



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**

MODALIDAD:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL CANGREJO
ROJO (*Ucides Occidentalis*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE
“ISLA CORAZÓN” CANTÓN SUCRE-MANABÍ**

AUTORES:

**URDÁNIGO MENDOZA LUIS CARLOS
ZAMBRANO ALCÍVAR KELLY ESTEFANÍA**

TUTOR:

QF. PATRICIO NOLES AGUILAR, M.Sc.

CALCETA, MARZO DE 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

URDÁNIGO MENDOZA LUIS CARLOS, con cédula de ciudadanía **1312935644** y **ZAMBRANO ALCÍVAR KELLY ESTEFANÍA**, con cédula de ciudadanía **1317986956**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL CANGREJO ROJO (*Ucides Occidentalis*) 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.



Luis C. Urdánigo Mendoza
CC: 1312935644



Kelly E. Zambrano Alcívar
CC: 1317986956

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

URDÁNIGO MENDOZA LUIS CARLOS, con cédula de ciudadanía **1312935644** y **ZAMBRANO ALCÍVAR KELLY ESTEFANÍA**, con cédula de ciudadanía **1317986956**, 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 EL CANGREJO ROJO (*Ucides Occidentalis*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN” CANTÓN SUCRE-MANABÍ**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



Luis C. Urdánigo Mendoza
CC: 1312935644



Kelly E. Zambrano Alcívar
CC: 1317986956

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

QF. PATRICIO NOLES AGUILAR, M.Sc, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular Titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN EL CANGREJO ROJO (*Ucides Occidentalis*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN” CANTÓN SUCRE-MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **URDÁNIGO MENDOZA LUIS CARLOS** y **ZAMBRANO ALCÍVAR KELLY ESTEFANÍA**, 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: 0912416351
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 EL CANGREJO ROJO (*Ucides Occidentalis*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE “ISLA CORAZÓN” CANTÓN SUCRE-MANABÍ**, que ha sido desarrollado por **URDÁNIGO MENDOZA LUIS CARLOS y ZAMBRANO ALCÍVAR KELLY ESTEFANÍA**, 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 Delgado Villafuerte, Mg. C.A.
CC: 1311115602
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Banchon Bajaña, M.Sc.
CC: 0918059189
MIEBRO DEL TRIBUNAL

Ing. José Giler Molina, M.Sc.
CC: 1310656762
MIEBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por estar siempre en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes, así como permitirnos poder llegar hasta este momento tan importante en la vida de cada uno.

Agradecimiento total a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” por darnos el privilegio de poder cursar nuestra carrera universitaria en la institución, agradeciendo siempre a los maestros por sus valiosos conocimientos que hicieron que podamos crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ellos por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional a lo largo de estos 5 años.

A nuestro tutor el QF. Patricio Noles y al Ing. Fabián Peñarrieta por guiarnos en este proceso con sus conocimientos para lograr nuestra anhelada meta.

A todos nuestros compañeros y futuros colegas, gracias infinitas por la ayuda desinteresada, el apoyo, la diversión y buena voluntad.

Los autores

DEDICATORIA

A mis padres por su amor, trabajo y sacrificio en estos años que me han permitido llegar a cumplir una meta más en mi vida, gracias por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mis tías por extender su mano, por el apoyo y la fuerza brindada en momentos difíciles que fueron claves para poder llegar hasta el objetivo de terminar la carrera.

A mi novia por el amor brindado cada día y la motivación brindada a lo largo de toda la carrera universitaria.

A todas aquellas personas que me apoyaron e hicieron que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Luis Carlos Urdánigo Mendoza

DEDICATORIA

A mis padres por ser mi pilar fundamental y enseñarme con el ejemplo de amor y constancia para poder cristalizar otra meta en mi vida.

A mi hermana por ser mi amiga y cómplice, por su cariño y apoyo moral en este proceso académico, a toda mi familia por ser parte de esta etapa en mi vida.

A mi novio, amigo y compañero por su amor y el apoyo incondicional durante mi carrera universitaria.

A mis amigos por haber sido parte de este período, con los que compartí dentro y fuera de las aulas, gracias por su apoyo y diversión, y a todas las personas que han estado presentes en el transcurso de este trabajo brindándonos sus conocimientos.

Kelly Estefanía Zambrano Alcívar

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.....	xv
PALABRAS CLAVES	xv
ABSTRACT.....	xvi
KEY WORDS.....	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.3.3 Idea a defender	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Refugio de vida silvestre Isla Corazón	5
2.2 Contaminación antropogénica.....	5
2.3 Actividades antropogénicas	6
2.3.1 Actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre Isla Corazón	6
2.4 Crustáceos como bioindicadores	7

2.4.1	Cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)	7
2.4.2	Morfología, reproducción y taxonomía	7
2.4.3	Hepatopáncreas	9
2.4.4	Hábitat, función ecológica y distribución	9
2.4.5	Importancia económica.....	10
2.4.6	Época de veda.....	11
2.4.7	Arte de pesca y recolección.....	11
2.4.8	Extracción de hepatopáncreas	12
2.5	Zonificación ambiental para medir el impacto de actividades antropogénicas	13
2.6	Metales pesados.....	13
2.6.1	Clasificación	14
2.6.2	Origen y distribución de los metales	15
2.6.3	El impacto ambiental	16
2.6.4	Biodisponibilidad.....	16
2.6.5	Bioacumulación	16
2.6.6	Metales pesados en la salud	17
2.6.7	Metales pesados en agua y sedimentos.....	17
2.7	Efectos de los metales pesados en los manglares.....	18
2.7.1	Metales pesados en organismos acuáticos	19
2.8	Técnicas para establecer puntos de muestreo	20
2.9	Técnicas de muestreo de agua y sedimento	20
2.9.1	Muestreo de agua.....	20
2.9.2	Muestreo de sedimento	21
2.10	Importancia de los parámetros fisicoquímicos en agua y sedimento en la presencia de metales pesados	22
2.11	Coeficiente de pearson	23

2.12	Legislación ambiental vigente	24
2.12.1	Tulasma libro VI.....	24
2.12.2	Normativa Europea: contenido máximo de metales pesados en productos alimenticios	25
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		26
3.1	Ubicación	26
3.2	Duración	26
3.3	Métodos	26
3.3.1	Método cuantitativo.....	27
3.3.2	Método deductivo	27
3.3.3	Método exploratorio	27
3.3.4	Método analítico	27
3.4	Técnicas	28
3.4.1	Observación	28
3.4.2	Entrevista	28
3.4.3	Bibliográfica.....	28
3.4.4	Instrumental (ICP)	28
3.4.5	Coeficiente de Pearson	28
3.5	Variables a medir	29
3.5.1	Variable dependiente.....	29
3.5.2	Variable independiente	29
3.6	Procedimientos	29
3.6.1	Fase I: Establecimiento de la zona de muestreo del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)	29
3.6.2	Fase II: Determinación de la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>).....	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		34

4.1	Establecimiento de la zona de muestreo del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>).....	34
4.1.1	Reconocimiento de la zona de estudio	34
4.1.2	Solicitud de acceso a la isla y registro de permiso de investigación mediante el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA).....	35
4.1.3	Identificación de las actividades antropogénicas	36
4.1.4	Georreferenciación y establecimiento de los puntos de la zona de muestreo	39
4.2	Determinación de la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>).....	40
4.2.1	Recolección, tratamiento y análisis del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)	40
4.2.2	Comparación de resultados con legislación nacional e internacional	41
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
	BIBLIOGRAFÍA	56
	ANEXOS.....	70

CONTENIDO DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

Tabla 2.1. Clasificación taxonómica del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)	8
Tabla 2.2. Parámetros fisicoquímicos en sedimento.	22
Tabla 2.3. Parámetros fisicoquímicos para agua de mar.	23
Tabla 2.4. Rango de correlación de Pearson.	24
Tabla 2.5. Parámetros fisicoquímicos de límites máximos permisibles.	25
Tabla 2.6. Niveles máximos de metales pesados según los Reglamentos de la Comisión (420/2011, 488/2014 y 2015/1005).	25
Tabla 3.1. Parámetros físicos y químicos.	32
Tabla 4.1. Uso de suelo del área de estudio.	37
Tabla 4.2. Coordenadas geográficas UTM de los puntos de muestreo.	40
Tabla 4.3. Concentración de Plomo en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>).	42
Tabla 4.4. Concentración de Mercurio en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>).	43
Tabla 4.5. Concentración de Cadmio en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>).	45
Tabla 4.6. Parámetros fisicoquímicos del Agua.	46
Tabla 4.7. Parámetros fisicoquímicos del Sedimento.	46
Tabla 4.8. Análisis de varianza de las concentraciones de metales Pb, Hg y Cd en el cangrejo rojo.	47
Tabla 4.9. Prueba de tukey aplicada al plomo, mercurio y cadmio en el hepatopáncreas del cangrejo rojo.	48
Tabla 4.10. Correlación de plomo con los parámetros fisicoquímicos del agua. ..	49
Tabla 4.11. Correlación de plomo con los parámetros fisicoquímicos del sedimento.	50

Tabla 4.12. Correlación de mercurio con los parámetros fisicoquímicos del agua.	50
Tabla 4.13. Correlación de mercurio con los parámetros fisicoquímicos del sedimento.	51
Tabla 4.14. Correlación de cadmio con los parámetros fisicoquímicos del agua..	52
Tabla 4.15. Correlación de cadmio con los parámetros fisicoquímicos del sedimento.	53

FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación de la Isla Corazón.	26
Figura 4.2. Flujograma para solicitar el permiso ambiental en la plataforma del SUIA.	36
Figura 4.3. Registro de la investigación en la plataforma del SUIA.....	36
Figura 4.4. Usos de suelo.....	37
Figura 4.5. Área de turismo.	39
Figura 4.6. Área de pesca.	40

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluar la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*) del refugio de vida silvestre Isla Corazón como un indicador de contaminación antropogénica. Para la determinación de las concentraciones de los metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el hepatopáncreas cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) se emplearon las técnicas: ICP- OES (Plasma inductivo acoplado) y el método EPA 3015^a y EPA 3051 en el laboratorio de la Universidad de Las Américas (UDLA) se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson entre las concentraciones de los metales y los parámetros fisicoquímicos de agua y sedimento, un análisis de varianza y prueba de significancia (Tukey). Los resultados se demostraron dentro del límite máximo permisible para cadmio en un rango de 0.014 a 0.202 mg/kg y mercurio de 0.012 a 0.211 mg/kg, mientras que el plomo sí presentó datos entre 0.671 a 4.093 mg/kg que sobrepasaron el límite establecido por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2015), durante los meses de mayo, julio y agosto. Los análisis estadísticos realizados en la investigación demostraron que no existen diferencias significativas y por tanto no hay correlación entre los parámetros fisicoquímicos y las concentraciones de Pb, Hg y Cd.

PALABRAS CLAVE

Contaminación antropogénica, límites permisibles, correlación de Pearson, significancia estadística, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the concentration of heavy metals (Pb, Hg and Cd) in the hepatopancreas of the red crab (*Ucides Occidentalis*) from the Isla Corazón wildlife refuge as an indicator of anthropogenic contamination. For the determination of the concentrations of heavy metals (Pb, Hg and Cd) in the hepatopancreas red crab (*Ucides occidentalis*) the following techniques were used: ICP-OES (Inductive Coupled Plasma) and the EPA 3015^a and EPA 3051 method in the laboratory of the University of the Americas (UDLA) applied the Pearson correlation coefficient between the concentrations of metals and the physicochemical parameters of water and sediment, an analysis of variance and significance test (Tukey). The results were shown within the maximum permissible limit for cadmium in a range of 0.014 to 0.202 mg/kg and mercury from 0.012 to 0.211 mg/kg, while lead did present data between 0.671 to 4.093 mg/kg that exceeded the established limit by the European Food Safety Authority (EFSA, 2015), during the months of May, July and August. The statistical analyzes carried out in the investigation showed that there are no significant differences and therefore no correlation between the physicochemical parameters and the concentrations of Pb, Hg and Cd.

KEY WORDS

Anthropogenic pollution, permissible limits, Pearson's correlation, statistical significance, physicochemical parameters.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial la contaminación en los ecosistemas acuáticos y terrestres incrementa, según Ramos y Muñoz (2015) los metales pesados se encuentran en los ecosistemas acuáticos desde fuentes naturales, en rocas volcánicas, minerales, etc. y antropogénicas como parte de residuos líquidos de plantas industriales, agroquímicos empleados en agricultura, entre otros, estos elementos se consideran como los contaminantes ambientales de mayor impacto por su toxicidad, permanencia y tendencia a bioacumularse en los organismos marinos debido a que no son biodegradables (Rizzo *et al.*, 2010).

Estos contaminantes resisten un ciclo ecológico global en el cual el recurso hídrico es la principal vía, siendo críticos los efectos negativos que ellos ejercen, porque pueden provocar severos daños a nivel celular dada su capacidad para transformar proteínas, ser asimilados por el fitoplancton y organismos filtradores e incorporados a la cadena alimenticia ocasionando alteraciones ecológicas y biológicas al ecosistema y a los seres humanos (Chuquimarca, 2015).

Los metales pesados tienden a bioacumularse en los organismos, los cuales toman el contaminante y no lo eliminan, y también estos elementos pueden biomagnificarse, lo que implica que su concentración se incremente al pasar a un nivel trófico superior en la cadena trófica (Molina *et al.*, 2012).

Dentro de los ecosistemas marinos, los manglares se consideran inmensamente sustanciales para la salud de las poblaciones de peces silvestres, moluscos, crustáceos, entre otros, en función de sus características naturales únicas que permiten altos niveles de diversidad (Siavichay, 2013). En Ecuador los manglares son ecosistemas marinos importantes dentro de la biodiversidad que representan, así como el aporte para las economías locales (Poveda y Avilés, 2018).

Sin embargo los manglares se están viendo afectados cada vez más por la contaminación, las especies que habitan en ellos son los indicadores acerca de la

polución persistente de metales pesados, los organismos de la base de la cadena alimenticia absorben los contaminantes y estos al biomagnificarse incrementan los niveles de concentración de dichos elementos conforme se desarrolla la red trófica, por lo que se convierte no sólo en un problema ambiental sino que en un impacto negativo para la seguridad alimentaria (Acosta y Lodeiros, 2004).

De acuerdo con Chuquimarca (2015) existen resultados en donde se ha determinado que en el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), se tienden a bioacumular los metales pesados con niveles altos de concentración en el hepatopáncreas, músculo y tejido blando, se han encontrado en esas partes del quelípodo valores máximos de plomo, cadmio y mercurio sobrepasando los límites permisibles según La Autoridad Europea De Seguridad Alimentaria (EFSA).

El cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*) representa un recurso pesquero de importancia en la economía, y en el consumo local, es una especie clave en el ecosistema del manglar del refugio de vida silvestre Isla Corazón, esta especie aún prevalece en población, no obstante, hay preocupación y podría jugar un papel importante en la transferencia de contaminantes a niveles tróficos más altos y la presencia de estos elementos puede generar preocupación por la biota local. Con los antecedentes se formula la siguiente pregunta:

¿Se podrá encontrar presencia de metales Pb, Hg y Cd en el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) debido a la contaminación antropogénica del refugio de vida silvestre Isla Corazón?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las áreas protegidas tienen un papel muy importante en el mantenimiento de los recursos naturales vitales y los servicios de los ecosistemas (Pabon *et al.*, 2008). La conservación en las reservas comprende la protección de la composición, estructura y funcionamiento de estos elementos que contribuyen en la biodiversidad (Campo y Duval, 2014).

Una de las reservas que presentan mayor biodiversidad y siendo una de las cinco unidades ecológicas más productivas, son los manglares, que representan un ambiente marino único e irremplazable a nivel mundial (Ministerio del Ambiente y Agua [MAE], 2013). Además, son considerados como los riñones del mundo ya que depuran o filtran los sedimentos arrastrados, protegiendo las tierras agrícolas de la salinidad del mar (Corporación Coordinadora Nacional para la Defensa del Ecosistema Manglar, 2010).

En la costa ecuatoriana se encuentra distribuido el cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*), es muy consumido por su carne y en los últimos años su demanda ha incrementado significativamente. Se desarrolla en el ecosistema del manglar del refugio de vida silvestre Isla Corazón y actúa en la descomposición de la materia orgánica de los bosques del manglar, debido a que su alimentación se basa en hojas y flores del árbol del mangle, este crustáceo permite la aireación en el fango y a su vez la construcción de sus madrigueras potenciando la actividad de bacterias aeróbicas (Lajones, 2019; La Hora, 2020).

