



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE Cu, Co, Cd, Pb y As, EN SEDIMENTOS  
SUPERFICIALES MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN  
ATÓMICA Y DIVERSIDAD DE *Anadara tuberculosa* Y *Cardisoma crassum*, EN TRES  
SECTORES DE LOS MANGLARES DEL ESTUARIO DEL RÍO COJIMÍES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
título de Ingenieras Ambientales

**AUTORAS: VERÓNICA ELIZABETH LIVE MONCAYO**

**DENNISSE VANESSA LEONES AGUA**

**TUTOR: EDWIN FABIÁN BERSOSA VACA**

Quito - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Nosotras, Verónica Elizabeth Live Moncayo con documento de identificación N° 1721879904 y Dennisse Vanessa Leones Agua, con documento de identificación N° 1723071153; manifestamos que:

Somos las autoras y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 26 de septiembre del año 2022

Atentamente,



.....  
Verónica Elizabeth Live Moncayo  
1721879904



.....  
Dennisse Vanessa Leones Agua  
1723071153

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotras, Verónica Elizabeth Live Moncayo con documento de identificación No.1721879904 y Dennisse Vanessa Leones Agua, con documento de identificación No. 1723071153, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autoras del Trabajo Experimental: “Evaluación de la Presencia de Cu, Co, Cd, Pb y As, en Sedimentos Superficiales Mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica y Diversidad de *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum*, en tres sectores de los manglares del Estuario del Río Cojimíes”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieras Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de septiembre del año 2022

Atentamente,



.....  
Verónica Elizabeth Live Moncayo  
1721879904



.....  
Dennisse Vanessa Leones Agua  
1723071153

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Fabián Bersosa Vaca con documento de identificación No 1709204141, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE LA PRESENCIA DE Cu, Co, Cd, Pb y As, EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA Y DIVERSIDAD DE *Anadara tuberculosa* Y *Cardisoma crassum*, EN TRES SECTORES DE LOS MANGLARES DEL ESTUARIO DEL RÍO COJIMÍES, realizado por Verónica Elizabeth Live Moncayo con documento de identificación N° 1721879904 y por Dennisse Vanessa Leones Agua con documento de identificación N° 1723071153, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción del Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de septiembre del año 2022

Atentamente.



.....  
Dr. Edwin Fabián Bersosa Vaca M.Sc.  
1709204141

## DEDICATORIA

Desde lo más profundo de mi corazón.

A Dios, mi padre celestial quien me da la fortaleza y siempre me acompaña en la vida otorgándome su bendición, vida y salud.

A mis maravillosos padres Richard Live y María Eugenia Moncayo que con su arduo esfuerzo y sacrificio me ayudaron a lo largo de mi trayecto estudiantil con la finalidad de darme un título, su gran amor, apoyo moral, físico, sentimental y económico, el tener confianza en mí y darme sus palabras de motivación “sí se puede mi hija, usted es capaz y tenga fe que todo saldrá bien con la bendición de Dios” pero lo más importante son quienes me enseñaron amar a Dios y formaron a la persona que soy hoy en día, solo me queda decir que Dios les pague. Los amo mucho.

A mi hermano Santiago que a pesar de tener nuestras diferencias siempre para ayudarme cuando más lo necesito. Te quiero mucho

A mis grandes maestros con los que estaré muy agradecida M.Sc. Edwin Arias, M.Sc. Diana García, M.Sc. Freddy Cuarán, Ing. Renato Sánchez, Ing. Miguel Araque, Fisc. Ángel Calzadilla y a la Dra. Karina Pazmiño, quienes no solo fueron mis maestros sino los considero personas muy especiales en mi vida, quienes supieron dejar huella en mi corazón y darme consejos y lecciones de vida y, sobre todo, sus conocimientos.

Para mis grandes y queridos amigos a quienes Dios puso en mi camino y pude conocerlos, con los cuales tuve la dicha de compartir alegrías y tristezas durante estos cinco años. Siempre recordaré los momentos únicos y divertidos que vivimos.

Jonathan Chuqui, quien siempre estuvo presto con su gran apoyo incondicional compartiendo su tiempo y conocimiento conmigo sin esperar nada a cambio y siempre invitándome a no rendirme y levantar mi estado de ánimo “Tú mismo”. Infinitamente gracias, Jona por estar siempre.

A Pamela Cajas, José Luis Córdor, Mariana Luna (우린 빛 나 고 있네) y Dennisse Leonesor estar en las buenas y en las malas.

Gracias, chicos a cada uno de ustedes por su gran amistad, son mi gran familia de almas, quienes me brindan su apoyo incondicional y la conexión va más allá de la sangre o la raza.

*Verónica Elizabeth Live Moncayo.*

Dedicó este trabajo a mis padres Fabian Suntaxi y María Agua, quienes, desde el principio confiaron en mí, dándome su apoyo y fuerza para poder seguir adelante con consejos útiles para mi crecimiento personal y profesional además de su constante sacrificio.

A mis hermanos Juan Suntaxi y Paola Suntaxi por su apoyo incondicional, motivándome a superarme en cada etapa de mi vida.

A mi tía Alicia Agua por compartir conmigo y Ashley Guadamud por su amor y cariño. “Una al lado de la otra, o, a kilómetros de distancia unidas por el corazón”.

A mi compañera de tesis, Verónica Live, quien en este arduo camino se convirtió en una gran amiga. Finalmente podemos decir que, “Lo logramos”.

A Pablo Sáenz quien con sus consejos, enseñanzas y correcciones me ayudó a tomar decisiones correctas para permitirme avanzar día a día.

A Ángel Ruiz quien me ha guiado siempre y con quien comparto gratos recuerdos. “Los hermanos de sangre los trae el destino”.

Un agradecimiento especial a Jonathan Chuqui, por animarme en mis malos momentos, ser un gran amigo y ayudarme en el transcurso de este trabajo.

A José Condor por siempre estar para mí y en quien puedo confiar en tiempos difíciles.

A Jaime Andrango por tu apoyo, siendo evidente de mi progreso y mi motivación.

A mis amigos incondicionales con quienes comencé y culmine mi etapa universitaria: Cristian M, Alex H, Bryan C, Bryan V, Jessica P, Josselyn T.

A mis amigos del “ITSY”: Cristian G, Adrian P, Christopher M, Guillermo M y Carolina H, quienes han llegado a convertirse en parte importante de mi vida y alentándome a lograr mis triunfos.

***Dennisse Vanessa Leones Agua***

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos primeramente a Dios quien nos ha protegido en nuestro camino y formación profesional dándonos fuerza para cada día no darnos por vencidas y poder culminar con esta etapa importante en nuestras vidas.

A la Universidad Politécnica Salesiana y su planta docente de la carrera de Ingeniería Ambiental quienes fueron los encargados de encaminarnos en nuestra formación académica para poder llegar a ser excelentes profesionales y desempeñarnos adecuadamente en el ámbito laboral.

A nuestro tutor de tesis, Dr. Edwin Fabian Bersosa Vaca, quien nos ayudó, apoyó y guio con la realización de nuestro trabajo experimental y poder así culminar con éxito nuestra educación profesional, además de dedicarnos su tiempo para aclarar nuestras inquietudes.

Al Bioq. Carlos Ulloa, Ing. Renato Sánchez, Ing. Víctor Rueda, Ing. Carlos Vélez por la orientación, guianza y herramientas brindadas en la etapa de investigación.

Agradecimiento especial al señor Rafael Fuentes quien nos ayudó con gran predisposición, alegría y amabilidad en la recolección de conchas y cangrejos y a su vez nos compartió sus conocimientos sobre el arte de pesca artesanal y al señor Medardo con su lanchita “Mi Ecuador” quien nos brindó una mano amiga llevándonos a los hermosos manglares del Estuario del Río Cojimíes.

A nuestros grandes amigos Jonathan C, José Luis C, Jaime A, quienes nos ayudaron y brindaron sus conocimientos y apoyo incondicional en todo momento.

**Verónica Elizabeth Live Moncayo**

**Dennisse Vanessa Leones Agua**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xx</b>
<b>1.INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Problema.....	1
1.2. Delimitación .....	2
1.3. Pregunta de investigación.....	3
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Hipótesis.....	4
1.5.1. Hipótesis nula .....	4
1.5.2. Hipótesis alternativa .....	4
1.5.3. Variables de interés .....	4
1.5.4. Variable de categorización .....	4
<b>2.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Sedimentos .....	5
2.1.1. Fuente de los sedimentos .....	5
2.1.1.1. Naturales.....	5
2.1.1.2. Artificiales .....	5
2.2. Diversidad y abundancia .....	6
2.2.1. Generalidades de los moluscos.....	6
2.2.1.1. <i>Anadara tuberculosa</i> .....	8
2.2.2. Generalidades de los crustáceos .....	9
2.2.2.1. <i>Cardisoma crassum</i> .....	9
2.2.2.1.1. Diferencia entre macho y hembra.....	10
2.2.2.2. <i>Técnica de recolección</i> .....	11
2.2.2.2.1. Braceado.....	11
2.2.3. Manglares .....	11
2.2.3.1. Importancia de los manglares. ....	11
2.2. Metales pesados.....	12
2.3.1. Importancia de los metales pesados.....	12

2.3.2. Generalidades de los metales pesados .....	13
2.3.2.1. Origen .....	13
2.3.2.2. Toxicidad .....	13
2.3.2.3. Bioacumulación .....	13
2.3.3. Metales pesados como objetos de estudio .....	14
2.3.3.1. Cobre (Cu) .....	14
2.3.3.2. Cobalto (Co) .....	14
2.3.3.3. Cadmio (Cd) .....	15
2.3.3.4. Plomo (Pb) .....	15
2.3.3.5. Arsénico (As) .....	16
2.3.4. Detección de metales pesados .....	16
2.3.4. 1.Preparación de la muestra .....	16
2.3.4.1.1. Método de cuarteo .....	16
2.3.4.1.2. Secado .....	17
2.3.4.1.3. Tamizado .....	17
2.3.4.1.4. Digestión de la muestra .....	17
2.3.5. Métodos para la extracción de metales pesados .....	18
2.3.5.1. Espectrofotometría de absorción atómica .....	18
2.3.5.2. Espectrofotometría de emisión atómica .....	18
2.3.5.3. Fluorescencia de rayos x por reflexión total .....	18
2.3.5.4. Biosensor Óptico Basado en Sol-Gel y fluorescencia .....	18
2.3.6. Tipos de productos químicos usados en camaroneras .....	19
2.4. Marco Legal .....	20
2.4.1. Constitución del Ecuador .....	20
Capítulo segundo derechos del buen vivir .....	20
Sección segunda Ambiente sano Art. 14 .....	20
Capítulo segundo biodiversidad y recursos naturales .....	20
Sección tercera - Patrimonio natural y ecosistemas Art. 406 .....	20
Capítulo séptimo derechos de la naturaleza .....	20
Art 72 .....	20
Art 73 .....	21
2.4.2. Tratados y Convenios .....	21
2.4.2.1. Convenio de RAMSAR .....	21
2.4.2.2. Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB) .....	21
2.4.3. Código Orgánico Ambiental (COA) .....	21
Capítulo primero objeto, ámbito y fines .....	21
Art. 3 - Numeral 4 .....	21
Título II de los derechos, deberes y principios ambientales .....	22
Art. 5 - Numeral 2 .....	22
2.4.4. Código Orgánico Integral Penal (COIP) .....	22

Capítulo cuarto delitos contra el ambiente y la naturaleza o pacha mama .....	22
Sección tercera - Delitos contra la gestión ambiental Art. 254 .....	22
Sección cuarta - Disposiciones comunes Art. 257 .....	22
Sección cuarta - Disposiciones comunes Art. 258 .....	23
2.4.5. Normativa Límites máximos permisibles en suelos y sedimentos .....	23
<b>3.MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1. Materiales .....	26
3.1.1. Materiales de campo .....	26
3.1.2. Materiales de laboratorio .....	26
3.1.3. Equipos de laboratorio .....	27
3.1.4. Reactivos químicos.....	27
3.2. Metodología de campo .....	28
3.2.1. Área de estudio .....	28
3.2.2. Georreferenciación .....	30
3.2.3. Sedimentos.....	31
3.2.3.1. Método de cuadrícula. ....	31
3.2.3.2. Puntos de muestreo.....	32
3.2.3.3. Recolección de muestras .....	34
3.2.3.4. Transporte de muestras .....	35
3.2.4. Diversidad.....	38
3.2.4.1. Método para el índice de abundancia .....	38
3.2.4.1.1. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) .....	38
3.2.5. Entrevistas .....	40
3.3. Metodología de laboratorio .....	42
3.3.1. Limpieza de materiales .....	42
3.3.2. Preparación de muestras .....	42
3.3.2.1. Método de cuarteo .....	43
3.3.2.2. Secado .....	44
3.3.2.3. Tamizado y molienda .....	44
3.3.3. Digestión de muestras.....	45
3.3.4. Espectrofotometría de absorción atómica.....	45
3.4. Diseño.....	47
3.4.1. Diseño experimental .....	47
3.4.2. Diseño estadístico .....	48
3.4.2.1. Sedimentos .....	48
3.4.2.2. Diversidad y abundancia .....	48
<b>4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>49</b>
4.1. Sedimentos .....	49

