** Evaluación de las concentraciones de Hg, Pb y Cd en el hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*) del refugio de vida silvestre Isla Corazón

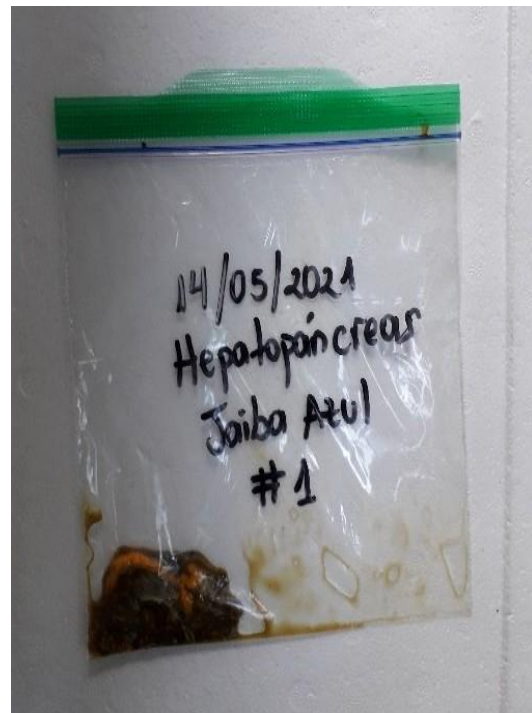
**Anexo 5 F. Recolección de jaiba azul (*Callinectes arcuatus*)**



**Anexo 5 G. Extracción de hepatopáncreas de la jaiba azul (*Callinectes arcuatus*)**



**Anexo 5 H. Rotulación de las muestras del hepatopáncreas de jaiba azul (*Callinectes arcuatus*)**





**Anexo 5 I. Muestras de hepatopáncreas preparadas para el envío al laboratorio**



**Anexo 5 J. Medición de parámetros físico-químicos al agua y sedimento**