La presente investigación se ampara en el Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida 2017-2021 del eje 1, Objetivo 3 que establece “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones” (Secretaría Nacional de Planificación y desarrollo [SENPLADES], 2017). Y en el Código Orgánico del Ambiente (COA), Título 4 de los recursos marinos establece 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.

Los manglares son esenciales para el desarrollo de la vida dado que albergan diversidad de cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*), considerado como un recurso pesquero sustancial para el consumo y para la economía de las comunidades (Erazo, 2014). El monitoreo de la concentración de metales identifica si la acumulación tiende a generar enfermedades en la población del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), además al ser esta especie comercializada, surge la

necesidad de contribuir con estudios que conlleven a cuantificar niveles de metales (Lajones, 2019).

De acuerdo con el modelo educativo de la ESPAM MFL, que reconoce la producción científica y la prestación de servicios científicos, esta investigación no es un proyecto macro, sin embargo se realiza en función del aporte investigativo en una zona estratégica en donde la biodiversidad se debe conservar, dando lugar para desarrollar futuros proyectos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*) del refugio de vida silvestre Isla Corazón como un indicador de contaminación antropogénica.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la zona de muestreo del cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*) en el refugio de vida silvestre Isla Corazón como indicador de contaminación antropogénica.
- Determinar la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*).

1.3.3 IDEA A DEFENDER

En el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) se encuentra presencia de metales Pb, Hg y Cd provenientes de la contaminación antropogénica que sufre el refugio de vida silvestre Isla Corazón.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN

El refugio de vida silvestre Isla Corazón está formado un área cubierta de en su totalidad por manglares en los que destaca el Mangle Rojo (*Rizófora mangle*) como la especie más dominante y son formadas por deposición de sedimentos, por lo que su tamaño aumenta al pasar los años. Con temperaturas que van desde los 25°C hasta los 28°C, cuenta con un ambiente menos húmedos de todo el país (La Hora, 2012).

El MAE (2007) manifiesta que, el refugio está localizado en la desembocadura de del rio Chone a 8 kilómetros de la ciudad de Bahía de Caráquez y San Vicente. Tiene como objetivo la conservación de especies amenazadas y sus ecosistemas relacionados, teniendo acciones prioritarias con el manejo de hábitat y especies, la investigación y el monitoreo ambiental, la restauración de ecosistemas y la educación ambiental. En el año 2002 fue declarada refugio de vida silvestre por el Ministerio del Ambiente (Rivero *et al.*, 2013).

El clima este directamente relacionado por las corrientes frías de Humboldt y cálida del niño y constantemente sufre de inundaciones debido a los cambios de subida de marea (MAE, 2013).

2.2 CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA

La contaminación antropogénica se define como el conjunto de actividades realizadas por el hombre que producen daños ambientales, entre ellas están: el desarrollo urbano e industrial, sobreexplotación de los recursos naturales, polución del agua por descargas residuales, afectación en la calidad del aire por emisiones atmosféricas, entre otras (Chuquimarca, 2015). Una de las prácticas humanas que mayor impacto ha tenido en el ambiente es la contaminación química debido a que los metales pesados son sustancias que pueden perdurar en los organismos durante bastante tiempo, causando alteraciones en el ecosistema (Carvajal *et al.*, 2018).

2.3 ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS

Los modelos de desarrollo económico en la actualidad promueven la conversión de los ecosistemas a espacios monofuncionales, imponen sistemas tecnológicos que destruyen el equilibrio entre procesos biofísicos y humanos, entre otros efectos (Toledo, 2006).

Los sedimentos están siendo afectados por la incorporación de elementos contaminantes, principalmente de origen antropogénico, es decir a causa de grandes depósitos de basura y al aporte de aguas residuales tanto de origen doméstico como de índole industrial que al no ser tratados adecuadamente infiltra contaminantes y se deposita en los sedimentos de los manglares, que a su vez los vierte por efecto de las mareas al agua y en consecuencia a toda la cadena trófica del ecosistema (De La Cruz *et al.*, 2013).

2.3.1 ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS CIRCUNDANTES AL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN

En Ecuador el ecosistema manglar constituye la fuente de vida y de soberanía alimentaria de más de un millón de personas que ancestralmente se han vinculado armónicamente con el ecosistema manglar (Cedeño 2013). Específicamente en el cantón Sucre (Sur) gran parte de las marismas, más conocidos como manglares, cuyo ecosistema es muy susceptible y vulnerable, han sido destruidos para convertirlos en camaroneras; dentro del Uso antrópico, las camaroneras son las que ocupan la mayor superficie (MAE, 2013).

El área de explotación suma un total de 1327.77 hectáreas de espejo de agua, las superficies planas intervenidas representan el 3.94 % de la superficie del cantón y principalmente corresponden a zonas de camaroneras (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Del Canton Sucre, 2014).

El MAE (2013) expresa que entre sus actividades económicas, están: la pesca, la agricultura y la ganadería, pero especialmente en la pesca y utilizan diversos instrumentos como redes (de tres tipos: red de copa, circular y atarraya), trasmayo, chinchorro, anzuelos, anclas de piedra, Katanga, bateas y cuchillos.

Para su movilización utilizan bongos o canoas, pero actualmente emplean con mayor frecuencia embarcaciones a motor, todo esto provoca un desequilibrio en el ecosistema, debido a los efectos y contaminación producto de las zonas agropecuarias, así como los efectos de parte de las acuícolas, la polución por motores, entre otros afectan tanto flora y fauna del refugio (Municipio de Sucre, 2014).

Las principales amenazas que tiene el refugio son las camaroneras que no se encuentran regularizadas ubicadas en los alrededores del refugio, otro problema que presenta son las descargas de aguas residuales y domésticas al Estuario Río Chone, que genera contaminación tanto en el agua como en los manglares y de la misma forma los desechos de las comunidades aledañas llegan hasta el refugio ocasionando polución y alteración en el ecosistema (Laz, 2018).

2.4 CRUSTÁCEOS COMO BIOINDICADORES

Los crustáceos, particularmente los cangrejos, pueden ser buenos indicadores para medir el nivel de contaminación en el sedimento superficial. Por ejemplo, los crustáceos son mejores que los peces para acumular diferentes tipos de metales pesados; estos pueden actuar como un organismo bentónico típico, y pueden considerarse como especies acuáticas absolutamente discrepantes (Elías y Pincay, 2019).

2.4.1 CANGREJO ROJO (*Ucides occidentalis*)

El cangrejo rojo, (*Ucides occidentalis*), es un crustáceo conocido comúnmente por su alto consumo y su apetecible carne, además de representar un recurso pesquero económico para muchas familias que se dedican al arte de pesca artesanal; este pertenece a la familia *Ocypodidae*, que conforma 18 géneros y alrededor de 80 especies compuestas por cangrejos de talla pequeña o mediana (Alemán *et al.*, 2019).

2.4.2 MORFOLOGÍA, REPRODUCCIÓN Y TAXONOMÍA

El cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), tiene un cefalotórax con forma oval (más ancho que largo), su superficie es lisa y su color va desde un amarillo-naranja a

gris azulado en diferentes regiones del cefalotórax. Tiene ojos son pedunculados, en su morfología interna presenta 10 branquias y que los márgenes laterales del abdomen están rodeados por una fila de pelos cortos, que en hembras son más largos en comparación con los machos (Mora, 2015). Tiene un caparazón que mide aproximadamente de 8 - 10 cm de ancho cuando es adulto (Chuquimarca, 2015).

Tiene dimorfismo sexual, que se distingue fácilmente en campo al observar las distintas formas en el abdomen entre ambos sexos, debido en que las hembras se presenta un abdomen ancho y en los machos un abdomen angosto (Zambrano y Meiners, 2018). Presenta una estrategia reproductiva de iteroparidad estacional y es prolongado su periodo de reproducción, con desoves entre diciembre y mayo, condiciones favorables para la época lluviosa de algunos países de Suramérica como Ecuador (Zambrano, 2016).

La madurez sexual se la puede medir por su talla, en machos es de 63.5 mm de ancho en el cefalotórax (AC), con un rango de entre 62.9 y 64.5 mm, para las hembras el tamaño es de 57.8 mm AC (Cedeño, 2013).

El cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) presenta la siguiente taxonomía descrita en la tabla 2.1 a continuación:

Tabla 2.1.

Clasificación taxonómica del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*)

Cangrejo Rojo
Reino: Animalia
Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Clase: Malacostraca
Orden: Decapoda
Infraorden: Brachyura
Familia: Ocypodidae
Género: Ucides
Especie: <i>Ucides occidentalis</i>

Fuente: Zambrano y Meiners (2018).

2.4.3 HEPATOPÁNCREAS

Es un órgano muy importante del aparato digestivo, también denominado como glándula gástrica que poseen los artrópodos, moluscos y crustáceos, este cumple con las mismas funciones del páncreas e hígado en los mamíferos; es decir que el hepatopáncreas se encarga de procesos metabólicos como: absorción, síntesis, secreción de enzimas digestivas, almacenamiento de minerales, asimilación de lípidos y carbohidratos, y distribución de reservas en época de muda/reproducción (Cadena, 2001; D'achiardi y Álvarez, 2012).

Es un órgano grande ubicado en ambos lados del estómago, que está adherida por una serie de lóbulos que se encuentran entrelazados con el canal digestivo (D'achiardi y Álvarez, 2012). Por otro lado, Chuquimarca (2015), expresa que al ser una glándula importante en el proceso metabólico de los crustáceos, existen algunos estudios que han demostrado acumulación de metales pesados como el mercurio, cadmio, plomo y otros, esto genera preocupación ya que podría bioacumulación por medio de la red trófica, afectando 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.

2.4.4 HÁBITAT, FUNCIÓN ECOLÓGICA Y DISTRIBUCIÓN

Ucides occidentalis habita en los manglares que es un ecosistema ideal para esta especie, debido a la humedad presente en ellos y los árboles de mangle que son base de su alimentación (Zambrano y Meiners, 2018). Se lo conoce como su hábitat característico porque estas áreas son de transición y poseen propiedades fundamentales para su desarrollo, como: cálidas temperaturas, sustratos aluviales, resguardo de oleajes y fuertes marejadas, presencia de agua salobre y su gran extensión de marea (Rosado y Sánchez, 2016).

El cangrejo rojo construye sus madrigueras a lo largo de los árboles de mangle, específicamente a sus orillas, esto se asocia a la sombra que le proporcionan; y el número de madrigueras se disminuye en áreas donde hay menor cobertura

vegetal por riesgo a desecación y escasez de hojas que son base del alimento para la especie (Cedeño *et al.*, 2012). De acuerdo con Mora (2015) este crustáceo tiende a construir en las zonas de manglar por aspectos determinados como: estar cerca del mar u otra fuente de agua, la vegetación circundante y las propiedades fisicoquímicas del sedimento, por tanto, esta especie está limitado a vivir en áreas húmedas, suaves, con alto porcentaje de materia orgánica y baja densidad del suelo.

Como función ecológica realiza un tipo de aireación con la creación de sus madrigueras, además de colaborar con la descomposición de la materia orgánica debido a que se alimenta de las hojas de mangle del suelo; permite la retención de nutrientes y materia orgánica en el sedimento del manglar, disminuyendo la pérdida de energía en el sistema por efecto de la dinámica de mareas (Zambrano y Meiners, 2018).

El cangrejo de manglar (*Ucides occidentalis*), se distribuye ampliamente desde la zona geográfica de la Isla Espíritu Santo en Baja California, pasan México y llega hasta la desembocadura del río Tumbes en Perú; esta especie es muy importante en los manglares, debido al trabajo de aireación que realiza con la hojarasca del mangle (Cedeño y Bravo, 2015).

2.4.5 IMPORTANCIA ECONÓMICA

La pesca del cangrejo rojo ha sido la base económica de las familias que se dedican a su extracción y comercialización, por esta razón es considerado como un producto económico de importancia social (Cedeño, 2013). Mora (2015) afirma que una de las actividades más representativas en las comunidades costeras en Ecuador, es la pesca artesanal y venta de *Ucides occidentalis*, debido a la gran demanda de consumo local que a su vez genera ingresos económicos a los habitantes de estas zonas. A nivel nacional, los principales sitios de extracción son en las provincias de Guayas y El Oro, y en menor proporción en Manabí (Alemán *et al.*, 2019).

2.4.6 ÉPOCA DE VEDA

En el Texto Unificado De Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA, 2017), en el libro III del Régimen Forestal en el art. 104 establece que se entienda por veda la prohibición oficial de cortar y aprovechar productos forestales y de la flora silvestre, así como de realizar actividades de caza, pesca y recolección de especies de la fauna silvestre en un área determinada.

Según el Ministerio De Acuicultura y Pesca en el acuerdo ministerial N° 016 emitido en el 2004, en su art. 1 establece que el período de veda por etapa de reproducción del 15 de enero al 15 de febrero del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) a nivel nacional en el cual se prohíbe la captura, transporte, posesión, procesamiento, comercialización interna y externa, y del 15 de agosto al 15 de septiembre de cada año, hay veda porque el crustáceo se encuentra en crecimiento y en esta etapa desprende el exoesqueleto por uno nuevo, lo que se conoce como ecdisis o muda, además durante este proceso existen cambios en su metabolismo y segrega oxalato de calcio, por lo que no es apto para el consumo.

2.4.7 ARTE DE PESCA Y RECOLECCIÓN

Las comunidades que viven cerca de los manglares pueden beneficiarse y subsistir de la pesca y comercialización de las especies que se encuentren habitando estos ecosistemas, de acuerdo con el Art. 103 del libro II del TULSMA, los habitantes podrán hacer uso sostenible de peces, moluscos y crustáceos.

Para la captura del cangrejo rojo, los pescadores realizan la extracción en horarios sujetos al cambio de marea, debido a que hay zonas de difícil acceso en marea baja; para transportarse a estas áreas usan canoas de a 9 metros de largo y 1.5 m de ancho, funcionan a motor, y en estas pueden viajar en varios cangrejeros, o también hay algunos que usan canoas más pequeñas impulsadas por remos (Chuquimarca , 2015).

Las embarcaciones se distribuyen en varias zonas dentro de la isla de manglar, así como en algunas ocasiones hacen un recorrido circundante de la misma; para

la captura o arte de pesca para el cangrejo se hace de forma tradicional, emplean sus manos usando guantes gruesos de tela y un gancho de metal con una curva en la punta, esto es por la profundidad que tienen las madrigueras (Mora, 2015).

Cada cangrejero, usa vestimenta adecuada que consiste en botas de caucho, camisa gruesa de manga larga, pantalón y un gorro para protegerse dentro de los manglares (Chuquimarca , 2015). Luego de que cada pescador o cangrejero haya capturado los cangrejos, estos son depositados en sacos para su traslado hasta los muelles donde se encargan de lavarlos y armar las sartas de 10 a 15 cangrejos para su comercialización (Alemán *et al.*, 2019).

Según datos estimados y registros analizados de varias investigaciones, a nivel local la demanda del cangrejo es abundante y un cangrejero puede recolectar 3 sartas diariamente, haciendo un cálculo estimado en donde 6 cangrejeros recolecten 45 individuos por día, en tres meses se tiene un total de 16200 especímenes, es decir que, según el manejo sustentable para estos crustáceos y los manglares, se les permite a los pescadores la captura máxima de 45 cangrejos por persona diarios (Cedeño, 2013; Zambrano *et al.*, 2019).

Acuerdo Ministerial 004, del 13 de enero del 2014, establece la talla mínima de captura de cangrejo rojo de 7.5 cm de ancho de cefalotórax y prohíbe la captura, transporte, posesión, procesamiento y la comercialización interna y externa del recurso en época de veda según el Instituto Nacional de Pesca (INP, 2014).

2.4.8 EXTRACCIÓN DE HEPATOPÁNCREAS

De acuerdo con Chuquimarca (2015) y Ayala *et al.* (2015) luego de que los cangrejos son capturados artesanalmente, estos se deben trasladar a un laboratorio en sacos para proceder a la extracción del órgano en estudio y lavarlos con agua destilada; con ayuda de tijeras quirúrgicas o un cuchillo se debe inmovilizar al crustáceo en la parte inferior donde se encuentra el corazón, se emplean las tijeras para sacar parte del caparazón y extraer el hepatopáncreas; posterior a esto se conserva la muestra en fundas de polietileno rotuladas en congelación a 4 °C de temperatura hasta realizar los análisis.

2.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL PARA MEDIR EL IMPACTO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS

La zonificación ambiental se constituye como una herramienta para el ordenamiento y manejo del territorio, la cual se basa en la definición e integración de criterios que consideran aspectos biofísicos, socioeconómicos y de gobernabilidad (López *et al.*, 2012).