4.1.1. Determinación de Cobre (Cu).....	51
4.1.1.1. Determinación de cobre en sedimentos. ....	51
4.1.2. Determinación de Cobalto (Co).....	53
4.1.2.1. Determinación de cobalto en sedimentos. ....	53
4.1.3. Determinación de Cadmio (Cd).....	57
4.1.3.1. Determinación de cadmio en sedimentos ....	57
4.1.4. Determinación de Plomo (Pb) .....	58
4.1.4.1. Determinación de plomo en <i>sedimentos</i> .....	58
4.1.5. Determinación de Arsénico (As) .....	59
4.1.5.1. Determinación de arsénico en <i>sedimentos</i> .....	59
4.2. Discusión .....	61
4.3. Comparación con los límites permisibles.....	62
4.4. Diversidad .....	63
4.4.1. Cangrejo.....	63
4.4.2. Concha.....	64
4.4.3. Relación de la concentración de metales pesados con el análisis de la diversidad	65
4.5. Entrevistas .....	67
4.5.1. ¿Hace 10 años atrás usted cuántas conchas prietas recolectaba por día? .....	67
4.5.2. ¿Cuántas conchas prietas usted recolecta en la actualidad?.....	68
4.5.3. ¿Hace 10 años atrás usted cuántos cangrejos azules recolectaba en una jornada de trabajo? .....	69
4.5.4. ¿Cuántos cangrejos azules usted recolecta en una jornada de trabajo en la actualidad? .....	69
4.5.5. ¿Qué tipo de concha es la que más se captura? .....	70
4.5.6. ¿Qué especie de cangrejo es la que más se captura? .....	71
4.5.7. ¿Según usted qué tipo de concha se comercializa más? .....	71
4.5.8. ¿Qué especie considera usted que tiene mayor importancia económica?.....	72
4.5.9. ¿En qué año tuvo mayor dificultad para comercializar la concha prieta y el cangrejo azul por falta de estos recursos en los manglares?.....	73
4.5.10. En los últimos 6 meses ¿Cómo considera su situación económica en su familia respecto a la captura y venta de los especímenes?.....	74
4.5.11. ¿Estaría dispuesto como comercializador a que se le lleve un control de las especies capturadas mensualmente? .....	74
4.5.12. ¿Cómo considera usted que los pobladores conocen sobre la falta de recursos de concha prieta y cangrejo azul?.....	75
4.5.13. ¿A través de que medio se realiza el proceso de comercialización de conchas y cangrejo?.....	76
4.5.14. ¿Considera usted que las vedas de tallaje de la concha prieta establecidas por el gobierno en base al Acuerdo N°149 son respetados por las personas que laboran en el ámbito de la pesca artesanal? .....	77

4.5.15.¿Considera usted que las del cangrejo azul establecidas por el gobierno de acuerdo con el calendario de vedas en el Ecuador son respetados por las personas que laboran en el ámbito de la pesca artesanal?.....	78
4.5.16.¿Conoce usted que el tallaje de la concha prieta para su captura debe ser de 4,5 centímetros o más? .....	78
4.5.17.¿Conoce usted sobre por qué se dan las vedas para la especie de concha prieta y cangrejo azul? .....	79
4.5.18.¿Cuántos períodos de veda cree usted que existe para el cangrejo?.....	80
4.5.19.¿Se lleva algún registro de la diversidad y abundancia correspondiente a las especies Anadara tuberculosa (Concha prieta) y Cardisoma crassum (Cangrejo azul)? .....	80
4.5.20.¿Considera usted que se debería realizar un control periódico de la concha prieta y cangrejo azul en los diferentes establecimientos de venta para confirmar que se están respetando las vedas de tallaje de las especies? .....	81
4.5.21.¿Alguna vez a realizado algún tipo de denuncia referente a contaminación en los manglares o incumplimiento de las vedas por parte de los pescadores? .....	82
<b>5.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>83</b>
5.1. Conclusiones .....	83
5.2. Recomendaciones .....	84
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>85</b>
<b>7.ANEXOS .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Tipos de Moluscos</i> .....	7
Tabla 2 <i>Sanciones establecidas en el Código Orgánico Integral Penal (COIP)</i> .....	23
Tabla 3 <i>Límites para Metales en Suelo y Sedimentos Establecidos por la Norma Ecuatoriana (AM 097 A, 2015), canadiense CEQG), y Niveles de Fondo de Referencia para Estados Unidos (NOAA, 1999)</i> .....	23
Tabla 4 <i>Materiales de Campo</i> .....	26
Tabla 5 <i>Materiales de Laboratorio</i> .....	26
Tabla 6 <i>Equipos de Laboratorio</i> .....	27
Tabla 7 <i>Reactivos Químicos</i> .....	27
Tabla 8 <i>Estuario del Río Cojimíes</i> .....	29
Tabla 9 <i>Georreferenciación de los Sitios de Muestreo</i> .....	30
Tabla 10 <i>Puntos de Muestreo</i> .....	32
Tabla 11 <i>Codificación para la identificación de las muestras recolectadas</i> .....	36
Tabla 12 <i>Nivel de Confianza Deseado (Z)</i> .....	41
Tabla 13 <i>Dato Poblacional de Acuerdo con el Censo 2010</i> .....	41
Tabla 14 <i>Muestra Poblacional</i> .....	42
Tabla 15 <i>Coordenadas UTM de los Sitios Entrevistados</i> .....	42
Tabla 16 <i>Condiciones para la Preservación de Muestras en Sedimentos</i> .....	45
Tabla 17 <i>Límites de Detección y Rangos Óptimos de Concentración de Elementos para la Determinación por Espectrofotometría de Absorción Atómica en Llama</i> .....	46
Tabla 18 <i>Diseño Estadístico sedimentos</i> .....	48
Tabla 19 <i>Diseño Estadístico para la Especie Anadara tuberculosa y Cardisoma crassum</i> ...	48
Tabla 20 <i>Concentración de Metales Pesados en Sedimentos</i> .....	50
Tabla 21 <i>Análisis de Varianza del Concentración de Cobre en Sedimentos</i> .....	52
Tabla 22 <i>Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Concentración de Cobre en Sedimentos entre grupos</i> .....	52
Tabla 23 <i>Análisis de Varianza de la Concentración de Cobalto en Sedimentos</i> .....	55
Tabla 24 <i>Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre la Concentración de Cobalto entre grupos</i> .....	55
Tabla 25 <i>Análisis de Varianza del Contenido de Arsénico en Sedimentos</i> .....	60
Tabla 26 <i>Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Contenido de Arsénico</i> .....	60

Tabla 27 <i>Diversidad en los Sitios de Estudio Especie Cardisoma crassum</i> .....	63
Tabla 28 <i>Resumen del Análisis de la Captura por Unidad de Esfuerzo en la Especie Cardisoma crassum</i> .....	64
Tabla 29 <i>Abundancia en los Sitios de Estudio Especie Anadara Tuberculosa</i> .....	64
Tabla 30 <i>Resumen del Análisis de la Captura por Unidad de Esfuerzo en la Especie Anadara Tuberculosa</i> .....	64
Tabla 31 <i>Análisis de Varianza del la Diversidad de la Especie Anadara tuberculosa</i> .....	66
Tabla 32 <i>Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Contenido de la Diversidad de la Especie Anadara tuberculosa</i> .....	66
Tabla 33 <i>Análisis de Varianza del la Diversidad de la Especie Cardisoma crasum</i> .....	66
Tabla 34 <i>Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Contenido de la Diversidad de la Especie Cardisoma</i> .....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Anadara Tuberculosa</i> .....	8
Figura 2 <i>Morfología Cardisoma crassum</i> .....	10
Figura 3 <i>Diferencia entre macho y hembra</i> .....	11
Figura 4 <i>Estuario del Río Cojimés</i> .....	29
Figura 5 <i>Sectores de Entrevistas en la Zona de Estudio</i> .....	30
Figura 6 <i>Delimitación del Área de Estudio y Toma de Coordenadas</i> .....	31
Figura 7 <i>Toma de Coordenadas de Sedimentos del Manglar</i> .....	33
Figura 8 <i>Sectores de Muestreo en la Zona de Estudio</i> .....	33
Figura 9 <i>Recolección Muestra de Sedimentos de Manglar</i> .....	34
Figura 10 <i>Distribución de los Puntos de Muestreo</i> .....	34
Figura 11 <i>Cadena de Custodia – Muestras en Fundas Ziploc</i> .....	35
Figura 12 <i>Cadena de Custodia – Transporte de Muestras</i> .....	36
Figura 13 <i>Recolección y Captura de Especimen de Anadara tuberculosa (Concha negra)</i> ...	38
Figura 14 <i>Captura de Cangrejos - Método Braceado</i> .....	39
Figura 15 <i>Recoleccion de especimenes de Cardisoma crassum</i> .....	39
Figura 16 <i>Fórmula muestra poblacional</i> .....	40
Figura 17 <i>Método de cuarteo</i> .....	43
Figura 18 <i>Método de Cuarteo para la Selección de la Muestra</i> .....	44
Figura 19 <i>Peso de la Muestra</i> .....	44
Figura 20 <i>Curva de Calibración (Espectrofotometría de Absorción Atómica)</i> .....	46
Figura 21 <i>Resumen de la concentración de metales pesados en los tres sitios del estudio</i> ....	49
Figura 22 <i>Boxplot de la Concentración de Cobre en los Tres Sectores</i> .....	51
<b>Figura 23</b> <i>Grafica de la Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Concentración de Cobre en Sedimentos entre grupos</i> .....	53
Figura 24 <i>Boxplot de la Concentración de Cobalto en los Tres Sectores</i> .....	54
<b>Figura 25</b> <i>Grafica de la Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre la Concentración de Cobalto entre grupos</i> .....	56
Figura 26 <i>Diagrama de Barras de la Concentración de Cadmio en los Tres Sectores</i> .....	57
Figura 27 <i>Boxplot de la Concentración de Plomo en los Tres Sectores</i> .....	58
Figura 28 <i>Boxplot de la Concentración de Arsénico en los Tres Sectores</i> .....	59

<b>Figura 29</b> <i>Grafica de la Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Contenido de Arsénico entre grupos</i> .....	61
Figura 31 <i>Resumen del Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles</i> .....	62
<b>Figura 32</b> <i>Relación de la concentración de los metales pesados con el análisis de la diversidad</i> .....	65
<b>Figura 30</b> <i>Camaronera en sector de Pedro Carbo</i> .....	65
Figura 37 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 1 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	67
Figura 38 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 2 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	68
Figura 39 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 3 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	69
Figura 40 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 4 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	69
Figura 41 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 5 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	70
Figura 42 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 6 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	71
Figura 43 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 7 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	71
Figura 44 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 8 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	72
Figura 45 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 9 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	73
Figura 46 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 10 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	74
Figura 47 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 11 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	74
Figura 48 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 12 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	75
Figura 49 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 13 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	76
Figura 50 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 14 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	77
Figura 51 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 15 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	78
Figura 52 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 16 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	78
Figura 53 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 17 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	79
Figura 54 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 18 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	80
Figura 55 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 19 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	80
Figura 56 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 20 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	81
Figura 57 <i>Diagrama de Barras para la Pregunta 21 en los tres Sectores Entrevistados</i> .....	82

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Curva de Calibración (programa GBC SavantAA - Ver 3.2)</i> .....	90
Anexo 2 <i>Formato de la Entrevista Elaborado en Google Forms</i> .....	91
Anexo 3 <i>Proforma del análisis de tres muestras – Espectrofotometría de Absorción Atómica</i> .....	92
Anexo 4 <i>Proforma del análisis de doce muestras – Espectrofotometría de Absorción Atómica</i> .....	93
Anexo 5 <i>Recepción de Tres muestras</i> .....	94
Anexo 6 <i>Recepción de Doce Muestras</i> .....	95
Anexo 7 <i>Informe de Resultados</i> .....	96

## RESUMEN

En el presente trabajo experimental se evaluó la presencia de los metales pesados de Cu, Co, Cd, Pb y As en sedimentos superficiales mediante espectrofotometría de absorción atómica y de la diversidad de *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum* en tres sectores del Estuario del Río Cojimíes para poder conocer si se llega a superar los límites máximos permisibles de contaminación por metales pesados considerando la norma ecuatoriana, canadiense y estadounidense y su relación con la disminución de especies en las zonas de estudio, la línea de investigación empleada en el proyecto fue correlativa y experimental; por este motivo, se realizó el análisis estadístico mediante el programa R Studio, generando un ANOVA al 95%, en cambio para la parte experimental se utilizó la metodología de Espectrofotometría de Absorción Atómica por llama aplicado en 15 muestras compuestas de sedimentos de lodos de manglar; además, se realiza la captura por unidad de esfuerzo de *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum*. Una vez realizado el conteo se puso en libertad a las especies colectadas, además para obtener los datos sobre el aprovechamiento histórico de la concha y el cangrejo azul se realizó entrevistas a los pescadores, comerciantes y personas particulares de los sectores de Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga considerando una muestra poblacional que cuenta con nivel de confianza del 90%. Las entrevistas fueron comparadas con los análisis de los resultados obtenidos demostrando que el Sector de Pedro Carbo es el que recolecta el menor número, obteniendo así 6 especímenes de *Cardisoma crassum* y 40 especímenes de *Anadara tuberculosa* teniendo relación con las concentraciones de los metales pesados en los sedimentos superficiales de manglar se encontraron en mayor concentración en el metal cobre, obteniendo en el sector de Pedro Carbo  $28,228 \frac{mg}{kg}$ , San José de Chamanga con  $20,564 \frac{mg}{kg}$  y Cojimíes con  $12,62 \frac{mg}{kg}$  además basándose en la norma ecuatoriana las concentraciones de As, Cd, Co, Cu y

Pb presentan valores inferiores en los sitios estudiados exceptuando al cobre y cobalto los cuales exceden el límite máximo permisible en el sector de Pedro Carbo con  $3 \left(\frac{mg}{Kg}\right)$  y  $1 \left(\frac{mg}{Kg}\right)$ .

**Palabras claves:** cobre, cobalto, cadmio, plomo, arsénico, espectrofotometría, sedimentos, metales pesados.

## ABSTRACT

The present experimental work evaluated the presence of heavy metals Cu, Co, Cd, Pb and As in surface sediments by means of atomic absorption spectrophotometry and the diversity of *Anadara tuberculosa* and *Cardisoma crassum* in three sectors of the Cojimíes River Estuary in order to find out if the maximum permissible limits of contamination by heavy metals are exceeded, considering the Ecuadorian, Canadian and American standards, and their relationship with the decrease of species in the study areas, The line of research employed in the project was correlative and experimental; For this reason, the statistical analysis was carried out using the R Studio programme, generating an ANOVA at 95%, while the experimental part used the methodology of Atomic Absorption Spectrophotometry by flame applied to 15 samples composed of mangrove sludge sediments; in addition, the capture per unit of effort of *Anadara tuberculosa* and *Cardisoma crassum* was carried out. Once the count had been carried out, the collected species were released. In addition, in order to obtain data on the historical use of conch and blue crab, interviews were conducted with fishermen, traders and private individuals in the sectors of Cojimíes, Pedro Carbo and San José de Chamanga, considering a population sample with a confidence level of 90%. The interviews were compared with the analysis of the results obtained, demonstrating that the Pedro Carbo sector is the one that collects the least number, obtaining 6 specimens of *Cardisoma crassum* and 40 specimens of *Anadara tuberculosa*, having relation with the concentrations of heavy metals in the superficial mangrove sediments, the highest concentration of copper metal was found, In the sector of Pedro Carbo 28.228 mg/kg, San José de Chamanga with 20.564 mg/kg and Cojimíes with 12.62 mg/kg. In addition, based on the Ecuadorian standard, the concentrations of As, Cd, Co, Cu and Pb show lower values in the sites studied, except for copper and cobalt which exceed the maximum permissible limit in the sector of Pedro Carbo with 3 (mg/kg) and 1 (mg/kg).