Carvajal *et al.* (2018) y Peñarrieta (2020) señalan que, para la elaboración de la zonificación ambiental del área de influencia de algún proyecto, se usa como base la metodología de superposición cartográfica mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se sugiere el siguiente procedimiento para determinar una buena zonificación:

- Seleccionar los mapas temáticos que serán utilizados para cada medio ambiental y que se encuentran relacionados en la caracterización ambiental del documento.
- Asignaron valores de Sensibilidad a cada unidad de cada mapa temático seleccionado, ese valor es establecido por los especialistas de cada área de acuerdo con el uso, el servicio que presten y la susceptibilidad al daño que tenga la unidad.
- El valor que se asigna generalmente es cualitativo que va entre 1 y 5. Considerando el 5 el de mayor sensibilidad o restricción en el medio y 1 el de menor sensibilidad o restricción en el medio ambiental.
- Luego con la ayuda de la herramienta SIG, se cruzan los diferentes mapas temáticos, obteniendo así los mapas de sensibilidad para cada medio y se hace su respectivo análisis.
- Finalmente, una vez obtenidas las zonificaciones para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, se procede a realizar la intersección de estos con la finalidad de obtener el mapa de zonificación ambiental.

2.6 METALES PESADOS

Facsa (2017), define a los metales pesados son un grupo de elementos químicos

que presentan una densidad muy alta. Se los considera como pesados debido a su elevado número atómico que los hace elevadamente tóxicos, por lo general se los utiliza en algunos procesos industriales como el cadmio, cobre, plomo, mercurio, y que incluso en bajas concentraciones llegan a ser nocivos para las plantas y los animales (Rodríguez, 2017).

2.6.1 CLASIFICACIÓN

a) Cadmio: Es un metal no esencial para los organismos, tiene la capacidad de bioacumularse en los tejidos en altas concentraciones, asociándose a la proteína de bajo peso molecular y puede biomagnificarse a través de la cadena trófica (Medesani, 2004). Es relativamente raro en la naturaleza por lo que naturalmente no se encuentra en estado libre, es de color blanco ligeramente azulado, tiene peso atómico 112 u y densidad relativa 8 kg/l; tiene ocho isótopos estables y presenta once radioisótopos inestables de tipo artificial (Londoño *et al.*, 2016).

Por lo general proviene de industrias galvanoplásticas, textiles, fábricas de polivinilcloruros, metalurgias, baterías de níquel-cadmio, pinturas y centrales nucleares. Se lo extrae a partir de minerales de zinc especialmente el sulfuro de zinc y lo utiliza a nivel industrial como un agente antifricción, antioxidante y en aleaciones (Medesani, 2004).

b) Plomo: Es un metal pesado que se ha utilizado durante muchos años debido a su resistencia a la corrosión, ductilidad, maleabilidad y facilidad para formar aleaciones, por lo que es absorbido por inhalación, ingestión y a través de la piel Ruíz y Méndez (2011). Las principales vías de exposición son:

- Inhalación de partículas de plomo generadas por combustión de algunos materiales.
- La ingestión de polvo, agua o alimentos contaminados

Tiende a distribuirse en diferentes órganos, tejidos, huesos y dientes, donde se va acumulando con el paso del tiempo. La intoxicación por plomo varía de acuerdo a la edad de la persona y su nivel de exposición (Reyes *et al.*, 2016).

c) Mercurio: Es un metal líquido a temperatura ambiente, es poco soluble y por lo tanto poco tóxico al ingerirse, pero puede emitir vapores tóxicos a cualquier temperatura y ocasionar intoxicaciones agudas y crónicas por su inhalación (Bayona, 2009).

La toxicidad que exhibe el mercurio depende drásticamente de la fase química en la que se encuentre (Chuquimarca, 2015). El metilmercurio es una de las formas con elevada toxicidad y es muy fácilmente incorporado en la cadena alimenticia y bio-acumulado en seres vivos (Reyes *et al.*, 2016). Afecta principalmente al sistema nervioso y puede producir graves daños en el cerebro en estado fetal y es activamente perjudicial para el sistema cardiovascular y puede ser cancerígeno (Facsa, 2017).

Rodríguez (2017) detalla que las vías de entrada al organismo pueden darse por ingestión de alimentos contaminados con mercurio orgánico (pescados que contienen metilmercurio, incluso arroz con metilmercurio) e inhalación de vapores de mercurio metálico.

2.6.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS METALES

Algunos de estos metales se encuentran naturalmente en el ambiente en concentraciones que en un principio resultan no ser perjudiciales en las diferentes formas de vida (Londoño *et al.*, 2016). Algo que hay que tener bien en claro es que los metales pesados no pueden ser degradados o destruidos, más bien pueden ser disueltos por varios agentes como lo son físicos o químicos y luego ser lixiviados (Rodríguez, 2017). También forman complejos que son solubles y transportados y distribuidos a los ecosistemas hasta incorporarse en la cadena trófica, procedentes de áreas contaminadas (Facsa, 2017).

Otras fuentes de emisión de los metales pesados están estrechamente relacionadas con las aplicaciones de estos, ya sea de las industrias o procesos que requieren de la participación de estos metales son precisamente las que los liberan al ambiente como en el aire, suelo, agua (Rodríguez, 2017).

2.6.3 EL IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental de los contaminantes metálicos es estrictamente dependiente de la capacidad de compleja de éstos con componentes con el medio ambiente y su respuesta a las condiciones fisicoquímicas y biológicas de su entorno (Hursthouse A.S., 2001). Los metales son especies químicas no degradables. Por esta razón una vez ingresados al medio ambiente, sólo pueden distribuirse entre los entornos aire, agua, suelo, solo cambiando su estado de oxidación o incorporándose a los seres vivos (Vullo, 2003).

Hursthouse A.S. (2001) expresa que los procesos de adsorción y la formación de complejos en medios naturales son responsables de que la mayor parte de los vestigios de metales pesados se acumulen en los sólidos en suspensión, incorporándose rápidamente a los sedimentos, donde se presentan los mayores niveles de concentración de estos contaminantes. Vullo (2003) indica como resultado de estas interacciones, los sedimentos juegan un papel muy importante en la regulación de la calidad del agua.

2.6.4 BIODISPONIBILIDAD

La toxicidad de los metales pesados es muy alta. Su acción directa sobre los seres vivos ocurre a través del bloqueo de las actividades biológicas, es decir, la inactivación enzimática por la formación de enlaces entre el metal y los grupos sulfhidrilos de las proteínas, causando daños irreversibles en los diferentes organismos (Kim *et al.*, 2002). Para que los metales pesados puedan ejercer su toxicidad sobre un ser vivo, éstos deben encontrarse disponibles para ser captados por éste, es decir que el metal debe estar biodisponible (Vullo, 2003).

Por ello es fundamental al determinar el grado de contaminación por metales pesados de un ambiente, conocer su biodisponibilidad, es decir, la concentración de metal libre y lábil presente en la muestra (Vullo, 2003).

2.6.5 BIOACUMULACIÓN

Lovley (2000) expresa que, este mecanismo celular incluye un sistema de transporte de membrana que internaliza al metal pesado presente en el entorno

celular con gasto de energía. Este consumo energético se genera a través del sistema H⁺-ATPasa. Una vez incorporado el metal pesado al citoplasma, es secuestrado por la presencia de proteínas ricas en grupos sulfhídricos llamadas metalotioneínas o también puede ser compartimentalizado dentro de una vacuola como ocurre en los hongos (Vullo, 2003).

2.6.6 METALES PESADOS EN LA SALUD

Cada metal y cada elemento químico contienen un mecanismo de acción y área específica donde se acumulan. Por ejemplo, el plomo, ataca el sistema nervioso y llega a dañar las neuronas, otro caso es el cadmio que afecta al riñón. En si los daños son muy diversos y dependen de cada metal, en general se puede decir que causan lesiones celulares (Eróstegui, 2009). La presencia de los metales pesados en el ambiente y los alimentos pueden desencadenar diversas intoxicaciones causando daños irreparables en la salud humana y animal, tan graves como efectos teratogénicos, cáncer e incluso la muerte (Londoño *et al.*, 2016).

2.6.7 METALES PESADOS EN AGUA Y SEDIMENTOS

Los desechos domésticos, agrícolas e industriales establecen una de las fuentes principales de contaminación que se da por metales pesados en los cuerpos de agua (Rubio *et al.*, 1996). Bajo este concepto, los sedimentos es uno de los principales reservorios de estos elementos que actúan como recursos secundarios de contaminación en el medio ambiente marino (Castro y Valdés, 2012).

El incremento de concentración en las aguas de estos compuestos se debe principalmente a contaminación puntual de origen industrial o minero y los lixiviados de vertederos o vertidos de aguas residuales pueden ser asimismo una fuente de contaminación (De La Cruz *et al.*, 2013). Hay que señalar también que en algunos casos existen aguas que sufren un proceso de enriquecimiento natural en metales pesados al atravesar acuíferos formados por rocas que los contienen en su composición (Facsa, 2017).

Las aguas procedentes de las industrias como la minera, la de recubrimientos metálicos, las fundidoras y otras más contaminan el agua con diversos metales. Por ejemplo, las sales de metales como el plomo, el zinc, el mercurio, la plata, el níquel, el cadmio y el arsénico son muy tóxicas para la flora y la fauna terrestres y acuáticas (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C, 2007).

2.7 EFECTOS DE LOS METALES PESADOS EN LOS MANGLARES

Los efectos de los metales pesados en los ecosistemas marinos son de particular interés, porque son contaminantes que persisten en los sedimentos y pueden ser liberados en el agua, quedando disponibles para la biota marina, lo cual representa una potencial amenaza para el funcionamiento del ecosistema (Laino *et al.*, 2015).

Los metales trazas presentan concentraciones relativamente elevadas en los sedimentos superficiales de las zonas costeras alteradas por el hombre. Estos metales guardan relación en su concentración con el tamaño de la partícula y la cantidad de materia orgánica sedimentarias, alterando el equilibrio ecológico y biogeoquímico del ecosistema (Castro y Valdés, 2012). La acumulación de estas sustancias en ecosistemas tropicales provoca graves problemas ambientales, daños a los alimentos, actividades de cadena y producción en general (De La Cruz *et al.*, 2013).

La peligrosidad de los metales pesados es mayor al no ser química ni biológicamente degradables, ya que una vez emitidos, pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años (Facsa, 2017). Además, su concentración en los seres vivos aumenta a medida que son ingeridos por otros, por lo que la ingesta de plantas o animales contaminados puede provocar síntomas de intoxicación (Linea Verde Huelva, 2018).

Diversos estudios a nivel mundial han revelado elevadas concentraciones de metales en sedimentos de los humedales (Tam, 2006). Esto representa un serio problema para los ecosistemas de manglar por su cercanía con las poblaciones humanas y su alta productividad primaria (Irvine *et al.*, 2009).

Los sedimentos asociados a manglares pueden actuar como sumideros y a la vez como una fuente de metales pesados en las zonas costeras por sus propiedades físicas y químicas (Botté *et al.*, 2009). Por lo que el estudio de los mecanismos de acumulación de los metales pesados en los sedimentos cada día cobra más importancia (Sundararajan y Natesan, 2010).

2.7.1 METALES PESADOS EN ORGANISMOS ACUÁTICOS

Un estudio realizado por Márquez *et al.* 2008 sobre la cuantificación de metales pesados en tejidos de peces y crustáceos de la laguna Unare en Venezuela, determinó en los tejidos de los organismos Lisa Cabezona (*Mugil curema*), Lisa criolla (*Mugil gaimardianus*), Lebranche (*Mugil liza*), Macabí (*Elops saurus*), de Bagre negro (*Cathorops spixii*), Róbalo (*Centropomus undecimali*), y crustáceo (*Penaeus schmitti*) la presencia de metales tóxicos como el plomo y cadmio que superaron los 0.16 y 0.04 µg/g, respectivamente, al igual que el zinc que alcanzaron niveles elevados que sobrepasan 17 µg/g en la mayoría de las especies.

Ayala *et al.* (2014) manifiestan que, en su estudio realizado en las riberas del estero Huaylá de Machala, reflejaron mayor concentración promedio de plomo (Pb) en tejido blando de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) de 13.5 ± 0.45 mg.kg⁻¹ y de cromo (Cr) 8.84 ± 0.06 mg.kg⁻¹. De la misma forma encontraron concentraciones elevadas de arsénico (As) 33.59 ± 0.38 mg.kg⁻¹ y mercurio (Hg) 142.54 ± 0.39 mg.kg⁻¹, por lo que concluyeron que sus resultados superaron el límite máximo permisible de la Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA, 2015).

Por otra parte en la investigación realizada por Pernía *et al.* (2018) en el Estero Salado lograron demostrar que los gasterópodos *L. varia* y *C. mazatlanica* son los mejores bioindicadores de contaminación al acumular en sus tejidos blandos 2.45 ± 0.49 mg kg⁻¹ de Pb y 1.49 ± 0.67 mg kg⁻¹ de Cd, respectivamente, mientras que en los mangles no encontraron acumulación en sus hojas Cd y Pb por la baja biodisponibilidad en el sedimento.

2.8 TÉCNICAS PARA ESTABLECER PUNTOS DE MUESTREO

Una muestra puede ser obtenida de dos tipos: probabilística y no probabilística; las técnicas de muestreo probabilísticas permiten conocer la probabilidad que cada individuo a estudio tiene de ser incluido en la muestra a través de una selección al azar (Jiménez y Lobo, 2004). Por esta razón es importante establecer los puntos de muestreo acorde 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 con los valores de una serie de variables ambientales y espaciales, previamente seleccionadas por su conocida influencia sobre la distribución del grupo de organismos (Otzen y Manterola, 2017).

2.9 TÉCNICAS DE MUESTREO DE AGUA Y SEDIMENTO

Para la medición en el lugar o “in situ” de agua y sedimento se puede emplear el equipo multiparamétrico marca HANNA, modelo HI 9828, en el cual se puede registrar el potencial de hidrógeno pH, temperatura (°C), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y la salinidad (ppm) Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR, 2018).

2.9.1 MUESTREO DE AGUA

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012) expresa que, las muestras puntuales de agua son muestras individuales, recogidas de forma manual o automática, para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo. Este tipo de muestra es adecuada para la investigación de una posible polución y en estudios para estimar si la calidad del agua cumple con los límites o se aparta del promedio de calidad.

Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2011) para realizar análisis fisicoquímicos se deben seguir los siguientes pasos:

- Utilizar envases de plástico o vidrio, con buen cierre, nuevos y la cantidad de muestra necesaria es aproximadamente de 1000 ml (1 litro) como mínimo.

- La muestra debe ser tomada con el frasco en el agua (incorporando un peso) con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, destapar y girar el frasco ligeramente permitiendo el llenado. Retirar el frasco después que no se observe ascenso de burbujas.
- Finalmente una vez retiradas se pueden hacer los análisis “in situ” de los parámetros pH, temperatura, conductividad eléctrica y salinidad, con los equipos respectivos como potenciómetro, termómetro y conductímetro.

2.9.2 MUESTREO DE SEDIMENTO

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2012) manifiesta que, los sedimentos se muestrean por medio de tenazas o dragas diseñadas para penetrar el substrato como resultado de su propio peso o por la acción de palancas. Hay varios diseños que incluyen: un resorte activado, un peso, o una cerradura en forma de mordaza. También varían en la forma de atrapar el substrato, en la exactitud del ángulo, en el área y en el tamaño de la muestra tomada.

De acuerdo con el INVEMAR (2018) para muestrear en sedimento se deben seguir los siguientes pasos:

- Emplear envases de plástico o vidrio, con sellado hermético, y la cantidad de muestra necesaria es aproximadamente de 250 (1 litro) como mínimo.
- Se debe utilizar una draga cilíndrica o tipo cuchara Van Veen de 0.025 m² para poder sacar la muestra de sedimento a una profundidad de 5 a 10 cm y luego ubicarla en el envase para posteriormente realizar los análisis.
- En el sedimento existen varios parámetros que se pueden medir “in situ” como el pH, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, y otros, con los equipos respectivos como potenciómetro, termómetro y conductímetro.
- Para realizar los análisis se debe tomar un poco de la muestra de sedimento y ubicarla en un envase preferible de vidrio y agitar levemente para medir con los equipos cada parámetro.

2.10 IMPORTANCIA DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN AGUA Y SEDIMENTO EN LA PRESENCIA DE METALES PESADOS

Los parámetros fisicoquímicos como el pH afectan la especiación química y la movilidad de muchos metales pesados, así como la temperatura influye sobre la solubilidad. Las altas temperaturas y la baja salinidad actúan de forma sinérgica con los metales para aumentar la toxicidad de elementos como Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, y Zn, provocando su rápida acumulación (Mero, 2010) y Chuquimarca (2015).