**Keywords:** copper, cobalt, cadmium, lead, arsenic, spectrophotometry, sediments, heavy metals.

# 1.INTRODUCCIÓN

## 1.1. Problema

En los últimos años los problemas de contaminación han ido en aumento por la producción de desechos mal gestionados, generando la presencia de metales pesados en el medio ambiente y teniendo como consecuencia problemas a la salud, debido a que se bioacumula en los alimentos además estos compuestos se forman con sedimentos en los cuerpos de agua aumentando su concentración y teniendo un mayor impacto en el medio ambiente (Montesdeoca, 2015b).

Los sedimentos de los manglares tienen una composición química que permite la acumulación de diversos contaminantes entre ellos, se consideran los metales pesados que en cantidades elevadas son tóxicos tanto para el medio ambiente como para todo ser vivo y se los encuentra probablemente en su mayoría en actividades industriales, además en esta área se encuentra el hábitat tanto de *Anadara tuberculosa* como del *Cardisoma crassum*, las especies de consumo mayor en la zona costera del Ecuador (Pernia, 2019).

Según un estudio realizado en México los metales pesados que se encuentran en los diferentes sistemas de manglares llegan a causar graves problemas no solo de contaminación si no también el cambio en las cadenas tróficas y en la economía de un país para lo cual realizan un análisis de los mismos en donde obtienen que en los sitios de estudio presenciaron valores fuera del límite permisible especialmente para el Plomo y Níquel considerados como factores que desfavorecen al ecosistema biótica del mangle además se encontró en el sector al momento de muestreo una gran cantidad de basura y un mal olor esto debido a las aguas residuales que desembocan en el manglar (Landerero, 2013).

Según Santana (2020), los metales pesados existentes en los manglares se dan por actividades antrópicas considerando las descargas residuales mal tratadas y actividades de la industria además recopila datos de manglares de zonas de Guayas, El Oro y Manabí para lo cual el estudio revela que, los metales pesados sobrepasan los límites permisibles especialmente en el Cadmio y Mercurio representando un riesgo importante en los ecosistemas de manglares en el país.

Cabe destacar que de acuerdo con (Edmundo et al., 2005) menciona que las fuentes antropogénicas de metales pesados provienen de fertilizantes minerales, plaguicidas, estiércoles y purines, lodos de aguas residuales y por depositación atmosférica. A demás detalla que para el caso de la agricultura es común el uso del guano de pollo y cerdo como abonos orgánicos, los mismos que presentan altas concentraciones de metales pesados.

Una de las industrias que desecha cobre mediante descarga de agua residual es la camaronera, de acuerdo con Lacerda et al (2006) menciona que eventualmente los metales trazas presente en los efluentes de las granjas camaroneras es el metal pesado cobre Cu y este metal es de gran importancia no solo porque se lo encuentra en alimentos acuícolas y otros productos químicos y su toxicidad para el fitoplancton y para los camarones mismos.

Los sitios en estudio que son Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga conforman el Estuario del Río Cojimíes y tienen una gran importancia a nivel económico para las personas que habitan en estas zonas sin embargo en la actualidad se han visto afectados por la escasez de recursos en la especie *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum*.

## **1.2. Delimitación**

El presente estudio se lo realizó en la región costera del Ecuador en tres sectores del Estuario del Río Cojimíes, en donde se evaluará la concentración de metales pesados presentes

en los sedimentos y la diversidad, abundancia de las especies conocidas como concha prieta (*Anadara tuberculosa*) y cangrejo azul (*Cardisoma crassum*).

### **1.3. Pregunta de investigación**

La pregunta de investigación a responder con el estudio es: ¿Cuál es la variación de la diversidad, abundancia de *Cardisoma crassum* y *Anadara tuberculosa* en relación con la concentración de metales pesados de los sedimentos superficiales en los tres sectores del Estuario del Río Cojimíes?

### **1.4. Objetivos**

#### ***1.4.1. Objetivo General***

Evaluar la presencia de Cu, Co, Cd, Pb y As en sedimentos superficiales mediante espectrofotometría de absorción atómica y de la diversidad de *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum*, en tres sectores de los manglares del Estuario del Río Cojimíes.

#### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- 1.** Determinar la diversidad y abundancia en los tres sectores del Estuario del Río Cojimíes.
- 2.** Realizar un análisis de las concentraciones de metales pesados obtenidas frente a la normativa.
- 3.** Evaluar la relación entre la concentración de metales pesados en los sedimentos de las áreas de estudio y la diversidad, abundancia de *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum*.
- 4.** Determinar la percepción de la comunidad del Estuario del Río Cojimíes referente al aprovechamiento histórico de las especies *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum*.

## **1.5. Hipótesis**

### ***1.5.1. Hipótesis nula***

Ho: La concentración de los metales pesados en las áreas de estudio es igual.

### ***1.5.2. Hipótesis alternativa***

Ha: Acumulación de metales pesados en los sedimentos superficiales con respecto al sitio de muestreo.

Ha: La diversidad y abundancia de las especies tienen relación con la concentración de metales pesados de los sedimentos.

### ***1.5.3. Variables de interés***

- Cobre (Cu)
- Cobalto (Co)
- Cadmio (Cd)
- Plomo (Pb)
- Arsénico (As)
- Diversidad y abundancia

### ***1.5.4. Variable de categorización***

VARIABLES DETERMINADAS CON RESPECTO AL SECTOR DE MUESTREO. El trabajo de investigación se llevará a cabo en tres sectores de los manglares del Estuario del Río Cojimíes.

## **2.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Sedimentos**

De acuerdo con García Flores y Maza Álvarez (n.d.) expresan lo siguiente:

Son las partículas procedentes de las rocas o suelos y que son acarreadas por las aguas que escurren y por los vientos. Todos estos materiales, después de cierto acarreo, finalmente son depositados a lo largo de los propios cauces, en los lagos, lagunas, en el mar y en las partes bajas de la cuenca, principalmente en la planicie, lo que da origen a la formación de estas y a su levantamiento (p-5).

#### **2.1.1. Fuente de los sedimentos**

De acuerdo con García Flores y Maza Álvarez (n.d.), mencionan que no es posible mencionar con precisión todas las fuentes que producen los sedimentos que llegan a un río que son acarreados por su corriente.

La fuente principal proviene de los suelos y rocas que se encuentran en su cuenca y el agua y el viento son, en nuestro medio, los principales agentes de erosión y de transporte.

Con respecto a lo anteriormente mencionado, debido a la actividad humana, las fuentes de sedimento pueden clasificarse en naturales y artificiales.

##### **2.1.1.1.Naturales.**

- a. Erosión de la superficie del terreno
- b. Erosión del cauce principal y sus tributarios
- c. Movimientos naturales del terreno

##### **2.1.1.2.Artificiales**

- a. Daño de la vegetación
- b. Obras de infraestructuraa

- c. Minería
- d. Desechos urbanos e industriales

## **2.2. Diversidad y abundancia**

La diversidad se define como un conjunto de varios eventos y procedimientos que son expresados en forma de estado observado es decir que es variable tanto en tiempo como en espacio. Englobando la diversidad de especies se considera la variación y abundancia de diferentes organismos que está habitando en un área determinada y se utiliza en varios estudios este análisis debido a que son más fáciles de detectar y cuantificables directamente en la naturaleza además de presentar una relación entre el número de especies identificadas y las funciones de los ecosistemas de acuerdo con su complejidad (Castro, 2005).

Según (Rodríguez, n.d.), el principal objetivo de estudiar la diversidad es la diferencia que existe en la riqueza de las especies frente a procesos históricos que analizan porque se genera las situaciones de variación, la ecología se centra en los estudios de composición de diferentes especies relacionado con características climáticas, interacciones de nivel biótico.

### **2.2.1. Generalidades de los moluscos**

Son uno de los animales marinos con más antigüedad viviendo más de 600 millones de años y con cientos de especies que se las suele clasificar por su concha es así que se tiene como primer punto a los bivalvos los cuales tienen concha dividida en dos valvas como por ejemplo los ostiones, almejas seguidos por las conchas colmillo que se encuentra en la arena y lodos provenientes del mar siendo una especie no tan conocida, los gasterópodos que se caracterizan por sus dextrorsas como es el caso de los caracoles, los cefalópodos entre ellos el calamar por su rapidez y excelente vista además de ser un recurso pesquero muy importante para la alimentación de las personas en diferentes culturas (Monge, 2003).

Según Jacomé (2007), los moluscos cuentan con características para poder identificarlos entre los cuales se tiene:

1. La cavidad del sistema circulatorio es abierta.
2. El corazón está formado por ventrículos y aurículas
3. Algunos cuentan con una simetría bilateral y sin segmentación
4. Tienen un pie muscular bien desarrollado.

La mayoría de los moluscos han sido utilizados con fines alimenticios desde el comienzo de los hombres primitivos en la época del Paleolítico además de ser de gran importancia arqueológica en la actualidad (Gutierrez, 2003).

A continuación, se detallan los tipos de moluscos existentes.

**Tabla 1**

*Tipos de Moluscos*

<b>Tipos de moluscos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Gasterópodos</b>	La mayoría poseen una sola concha que normalmente es de forma enrollada o en espiral. Dentro de estos tenemos a los caracoles de agua dulce, lapas de agua dulce, caracoles y babosas terrestres
<b>Bivalvos</b>	Están conformados por dos conchas que pueden abrirse o cerrarse. Dentro de este grupo tenemos a las almejas, ostiones, ostras y mejillones
<b>Cefalópodos</b>	Poseen una cabeza prominente y un cerebro bien desarrollado, estas especies pueden cambiar de color, textura, forma corporal y expulsan tinta como técnica de camuflaje. Dentro de estos tenemos al pulpo y calamar
<b>Poliplacóforos</b>	Estas especies son aquellas que contienen muchas valvas, dentro de este grupo tenemos a los chitones conocidos como cochinillas de mar o cucarachas de mar.

**Nota:** La tabla presenta las características según el tipo de molusco

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras (2022), a partir de la información de (Harwood y Wilkin, 2021)

### 2.2.1.1. *Anadara tuberculosa*

La especie es más conocida como concha prieta en la costa ecuatoriana son moluscos bivalvos que habitan en los sustratos lodosos (limos arcillosos) del manglar.

La especie *Anadara tuberculosa* es uno de los recursos naturales que conforman la base principal de la economía de las personas que habitan en la región litoral, siendo este su medio de sustento familiar; por este motivo, este recurso es uno de los más sobreexplotados ocasionando daños irreversibles en los hábitats en donde se encuentra dicha especie.

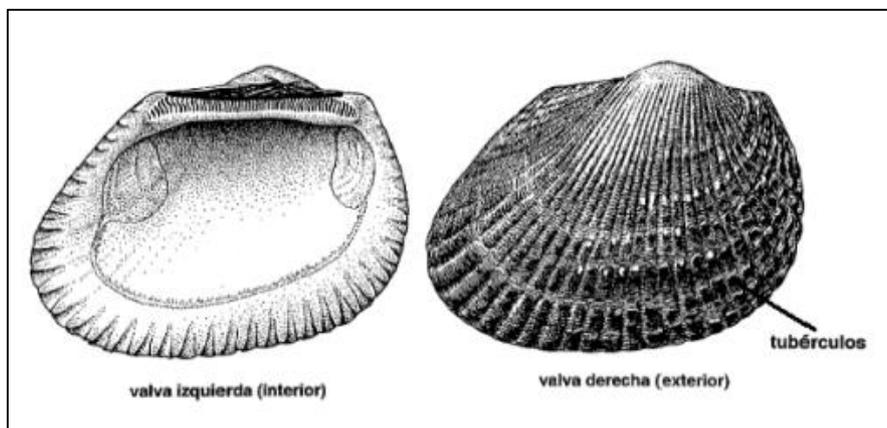
Con respecto a lo anteriormente mencionado, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) se pronunció ante este hecho por medio del Acuerdo N°149.

De acuerdo con (Ministerio de Agricultura y Ganadería, n.d.) expresa que la veda tanto para la especie *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* es sobre la talla mínima de 4,5 centímetros para la extracción, transporte, posesión, procesamiento y comercialización.

Es decir que para la captura de la especie *Anadara tuberculosa* debe cumplir con el requisito del tallaje, este debe ser superior a 4,5 cm o más.

### Figura 1

*Anadara tuberculosa*



**Nota:** Se presentan las características morfológicas de la especie *Anadara tuberculosa*  
**Fuente:** (Padro, 2021).

### **2.2.2. Generalidades de los crustáceos**

Son animales con respiración por branquias endurecido con sales de y además se renueva lo cual le permite crecer, el cuerpo cuenta con 3 partes que es la cefálica, torácica y abdominal .Los crustáceos en la mayoría son unisexuales y la fecundación del óvulo se da en un tiempo prolongado después de la cópula en lo cual las hembras llevan los huevos hasta que eclosionan en larvas las cuales van mudando de piel y terminan su evolución una vez que ya cuenten con todas sus extremidades (Gutierrez, 2003).

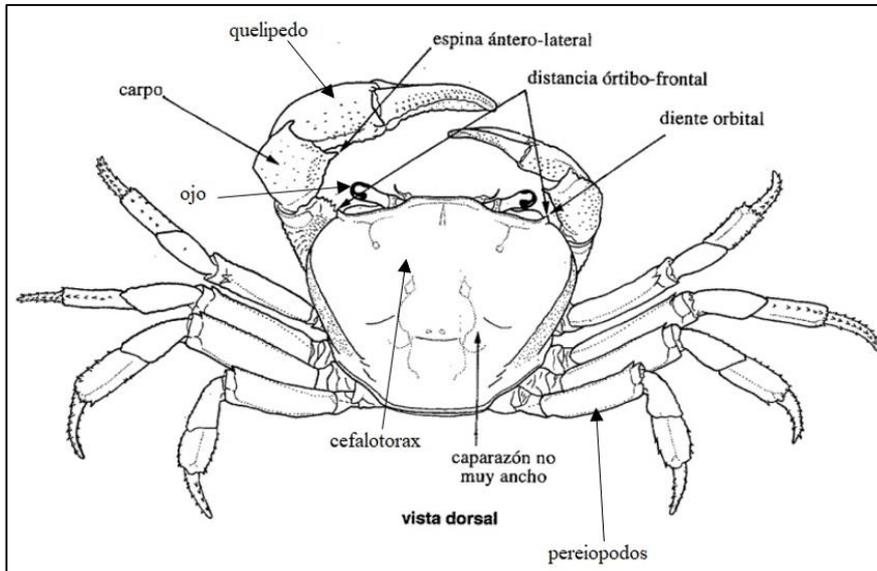
#### **2.2.2.1. *Cardisoma crassum*.**

Esta especie es también conocida como cangrejo azul, pertenece a los crustáceos y se caracteriza por tener el cefalotórax de color azul además no es apto para subsistir sumergido dentro del agua por lo cual vive en madrigueras en forma de jota y la mayor actividad es realizada en la noche, se alimenta de hojas y vegetación adyacente (Quiñonez, 2021).

La reproducción del *Cardisoma crassum* se garantiza y están normadas por la prohibición de actividades de captura con el objetivo de lograr proteger la reproducción de esta especie (Uscocovich-Garcés, 2015).

## Figura 2

### Morfología *Cardisoma crassum*



**Nota:** Se presentan las características morfológicas de la especie *Cardisoma crassum*.

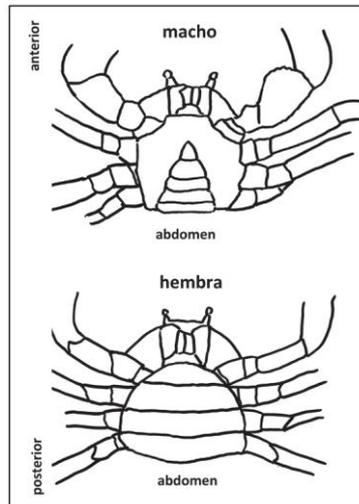
**Fuente:** (Ortíz, 2015)

#### 2.2.2.1.1. Diferencia entre macho y hembra

Según Sven y Jvier2015), menciona que la característica más importante para diferenciar a los especímenes cangrejos según el sexo (macho y hembra) se lo realiza a través de la diferenciación de la forma del abdomen; por lo general el abdomen de los machos es estrecho y puntiagudo, mientras que en las hembras el abdomen es amplio, parecido a una copa, en donde se encuentra una gran cantidad de huevos.

### Figura 3

#### *Diferencia entre macho y hembra*



**Nota:** La principal característica que se identifica para diferenciar entre macho y hembra en la especie *Cardisoma crassum* es la forma del abdomen.

**Fuente:** (Sven y Jvier, 2015)

#### ***2.2.2.2. Técnica de recolección.***

##### ***2.2.2.2.1. Braceado***

Es la introducción del brazo dentro de las madrigueras de los cangrejos hasta lograr la captura de la especie permitiendo la revisión de varias madrigueras diariamente (Vega et al., 2018).

#### ***2.2.3. Manglares***

##### ***2.2.3.1. Importancia de los manglares.***

El ecosistema manglar es considerado entre las cinco unidades ecológicas más productoras del mundo por la convención de humedales RAMSAR.

De acuerdo con FIDES (2014), mencionan que ecológicamente el manglar desempeña funciones importantes que permite un equilibrio natural, tales como:

- Control de inundaciones

- Barrea protectora de las costas debido a que por su dosel alto actúa como una protección contra tormentas y huracanes.
- Filtros purificadores
- Desalinización del agua al momento que ingresa a tierra firme.
- Fuente de materia orgánica
- Estabilización de microclimas
- Zoocría de varias especies, aproximadamente el 70% de los organismos capturados en el mar, llevan a cabo parte de su ciclo de vida en una zona de manglar o laguna costera (p. 8).

## **2.2. Metales pesados**

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo (FACSA, 2017).

### ***2.3.1. Importancia de los metales pesados***

La importancia de considerar la detección de los metales pesados permite que se reduzcan problemas a futuros referentes a temas de salud como es el caso de intoxicaciones agudas y enfermedades crónicas siendo la exposición masiva de los mismos un peligro para las personas y considerando que existen diferentes formas de contaminación como es el caso de aguas subterráneas o mediante una cadena alimentaria. Existen diferentes formas para detectar los niveles de estos oligoelementos considerando uno de los más importantes y efectivos la espectrofotometría ya que permite comprobar en tiempo real el estado del mineral que está en el cuerpo de estudio (Siguenza, 2016).

### **2.3.2. Generalidades de los metales pesados**

#### **2.3.2.1. Origen**

La presencia de los metales pesados se debe por el resultado de la acción natural y la acción antropogénica. La acción natural se origina por la descomposición de la roca madre la cual por procesos meteorológicos se fracciona y llega al sistema acuático, mientras que la acción antropogénica se debe a la presencia de la actividad humana, por medio de esta intervención se ha generado el incremento de concentración de metales pesados en los sistemas acuáticos (Siguenza, 2016).

Algunas de las actividades humanas que generan este incremento son las descargas de aguas residuales industriales que contienen altos niveles de metales pesados, aguas provenientes del proceso de lavado de las piscinas camaroneras, agua contaminada con fertilizantes provenientes de las plantaciones de palmicultura, entre otras (Patiño, 2020).

Estas actividades pueden desencadenar daños irreversibles en los ecosistemas acuáticos y terrestres, dando como resultado la modificación del ciclo biogeoquímico, muerte de las especies y en instancias mayores extinción de estas (Anandón et al., 2015).

#### **2.3.2.2. Toxicidad**

La toxicidad de los metales pesados es un tema que se debe tomar en cuenta debido a los efectos que estos pueden producir en la biota marina como por ejemplo el cobre, aunque su potencial de toxicidad es menor en los cangrejos se lo llegan a encontrar en grandes cantidades de sus pigmentos respiratorios de igual manera que el cadmio que tiene más consecuencias en las personas produciendo daños renales y debilidad en los huesos con el pasar de los años si no se llega a tratar a tiempo (Montesdeoca, 2015a)

#### **2.3.2.3. Bioacumulación**

Proceso por el cual las especies con el pasar del tiempo en sus organismos acumulan sustancias químicas ocasionando que las concentraciones contenidas en su interior sobrepasen las concentraciones existentes en el medio ambiental dando origen a la biomagnificación (Fraume, 2007).

### ***2.3.3. Metales pesados como objetos de estudio***

#### **2.3.3.1. Cobre (Cu)**

El cobre es un metal de color rojizo no ferroso que se obtiene de sulfuros minerales y se encuentra presente en suelos, agua, sedimentos, rocas además de ser un gran conductor de electricidad por lo cual es muy utilizado en las industrias (Feoktistova y Clark, 2018).

El cobre se distribuye en todos los continentes y organismos vivos y sus derivados son usados tanto como para fines medicinales, industriales y para dietas de animales en cantidades recomendadas ya que se puede producir toxicidad. Los mariscos como la concha que contiene un porcentaje de cobre aún no han dado resultados de una toxicidad crónica para la salud de las personas, pero si presentar fallos a nivel hepático (Nordberg, 2001).

#### **2.3.3.2. Cobalto (Co)**

El cobalto es un metal color gris-plateado con propiedades parecidas al hierro y se encuentran en rocas, iones de agua, suelos y animales además que también se puede encontrar en los meteoritos y se suele obtener del reciclaje de ciertos desechos de los metales. Se utiliza para producir diferentes tipos de aleaciones, colorantes para utilizarse en cerámicas, vidrios, pinturas por lo que puede llegar a ser tóxico para las corrientes de agua generando niveles de contaminación. Presenta un isótopo radiactivo usándose como fuente de los rayos gama que se usa con frecuencia en equipos médicos o inclusive para lograr matar bacterias de ciertos alimentos

El suelo que se encuentra cerca de depósitos de minería, aeropuertos, construcciones o industrias van a tener presencia de cobalto y no puede ser destruido si no cambiarse o lograr la separación de las partículas (Feoktistova Clark, 2018).

#### **2.3.3.3. Cadmio (Cd)**

Es un metal de color blanco con matices azulados y tiene una relación con el zinc siendo más maleable. Se considera como uno de los elementos más biotóxico siendo uno de los contaminantes principales para el medio ambiente conjunto a las actividades antrópicas especialmente en ambientes marinos y en suelos por lo que llega a cultivos agrícolas y al tener las plantas gran capacidad de absorción retiene mayor parte de este metal de igual manera pasa con hongos, crustáceos (Siguenza, 2016).

El cadmio se usa como tratamiento para tornillos, tuercas, parte de vehículos y aviones ya que ayuda para evitar la corrosión, es estabilizadora del plástico, pilas, baterías, teléfonos, abonos, pinturas, entre otros (Nordberg, 2001).

#### **2.3.3.4. Plomo (Pb)**

El plomo es uno de los metales mayormente usado de color azulado sin embargo al empañarse se obtendrá un color gris además de ser flexible y se funde con mayor facilidad que otro tipo de metales, es anfótero porque forma sales de plomo de ácidos considerándolo un aporte a nivel antropogénico importante teniendo una gran exposición en diferentes fuentes como es la actividad industrial y tiene altos niveles de contaminación en aire, agua, suelo, alimentos. La absorción que tiene este metal está en un rango de 3% a 80% siendo el más alto en la ingesta por alimentos y su toxicidad dependerá de la composición química que tenga debido a que hay formas inorgánicas no tan tóxicas como las orgánicas que puede llegar hacer cancerígeno (Siguenza, 2016).

Se encuentra en planchas que necesitan una gran capacidad de maleabilidad y resistencia ante la corrosión, revestimiento de diversos cables como para soldaduras, empastes de vehículos, baterías, fabricación de caucho. El 40% de este metal se emplea en formas metálicas, 35% en composiciones químicas (Nordberg, 2001).

#### **2.3.3.5. Arsénico (As).**

Es un metal de color gris y se encuentra en la naturaleza en abundancia siendo utilizado como parte de medicina además de encontrarse en altas concentraciones en mariscos y crustáceos debido al entorno marino número atómico es 33 (Siguenza, 2016).

Es resistente al calor y se usa para aleaciones, fabricación de municiones y baterías, vidrio, partes de dispositivos y si exposición puede producir accidentes a nivel industrial por ingesta o inhalación y dependiendo de sus dosis puede llegar a ser mortal si no se atienden las complicaciones a tiempo y contando con métodos de prevención como el control de los niveles de exposición y determinando las concentraciones medioambientales (Nordberg, 2001).

### ***2.3.4. Detección de metales pesados***

#### **2.3.4. 1.Preparación de la muestra**

##### ***2.3.4.1.1. Método de cuarteo***

Esta técnica tiene gran importancia al momento de seleccionar una muestra representativa pequeña en base a una muestra grande y poco homogénea.

Este método se repita las veces que sea con el objetivo de llegar al tamaño de muestra ideal.

#### ***2.3.4.1.2. Secado***

Los lodos tienen una humedad que puede dificultar la obtención de una muestra representativa; por lo tanto, deben secarse y molerse para reducir la variabilidad de las submuestras a usarse en los análisis (Zagal y Sadzawka, 2007, p.5).

#### ***2.3.4.1.3. Tamizado***

Las determinaciones del contenido de los metales pesados no se realizan en los sedimentos totales, sino en su fracción de tamaño inferior a  $63\ \mu\text{m}$ , que incluye arcillas ( $< 2\ \mu\text{m}$ ) y limos ( $2 - 63\ \mu\text{m}$ ). En esta fracción se concentran la práctica totalidad de la materia orgánica y de los metales pesados (Hermógenes, 2001, p.88).

#### ***2.3.4.1.4. Digestión de la muestra***

Según González (2014), define que la digestión es el proceso por el cual a altas temperaturas y en presencia de ácidos se descompone la materia orgánica en fracciones más pequeñas, como iones, agua y los gases remanentes de las mezclas ácidas.

La digestión por microondas es uno de los métodos más conocidos en donde la energía y la absorción de moléculas son los procedimientos más importantes para la muestra y dependerá de la composición y la calidad del material que estamos estudiando, puede ser proyectada por distancia según el calentamiento que obtenga. Para poder obtener un resultado confiable se debe considerar las condiciones ambientales como es la atmósfera libre de contaminantes, vapores, humos y una ventilación adecuada.

### ***2.3.5. Métodos para la extracción de metales pesados***

#### **2.3.5.1. Espectrofotometría de absorción atómica**

Según el informe de Pérez y Alvarado (2018), La espectrofotometría de absorción atómica es la técnica más conocida para detección de los metales pesados en el cual la muestra líquida contenida se analiza por un mechero llegando a un proceso de atomización por emisión electromagnética considerando la longitud de onda proporcional a la concentración de los átomos. Se puede realizar de cuatro métodos como es el caso de llama, grafito, cámara de hidruros y vapor frío. Se utiliza con mayor frecuencia en determinación de metales en agua, seguridad química de alimentos, sustancias que pueden estar en los alimentos (Chávez-Vallarino, 2011).

#### **2.3.5.2. Espectrofotometría de emisión atómica**

Se les conoce como métodos de plasma en donde la radiación llega a los átomos en todo el espectro permaneciendo un corto tiempo para volver a su estado fundamental liberando la energía sobrante en forma de luz sin embargo se debe considerar la interferencia espectral que complicaría la lectura de los resultados en la longitud de onda (Chávez-Vallarino, 2011).

#### **2.3.5.3. Fluorescencia de rayos x por reflexión total**

Los rayos X se generan en el plano óptico en donde está presente la muestra a estudiar con la finalidad de medir la fluorescencia detectando simultáneamente metales como el cobalto, cobre, hierro, arsénico, zinc en cantidades traza, pero antes de poder realizar este análisis se debe llevar a un proceso químico (Chávez-Vallarino, 2011).

#### **2.3.5.4. Biosensor Óptico Basado en Sol-Gel y fluorescencia**

La detección de los metales pesados con el pasar de los tiempos ha ido avanzando con el fin de obtener resultados más acertados para las diferentes muestras que se pueden analizar por lo cual esta nueva técnica utiliza biosensores se ureasa logrando una mayor sensibilidad y

teniendo un límite de detección más aproximado al rango analítico especialmente para metales que presentan iones metálicos de buena detección (Chávez-Vallarino, 2011).