Chuquimarca (2015) expresa que, existen varios factores que inciden en las concentraciones de mercurio (Hg) en el agua, sin embargo los que tienen más relevancia son el pH y la temperatura, debido a su efecto proporcional en el cual a menor pH incrementa la absorción de este metal en los organismos acuáticos. Deveze (2016) concuerda que la temperatura y pH, son factores principales que influyen en la presencia de metales pesados como el Hg en el sedimento.

Pernía *et al.* (2018) determinaron que las concentraciones del plomo eran proporcionales a la temperatura y salinidad, porque al incrementar la temperatura y salinidad aumenta la solubilidad de metales pesados en el agua, en peces e invertebrados.

Mero (2010) detalla en la tabla 2.2 rangos de los parámetros fisicoquímicos en agua durante su investigación.

Tabla 2. 2.

Parámetros fisicoquímicos 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).

Por otro lado Chuquimarca establece rangos aplicados a los parámetros fisicoquímicos en agua en la tabla 2.3.

Tabla 2. 3.

Parámetros fisicoquímicos 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).

2.11 COEFICIENTE 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 emplea en diferentes áreas, como la científica, en estudios técnicos, económicos, ingenierías, ciencias sociales, medicina, entre otros (Hernández *et al.*, 2018). A continuación se presenta la ecuación 2.1 del coeficiente de Pearson:

Ecuación de coeficiente de Pearson:

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

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

Morales (2011) expresa que 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 ± 1 ; una correlación igual a 0 significa ausencia de relación.

Por otra parte, cuando se analizan normalmente dos variables se lo hace de manera simultánea, y de esto surgirá una pregunta orientada a conocer el grado de coherencia que ambas muestran, por tanto, el investigador deberá definir si los valores de una variable cambian relativamente a la otra, o si pasa lo contrario, no hay inconvenientes de que las asocie, y en estadística esto se lo evalúa por covarianza (Hernández *et al.*, 2018).

El mismo autor señala que cuando existe relación entre las variables se puede especificar el tipo de correlación de acuerdo con la tabla 2.4.

Tabla 3. 4.

Rango 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).

2.12 LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE

2.12.1 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 (TULSMA, 2017).

Se establece en el TULSMA, en numeral 4.1.2 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 definen el uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que

permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura, en la que muestra los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario.

Tabla 2.5.

Parámetros fisicoquímicos de límites máximos permisibles.

Parámetros	Límite máximo permisible
Temperatura	Condiciones naturales +3 °C
pH	6.5-9.5

Fuente: TUSLMA (2015).

2.12.2 NORMATIVA EUROPEA: CONTENIDO MÁXIMO DE METALES PESADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

La Organización Mundial de la Salud [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] (2015) es el ente encargado de determinar los productos que sean adecuados como inadecuados para el consumo, regulando los límites máximos aplicables por defecto, como se describen en la tabla 2.6.

Tabla 2.6.

Niveles máximos de metales pesados según los Reglamentos de la Comisión (420/2011, 488/2014 y 2015/1005).

Metal	Producto	Límite 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).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

La investigación se efectuó en el refugio de vida silvestre Isla Corazón, localizado en la desembocadura del río Chone entre las ciudades de Bahía de Caráquez y San Vicente. Cuenta con una extensión de 2811.67 (ha) y se formó por la acumulación de sedimentos en la desembocadura del río Chone. Ubicado geográficamente en el cuadrante de coordenadas 0569556 Sur (S), y 9928204 Oeste (O), con una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar o m s.n.m. de la zona 17 M, UTM.

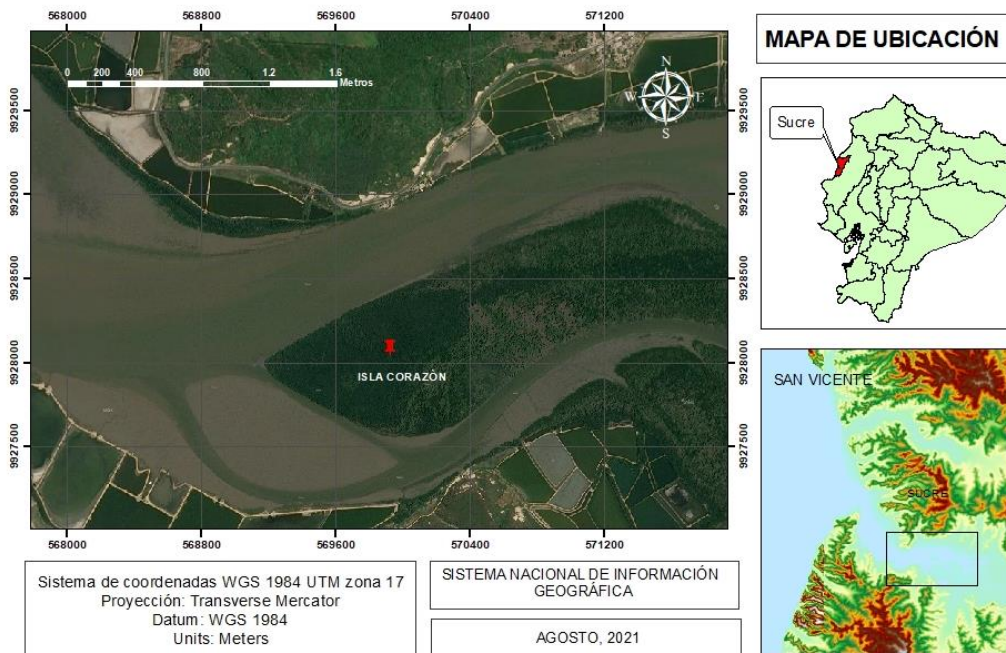


Figura 3.1. Ubicación de la Isla Corazón.

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

3.2 DURACIÓN

El presente trabajo tuvo una duración de 9 meses, que comprendió dos etapas, la de planificación y la de ejecución de la investigación.

3.3 MÉTODOS

Los métodos que se aplicaron en esta investigación son los siguientes:

3.3.1 MÉTODO CUANTITATIVO

Se aplicó el método cuantitativo el cual permite adquirir conocimientos esenciales y hacer la elección más adecuada del modelo que permita conocer la situación de una manera más imparcial, con la finalidad de recoger y analizar los datos sobre la investigación de concentración de metales en el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) a través de conceptos y variables (Herrera, 2008; Linares, 2011; Cadena *et al.*, 2017).

3.3.2 MÉTODO DEDUCTIVO

En la investigación se empleó el método deductivo, ya que permitió hacer un análisis basado en el razonamiento, en este caso la deducción intrínseca de los seres humanos es lo que permite pasar de principios muy generales a hechos muy concretos, además de fundamentar sus cimientos en determinados fundamentos teóricos, hasta llegar a configurar hechos o prácticas particulares. Por lo que los resultados experimentales del proyecto tienen un argumento previamente analizado en función teórico práctico (Prieto, 2017).

3.3.3 MÉTODO EXPLORATORIO

Este método ayuda a recoger, organizar, presentar, analizar y generar los resultados de las observaciones, por lo que se aplicó en la investigación para obtener datos de manera eficiente sobre la exploración del tema en estudio. Además que tuvo como objetivo formular el problema para posibilitar una investigación más precisa (Gimeno, 2007; Vásquez, 2016).

3.3.4 MÉTODO ANALÍTICO

La aplicación de este método permitió en la investigación conocer la realidad, ya que maneja los juicios. En el proyecto contribuyó con el proceso de identificación de cada una de las partes que caracteriza el área de estudio, para poder establecer la relación causa efecto entre sus elementos (Vásquez, 2016).

3.4 TÉCNICAS

3.4.1 OBSERVACIÓN

La técnica de observación se aplicó en la investigación en las visitas técnicas que se realizaron en el refugio de vida silvestre Isla Corazón para analizar los elementos del área de estudio y permitió recopilar información importante (Díaz, 2011; Cerda, 2015).

3.4.2 ENTREVISTA

La entrevista permitió conocer los datos del área de estudio sobre las actividades circundantes que se realizan en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y que provocan contaminación. Esta técnica facilitó la recopilación de información de la zona en estudio y para ser eficaz se basó en un cuestionario y diálogo asertivo, espontáneo y dinámico (Herrera, 2008; Robles, 2011).

3.4.3 BIBLIOGRÁFICA

Se aplicó este método en la investigación para obtener la información incluida en documentos, revistas, artículos, entre otros, que fundamenten el proyecto, con información verificada y de calidad (López, 2009).

3.4.4 INSTRUMENTAL (ICP)

Se aplicó la técnica ICP conocida como espectrometría de masas con fuente de plasma (ICP-MS) en la investigación para los análisis de las muestras ya que esta permite analizarlas y cuantificarlas sin importar su tamaño, además de obtener buenos resultados al emplearla (Díaz, 2017).

3.4.5 COEFICIENTE DE PEARSON

Se empleó el coeficiente de correlación r de Pearson, para expresar la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento con la concentración de metales pesados en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), a través del Software Statgraphics versión 19.1.03.

3.5 VARIABLES A MEDIR

3.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*).

3.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre Isla Corazón.

3.6 PROCEDIMIENTOS

3.6.1 FASE I: ESTABLECIMIENTO DE LA ZONA DE MUESTREO DEL CANGREJO ROJO (*Ucides occidentalis*) EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN COMO INDICADOR DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA

Actividad 1. Reconocimiento de la zona de estudio

Previo a una organización verbal con los encargados del refugio de vida silvestre Isla Corazón, se realizó una visita para identificar las principales especies que se capturan, aspectos generales que fueron registrados en una ficha de observación (anexo 1) y para conocer las actividades y el manejo de los recursos del manglar se empleó una entrevista a los habitantes de la zona (anexo 2), esto se realizó en base a lo mencionado por (Cedeño y Bravo, 2015).

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)

Para realizar la presente investigación y extraer la muestra se solicitó el permiso ambiental mediante el previo registro en la plataforma del SUIA, con la finalidad de solicitar acceso al refugio de vida silvestre Isla Corazón para fines investigativos sobre metales pesados en el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*).

Actividad 3. Identificación de las actividades antropogénicas

Se aplicó una entrevista (anexo 2) a las autoridades de la reserva y los pescadores de la zona como instrumento de observación directa, para poder identificar las zonas de mayor presencia de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), en base a la experiencia artesanal de pesca que tienen en la comunidad del refugio de vida silvestre Isla Corazón.

Mediante una revisión bibliográfica se identificaron las actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre Isla Corazón, información que permitió ser empleada para realizar una representación de zonificación mediante mapas temáticos para analizar la información revisada sobre la polución cerca del área según (Carvajal, *et al.*, 2018; Peñarrieta, 2020).

Actividad 4. Georreferenciación y establecimiento de los puntos de la zona de muestreo

Luego de la entrevista (anexo 2), se realizó una visita técnica una vez identificadas las zonas de mayor producción del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), con el fin de establecer la zona de muestreo, esto se basó en el método de Jiménez y Lobo (2004) que consiste en la clasificación de las unidades territoriales de una región de acuerdo con los valores de una serie de variables ambientales y espaciales, previamente seleccionadas por su conocida influencia sobre la distribución del grupo de organismos.

Se determinaron tres puntos de muestreo como referente del área de abundantes especies. Se empleó un Sistema de Posicionamiento Global o por sus siglas en inglés Global Positioning System [GPS] y el software ArcGis 10.4 para procesar el mapa de la zona de estudio. Se realizó acorde a lo establecido por Herranz *et al.* (2007) que expresan la importancia de determinar el número de puntos en cada zona, ya que se deben seleccionar de forma que posean las características adecuadas para que se puedan cumplir los objetivos para los cuales la toma de muestras ha sido prevista.

3.6.2 FASE II: DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (PB, HG Y CD) EN EL HEPATOPÁNCREAS DEL CANGREJO ROJO (*Ucides occidentalis*)

Actividad 5. Recolección, tratamiento y análisis del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en base a metodologías

Para llevar a cabo esta actividad se siguieron en función de los siguientes aspectos:

Recolección: Gonzales *et al.* (2015) y Zambrano *et al.* (2019) sugieren que para recolectar el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), se debe considerar el tamaño del lote y/o área, por lo que cuando el lote es inferior a 50 m² se deben coleccionar 10 individuos, por esta razón se recolectó la cantidad mencionada de (*Ucides occidentalis*) mediante la captura artesanal, empleando ganchos de hierro de 10mm en diámetro y 1.5 m de largo, durante 3 meses de muestreo de tipo aleatorio simple, y considerando el tamaño del área cefalotorácica como mínimo de 7.5 cm (INP, 2014).

Temporada de pesca: La recolección se la realizó durante los meses de mayo, julio y agosto del 2021 cuando el crustáceo no se encuentre en época de veda y considerando los horarios de las intermareales, con la colaboración de los cangrejeros de acuerdo con (Gonzales *et al.*, 2015).

Tratamiento de las muestras: Se procedió a lavar las muestras y a realizar una disección para extraer el hepatopáncreas, se utilizó tijeras quirúrgicas para separar el caparazón de la especie y poder extraer el órgano según (Chuquimarca, 2015; Ayala *et al.*, 2015).

Se procedió a empacar cada muestra en fundas ziploc, debidamente rotuladas; y conservadas a una temperatura de 4 °C, para ser enviados al laboratorio de la Universidad De Las Américas (UDLA), y realizar los análisis respectivos (Pb, Hg y Cd) (anexo 4) en el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) empleando la técnica del ICP- OES (Plasma inductivo acoplado) y el método EPA 3015^a y EPA 3051 (UDLA, 2016).

Actividad 6. Determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento

Se midieron los parámetros de temperatura (°C), pH, salinidad (Ppt) y conductividad eléctrica (mS/cm) con los métodos detallados en la tabla 3.1 del agua (anexo 5 K) y sedimento (anexo 5 L) de la zona de captura del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), debido a que afectan la especiación química y la movilidad de los metales pesados según (Mero, 2010; Chuquimarca, 2015).

Tabla 3.1.

Parámetros físicos y químicos.

Variable	Unidad	Método
pH	-	Potenciómetro
Conductividad eléctrica	µS/cm	Conductímetro
Salinidad	ppm	Conductímetro
Temperatura	°C	Termómetro

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Actividad 7. Comparación de resultados con legislación nacional e internacional

Para realizar la comparación de los resultados del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) se emplearon los límites permisibles de metales pesados Pb, Hg y Cd establecidos por EFSA en la tabla 2.6. Y en lo referente a los análisis de los parámetros fisicoquímicos se compararon según las tablas 2.2, 2.3 de (Mero 2010; Chuquimarca 2015) y con la normativa nacional del TULSMA en el libro VI Anexo 1: Tabla 3. Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios de la tabla 2.5.

Actividad 8. Correlación según el coeficiente de Pearson para los parámetros físicos del agua y sedimento, con los metales (Pb, Hg, y Cd)

Se estableció el coeficiente de Pearson para demostrar si existe una relación directa entre los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento con los metales (Pb, Hg y Cd) en el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), 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, este procedimiento se hizo usando el Software Statgraphics versión 19.1.03, se llevó a lo establecido por (Hernández *et al.*, 2018; Pernía *et al.*, 2018).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTABLECIMIENTO DE LA ZONA DE MUESTREO DEL CANGREJO ROJO (*UCIDES OCCIDENTALIS*) EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN COMO INDICADOR DE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA

4.1.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Según la representación cartográfica de la zona de estudio a través del sistema de información geográfica y del recorrido que se hizo en la zona del Cantón Sucre, se evidenció el área como parte del estudio en el refugio de vida silvestre Isla Corazón (figura 4. 1 y anexo 5 A-B).