### ***2.3.6. Tipos de productos químicos usados en camaroneras***

Según Edmundo et al (2005), las principales fuentes de contaminación antropogénica en el suelo son provenientes de: plaguicidas, estiércoles, fertilizantes minerales, lodos de aguas residuales e inclusive el uso de los abonos orgánicos como es el guano de cerdo y pollo, evidenciando un alto contenido de cobre.

Los productos químicos generan reacción o contiene metales pesados que causan la contaminación ambiental, en este caso al tener un exceso de cobre y según los análisis de resultados de la presente investigación se obtiene:

Las camaroneras y actividades como la palmicultura utilizan estos químicos para diferentes procesos. En el caso de camaroneras se utilizan promovedores de crecimiento, desinfectantes de agua, desparasitantes, aditivos, reguladores de materia orgánica y preservantes para poder mantener el criadero de camarones e incrementar su tamaño.

Con respecto a lo anteriormente mencionado en base al estudio Copper emission factors from intensive shrimp aquaculture Lacerda et al., (2006) señala que sometió a análisis diferentes marcas de alimentos acuícolas, fertilizantes y otros productos químicos de uso frecuente en las camaroneras para comprobar si existe o no metales traza en los productos.

Los productos fueron la cal dolomita, clorogranulado, nutrilake (fertilizante), super fosfato y las diez marcas de alimentos acuícolas.

Una de las sustancias empleadas como fertilizantes es la cal dolomita, que puede ser empleada en cualquier cultivo agrícola con el propósito de corregir la acidez del suelo y en base a su composición química presenta el metal pesado plomo (Pb) (CALIDRA, 2014).

Otro producto empleado es el hipoclorito de calcio también conocido como cloro granulado, este compuesto en su composición química contiene metales pesados como el arsénico (As), plomo (Pb), cadmio (Cd) y cromo (Cr) (QUIMINSA, 2013).

## **2.4. Marco Legal**

Dentro del marco legal tenemos las siguientes normativas ambientales.

### ***2.4.1. Constitución del Ecuador***

#### **Capítulo segundo derechos del buen vivir**

##### ***Sección segunda Ambiente sano Art. 14***

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay* (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p.5).

#### **Capítulo segundo biodiversidad y recursos naturales**

##### ***Sección tercera - Patrimonio natural y ecosistemas Art. 406***

El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p.37).

#### **Capítulo séptimo derechos de la naturaleza**

##### ***Art 72***

La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los

individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados(Constitución de la República del Ecuador, 2008, p.11).

### ***Art 73***

El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales(Constitución de la República del Ecuador, 2008, p.73).

## ***2.4.2. Tratados y Convenios***

### **2.4.2.1. Convenio de RAMSAR**

Tiene por objeto la conservación y el uso racional de los humedales. Se reconoce que los humedales son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas (Convenio de RAMSAR, 1975, p. 1).

### **2.4.2.2. Convenio Sobre la Diversidad Biológica (CDB)**

La conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos (Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 1992, p.1).

## ***2.4.3. Código Orgánico Ambiental (COA)***

### **Capítulo primero objeto, ámbito y fines**

#### ***Art. 3 - Numeral 4***

Establecer, implementar e incentivar los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas, biodiversidad y sus componentes, patrimonio genético, Patrimonio Forestal Nacional, servicios ambientales, zona marino-costera y recursos naturales.(Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 8)

## **Título II de los derechos, deberes y principios ambientales**

### ***Art. 5 - Numeral 2***

El manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos, manglares y ecosistemas marinos y marinos-costeros (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 9)

### ***2.4.4. Código Orgánico Integral Penal (COIP)***

#### **Capítulo cuarto delitos contra el ambiente y la naturaleza o pacha mama**

##### ***Sección tercera - Delitos contra la gestión ambiental Art. 254***

Gestión prohibida o no autorizada de productos, residuos, desechos o sustancias peligrosas... que produzca daños graves a la biodiversidad y recursos naturales, será sancionada con pena privativa de libertad de uno a tres años.

Será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años cuando se trate de:

Numeral 2: Químicos y Agroquímicos prohibidos, contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos y sustancias radioactivas.

Si como consecuencia de estos delitos se produce la muerte, se sancionará con pena privativa de libertad de dieciséis a diecinueve años(Código Orgánico Integral Penal, 2016, p. 40).

##### ***Sección cuarta - Disposiciones comunes Art. 257***

Obligación de restauración y reparación. - Las sanciones previstas en este capítulo, se aplicarán concomitantemente con la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas y la

obligación de compensar, reparar e indemnizar a las personas y comunidades afectadas por los daños(Código Orgánico Integral Penal, 2016, p. 40).

***Sección cuarta - Disposiciones comunes Art. 258***

Pena para las personas jurídicas. - En los delitos previstos en este Capítulo, si se determina responsabilidad penal para la persona jurídica se sancionará con las siguientes penas.

**Tabla 2**

*Sanciones establecidas en el Código Orgánico Integral Penal (COIP)*

<b>Penal privativa de libertad</b>	<b>Multa</b>	<b>Clausura</b>	<b>Otras sanciones</b>
<b>Uno a tres años</b>	100 a 300 SBU	Temporal	Comiso y remediación
<b>Tres a cinco años</b>	200 a 500 SBU	Temporal	Comiso y remediación
<b>Superior a cinco años</b>	500 a 1000 SBU	Definitiva	Comiso y remediación

**Nota:** SBU = Salario básico unificado

**Fuente:** Elaboración propia en base a la información del (Código Orgánico Integral Penal, 2016, p. 40).

***2.4.5. Normativa Límites máximos permisibles en suelos y sedimentos***

Estas normas tienen como objetivo la prevención y control de la contaminación ambiental, por este motivo; se presenta a continuación los límites máximos permisibles a nivel nacional e internacional en donde se muestran los parámetros de calidad ambiental de los sedimentos a ser cumplidos.

**Tabla 3**

*Límites para Metales en Suelo y Sedimentos Establecidos por la Norma Ecuatoriana (AM 097 A, 2015), canadiense CEQG), y Niveles de Fondo de Referencia para Estados Unidos (NOAA,1999)*

Norma		As	Cd	Co	Cu	Pb
[mg/kg]						
AM 097 A		12	0.5	10	25	19
CEQG	ISQG	7.24	0.7	---	18.7	30.2
NOAA		1.1	0.1-0.3		10-25	4-17

**Nota:**

AM 097A: Acuerdo Ministerial 097 A (Norma ecuatoriana)

CEQG: Guías de Calidad Ambiental Canadiense (por sus siglas en inglés, *Canadian Environmental Quality Guideline*) para sedimentos de agua continental.

ISQG: Guía Provisional de Calidad del Sedimento para agua marina (por sus siglas en inglés, *Interim Sediment Quality Guideline*)

NOAA: Administración Oceanográfica y Atmosférica de los Estados Unidos de América (por sus siglas en inglés, *National Oceanic and Atmospheric Administration*), *niveles de fondo (background levels)* de la tabla de referencia (*Screening Quick Reference Table for Inorganics in Freshwater Sediment*).

**Fuente:** Adaptado de (Laino Guanes, 2015)

### 3.MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente proyecto de investigación se utilizó la metodología de investigación experimental y correlacional, en el cual se identificará los metales pesados (Cu, Co, Cd, Pb y As) presentes en los sedimentos muestreados y la diversidad, abundancia de las especies *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum* en tres sectores del Estuario del Río Cojimíes.

El trabajo experimental cuenta con dos etapas: campo y laboratorio.

- **Etapas de campo**

En esta sección se obtendrá los sedimentos en tres sectores del Estuario del Río Cojimíes.

Las muestras de sedimentos a ser recolectados serán 15 muestras compuestas para su respectivo análisis y la diversidad.

- **Etapas de laboratorio**

El análisis de los metales pesados se lo realizará a través de espectrofotometría de absorción atómica, misma que se llevó a cabo en los laboratorios de la Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias ambientales.

A continuación, se detallan todos los materiales de laboratorio y los reactivos químicos a ser utilizados en el proceso de toma de muestras, limpieza de materiales, digestión de muestras y lectura de metales pesados.

### 3.1. Materiales

#### 3.1.1. Materiales de campo

**Tabla 4**

*Materiales de Campo*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Cooler	5
Etiquetas	30
Fundas Ziploc	1 paquete
GPS	1
Jalones	4
Cinta topográfica	2
Marcadores	2
Pala	2

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

#### 3.1.2. Materiales de laboratorio

**Tabla 5**

*Materiales de Laboratorio*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Balones aforados de 1000 ml, 50 ml y 25	2 c/u
Bandejas de aluminio	10
Desecador	1
Embudo	2
Espátula	2
Frascos	5
Matraz Erlenmeyer	2
Morteros	2
Pinzas	2
Pipetas de 10 ml y 5 ml	2 c/u

Pisetas	2
Propipeta	2
Tamiz N° 35	1
Varillas de agitación	2
Vasos de precipitación	2
Vidrio reloj	4

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

### 3.1.3. Equipos de laboratorio

**Tabla 6**

*Equipos de Laboratorio*

<b>Materiales</b>	<b>Marca</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Balanza analítica</b>	(Mettler Toledo)	2
<b>Espectrofotómetro de absorción atómica</b>	GBC SAVANTAA	1
<b>Estufa</b>	(Binder)	1
<b>Plancha térmica</b>		1

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

### 3.1.4. Reactivos químicos

En la Tabla 7, se detallan los reactivos químicos que fueron implementados en la fase de laboratorio del proyecto de investigación.

**Tabla 7**

*Reactivos Químicos*

<b>Reactivos</b>	<b>Cantidad</b>
Agua destilada	1 L
Ácido nítrico 65% (HNO <sub>3</sub> )	1 L
Ácido nítrico 10% (HNO <sub>3</sub> )	1 L
Ácido clorhídrico (HCL)	1 L
Peróxido de hidrógeno (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) al 30%	1 L

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

## **3.2. Metodología de campo**

### **3.2.1. Área de estudio**

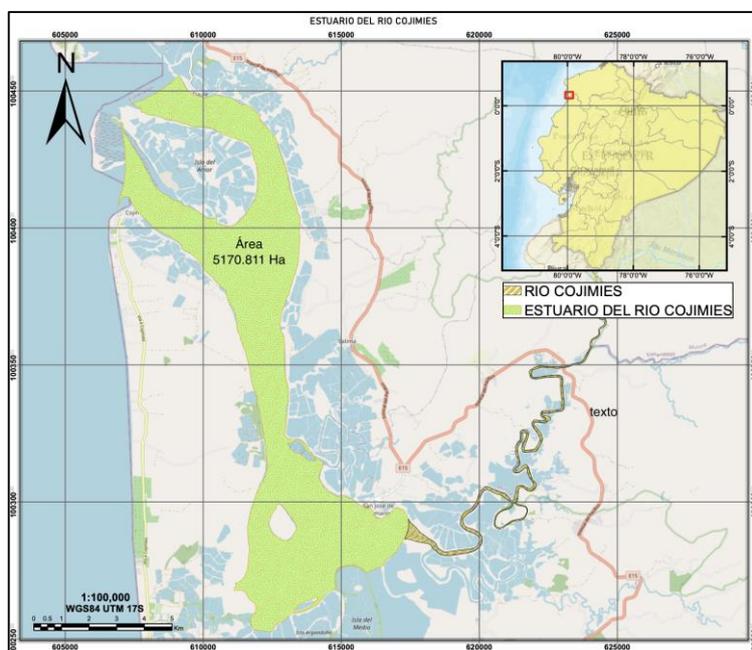
Se realizó en el Estuario del Río Cojimíes, en los sectores de Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga, en donde se tomaron muestras de sedimentos y conteo en el sitio de concha prieta (*Anadara tuberculosa*) y Cangrejo azul (*Cardisoma crassum*) para evaluar la concentración de metales pesados y la diversidad. En base a la cartografía del “Instituto Geográfico Militar” y con ayuda del programa ArcGIS se calculó el área total del Estuario del Río Cojimíes obtenido un valor de 5170.811 Ha y cuenta con un borde costero de 22 km con una gran explotación de camaroneras además está conformado por dos islas grandes en la boca del estuario y de islas menores en la parte central con secciones angostas de 0,9 km y anchas de aproximadamente 5,5 km.

La temperatura máxima del estuario se da hasta los 33,7°C y la mínima 20°C además tiene precipitaciones de 120 mm por hora dependiendo de la estación climática (Pita, 2018).

Los sedimentos finos son movidos por descargas de ríos que se encuentran en el interior del estuario por ese motivo se puede observar que existen extensos bajos de los sedimentos que suelen ser conocidos por las personas que laboran en la zona (EcoCostas, n.d.).

**Figura 4**

*Estuario del Río Cojimés*



**Nota:** La figura muestra la delimitación del estuario del Río Cojimés.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Tabla 8**

*Estuario del Río Cojimés*

Localización	Estuario del Río Cojimés
País	Ecuador
Área del espejo de agua	6422 ha
Costas interiores	154 km
Área de las islas	3668 ha
Perímetro de las islas	92 km
Número de los ríos principales que desembocan en el estuario	7

**Nota:** Los Ríos principales son Daule, Sálma, Cojimés, Mache, Chebe, Viti y Mataje.

**Fuente:** Adaptado de (EcoCostas, n.d.)

### 3.2.2. Georreferenciación

El estudio se llevó a cabo en tres sectores de los manglares pertenecientes al Estuario del Río Cojimíes; a continuación, se muestran los puntos de georreferenciación en coordenadas UTM (Datum WGS84).

**Tabla 9**

*Georreferenciación de los Sitios de Muestreo*

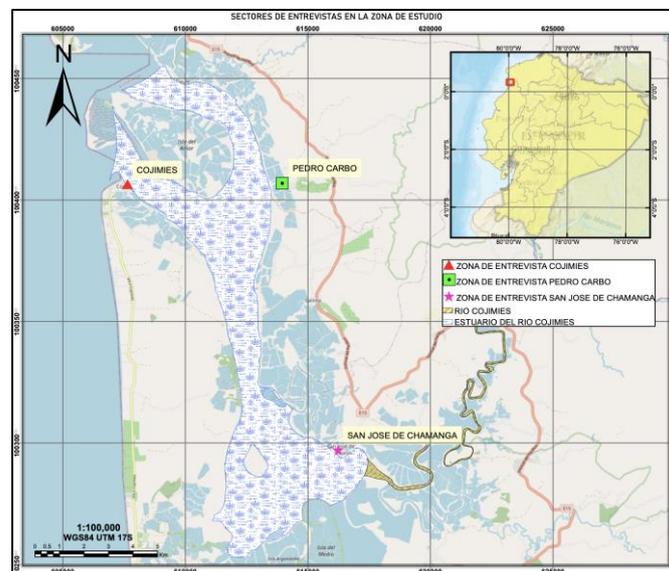
Sitio de muestreo		Coordenadas UTM	
Sector	Provincia	X	Y
Cojimíes	Manabí	607439.805	10043478.68
Pedro Carbo	Esmeraldas	613824.465	10040690.21
San José de Chamanga	Esmeraldas	613119.426	10032100.25

**Nota:** Las coordenadas fueron tomadas en WGS8 -17S

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Figura 5**

*Sectores de Entrevistas en la Zona de Estudio*



**Nota:** La figura muestra los sectores donde se realizó la entrevista en el estuario del Río Cojimíes

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

### 3.2.3. Sedimentos

#### 3.2.3.1. Método de cuadrícula.

Se procedió aplicar la metodología de cuadrícula para coleccionar las muestras de sedimentos.

De acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN - ISO 5667-1, 2006), Se establece una guía para el muestreo de sedimentos marinos, el cual consiste en tres principios fundamentales

- Aleatorio
- Cuadrícula
- Gradiente

Con respecto a lo anteriormente mencionado, se procede a desarrollar la técnica de cuadrícula en donde se establecerá un área de 50 x 50 (m). La cuadrícula de la estación se ajustará de acuerdo con las condiciones topográficas e hidrográficas en un área.

#### **Figura 6**

*Delimitación del Área de Estudio y Toma de Coordenadas*



**Nota:** La figura muestra la toma de coordenadas en el sitio de extracción de la muestra.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

### 3.2.3.2. Puntos de muestreo.

Las muestras fueron colectadas el 02 de julio del año 2022, en la siguiente tabla se muestra los cinco puntos de muestreo.

**Tabla 10**

*Puntos de Muestreo*

Coordenadas UTM					
Sector					
Cojimés		Pedro Carbo		San José de Chamanga	
Muestra 1		Muestra 1		Muestra 1	
X	Y	X	Y	X	Y
607414.805	10043503.683	613799.465	10040715.212	613799.465	10032125.251
Muestra 2		Muestra 2		Muestra 2	
X	Y	X	Y	X	Y
607464.805	10043503.683	613849.465	10040715.212	613144.426	10032125.251
Muestra 3		Muestra 3		Muestra 3	
X	Y	X	Y	X	Y
607439.805	10043478.68	613824.465	10040690.212	613119.426	10032100.25
Muestra 4		Muestra 4		Muestra 4	
X	Y	X	Y	X	Y
607464.805	10043453.683	613849.465	10040665.212	613144.426	10032075.251
Muestra 5		Muestra 5		Muestra 5	
X	Y	X	Y	X	Y
607414.805	10043453.683	613799.465	10040665.212	613094.426	10032075.251

**Nota:** Se presentan las coordenadas para cada punto de muestreo de cada sector

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Figura 7**

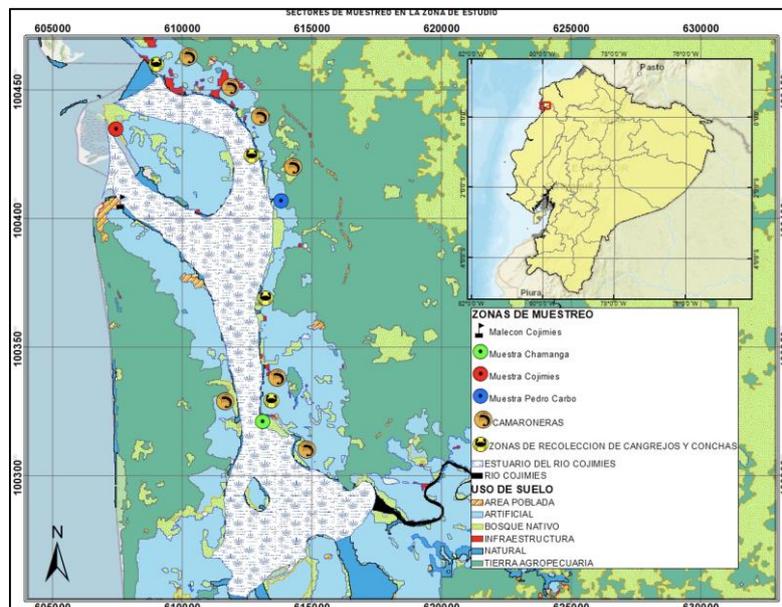
*Toma de Coordenadas de Sedimentos del Manglar*



**Nota:** La figura muestra la toma de coordenadas para la recolección de sedimentos.  
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Figura 8**

*Sectores de Muestreo en la Zona de Estudio*



**Nota:** La figura muestra la ubicación de camaroneras y sitios de recolección de cangrejos además del uso de suelos en el estuario del Río Cojimies.  
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

mmmmmmmmmm

### 3.2.3.3. Recolección de muestras

Una vez establecida el área de trabajo se procedió con la recolección de muestras y con la ayuda de una pala se tomaron las muestras entre 5 a 10 cm de profundidad y con las coordenadas UTM.

Posteriormente, los sedimentos colectados se colocaron en fundas Ziploc herméticas previamente etiquetadas con la finalidad de resguardar la muestra y evitar contaminación cruzada. A continuación, en la Figura 9, se muestra la distribución del área en donde se tomaron las muestras.

#### **Figura 9**

*Recolección Muestra de Sedimentos de Manglar*

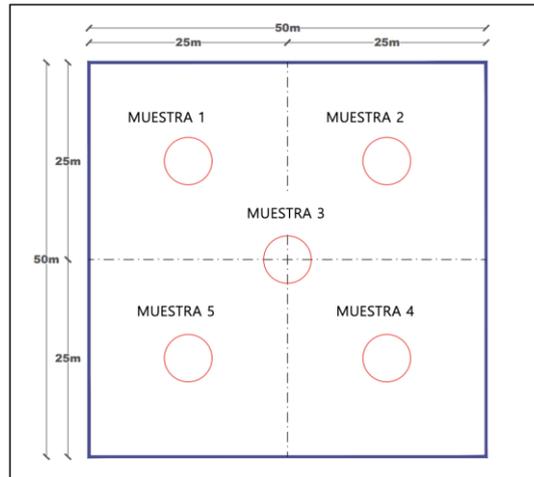


**Nota:** La figura muestra la extracción de sedimentos.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

#### **Figura 10**

*Distribución de los Puntos de Muestreo*



**Nota:** Se presenta la distribución de los puntos de recolección de muestras.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

### 3.2.3.4. Transporte de muestras

Con el propósito de evitar la modificación de la lectura de los metales pesados presentes en los sedimentos se estableció una cadena de custodia para que las muestras lleguen exitosamente hasta las instalaciones de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

Los pasos por realizar son los siguientes:

1. Las muestras se guardaron en una funda Ziploc previamente etiquetada.

### Figura 11

*Cadena de Custodia – Muestras en Fundas Ziploc*



**Nota:** La figura muestra la extracción y envase en fundas ziploc de los sedimentos.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

2. Finalmente se colocaron dentro de un cooler con hielo para ser transportadas.

**Figura 12**

*Cadena de Custodia – Transporte de Muestras*



**Nota:** La figura muestra la preparación de las muestras para ser transportadas.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Además, se implementará un sistema de codificación para poder tener una mejor identificación.

A través de la siguiente tabla se presentan los datos identificados de las muestras recolectadas.

**Tabla 11**

*Codificación para la identificación de las muestras recolectadas*

Sitio de muestreo	Punto muestreo	N° de submuestras	Identificación muestra Simple	Identificación muestra compuesta	Total, de muestras compuestas por sitio de muestreo
Cojimíes	1	3	CO-1.1	CO-1	5
			CO-1.2		
			CO-1.3		
	2	3	CO-2.1	CO-2	
			CO-2.2		
			CO-2.3		
	3	3	CO-3.1	CO-3	
			CO-3.2		
			CO-3.3		
	4	3	CO-4.1	CO-4	
			CO-4.2		

			CO-4.3		
			CO-5.1		
	5	3	CO-5.2	CO-5	
			CO-5.3		
			PC-2.1		
	1	3	PC-2.2	PC-1	
			PC-2.3		
			PC-2.1		
	2	3	PC-2.2	PC-2	
			PC-2.3		
			PC-3.1		
<b>Pedro Carbo</b>	3	3	PC-3.2	PC-3	5
			PC-3.3		
			PC-4.1		
	4	3	PC-4.2	PC-4	
			PC-4.3		
			PC-5.1		
	5	3	PC-5.2	PC-5	
			PC-5.3		
			SJC-1.1		
	1	3	SJC-1.2	SJC-1	
			SJC-1.3		
			SJC-2.1		
	2	3	SJC-2.2	SJC-2	
			SJC-2.3		
			SJC-3.1		
<b>San José de Chamanga</b>	3	3	SJC-3.2	SJC-3	5
			SJC-3.3		
			SJC-4.1		
	4	3	SJC-4.2	SJC-4	
			SJC-4.3		
			SJC-5.1		
	5	3	SJC-5.2	SJC-5	
			SJC-5.3		

**Nota:** De cada punto de muestreo salen tres submuestras simples, posteriormente estas tres submuestras son mezcladas para obtener una muestra compuesta por punto de muestreo dando un total de cinco muestras por sitio de muestreo, obteniendo quince muestras. Adicionalmente, se aumenta una muestra blanco de cada sitio de muestreo dando un total de 18 muestras a ser analizadas.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

### 3.2.4. Diversidad

#### 3.2.4.1. Método para el índice de abundancia

##### 3.2.4.1.1. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Es la unidad de arte de pesca empleada para capturar una especie en un tiempo determinado, se suele utilizar como índice de abundancia (FAO, 2001, p. 132)

Por consiguiente, se emplea la siguiente fórmula para estimar la abundancia presente en el área de estudio.

$$CPUE = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos}}{\text{tiempo de recolección}}$$

A continuación, se detallan las metodologías que se implementó tanto para la concha como para el cangrejo

### Figura 13

*Recolección y Captura de Espécimen de Anadara tuberculosa (Concha negra)*



**Nota:** La figura muestra la recolección y conteo de la especie *Anadara tuberculosa*.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

## Figura 14

### *Captura de Cangrejos - Método Braceado*



**Nota:** La figura muestra la recolección y conteo de la especie *Cardisoma crassum*.  
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

De acuerdo con Vega et al., (2018), Uno de los métodos empleados para la captura y recolección de los cangrejos es el braceado, por este motivo en la Figura 14, se evidencia el uso de esta técnica empleada por un pescador artesanal de la zona.

Con respecto a lo anteriormente mencionado, tanto la concha como el cangrejo azul fueron colectados para el conteo de abundancia y posteriormente fueron puestos en libertad.

## Figura 15

### *Recoleccion de especimenes de Cardisoma crassum*



**Nota:** La figura muestra la captura de un ejemplar de *Cardisoma crassum*.  
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

En cuanto a la especie *Anadara tuberculosa* se reportó la cantidad de conchas prietas vivas y muerta, mientras que para la especie *Cardisoma crassum* se reportó el sexo (macho y hembra) y la cantidad recolectada.

El tiempo establecido para el proceso del conteo de la diversidad fue de 40 minutos.

### 3.2.5. Entrevistas

Con el objetivo de conocer el aprovechamiento histórico del recurso concha y cangrejo azul se realizó una entrevista desde el día 21 hasta el 23 de mayo del 2022, a los habitantes del Estuario del Río Cojimíes correspondiente a Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga debido a que estos especímenes representan un gran valor comercial para los habitantes del lugar.

Por este motivo, se aplicó la siguiente fórmula en el programa R Studio con el propósito de conocer la muestra poblacional y aplicar la entrevista en los sitios de estudio.

## Figura 16

### Fórmula muestra poblacional

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * pq}$$

**Donde:**

- **p:** proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.
- **q:** proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno de estudio (1-p). La suma de la p y de la q debe dar 1
- **Z:** valor de Z crítico, calculado en tablas.
- **N:** Tamaño de la población
- **d:** Nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza.

**Nota:** Para el estudio se seleccionó el nivel de confianza del 90%.

**Fuente:** (Aguilar, 2005)

En las siguientes tablas se muestra el valor dependiendo el nivel de confianza deseado (Z), la precisión absoluta (d) y el dato poblacional, con el objetivo de calcular la muestra poblacional.

Para este estudio se consideró un nivel de confianza del 90%.

**Tabla 12**

*Nivel de Confianza Deseado (Z)*

<b>% de Error</b>	<b>Nivel de confianza</b>	<b>Valor de Z calculado en tablas</b>
<b>1</b>	99%	2.58
<b>5</b>	95%	1.96
<b>10</b>	90%	1.645

**Nota:** Para el estudio se seleccionó el nivel de confianza del 90%.

**Fuente:** (Aguilar, 2005)

**Tabla 13**

*Dato Poblacional de Acuerdo con el Censo 2010*

<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>	<b>Comunidad y/ o centro poblado</b>	<b>Dato de poblacional</b>
Pedernales	Cojimíes	Cojimíes	14205
Muisne	Daule	Pedro Carbo	388
Muisne	San José de Chamanga	San José de Chamanga	4254

**Nota:** La tabla muestra el dato poblacional para cada sector del estudio según el censo realizado en el año 2010.

**Fuente:** Elaboración propia en base a la información de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de las Parroquias Cojimíes, Daule y San José de Chamanga.

Por consiguiente, se muestra el resultado de la muestra poblacional y las coordenadas UTM de los lugares aplicando la entrevista a pescadores, comerciantes y personas particulares de cada sector de estudio.

**Tabla 14***Muestra Poblacional*

<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>	<b>Comunidad y/ o centro poblado</b>	<b>Muestra poblacional (personas)</b>
Pedernales	Cojimíes	Cojimíes	68
Muisne	Daule	Pedro Carbo	57
Muisne	San José de Chamanga	San José de Chamanga	67

**Nota:** La tabla muestra el valor de la muestra poblacional para cada sector del estudio.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Tabla 15***Coordenadas UTM de los Sitios Entrevistados*

<b>Coordenadas UTM</b>					
<b>Sector</b>					
<b>Cojimíes</b>		<b>Pedro Carbo</b>		<b>San José de Chamanga</b>	
<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
607641.447	10040647.869	613965.393	10040696.4	616234.430	10029721.640

**Nota:** La tabla muestra la coordenada de los sitios entrevistados en el sector del estuario del río Cojimíes.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

**3.3. Metodología de laboratorio****3.3.1. Limpieza de materiales**

Todos los materiales de laboratorio se sometieron a limpieza, lavados con ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) al 10% con la finalidad de aislar cualquier contaminante y posteriormente se dejó reposar por una hora antes de ser utilizados.