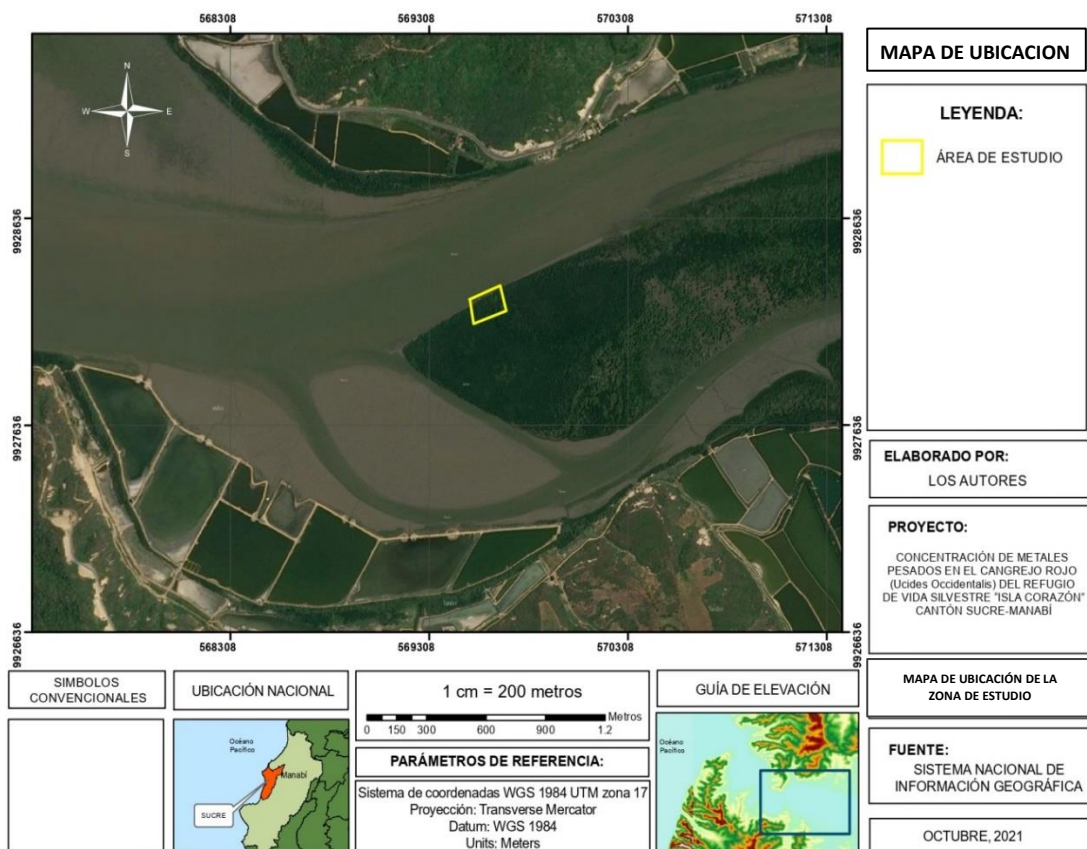


Figura 4.1. Ubicación del área de estudio.

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

A través de la entrevista realizada, se identificó que en el refugio de vida silvestre Isla Corazón se realizan la pesca y recolección de crustáceos, moluscos y peces;

a su vez se evidenció que se realizan actividades turísticas (figura 4. 5 y anexo 5 C).

El cangrejo rojo lo capturan de manera artesanal, con ayuda de un gancho de hierro de un metro y medio, normalmente recolectan cuarenta especies por pescador o cangrejero. Suelen encontrar este crustáceo a una profundidad que varía desde 1 a 2 metros. Esta práctica pesquera concuerda con lo establecido por (Mora, 2015). Además, expresaron que la captura la realizan en la mañana a partir de las 8h30 am hasta las 13h00 pm, esto según los horarios intermareales, ya que se les facilita la pesca.

No existe un registro de las personas que se dedican a la recolección de este crustáceo, sin embargo se estima que son aproximadamente 10 personas que se encargan de capturarlos, esta práctica la realizan para consumo y pocas veces se realiza la venta. El valor de una sarta de cangrejos tiene un precio de \$8,00 y puede conformarse por 10 especies entre pequeños y grandes.

4.1.2 SOLICITUD DE ACCESO A LA ISLA Y REGISTRO DE PERMISO DE INVESTIGACIÓN MEDIANTE EL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL (SUIA)

A través de la plataforma del SUIA se hizo el registro de la investigación para que se facilite el acceso a la isla con el permiso ambiental otorgado por el MAE (anexo 3), el procedimiento que se realizó para solicitar el permiso se describe mediante el siguiente flujograma (figura 4.2 y 4.3).

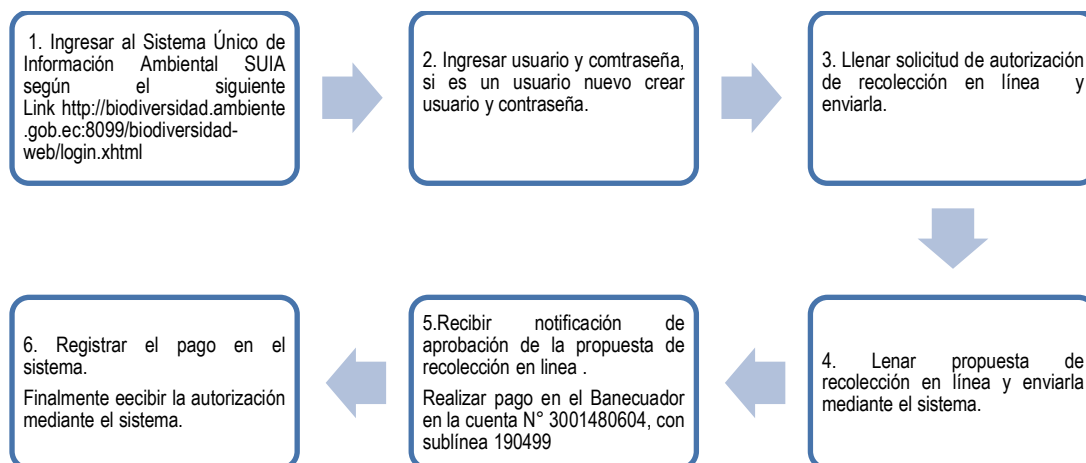


Figura 4.2. Flujograma para solicitar el permiso ambiental en la plataforma del SUIA.

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

DATOS DEL TUTOR	
Documento de Identificación: *	0912416351
Nombres y Apellidos: *	NOLES AGUILAR PATRICIO JAVIER
Cargo / Puesto: *	PROFESOR PRINCIPAL TIEMPO COMPLI
Nacionalidad: *	Ecuatoriana
Teléfono Convencional: *	0523028904
Teléfono Celular: *	0999519044
Correo Electrónico Personal: *	qfpat@hotmil.com
Correo Electrónico Institucional: *	pnoles@espam.edu.ec
N° de Registro título de Senescyt para Ecuatorianos: *	
Dirección donde trabaja: *	CAMPUS POLITECNICO SITIO EL LIMON
DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DE APOYO	
RUC: *	
Empresa Solicitante / Razón Social: *	
Documento de Identificación: *	
Nombres y Apellidos: *	

Figura 4.3. Registro de la investigación en la plataforma del SUIA.

Fuente: SUIA (2021).

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 mapas temáticos, que estos comprenden usos de suelos y el área de turismo, empleando los shapes de coberturas de tierras proporcionadas por el Ministerio de agricultura y ganadería (2020) a continuación, se observa en la figura 4.4 el mapa.

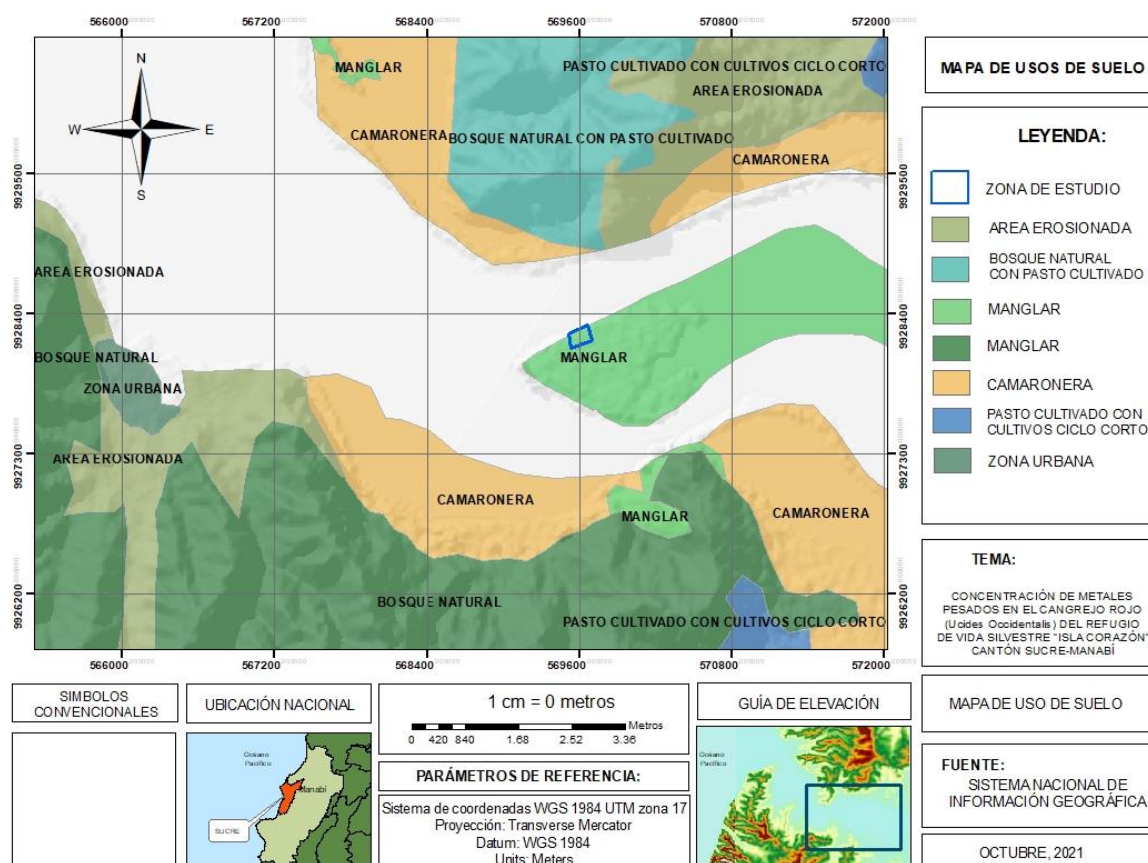


Figura 4.4. Usos de suelo.

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Se puede observar en la tabla 4.1 las zonas que comprenden a las actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre Isla Corazón en hectáreas y porcentajes.

Tabla 4.1.

Uso de suelo del área de estudio.

Zona	Hectáreas (ha)	%
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
TOTAL	66602.02	100.00

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

El uso de suelo del área de estudio también se considera como parte de las actividades antropogénicas que alteran el ecosistema del refugio, según los datos

proporcionados por el Sistema Nacional de Información [SNI] del cantón Sucre (2015) hay evidencia de que el incremento de las camaroneras en las últimas décadas ha afectado de manera significativa el entorno del estuario y por tanto las especies que habitan en él.

Según el MAE (2013) el ecosistema del manglar es muy susceptible y vulnerable, porque se ha destruido para convertirlo en camaroneras; y de acuerdo a los datos recopilados por esta institución, esta actividad acuícola representa en uso antrópico de mayor extensión en superficie.

Por otra parte, el Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Del Canton Sucre (2014) expresa que las otras actividades económicas de origen humano son la pesca que es regulada y la agricultura que también afecta el ecosistema del manglar, debido al uso de fertilizantes para los cultivos lo que contribuye a llevar por aguas subterráneas pequeñas cantidades de compuestos químicos que poco a poco se van acumulando en el agua y sedimento.

Carvajal *et al.* (2018) expresan que, la pesca es otra actividad que por las diversas técnicas de recolección como el trasmayo, chinchorro, anzuelos, etc., se ven afectadas las especies del estuario ya que se encuentran constantemente algunos de los materiales que emplean para pescar como redes, nylon, ganchos, provocando daños en las diversas especies del manglar.

Así como también la movilización de las embarcaciones tiene sus consecuencias por el uso de combustible y las descargas de aguas residuales y domésticas que arrastran residuos sólidos (anexo 5 N) de los asentamientos humanos alrededor del Estuario del Río Chone afectan el equilibrio del ecosistema marino (Laz, 2018).

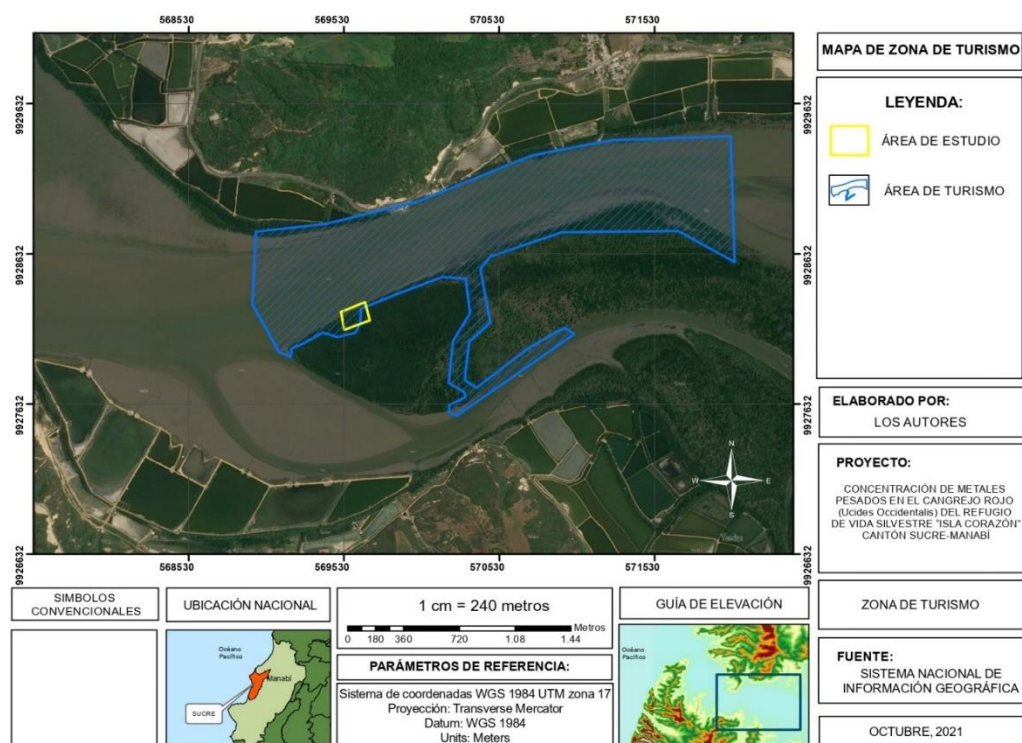


Figura 4.5. Área de turismo.

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Como se observa en la figura 4.5, el área de turismo comprende 214.41 ha, ésta es otra de las actividades antropogénicas de la zona donde se pueden realizar varias actividades que comprenden: observación de aves y manglar, caminatas en senderos, pesca vivencial, paseos en canoa, remo o en kayak, también se puede realizar investigaciones como parte de aportes científicos a la comunidad académica y en general. Estas actividades se pueden desarrollar en el sendero de la Isla Corazón y el Túnel del manglar.

4.1.4 GEORREFERENCIACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE LA ZONA DE MUESTREO

Se establecieron y georreferenciaron (GPS) tres puntos de muestreo aleatorio de acuerdo al recorrido realizado con los guías turísticos que manifestaron que era la zona de mayor presencia de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) que comprendió un área de captura del crustáceo de 43.61 m² y también considerando lo estipulado por (Herranz *et al.*, 2007; Jiménez y Lobo 2004); a continuación se detallan en la tabla 4.2 y en la figura 4.6.

Tabla 4.2.

Coordenadas geográficas UTM de los puntos de muestreo.

X_1	Y_1
0569510	9826762
0569868	9827578
0572595	9927598

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

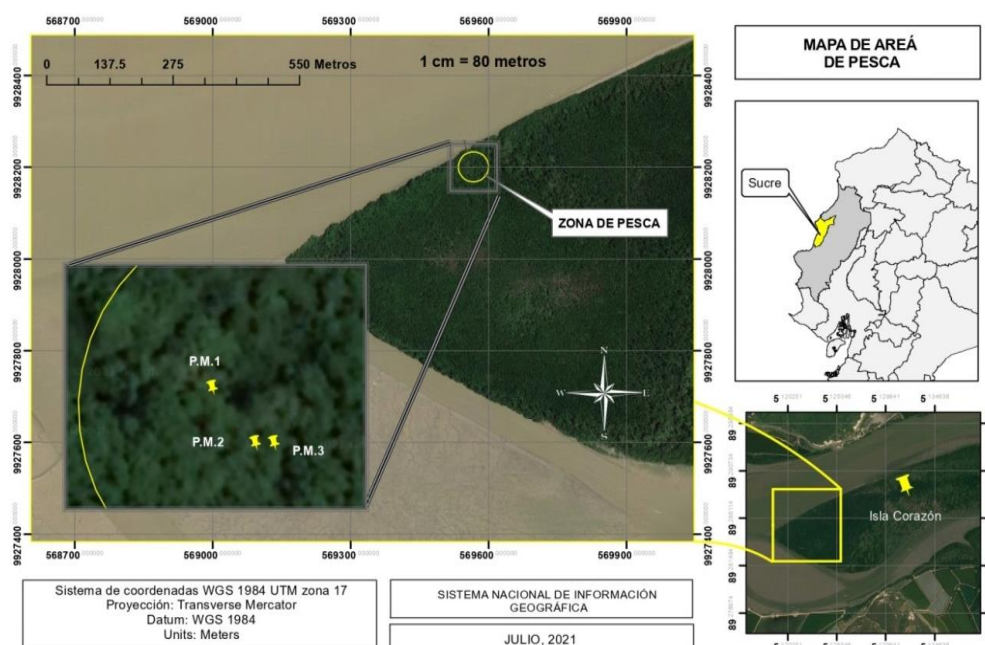


Figura 4.6. Área de pesca.

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

4.2 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (PB, HG Y CD) EN EL HEPATOPÁNCREAS DEL CANGREJO ROJO (*Ucides occidentalis*)

4.2.1 RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DEL CANGREJO ROJO (*Ucides occidentalis*)

Se capturó el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), durante los meses de mayo, julio y agosto, cuando este crustáceo se encuentra apto para la pesca y según los horarios intermareales, se recolectaron 10 especímenes (anexo 5 E-F) mensuales que comprendieron con un mínimo de 7.5 cm de ancho de cefalotórax, acorde a lo que señala el INP (2014) en colaboración con los pescadores, en una zona

inferior a los 50 m² desde las 8h30 hasta las 11h30 am, se los extrajo de las madrigueras con un gancho de hierro de 10mm en diámetro con 1.5 m de largo, y se los iba colocando en un saco para después realizarles la disección (anexo 5 G), esto se llevó a cabo según de (Gonzales *et al.*, 2015; Zambrano *et al.*, 2019).

Luego se procedió a lavarlos, y a extraer el hepatopáncreas (anexo 5 H), de cada cangrejo (*Ucides occidentalis*), esto se realizó en las instalaciones del refugio de vida silvestre Isla Corazón en donde se adecuó una zona con mesas y materiales de laboratorio, se colocó 5 g de muestra en cada funda ziploc previamente rotuladas (anexo 5 I), las cuales se conservaron a una temperatura de 4°C (anexo 5 J) y se los envió a los laboratorios de investigación sede Queri de la Universidad De Las Américas (UDLA) y se le realicen los respectivos análisis de metales pesados (Pb, Hg y Cd) empleando técnicas como: la ICP- OES (Plasma inductivo acoplado) y el método EPA 3015^a y EPA 3051 (anexo 4) (UDLA, 2016).

Como parte de la recolección del cangrejo rojo en la isla, se participó en una minga (anexo 5 M) organizada por las autoridades del refugio de vida silvestre Isla Corazón con la finalidad de recoger los desechos que llegan con la marea hasta el manglar y se van acumulando provocando contaminación en este ecosistema.

4.2.2 COMPARACIÓN DE RESULTADOS CON LEGISLACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL

a) Concentración de plomo (Pb) en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*)

Como se observa en la tabla 4.3, la mayoría de los resultados no superan el límite permisible establecido por EFSA y algunos fueron identificados como no detectables (ND), sin embargo, hubo muestras que superaron el límite permisible de concentración como: las muestras 1, 7 y 9 del mes de mayo, de la misma forma las muestras 8 y 10 correspondientes a julio y la muestra 5 de agosto.

Tabla 4.3.Concentración de plomo en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*).

Cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</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	1.089	ND	ND	mg/kg	0.50 mg/kg
Muestra 2	ND	ND	ND	mg/kg	
Muestra 3	ND	ND	ND	mg/kg	
Muestra 4	ND	0.389	ND	mg/kg	
Muestra 5	ND	ND	4.093	mg/kg	
Muestra 6	0.336	ND	ND	mg/kg	
Muestra 7	0.727	ND	ND	mg/kg	
Muestra 8	ND	0.671	ND	mg/kg	
Muestra 9	2.575	ND	ND	mg/kg	
Muestra 10	0.496	0.856	ND	mg/kg	

Fuente: UDLA (2022).

Ayala *et al.* (2015) y Laz (2018) mencionan que las concentraciones Pb en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) se deben a la presencia de actividades agrícolas quienes utilizan fertilizantes y el combustible empleado en transportación acuática que deja residuos en el agua afectando el ecosistema y especies marinas.

Los resultados de la presente investigación se asemejan con Chuquimarca (2015), en el estudio realizado en Machala, en el cual determinó concentraciones entre 2.79 ± 12.26 mg/kg en el hepatopáncreas, debido a la contaminación producida por las descargas de la minería en la zona de estudio.

Salas *et al.* (2019) expresan que las elevadas concentraciones del plomo en algunos organismos acuáticos se da por factores contaminantes de origen antropogénico ya que en los últimos años existe un elevado interés por el uso del plomo en diversas actividades como: agrícolas para fertilizantes de cultivos, en la transportación terrestre y acuática debido a que se agrega un aditivo de plomo al combustible, en la elaboración de envases para alimentos procesados, entre

otros, incrementando de esta manera las concentraciones de este metal en los ecosistemas marinos.

No obstante en el presente estudio también hubo valores no detectables (ND) de acuerdo con EFSA, por lo que según Feys (2013) argumenta que la disminución de concentraciones de plomo en algunas muestras puede ser producto de la adsorción del metal por parte del cangrejo rojo, en lugar de bioacumularse.

b) Concentración de mercurio (Hg) en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*)

En la tabla 4.4 se puede apreciar que durante los tres meses de muestreo, los análisis revelan que los datos no superan el límite máximo permisible establecido por EFSA, lo que corresponde a concentraciones de mercurio (Hg) e incluso hubo valores no detectables (ND). Estos resultados son similares a la investigación realizada por Elías y Pincay (2019) donde encontraron trazas de Hg entre 0.063 ± 0.015 mg/kg que se encuentran dentro del límite máximo permisible.

Tabla 4.4.

Concentración de mercurio en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*).

Cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)	Muestreo 1 Mayo Mercurio (Hg)	Muestreo 2 Julio Mercurio (Hg)	Muestreo 3 Agosto Mercurio (Hg)	Unidades	Límite Max. Permisible Crustáceos EFSA (2015)
Muestra 1	0.211	0.034	0.038	mg/kg	0.50 mg/kg
Muestra 2	0.043	ND	ND	mg/kg	
Muestra 3	0.040	0.045	ND	mg/kg	
Muestra 4	0.035	0.029	ND	mg/kg	
Muestra 5	0.041	0.114	ND	mg/kg	
Muestra 6	0.041	0.048	0.012	mg/kg	
Muestra 7	0.033	0.037	ND	mg/kg	
Muestra 8	0.024	ND	0.061	mg/kg	
Muestra 9	0.039	0.025	ND	mg/kg	
Muestra 10	0.025	0.019	0.182	mg/kg	

Fuente: UDLA (2022).

Por esta razón Chuquimarca (2015) concuerda que aunque existan pequeñas trazas de este metal es muy tóxico para el ambiente a largo plazo, y más aún cuando se encuentran en especies que están dentro de la cadena alimenticia, como lo es el cangrejo rojo. Además expresa que la contaminación por mercurio en los ecosistemas acuáticos se da por factores de las descargas fluviales que tienen aguas residuales domésticas e industriales, las cuales llegan hasta el océano sin un previo tratamiento causando alteraciones ambientales.

No obstante Beltrán y Gómez (2016) expresan que las bajas trazas de Hg se deben a un mecanismo biológico conocido como la metilación, que consiste en la conversión de los metales a derivados metilados que luego se remueven producto de la volatilización, y esto es lo que le sucede al Hg en ecosistemas acuáticos que resultan en la detoxificación del metal y a su vez puede ser excretado por los organismos en formas menos tóxicas.

c) Concentración de cadmio (Cd) en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*)

Los resultados de los análisis de cadmio en el hepatopáncreas del cangrejo rojo se observan en la tabla 4.5, se aprecia que de los tres meses de muestreo, los datos no superaron el límite permisible de EFSA. De la misma manera Lajones (2019) en un estudio en el manglar Puerto Salinas del Golfo de Guayaquil también presentó concentraciones similares de cadmio que variaban entre 0.002 a 0.007 mg/kg dentro del límite permisible.

Sin embargo Siavichay (2013) en su investigación si demostró elevadas concentraciones de cadmio en un rango de 1.5 a 2.3 mg/ kg en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), por lo que se considera un órgano con tendencia de bioacumulación, atribuyéndose estos resultados a la contaminación causada por aguas residuales de origen industrial.

Tabla 4.5.

Concentración de cadmio en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*).

Cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)	Muestreo 1 Mayo Cadmio (Cd)	Muestreo 2 Julio Cadmio (Cd)	Muestreo 3 Agosto Cadmio (Cd)	Unidades	Límite Max. Permissible
					Crustáceos EFSA (2015)
Muestra 1	0.082	ND	0.137	mg/kg	0.50 mg/kg
Muestra 2	ND	0.067	0.134	mg/kg	
Muestra 3	ND	0.062	0.124	mg/kg	
Muestra 4	0.015	0.1	0.183	mg/kg	
Muestra 5	0.014	0.107	0.202	mg/kg	
Muestra 6	0.046	ND	0.093	mg/kg	
Muestra 7	0.059	0.116	0.145	mg/kg	
Muestra 8	0.048	0.107	0.155	mg/kg	
Muestra 9	0.016	ND	0.097	mg/kg	
Muestra 10	ND	0.063	0.126	mg/kg	

Fuente: UDLA (2022).

Feys (2013) demuestra que el cadmio puede ser absorbido como calcio por parte de los crustáceos como el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), debido a que el exoesqueleto se constituye en su mayor parte de calcio y por esta razón el cadmio puede ser empleado como sustituto, y encontrarse en bajas concentraciones. Por otra parte el cadmio se da de forma natural asociado a minerales, además que tiene diversas aplicaciones de origen antropogénico como: la quema de combustibles fósiles, metalurgia, fertilizantes elaborados con base de fosfatos y también de lodos residuales.

d) Parámetros fisicoquímicos de agua y sedimento

Se determinaron los parámetros fisicoquímicos del agua (anexo 5 K) en la zona de extracción del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), de los cuales los resultados se presentan en la tabla 4.6, y de acuerdo al criterio estipulado por Chuquimarca (2015) los parámetros de pH y temperatura se encuentran dentro del rango establecido. Sin embargo, la conductividad y salinidad están con valores inferiores.

Del TULSMA en el anexo 1 Tabla 3. Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios, señala que como máximo límite permisible para temperatura es en condiciones naturales mayor a los 3°C y en pH el valor debe encontrarse entre 6.5 al 9.5. Por tanto, ambos parámetros evaluados en la zona de pesca se consideran dentro del límite permisible debido a que no sobrepasan el valor determinado.

Tabla 4.6.

Parámetros fisicoquímicos del agua.

Parámetros fisicoquímicos en Agua			Parámetros fisicoquímicos para agua de mar por Chuquimarca (2015)
Parámetros	Medidas	Unidades	Medidas
pH	8.15		7.4 – 8.4
Temperatura	26.4	°C	26.44
Conductividad	21	μS/cm	33.7
Salinidad	10	ppm	37.45

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Los parámetros fisicoquímicos del sedimento (anexo 5 L) de la zona de extracción del cangrejo rojo también fueron evaluados, en la tabla 4.7 se pueden observar los datos, que de acuerdo al criterio establecido por Mero (2010) los resultados de pH y temperatura no se encuentran dentro de lo establecido, debido a que son valores inferiores al rango, la conductividad está acorde con el rango y la salinidad muestra un valor que sobrepasa el límite considerado.

Tabla 4.7.

Parámetros fisicoquímicos del Sedimento.

Parámetros fisicoquímicos en Sedimento			Parámetros fisicoquímicos para sedimento por Mero (2010)
Parámetros	Medidas	Unidades	Medidas
pH	6.31		7.15 – 7.75
Temperatura	25.5	°C	26 – 29.8
Conductividad	10.92	μS/cm	Mayor a 1.86
Salinidad	3.7	ppm	1.45

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

e) Correlación según el coeficiente de Pearson para los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento con los metales (Pb, Hg, y Cd)

En la tabla 4.8 se detalla el análisis de varianza de las concentraciones de plomo, mercurio y cadmio en los tres meses evaluados en la zona de captura del cangrejo rojo:

- La concentración de plomo los especímenes del crustáceo demuestran que no presentan significancia estadística dado que el valor – p es mayor que 0.05.
- Para las medias de la concentración de mercurio tampoco presentaron significancia estadística dado que el valor – p es mayor que 0.05.
- No obstante, el metal cadmio tiene significancia estadística dado que el valor – p es menor que 0.05. Sin embargo se realizó la prueba de significancia (Tukey) para contrastar los grupos homogéneos de concentración de metales en los meses evaluados.

Tabla 4.8.

Análisis de varianza de las concentraciones de metales Pb, Hg y Cd en el cangrejo rojo.

		Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Plomo	Inter-grupos	0.565	2	0.283	0.346	0.710
	Intra-grupos	22.021	27	0.816		
	Total	22.586	29			
Mercurio	Inter-grupos	0.003	2	0.002	0.624	0.543
	Intra-grupos	0.067	27	0.002		
	Total	0.070	29			
Cadmio	Inter-grupos	0.083	2	0.042	39.393	0.000
	Intra-grupos	0.028	27	0.001		
	Total	0.111	29			

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Esto se asemeja con Siavichay (2013) en su estudio realizado en la Reserva Ecológica Manglares Churute y Chuquimarca (2015) en tres localidades del perfil costero de la provincia de El Oro, quienes no encontraron diferencias significativas de mercurio y plomo.

Las razones por las que se puede dar la bioacumulación de los metales, y a su vez encontrar diferencias significativas de las concentraciones se debe a los factores morfológicos del crustáceo y las actividades de su entorno (Lajones, 2019).

Por otro lado Chuquimarca (2015) menciona que la acumulación de metales como plomo y cadmio puede ser afectada por la acción del mercurio debido a sus propiedades, señalando desplazamiento y depuración de otros metales, hacen que se pueda acumular en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*).

A pesar de no encontrarse diferencias significativas para plomo y mercurio, y significancia estadística para cadmio se realizó la prueba de Tukey que determina los grupos homogéneos de concentración de metales como se observa en la tabla 4.9:

Tabla 4.9.

Prueba de tukey aplicada al plomo, mercurio y cadmio en el hepatopáncreas del cangrejo rojo.

N	Plomo		Mercurio		Cadmio		
	Meses	Subconjunto para alfa = 0.05	Meses	Subconjunto para alfa = 0.05	Meses	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1		1		2	1
10	Julio	0.1916	Agosto	0.0293	Mayo	0.0280	
10	Agosto	0.4093	Julio	0.0351	Julio		0.1396
10	Mayo	0.5223	Mayo	0.0532	Agosto		0.1092
	Sig.	0.695	Sig.	0.540	Sig.	1.000	1.000

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

- En lo referente a plomo los datos representan un sólo grupo homogéneo, es decir que las concentraciones de este metal no tienen variabilidad entre sí.
- De la misma forma se encontró un solo grupo homogéneo para mercurio, deduciendo que los datos tienen concentraciones similares entre sí.
- Sin embargo en lo referente a cadmio se encontraron dos grupos homogéneos, es decir que en mayo y agosto son estadísticamente diferente al mes de julio en relación a las concentraciones.

f) Correlación de plomo con los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento

En la tabla 4.10 se muestra la relación del plomo con los parámetros en agua: pH, temperatura, conductividad y salinidad, por tanto siendo la prueba de significancia bilateral (p) ser mayor a 0.05 y por esta razón no hay correlación entre las variables analizadas.

Tabla 4.40.

Correlación de plomo con los parámetros fisicoquímicos del agua.

Correlación de Pearson			Sig. (bilateral p)	N
Parámetros fisicoquímicos		Pb		
Ph	-0.087		0.811	
Temperatura	-0.431	1	0.214	10
Conductividad	0.518		0.125	
Salinidad	-0.535		0.111	

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Estos resultados se contrastan con la investigación de Pernía *et al.* (2018) los cuales encontraron diferencias significativas entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las concentraciones del plomo, ellos observaron según su estudio que la biodisponibilidad de este metal era proporcional a la temperatura y salinidad, porque encontraron que a mayor temperatura y salinidad incrementa la solubilidad de ciertos metales pesados en el agua y por tanto en los organismos acuáticos.

La relación del plomo con cada uno de los parámetros en sedimento: pH, temperatura, conductividad y salinidad se puede observar en la tabla 4.11, los valores muestran ser mayor (p) 0.05 y por esta razón no hay diferencias significativas entre la concentración del plomo y los parámetros estudiados en el sedimento, por tanto no existe correlación entre las variables.

Tabla 4.15.

Correlación de plomo con los parámetros fisicoquímicos del sedimento.