**3.3.2. Preparación de muestras**

Una vez receptadas las muestras en las instalaciones del laboratorio de la Universidad Central del Ecuador se retiró todo material innecesario, posteriormente se procedió aplicar el método de cuarteo.

### 3.3.2.1. Método de cuarteo

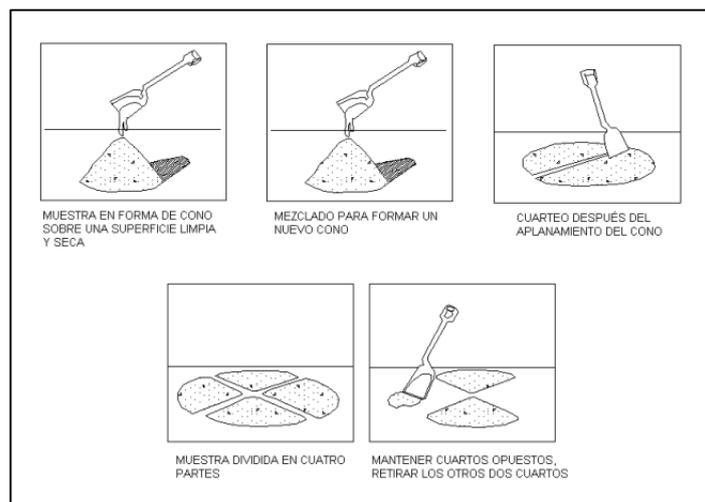
Es necesario que la muestra, previamente a ser analizada se encuentre muy bien homogenizada, por este motivo se aplica el método de cuarteo.

De acuerdo con la Norma técnica ecuatoriana (NTE INEN 2 566:2010, 2010).

Nota: Con respecto a lo mencionado en el literal 5, el objetivo del método de cuarteo es obtener 1 kg de muestra.

#### Figura 17

##### *Método de cuarteo*



**Nota:** La figura muestra el proceso de cuarteo para la selección de la muestra paso a paso.

**Fuente:** (NTE INEN 2 566:2010, 2010)

La cantidad de la muestra debe estar en un rango entre 200 y 500 gramos de muestra seca.

Si existe la presencia de terrones se deberá disgregar con la ayuda de una espátula.

## Figura 18

### *Método de Cuarteo para la Selección de la Muestra*



**Nota:** Se selecciono los extremos opuestos para el respectivo análisis.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

## Figura 19

### *Peso de la Muestra*



**Nota:** La figura muestra el peso del sedimento después del cuarteo.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

### **3.3.2.2. Secado**

Las muestras serán etiquetadas correctamente (Tabla 11) y colocadas en la estufa a una temperatura no más de  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  hasta obtener una muestra que se pueda moler y tamizar fácilmente durante 16 horas.

### **3.3.2.3. Tamizado y molienda**

Una vez secada la muestra se llevó a cabo un proceso de tamizado con la finalidad de obtener partículas más finas.

La muestra será pasada a través de un tamiz con orificios de dos mm, la fracción que no pase se deberá colocar y moler en un mortero de porcelana, posteriormente se vuelve a tamizar.

Según (Zagal y Sadzawka, 2007), para el análisis del contenido total de metales se debe moler alrededor de 5 g a 10 g de muestras (< 2mm) y pasarla totalmente a través de un tamiz de 0,5 mm.

Finalmente, se deberá envasar y almacenar la muestra. En la siguiente tabla se muestran las condiciones en la que se debe encontrar previamente la muestra para su preservación.

**Tabla 16**

*Condiciones para la Preservación de Muestras en Sedimentos*

<b>Período</b>	<b>Condición</b>	<b>Temperatura</b>
<b>Máximo de un mes</b>	Refrigerada	4 ° C
<b>Más de un mes</b>	Congelada	- 4 ° C

**Nota:** La tabla muestra las condiciones en las que debe preservarse la muestra.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras en base a la información de (Zagal y Sadzawka, 2007).

### **3.3.3. Digestión de muestras**

Según el documento, EPA METHOD 3050A, se establece el procedimiento para llevar a cabo el proceso de digestión de muestras en sedimentos.

La digestión de muestras que se aplicó fue a través de la vía ácida, siendo el ácido nítrico, clorhídrico y peróxido de hidrogeno los reactivos a ser empleados en dicho proceso.

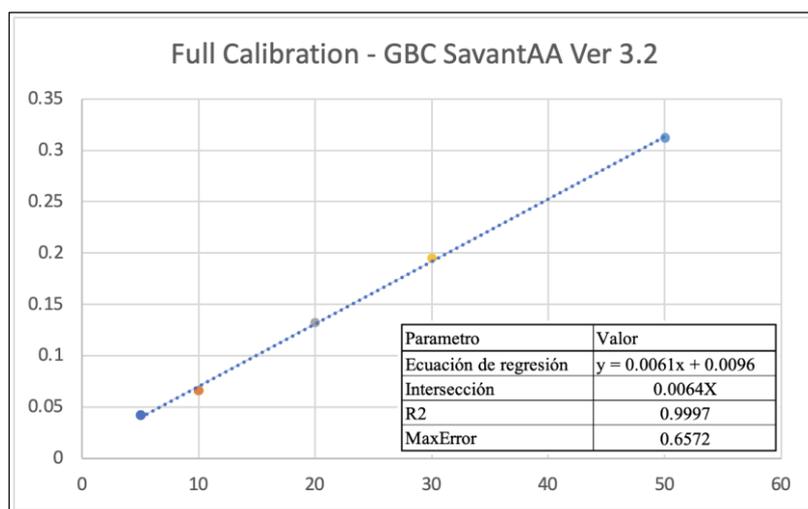
### **3.3.4. Espectrofotometría de absorción atómica**

De acuerdo con el documento, EPA METHOD 7000 se establece el procedimiento correspondiente para realizar el análisis de Cu, Co, Cd, Pb y As en las muestras de

sedimentos de lodos superficiales a través de espectrofotometría de absorción atómica por llama.

**Figura 20**

*Curva de Calibración (Espectrofotometría de Absorción Atómica)*



**Nota:** La tabla figura muestra como ejemplo de curva de calibración para el metal arsénico.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

1. Por último, leer el analito y anotar las lecturas de la cantidad de metal pesado que se detectó en la muestra.

En la siguiente tabla se muestra los datos que se debe ingresar en el equipo para dar inicio al proceso de lectura de metales.

**Tabla 17**

*Límites de Detección y Rangos Óptimos de Concentración de Elementos para la Determinación por Espectrofotometría de Absorción Atómica en Llama.*

Elemento	Longitud de onda (nm)	Rango óptimo de concentración ( $\mu\text{g/ml}$ )	Sensibilidad ( $\mu\text{g/ml}$ )
As	193.7	30 - 190	0.64
Cd	228.8	0.2 – 1.8	0.009

<b>Co</b>	240.7	2.5 - 9	0.05
<b>Cu</b>	324.7	1 - 5	0.025
<b>Pb*</b>	283.3	7.0 - 50	0.16

**Nota:** \*Pocas interferencias reportadas. Es posible que se requiera una corrección de absorbancia no atómica de longitud de onda más sensible de 217, 0 nm de longitud de onda, sin embargo, se prefiere la línea de 283,3 nm a menudo para el análisis de rutina.

**Fuente:** Adaptación en base a la información del (GBC, n.d.)

### 3.4. Diseño

#### 3.4.1. *Diseño experimental*

El presente trabajo presenta investigación experimental y correlacional. Los datos obtenidos fueron mediante el equipo de Espectrofotometría de Absorción Atómica método llama, el cual nos permite determinar la concentración de metales pesados cobre, cobalto, cadmio, plomo y arsénico, presentes en los sedimentos, los mismos que fueron muestreados en tres sectores del Estuario del Río Cojimés, posteriormente los resultados serán procesados mediante la ayuda del programa R Studio.

Con la finalidad de conocer la cantidad de metal pesado presente en los sedimentos se utilizó la siguiente fórmula. (Zagal y Sadzawka, 2007, p. 47)

$$M \left( \frac{mg}{kg} \right) = \frac{(a - b) * d * v}{m} * Fh$$

Donde:

M: concentración de elemento en la muestra.

a: concentración, en mg/L, en el digerido de la muestra

b: concentración, en mg/L, en el blanco del método.

### 3.4.2. Diseño estadístico

#### 3.4.2.1. Sedimentos

Para el análisis estadístico se determinó un arreglo factorial de (3 sitios x 5 ubicaciones con 3 repeticiones) dando un total de 54 muestras incluyendo las muestras de blancos.

**Tabla 18**

*Diseño Estadístico sedimentos*

Sitios de muestreo	Puntos de muestreo	Repeticiones (Submuestras simples)	Número de muestras
<b>X3</b>	X 5	X3	
<b>Sitio 1</b>	1	3	45 muestras simples
<b>Sitio 2</b>	2		
<b>Sitio 3</b>	3		
	4		
	5		
<b>Total</b>			15 muestras compuestas

**Nota:** De cada punto de muestreo salen tres submuestras simples, posteriormente estas tres submuestras son mezcladas para obtener una muestra compuesta por punto de muestreo dando en total cinco muestras por sitio de muestreo, obteniendo quince muestras compuestas

. Adicionalmente, se aumenta una muestra blanco de cada sitio de muestreo dando un total de 18 muestras a ser analizadas.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

#### 3.4.2.2. Diversidad y abundancia

**Tabla 19**

*Diseño Estadístico para la Especie Anadara tuberculosa y Cardisoma crassum*

Lugares de muestreo	Repeticiones	Número de muestras
<b>Sitio 1, 2, 3</b>	3	9 muestras compuestas
<b>Total</b>		9 muestras

**Nota:** La tabla muestra el número de repeticiones y muestras compuestas.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

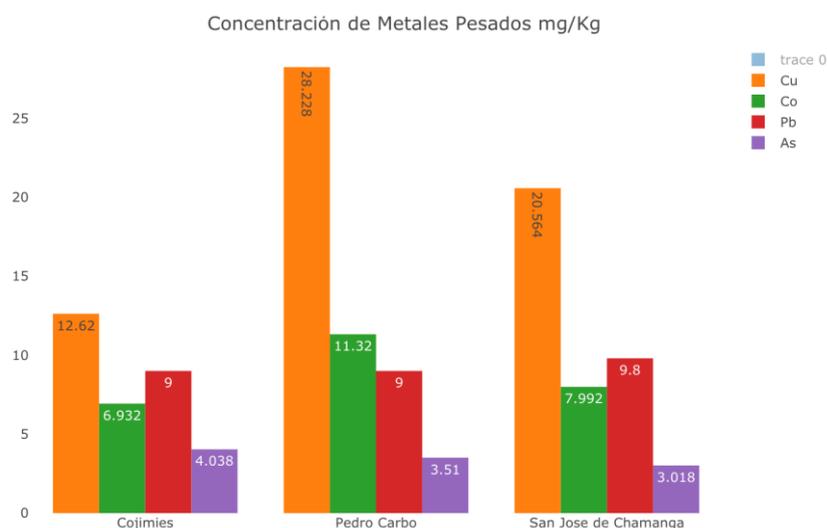
## 4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Sedimentos

Se presenta los resultados globales de los análisis de metales pesados en donde se obtiene que la mayor contaminación se da por cobre en Pedro Carbo seguido de San José de Chamanga y Cojimíes según la Figura 21.

#### Figura 21

*Resumen de la concentración de metales pesados en los tres sitios del estudio*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados en la figura son representativos para la concentración de todos los metales pesados del estudio en los tres sectores.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

A continuación, en la Tabla 23 se muestran los resultados obtenidos en el análisis para Cu, Co, Cd, Pb y As en los sectores de Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga por espectrofotometría de absorción atómica.

**Tabla 20***Concentración de Metales Pesados en Sedimentos*

<b>Sitio</b>	<b>Codificación</b>	<b>Cu</b>	<b>Co</b>	<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>As</b>
<b>Cojimíes</b>	CO-1	16.63	5.66	<2	<9	4.39
	CO-2	11.32	7	<2	<9	4.11
	CO-3	11.58	7	<2	<9	4.06
	CO-4	11.68	8	<2	<9	4
	CO-5	11.89	7	<2	<9	3.63
<b>Media</b>		12.62	6.93	2	9	4.03
<b>E. E</b>		1.00	0.37	0	0	0.12
<b>C.V</b>		0.17	0.12	0	0	0.06
<b>Pedro Carbo</b>	PC-1	32.5	13.6	<2	<9	3.86
	PC-2	23.93	9	<2	<9	2.76
	PC-3	29.1	11	<2	<9	4.58
	PC-4	30.24	12	<2	<9	3.53
	PC-5	25.37	11	<2	<9	2.82
<b>Media</b>		28.23	11.32	2	<9	3.51
<b>E. E</b>		1.57	0.74	0	0	0.33
<b>C.V</b>		0.12	0.14	0	0	0.21
<b>San José de Chamanga</b>	SJC-1	23.36	9.96	<2	<9	3.59
	SJC-2	27.45	9	<2	12	3.12
	SJC-3	17.29	8	<2	<9	3.62
	SJC-4	17.94	7	<2	10	2.41
	SJC-5	16.78	6	<2	<9	2.35
<b>Media</b>		20.57	7.99	2	9.8	3.01
<b>E. E</b>		2.08	0.70	0	0.58	0.27
<b>C.V</b>		0.22	0.19	0	0.13	0.20

**Nota:** Los datos presentados en la tabla para la concentración de los metales se interpretan en mg/kg, E. E: error estándar; C.V: Coeficiente de variación.