Correlación de Pearson		Sig. (bilateral p)		N
Parámetros fisicoquímicos		Pb		
pH	0.283		0.428	
Temperatura	-0.415	1	0.234	10
Conductividad	-0.054		0.883	
Salinidad	-0.268		0.455	

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

En un estudio realizado por Deveze (2016) demuestra que hubo diferencias significativas entre las concentraciones del plomo y los parámetros fisicoquímicos del sedimento, argumentando que los más relevantes para la biodisponibilidad y movilidad en los organismos acuáticos fueron el pH y la temperatura.

g) Correlación de mercurio con los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento

En la tabla 4.12 se muestra la relación del mercurio con cada uno de los parámetros medidos en agua: pH, temperatura, conductividad y salinidad, y se observa la correlación de Pearson entre ellos, por tanto siendo la prueba de significancia bilateral representada por (p), los valores muestran ser mayor a 0.05 y por esta razón no hay diferencias significativas entre la concentración del mercurio y las otras variables determinando que no existe correlación.

Tabla 4.12.

Correlación de mercurio con los parámetros fisicoquímicos del agua.

Correlación de Pearson		Sig. (bilateral p)		N
Parámetros fisicoquímicos		Hg		
pH	0.186		0.607	
Temperatura	0.055	1	0.880	10
Conductividad	0.617		0.058	
Salinidad	-0.385		0.271	

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Chuquimarca (2015) expresa que, existen varios factores que inciden en las concentraciones de mercurio en el agua, sin embargo los que tienen más relevancia son el pH y la temperatura, porque al disminuir el valor del pH

incrementa la absorción de este metal en los peces e invertebrados que habitan en el ecosistema acuático.

Por otra parte Deveze (2016) en su estudio si pudo demostrar diferencias significativas y correlación entre las concentraciones del mercurio y los parámetros de pH y temperatura, también manifiesta que estos factores son fundamentales en la bioacumulación de los organismos acuáticos ya que contribuyen a la movilidad de este tipo de metales pesados.

La tabla 4.13 describe la correlación de Pearson de las concentraciones del mercurio con los parámetros de: pH, temperatura, conductividad y salinidad en sedimento, por tanto siendo la prueba de significancia bilateral (p) mayor a 0.05 no hay correlación entre las concentraciones del mercurio y los parámetros considerados.

Tabla 4.13.

Correlación de mercurio con los parámetros fisicoquímicos del sedimento.

Correlación de Pearson			Sig. (bilateral p)	N
Parámetros fisicoquímicos		Hg		
pH	0.253		0.481	
Temperatura	-0.456	1	0.185	10
Conductividad	-0.051		0.889	
Salinidad	0.116		0.749	

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Los resultados de Siavichay (2013) tampoco muestran diferencias significativas entre las concentraciones de mercurio y los parámetros fisicoquímicos, por lo que concuerda con los datos de la presente investigación. Sin embargo Deveze (2016) encontró significancia entre las variables de estudio, y argumenta que este metal por las condiciones idóneas de pH y temperatura suele ser más soluble en el agua y contribuye con la bioacumulación en el sedimento.

h) Correlación de cadmio con los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento

En la tabla 4.14 se muestra la relación del cadmio con cada uno de los parámetros medidos en agua: pH, temperatura, conductividad y salinidad, por tanto siendo la prueba de significancia bilateral representada por (p), los valores muestran ser mayor a 0.05 y por esta razón entre la concentración del cadmio y las otras variables no hay correlación.

Tabla 4.14.

Correlación de cadmio con los parámetros fisicoquímicos del agua.

Correlación de Pearson			Sig. (bilateral p)	N
Parámetros fisicoquímicos		Cd		
pH	-0.253		0.480	
Temperatura	0.217	1	0.548	10
Conductividad	-0.157		0.665	
Salinidad	-0.056		0.879	

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

En la investigación realizada por Pernía *et al.* (2018) no se evidenciaron diferencias significativas entre las concentraciones del cadmio y los parámetros fisicoquímicos, por lo que concuerda con el presente estudio. Sin embargo expresan que la biodisponibilidad de este metal puede verse afectada de manera ventajosa por factores como el pH que afecta el equilibrio del metal, la solubilidad, adsorción e intercambio de iones, así como también se demostró que a mayor temperatura y salinidad incrementan los niveles de cadmio en el agua.

Como se observa en la tabla 4.15 se muestra la relación del cadmio con cada uno de los parámetros: pH, temperatura, conductividad y salinidad, por tanto siendo la prueba de significancia bilateral representada por (p), los valores son mayores a 0.05 y por esta razón no hay correlación de Pearson entre las variables.

Tabla 4.15.

Correlación de cadmio con los parámetros fisicoquímicos del sedimento.

Correlación de Pearson		Sig. (bilateral p)		N
Parámetros fisicoquímicos		Cd		
pH	-0.045		0.901	
Temperatura	-0.374	1	0.287	10
Conductividad	0.253		0.481	
Salinidad	-0.123		0.735	

Fuente: Urdánigo y Zambrano (2022).

Deveze (2016) determinó diferencias significativas entre las concentraciones de cadmio y los parámetros fisicoquímicos, específicamente en la temperatura y pH, considerándolos como los factores principales que influyen en la presencia de este metal en el sedimento. Sin embargo Pernía *et al.* (2018) no encontraron significancia en las mismas variables, no obstante para ellos el pH y la salinidad contribuyen a la presencia de metales pesados como el cadmio en el sedimento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Las principales actividades antropogénicas de la zona de estudio de acuerdo con el levantamiento de información que tienen un impacto en el entorno son: las camaroneras con un porcentaje de 8.57 %, así como la agricultura con 49.58 %, las descargas residuales de los asentamientos humanos y la pesca que afecta a causa del uso de combustibles para la transportación, todo estos factores son los que alteran la biota marina.

Las concentraciones determinadas en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en el período de muestreo no superaron el límite máximo permisible de EFSA debido a que presentaron una baja trazabilidad para cadmio en un rango de 0.014 a 0.202 mg/kg y mercurio de 0.012 a 0.211 mg/kg.

Los resultados de plomo fluctuaron entre 0.671 a 4.093 mg/kg que sobrepasaron el límite establecido por EFSA, estas concentraciones elevadas pueden atribuirse producto de la contaminación antropogénica de las actividades agrícolas y el transporte acuático.

Los análisis estadísticos realizados en la investigación demostraron que no existen diferencias significativas y por tanto no hay correlación entre los parámetros fisicoquímicos y las concentraciones de plomo, mercurio y cadmio en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*).

5.2 RECOMENDACIONES

Actualizar periódicamente el crecimiento de actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre Isla Corazón y realizar estrategias para la reducción de los hallazgos ambientales que causan daño a este ecosistema.

Desarrollar un estudio socioeconómico de las actividades antropogénicas circundantes al refugio de vida silvestre Isla Corazón para profundizar sobre el impacto que tienen en el cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y su ecosistema.

Evaluar la concentración de metales en diferentes órganos del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*), por ser un crustáceo con tendencia a bioacumular estos elementos y realizar monitoreos semanales para observar su comportamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, V., y Lodeiros, C. (2004). Metales pesados en la almeja *Tivela mactroides* Born, 1778 (Bivalvia: Veneridae) en localidades costeras con diferentes grados de contaminación en Venezuela. *Ciencias marinas*, 30(2), 323-333.
- Alemán, C., Peña, M., Icaza, X., y Gaibor, N. (2019). Aspectos biológicos y pesqueros del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en el Golgo de Guayaquil. Primer Congreso Manglares de América. Universidad Espíritu Santo: <http://www.manglaresdeamerica.com/index.php/ec/article/view/21/39>
- Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). (2015). Reglamentos de la Comisión 420/2011, 488/2014 y 2015/1005). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1005>
- Ayala, H., Perez, J., Quezada, C., Silva, A., y Cortez, L. (2015). Cuantificación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cr) en organismos acuáticos: cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*). *CIENCIA UNEMI*: <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/218>
- Bayona, D. (2009). Contaminación por metales pesados en el embalse del Muña y su relación con los niveles en sangre de plomo, mercurio y cadmio y alteraciones de salud en los habitantes del municipio de Sibaté. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70168?show=full>
- Beltrán, M., y Gómez, A. (2016). Biorremediación de metales pesados cadmio (Cd), cromo (Cr) y mercurio (Hg) mecanismos bioquímicos e ingeniería genética: una revisión. de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/2027/1835>
- Botté, S., Freije, H., y Marcovecchio, J. (2009). Distribution of Several Heavy Metals in Tidal Flats Sediments within Bahía Blanca Estuary (Argentina). *Water Air Soil Pollut*, 371-388.
- Cadena, E. (2001). Relación entre el ciclo de muda y la actividad de las enzimas digestivas y su efecto en la tasa de alimentación y el crecimiento del juvenil

Penaeus vannamei.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4595/1/7116.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=S2007-09342017000701603

Campo, A., y Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)1. [ri.conicet.gov.ar:](https://ri.conicet.gov.ar)
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/77965/CONICET_Digital_Nro.0faf6eb0-4d4f-477a-87ab-e3cc36203615_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Carvajal, D., Silva, D., Moreno, N., Ramírez, J., y Sastoque, L. (2018). Evaluación de impacto ambiental para el área de explotación minera bloque JG7-16511 para material de arrastre - Boyacá.
<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/4255>

Castro, G., y Valdés, J. (2012). Concentración de metales pesados (Cu, Ni, Zn, Cd, Pb) en la biota y sedimentos de una playa artificial, en la bahía San Jorge 23°S, norte de Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(2), 267-281.

Cedeño, I. (2013). Aspectos reproductivos del cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. Guayaquil: Instituto Nacional de Pesca.

Cedeño, I., y Bravo, M. (2015). Protocolo de muestreo participativo: Capturas comerciales del cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. Instituto Nacional de Pesca:

http://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2015/05/INP_BE_A3_N1.pdf

Cedeño, I., Bravo, M., Solano, F., y Peña, M. (2012). Abundancia relativa y estructura de tallas de cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil, Febrero 2011-Enero2012. https://www.researchgate.net/publication/304038384_Abundancia_relativa_y_estructura_de_tallas_de_cangrejo_rojo_de_manglar_Ucides_occidentalis_en_el_Golfo_de_Guayaquil_Febrero_2011-Enero2012

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>

Cerda, J. (2015). Las técnicas y sus métodos en la investigación. <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/tecnicas-y-sus-metodos-investigacion/tecnicas-y-sus-metodos-investigacion.shtml#laobservaa>

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. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2833/1/CD000022-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>

Código Orgánico del Ambiente [COA]. (2017). Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

Corporación Coordinadora Nacional para la Defensa del Ecosistema Manglar. (2010). Pueblos ancestrales del Ecosistema manglar del Ecuador.

biodiversidadla.org:

http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Declaratoria_del_Tercer_Congreso_de_los_Pueblos_Ancestrales_del_Ecosistema_Manglar_del_Ecuador

D'achiardi, R., y Álvarez, R. (2012). Aspectos biológicos, pesqueros y de proceamiento 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

De La Cruz, N., Alderete, Á., y Laffón, S. (2013). Acumulación de metales pesados en sedimentos del ecosistema manglar en laguna de términos, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 25-30.

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. http://risisbi.uqroo.mx/bitstream/handle/20.500.12249/1088/TD879.D48.2011-64869.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3maEdEwrcbQugLeqLymAlgXIC1D8pH9SbQGu_pYs3cRrCsZvPqCIZiDHY

Díaz, L. (2011). La observación. http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf

Díaz, R. (2017). Ventajas y desventajas del análisis por ICP – MS de metales pesados en muestras biológicas. Instituto Nacional de Salud [INS]: <https://boletin.ins.gob.pe/ventajas-y-desventajas-del-analisis-por-icp-ms-de-metales-pesados-en-muestras-biologicas/#:~:text=ICP%20%E2%80%93%20MS%2C%20hace%20referencia%20a,%2C%20muestras%20cl%C3%ADnicas%2C%20entre%20otras.>

Elías, M., 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%20Olive%20Michelle%20Estefan%C3%ADa%3B%20Pincay%20Ch%C3%B3ez%20Jefferson%20Allan.pdf>

Erazo, A. (2014). Uso estratégico del mangle para el desarrollo turístico en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2476/1/T-UCE-0004-16.pdf>

Eróstegui, C. (2009). Contaminación por metales pesados. Revista Científica Ciencia Médica, 20-34.

Facsa. (2017). Metales pesados. facsa: <https://www.facsa.com/metales-pesados/>

Feys, J. (2013). Niveles de cadmio y plomo en el exoesqueleto del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) del Golfo de Guayaquil (Las Loras - Puerto El Morro - Chupadores) y Machala (Puerto Bolívar). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/1750>

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C. (2007). Contaminación del agua por metales. Agua.org.mx: <https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-del-agua-por-metales/>

Gimeno, L. (2007). Identificación de estrategias mercadológicas exitosas implementadas por empresas Vitícolas Francesas para penetrar en el mercado Mexicano. Universidad de las Américas Puebla: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lhr/gimeno_s_l/

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Canton Sucre. (2014). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015-2019. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/sucre.pdf

Gonzales, C., Crescini, R., Villalba, W., Maldonado, A., Vásquez, G., y Soto, G. (2015). Estructura de tallas, crecimiento y mortalidad de *Crassostrea rhizophorae* en la laguna de la Restinga, Isla de la Margarita, Venezuela. <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427742245015.pdf>

- González, V., Valle, S., Nirchio, M., Olivero, J., Tejeda, L., Valdelamar, J., . . .
González, K. (2018). Evaluación del riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en sedimentos marinos del Estero Huaylá, Puerto Bolívar, Ecuador. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/download/14995/13057/51540>
- Hernández, J., Espinosa, J., Peñaloza, E., Rodríguez, J., Chacón, J., Toloza, C., . . .
Bermúdez, V. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. https://www.revistaavft.com/images/revistas/2018/avft_5_2018/25sobre_uso_adecuado_coeficiente.pdf
- Herranz, M., Bolivar, J., Liger, E., Payeras, J., y Pinilla, J. (2007). Procedimiento de toma de muestras de sedimentos para la determinación de la radiactividad ambiental. Consejo de Seguridad Nuclear [CSN]: <https://www.csn.es/documents/10182/27786/INT-04-07+Vigilancia+radiol%C3%B3gica+ambiental.+Procedimiento+1.10/a09753e4-7ab9-4ecc-b0dc-67099e75546f>
- Herrera, J. (2008). Investigación cuantitativa. <https://juanherrera.files.wordpress.com/2008/11/investigacion-cuantitativa.pdf>
- Hursthouse A S. (2001). The Relevance of Speciation in the Remediation of Soils and Sediments Contaminated by Metallic Elements-An Overview and Examples from Central Scotland . Journal of Environmental Monitoring, 49 - 60.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR). (2018). Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos (aguas, sedimentos y organismos). <http://www.invema>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN]. (2012). Agua, calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo. Norma Técnica Ecuatoriana 2176:2013:

<https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-T%C3%89CNICAS-DE-MUESTREO.pdf?x42051>

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/>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2011). Protocolo de Muestreo, Transporte y Conservación de Muestras de Agua con Fines Múltiples (consumo humano, abrevado animal y riego) . https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-protocolo_de_muestreo_de_aguas_inta.pdf

Irvine, K., Perrelli, M., Ngoen-klan, R., y Droppo, I. (2009). Metal levels in street sediment from an industrial city: spatial trends, chemical fractionation, and management implications. *J Soils Sediments*, 328-341.

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

Kim, S., Ma, H., y Allen, H. (2002). Influence of dissolved organic matter on the toxicity of copper to *Ceriodaphnia dubia*: effect of complexation kinetics. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 275-280.

La Hora. (2012). Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas - Área protegida. <https://lahora.com.ec/noticia/1101312791/refugio-de-vida-silvestre-isla-corazn-y-fragatas-rea-protegida>

La Hora. (2020). El cangrejo rojo es un protector del manglar. <https://www.lahora.com.ec/noticia/1102307731/el-cangrejo-rojo-es-un-protector-del-manglar>

- 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.
- Lajones, C. (2019). Concentración de cadmio en el cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*) en la concesión de Manglar Puerto Salinas – Golfo de Guayaquil, Ecuador. Repositorio Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39630>
- Laz, G. (2018). Bases para la elaboración de plan de gestión turística sustentable para el refugio de vida silvestre isla corazón y fragatas. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1064/1/GEMA%20ELIZA%20BETH%20LAZ%20PALACIOS..pdf>
- Linares, C. (2011). Métodos Cuantitativo y Cualitativo. Sites google: <https://sites.google.com/site/metodologiainvestacle/home/modulo-2/metodos-cuantitativo-y-cualitativo>
- Línea Verde Huelva. (2018). Contaminación por metales pesados. <http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/contaminantes/Contaminacion-por-metales-pesados.asp>
- Londoño, L., Londoño, P., y Muñoz, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 145-153.
- López, Á., 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. *Instituto de Investigaciones Marinas y CosterasI [NVEMAR]*, 61-83.
- López, R. (2009). El método de investigación bibliográfica. <http://www.oocities.org/zaguan2000/metodo.html>

Lovley, D. (2000). Environmental Microbe -Metal Interactions. American Society for, 50-62.

Márquez, A., Senior, W., Fermín, I., Martínez, G., Castañeda, J., y González, Á. (2008). Cuantificación de las concentraciones de metales pesados en tejidos de peces y crustáceos de la Laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela. Scielo: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592008000100012#:~:text=Los%20metales%20pesados%20son%20contaminantes,de%20esos%20ecosistemas%20%5B37%5D.

Medesani, D. (2004). Efectos de metales pesados sobre la síntesis y secreción hormonal en el cangrejo de estuario *Chasmagnathus granulatus*, DANA 1851 (Decapoda, Varunidae). Obtenido de Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/tesis/document/tesis_n3703_Medesani

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%20comercial%20de.pdf>

Ministerio De Acuicultura y Pesca. (2004). Acuerdo Ministerial N° 016 (Cangrejos). República 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/>

Ministerio del Ambiente [MAE]. (2007). Refugio de vida silvestre isla corazón e islas fragatas.

<http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/belen/Plan%20de%20Manejo%20Isla%20Corazon.pdf>

Ministerio del Ambiente Ecuatoriano [MAE]. (2015). Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria. <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 Agua [MAE]. (2013). Hoy, se celebra el Día Internacional de la Defensa del Manglar. <https://www.ambiente.gob.ec/dia-internacional-de-defensa-del-manglar/>

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

Molina, C., Gibon, F.-M., Duprey, J., y Dominguez, E. (2010). Transfer of mercury and methylmercury along macroinvertebrate food chains in a floodplain lake of the Beni River, Bolivian Amazonia. *Science of the Total Environment* 408 (16), 3382-3391.

Mora, A. (2015). Estructura poblacional del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en un gradiente de inundación dentro de un bosque de manglar riverino (Isla Modragón, Estuario Río Guayas). <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/31064/1/TESIS-ALVARO%20MORA%20MENDOZA%20.pdf>

Morales, P. (2011). El coeficiente de correlación. https://ice.unizar.es/sites/ice.unizar.es/files/users/leteo/materiales/01._documento_1_correlaciones.pdf

Municipio de Sucre. (2014). Sucre. <https://www.manabi.gob.ec/cantones/sucre>

- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2013). Inocuidad de los alimentos. https://www.who.int/topics/food_safety/es/
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037
- Pabon, L., Bezaury, J., Leon, F., y Gill, L. (2008). Beneficios De Las Áreas Protegidas. The Nature Conservancy, 34. <https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/35691/Valorandolanaturaleza.pdf>
- 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., Ramírez, N., Ramírez, L., Bravo, K., . . . Zambrano, J. (2018). Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador. Revista Enfoque : http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v9n2/art009.html
- Poveda, G., y Avilés, P. (2018). Situación de los manglares de la ciudad de Guayaquil, Provincia del Guayas, Ecuador. Revista Desarrollo Local Sostenible [DELOS]: <https://www.eumed.net/rev/delos/31/guido-poveda3.html>
- Prieto, B. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. Pontificia Universidad Javeriana, 18-46.
- Reyes, Y., Vergara, I., y Torres, O. (2016). Contaminación por metales pesados: implicación en salud, ambiente y seguridad alimentaria.

[https://Dialnet.unirioja.es/Dialnet-ContaminacionPorMetalesPesados-6096110%20\(1\).pdf](https://Dialnet.unirioja.es/Dialnet-ContaminacionPorMetalesPesados-6096110%20(1).pdf)

Rivero, L., Espinoza, R., Panta, F., y Ganchozo, J. (2013). Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas. Obtenido de La Dirección Municipal de Turismo de Sucre: https://web.archive.org/web/20130725183044/http://bahiadecaraquez.com/i_slacorazon.htm

Rizzo, A., Daga, R., Arcagni, M., y Perez, S. (2010). Concentraciones de metales pesados en distintos compartimentos de lagos andinos de Patagonia Norte. Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/235945641_Concentraciones_de_metales_pesados_en_distintos_compartimentos_de_lagos_andinos_de_Patagonia_Norte

Robles, B. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico. Cuicuilco, 1-16.

Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. MEDISAN, 12-26. MEDISAN 2017.

Rosado, D., y Sánchez, W. (2016). Manejo de Pesquerías de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en la reserva ecológica Manglares Churute. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/25286/1/TESIS%20-%20Manejo%20de%20%20%28Ucides%20occidentalis%29%20de%20la%20Reserva%20Ecol%3%b3gica%20Manglares%20Churute.pdf>

Rubio, B., Gago, L., Vilas, F., Nombela, M., García, S., y Irene, A. (1996). Interpretación de tendencias históricas de contaminación por metales pesados en testigos de sedimentos de la Ría de Pontevedra. *Thalassa*, 12, 137-152.

Ruíz, C., y Méndez, M. (2011). Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio). *Archivos de Neurociencias*, 140-14.

Salas, C., Garduño, M., Mendiola, P., Vences, J., Zetina, V., Martínez, O., y Ramos, M. (2019). Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 20, núm. 1: <https://www.redalyc.org/journal/813/81359562002/html/>

Secretaría Nacional de Planificación y desarrollo [SENPLADES]. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021 Toda una Vida. Obtenido de https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf

Siavichay, B. (2013). Determinación del 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>

Sistema Nacional de Información [SNI]. (2015). Cantón Sucre. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/sucre.pdf

Sundararajan, M., y Natesan, U. (2010). Environmental geochemistry of core sediments from Serthalaikkadu Creek, East coast of India *Environ Earth. Environmental Earth Sciences*, 493-506.

Tam, N. (2006). Pollution Studies on Mangroves in Hong Kong and Mainland China. *The Environment in Asia Pacific Harbours*, 147-163.

Texto Unificado De Legislación Secundaria de Medio Ambiente [TULSMA]. (2017). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>

Toledo, A. (2006). Agua, hombre y paisaje. Instituto Nacional de Ecología [INE], 124.

- Vásquez, I. (2016). Tipos de estudio y métodos de investigación. <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>
- Vullo, D. (diciembre, de 2003). Microorganismos y metales pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente. *Química Viva*, 93-104.
- Zambrano, R. (2016). Período reproductivo de *Ucides occidentalis* en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. https://www.researchgate.net/publication/321478295_Periodo_reproductivo_de_Ucides_occidentalis_en_el_Golfo_de_Guayaquil_Ecuador
- Zambrano, R., y Meiners, C. (2018). Notas sobre taxonomía, biología y pesquería de *Ucides occidentalis* (Brachyura: Ocypodidae) con énfasis en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. Scielo: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332018000100009
- Zambrano, R., García, A., y Cedeño, I. (2019). Lineamientos pesqueros basados en derechos de acceso para el recurso cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) referentes a la Asociación de Cangrejeros y Pescadores de 6 de Julio. https://www.proyectomarinocostero.com.ec/wp-content/uploads/2020/06/Producto-3-MBD_6-de-Julio.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de observación



FICHA DE OBSERVACIÓN

Nombre de la reserva:	Refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas
Nombre de los observadores:	Luis Carlos Urdánigo Mendoza Kelly Estefanía Zambrano Alcívar

Objetivo: Observar e identificar los aspectos generales de la Isla Corazón.

No.	ASPECTOS	SI	NO	TALVEZ	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Anexo 2. Entrevista dirigida a los pescadores de la Isla Corazón.



ENTREVISTA

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 qué lugares de la isla se pescan?	
3	¿En cuántos lugares se pesca el cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
4	<p>¿Cuál es el rango de profundidad que se pesca el cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?</p> <ul style="list-style-type: none"> • De 0,50 a 1 metro • De 1 metro a 2 metros • Mayor a 2 metros 	
5	¿Cuál es el periodo de veda del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
6	¿En qué fecha se pesca el cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
7	¿Cuál es el tamaño permitido para la pesca del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
8	¿En qué horario se desarrolla la pesca del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
9	¿En qué consiste el método de recolección del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
10	¿Cuál es el organismo que regula la extracción de cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>) en la Isla?	
11	¿A qué amenazas se ha expuesto la actividad de recolección del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	

12	¿Considera usted que las características ambientales como temperatura, humedad o lluvia afecten la pesca del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
13	¿Se han realizado estudios de metales en el cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
14	¿Cuántas personas se dedican a la pesca del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
15	¿Cuál es la cantidad mensual de captura de cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
16	¿En qué lugar se comercializa el cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>) de la Isla Corazón?	
17	¿Cuántos días a la semana y en qué tiempo realizan la pesca del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
18	¿Qué costo tiene el ciento del cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)?	
19	¿En los últimos años cuales han sido las actividades que han podido contaminar la isla?	
20	¿Pertenece usted a alguna asociación como pescadores?	

Anexo 3. Permiso ambiental



Ministerio del Ambiente, Agua
y Transición Ecológica

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCION DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLOGICA No. 1356

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

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

2.- CÓDIGO

MAAE-ARSFC-2021-1356

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2021-06-17	2021-12-17

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
1317986956	ZAMBRANO ALCIVAR KELLY ESTEFANIA	Ecuatoriana	No posee	Estudiante	Malacostraca

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

Nombre del Proyecto: Concentración de metales pesados en el cangrejo rojo *Ucides occidentalis* del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón cantón Sucre-Manabí


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

Evaluar la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el cangrejo rojo (<i>Ucides Occidentalis</i>) del refugio de vida silvestre Isla Corazón como un indicador de contaminación antropogénica.
Comparar los resultados con la normativa nacional e internacional vigente para la verificación de su cumplimiento.
Determinar la concentración de metales pesados (Pb, Hg y Cd) en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (<i>Ucides Occidentalis</i>).
Establecer la zona de muestreo del cangrejo rojo (<i>Ucides Occidentalis</i>) en el refugio de vida silvestre Isla Corazón como indicador de contaminación antropogénica.

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	NA

9.- INFORMACIÓN DE LAS ESPECIES A RECOLECTAR

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	TIPO MUESTRA	N° MUESTRA	N° LOTE
Malacostraca	Decapoda	NA	NA	NA	Hepatopáncreas	30	

10.- METODOLOGÍA APLICADA EN CAMPO

FASE DE RECOLECCIÓN:	Los cangrejos rojos (<i>Ucides occidentalis</i>), serán recolectados mediante la captura artesanal pesquera, en la cual se emplean ganchos de hierro para facilitar el trabajo. Se realizará un muestreo de 10 cangrejos mensual de tipo aleatorio simple, y se usarán aquellas especies con un tamaño del área cefalotorácica mayor a 5 cm (Ayala et al., 2015). La talla mínima del cangrejo rojo será de 7,5 cm de ancho de cefalotórax (Instituto Nacional de Pesca (INP), 2014). Una vez recolectados, se procederá a colocarlos en sacos previamente agujerados para trasladarlos al laboratorio Agroindustrial de la ESPAM MFL.
FASE DE PRESERVACIÓN:	Luego de ser transportadas al laboratorio, se procede a lavar las muestras y a realizar una disección para extraer el hepatopáncreas. Para proceder con esta práctica, se usarán tijeras quirúrgicas separar el caparazón de la especie y poder sacar el órgano para el estudio del crustáceo. Luego de haber procesado los 10 cangrejos, y extraído el hepatopáncreas de cada uno de ellos, se procederá a conservar cada muestra en fundas ziploc previamente rotuladas; estas muestras se conservarán a una temperatura de 4 °C en una hielera, para ser enviados al laboratorio de la Universidad De Las Américas (UDLA).

11. METODOLOGIA APLICADA EN LABORATORIO

MÉTODOS EMPLEADOS EN EL LABORATORIO:	Técnica: ICP-OES (Plasma inductivo acoplado) Método EPA 3015 ^a y EPA 3051
---	--

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



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

Grupo Biológico a Recolectar	Descripción	Tipo de Equipamiento
Malacostraca	PAPEL ALUMINIO, FUNDAS ZIPLOC, TIJERAS, NAVAJA, ETIQUETAS, ROTULADORES, CAJAS DE CARTON, LIBRETA DE CAMPO	Material en Campo

13.- COLECCIONES NACIONALES DEPOSITARIAS DEL MATERIAL BIOLÓGICO

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

14.- RESULTADOS ESPERADOS

Se encontrará en el hepatopáncreas del cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*) concentraciones de metales pesados, como un indicador de contaminación antropogénica.

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

METAS	DESCRIPCIÓN
Resultado02.08Ecuador aprovecha de manera sostenible los recursos marino-costeros y dulceacuicolas en los niveles industrial, artesanal y de subsistencia, para garantizar la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de la actividad dentro de límites ecológicos seguros.	Concientizar a las personas para un buen manejo sostenible de los recursos naturales y mitigar la contaminación en zonas circundantes a la isla para reducir el impacto producido por las actividades antropogénicas en la presencia de especies.

DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES

1. Solicitud de: **ZAMBRANO ALCIVAR KELLY ESTEFANIA**
2. Institución Nacional Científica : **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**
3. Fecha de entrega del informe final o preliminar: **2021/12/02**
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.

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 **ZAMBRANO ALCIVAR KELLY ESTEFANIA.**



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

DIRECTOR DE BIODIVERSIDAD
LAGLA CHIMBA BYRON ADRIAN
2021-07-29

Anexo 4. Resultados del 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"> • 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 MERCURIO: 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. ESTÁNDAR MERCURIO: Mercury Standard para ICP, TraceCERT®, Marca: SIGMA-ALDRICH; Código: 102001160; Fecha de expiración: Abril/2022. 		

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.

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.C. Informe de servicios de ensayo (pág. 3).



Método de análisis	Fecha de análisis	Fecha de obtención de resultados
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	25.05.2021	26.05.2021
<ul style="list-style-type: none"> • 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, <i>TraceCERT</i>®, 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 utensillos 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) 3981000 ext. 2384
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 Geneveva 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:	Genoveva 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	7952,623	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	2957,968	ND	ND	6827,198
Hepatopáncreas Cangrejo rojo 9	Muestra 9	Hept-CA9	0.5328	1.611	7378,894	47,118	6786,515	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	3235,120	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	29863,407	1.898	ND	6186,747
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	9813,709
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
Tejido blanco Ostra 1	Muestra 1	TEJB-OS1	0,5348	50 mL	0,024
Tejido blanco Ostra 2	Muestra 2	TEJB-OS2	0,5223	50 mL	0,024
Tejido blanco Ostra 3	Muestra 3	TEJB-OS3	0,5203	50 mL	0,022
Tejido blanco Ostra 4	Muestra 4	TEJB-OS4	0,5368	50 mL	0,017
Tejido blanco Ostra 5	Muestra 5	TEJB-OS5	0,5422	50 mL	0,018
Tejido blanco Ostra 6	Muestra 6	TEJB-OS6	0,5307	50 mL	0,015
Tejido blanco Ostra 7	Muestra 7	TEJB-OS7	0,5290	50 mL	0,014
Tejido blanco Ostra 8	Muestra 8	TEJB-OS8	0,5241	50 mL	0,014
Tejido blanco Ostra 9	Muestra 9	TEJB-OS9	0,5298	50 mL	0,008
Tejido blanco Ostra 10	Muestra 10	TEJB-OS10	0,5258	50 mL	0,011
SEDIMENTO 1	Muestra 1 punto de muestreo 1	SED-1	0,5364	50 mL	ND
SEDIMENTO 2	Muestra 1 punto de muestreo 2	SED-2	0,5332	50 mL	ND
SEDIMENTO 3	Muestra 1 punto de muestreo 3	SED-3	0,5165	50 mL	ND
SEDIMENTO 4	Muestra 1 punto de muestreo 4	SED-4	0,5183	50 mL	ND
SEDIMENTO 5	Muestra 1 punto de muestreo 5	SED-5	0,5416	50 mL	ND

Anexo 5. Registro fotográfico.



Anexo 5 A. Visita a la Isla Corazón.



Anexo 5 B. Reconocimiento de la zona de estudio.



Anexo 5 C. Recorrido por la zona de estudio.



Anexo 5 D. Georreferenciación del área de estudio.



Anexo 5 E. Recolección del cangrejo rojo.



Anexo 5 F. Especímenes de cangrejo rojo.



Anexo 5 G. Disección del cangrejo rojo.



Anexo 5 H. Extracción del hepatopáncreas.



Anexo 5 I. Rotulación y empaque de las muestras.



Anexo 5 J. Conservación de las muestras.



Anexo 5 K. Medición de parámetros fisicoquímicos en agua.



Anexo 5 L. Medición de parámetros fisicoquímicos en sedimento.



Anexo 5 M. Minga en la zona de captura del cangrejo rojo.



Anexo 5 N. Residuos sólidos en la zona de captura del cangrejo rojo.