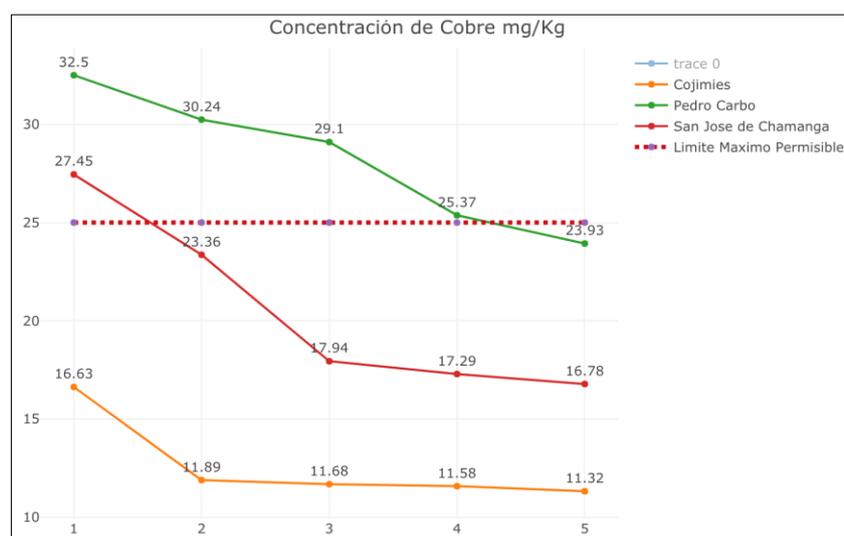
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

#### 4.1.1. Determinación de Cobre (Cu)

##### 4.1.1.1. Determinación de cobre en sedimentos.

Figura 22

Boxplot de la Concentración de Cobre en los Tres Sectores



**Nota:** Los diagramas de caja presentados en la figura son representativos para la concentración de cobre en los tres sectores.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Los resultados presentados en la Figura 22, muestran la concentración de cobre en los tres sitios muestreados con valores de concentración máximos en Pedro Carbo de hasta 32.5 mg/kg seguido de San José de Chamanga con un valor de 27.45 mg/kg, siendo Cojimíes el que registra un valor menor de 16.63 mg/kg. El resultado se repite al ser analizado con los valores promedio indicando en el sector Pedro Carbo una concentración de 28.22 mg/kg mientras que en San José de Chamanga y Cojimíes los valores promedio son 20.56 mg/kg y 12.62 mg/kg respectivamente.

En comparación con la Tabla 3, referente a los límites permisibles para metales pesados en suelos y sedimentos los valores presentados en la Norma Ecuatoriana (AM 097 A, 2015), para el cobre indican que en el sector Pedro Carbo el límite es superado al tener un valor mayor

a 25mg/kg. Para la normativa internacional (CEQG) los valores son superados al tener valores mayores a 18.7mg/kg en el sector Pedro Carbo y San José de Chamanga.

En los niveles de fondo de referencia para estados unidos (NOAA,1999), la concentración de cobre supera en el sector de Pedro Carbo al tener un valor mayor al rango de 10mg/kg a 25mg/kg.

**Tabla 21**

*Análisis de Varianza del Concentración de Cobre en Sedimentos*

<b>ANOVA: Factor Único Cu</b>					
<b>Descripción</b>	Alpha: 0.05				
<b>Fuentes</b>	SS	Df	Ms	F	P-value
<b>Entre Grupos</b>	609.1	2	304.54	23.26	7.44e-5 ***
<b>Dentro de los Grupos</b>	157.1	12	13.09		
<b>TOTAL</b>	766.2	14			

**Nota:** La tabla muestra el resultado del Anova para el metal cobre.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Tabla 22**

*Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Concentración de Cobre en Sedimentos entre grupos.*

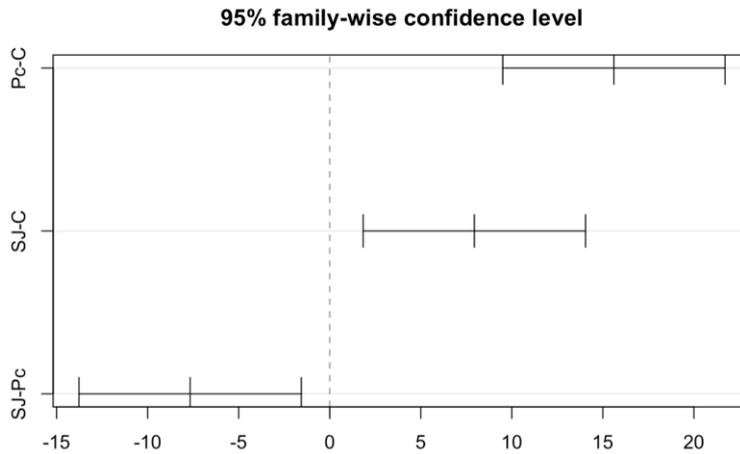
<b>TUKEY HSD/KRAMER</b>						<b>Alpha0.05</b>
<b>Q TEST</b>						
<b>Grupo 1</b>	Group 2	Diff	lwr	upr	P-value	
Pedro Carbo	Cojimíes	15.608	9.50243	21.71357	0.0000510*	
San José de Chamanga	Cojimíes	7.944	1.83843	14.04957	0.0118971*	
San José de Chamanga	Pedro Carbo	-7.664	-13.76957	-1.55843	0.0148214*	

**Nota:** La tabla muestra el resultado de la prueba TUKEY HSD/KRAMER para el metal cobre.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

### Figura 23

Grafica de la Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Concentración de Cobre en Sedimentos entre grupos.



**Nota:** La tabla muestra la representación gráfica de la prueba TUKEY HSD/KRAMER para el metal cobre.  
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

El análisis de varianza para el cobre en sedimentos presentado en la Tabla 21, nos indica un valor de p-value de  $7.44e-5$  al ser menor a 0.05 tiene una significancia estadística alta siendo resultante una diferencia entre las medias de los tres sectores, para la prueba de TUKEY HSD/KRAMER en la Tabla 22, dado que cada uno de los valores p ajustados es inferior a 0,05, podemos concluir que hay una diferencia significativa entre cada grupo, lo cual se puede comprobar en la Figura 23.

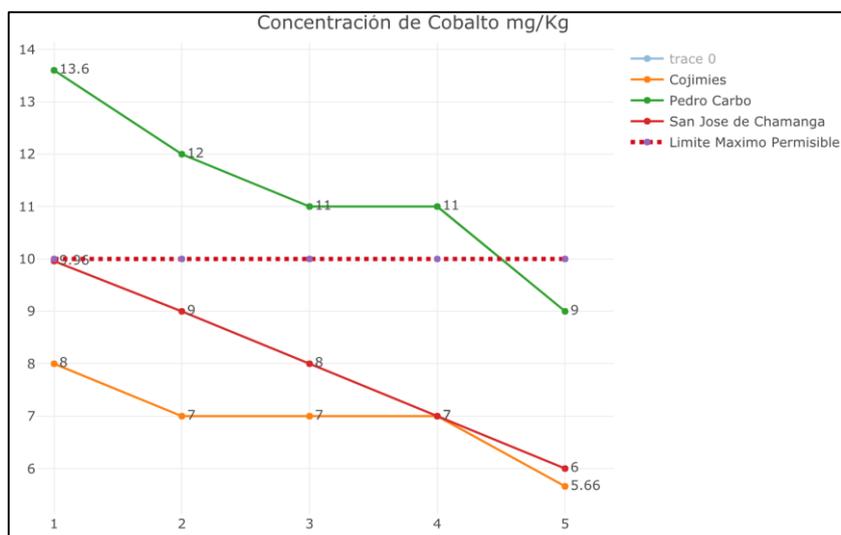
#### 4.1.2. Determinación de Cobalto (Co)

##### 4.1.2.1. Determinación de cobalto en sedimentos.

A continuación, en la Figura 24, se presentan los resultados obtenidos para el metal cobalto en los sectores de Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga.

**Figura 24**

*Boxplot de la Concentración de Cobalto en los Tres Sectores*



**Nota:** Los diagramas de caja presentados en la figura son representativos para la concentración de cobalto en los tres sectores.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Para el cobalto los resultados presentados en la Figura 24, indican que los valores de concentración tomando en cuenta los valores máximos obtenidos se encuentran en Pedro Carbo con un valor de 13.6 mg/kg seguido de San José de Chamanga con un valor de 9.96 mg/kg, dejando al sector de Cojimíes el que registra un valor menor de 8 mg/kg. Con valores promedio para los sectores Pedro Carbo, San José de Chamanga y Cojimíes los valores obtenidos son 11.32mg/kg, 7.99mg/kg y 6.93mg/kg.

Referente a los límites para metales en suelos y sedimentos los valores presentados en la Norma Ecuatoriana (AM 097 A, 2015) en la Tabla 3, para el cobalto es notable que en el sector Pedro Carbo el límite es superado al tener un valor mayor a 10 mg/kg.

**Tabla 23***Análisis de Varianza de la Concentración de Cobalto en Sedimentos*

<b>ANOVA: Factor Único Co</b>					
<b>Descripción</b>				Alpha: 0.05	
<b>Fuentes</b>	SS	Df	Ms	F	P-value
<b>Entre Grupos</b>	52.42	2	26.211	13.18	0.000937 ***
<b>Dentro de los Grupos</b>	23.86	12	1.988		
<b>TOTAL</b>	76.28	14			

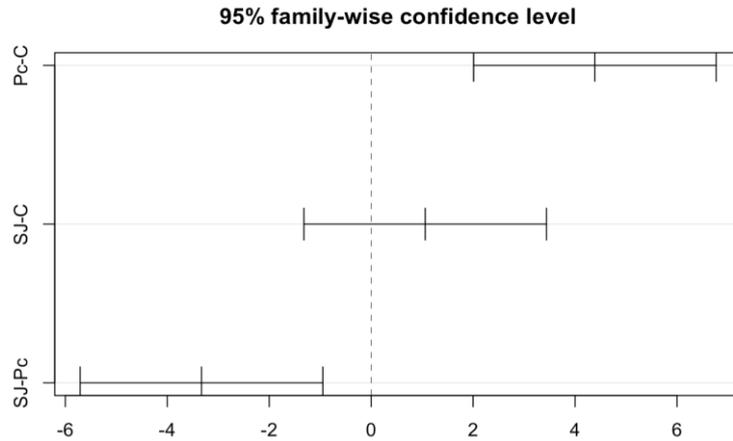
**Nota:** La tabla muestra el resultado del Anova para el metal cobalto.**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)**Tabla 24***Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre la Concentración de Cobalto entre grupos.*

<b>TUKEY HSD/KRAMER</b>					<b>Alpha0.05</b>
<b>Q TEST</b>					
Grupo 1	Grupo 2	diff	lwr	upr	P-value
Pedro Carbo	Cojimies	4.388	2.008672	6.7673276	0.0009526*
San José de Chamanga	Cojimies	1.060	-1.319328	3.4393276	0.4818194
San José de Chamanga	Pedro Carbo	-3.328	-5.707328	-0.9486724	0.0074637*

**Nota:** La tabla muestra el resultado de la prueba TUKEY HSD/KRAMER para el metal cobalto.**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

## Figura 25

Grafica de la Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre la Concentración de Cobalto entre grupos.



**Nota:** La tabla muestra la representación gráfica de la prueba TUKEY HSD/KRAMER para el metal cobalto.  
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

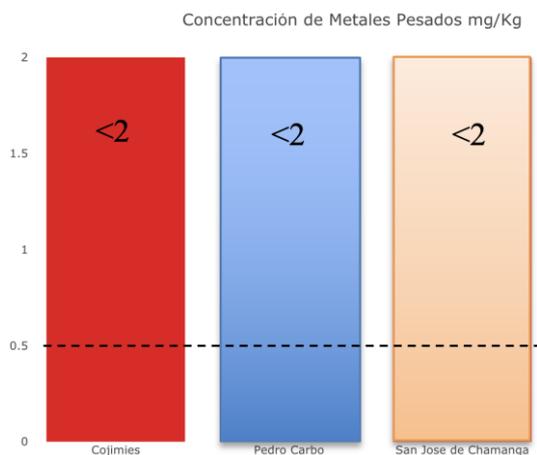
El análisis de varianza para el cobalto en sedimentos presentado en la Tabla 23, nos muestra un valor de p-value de 0.000937 al ser menor a 0.05 tiene una significancia estadística alta siendo resultante una diferencia entre las medias, para la prueba de TUKEY HSD/KRAMER en la Tabla 24, a excepción de la comparación entre San José de Chamanga-Cojimies con un valor de p-value 0.4818194 no registra diferencia en los valores promedio, para el resto de grupos si existe diferencia entre los valores promedio de la concentración como lo podemos verificar en la Figura 25.

### 4.1.3. Determinación de Cadmio (Cd)

#### 4.1.3.1. Determinación de cadmio en sedimentos

**Figura 26**

*Diagrama de Barras de la Concentración de Cadmio en los Tres Sectores*



**Nota:** Los diagramas de barras presentados en la figura son representativos para la concentración de cadmio en los tres sectores.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

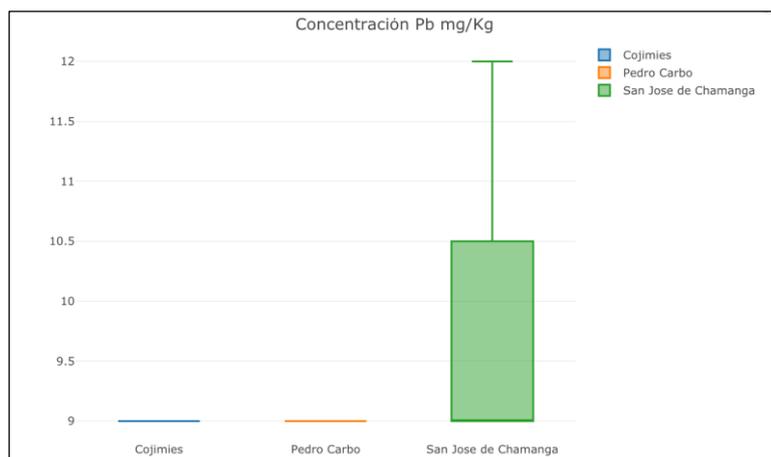
Para el cadmio los resultados presentados en la Figura 26, indican que los valores de concentración en los tres sectores muestreados son menores a  $<2\text{mg/kg}$ . Por lo tanto, no se puede realizar un análisis estadístico entre los tres sectores estudiados, ni asegurar si cumplen o no con la normativa en referencia a (AM 097 A, 2015), (CEQG) y (NOAA,1999).

#### 4.1.4. Determinación de Plomo (Pb)

##### 4.1.4.1. Determinación de plomo en *sedimentos*

**Figura 27**

*Boxplot de la Concentración de Plomo en los Tres Sectores*



**Nota:** Los diagramas de caja presentados en la figura son representativos para la concentración de plomo en los tres sectores.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

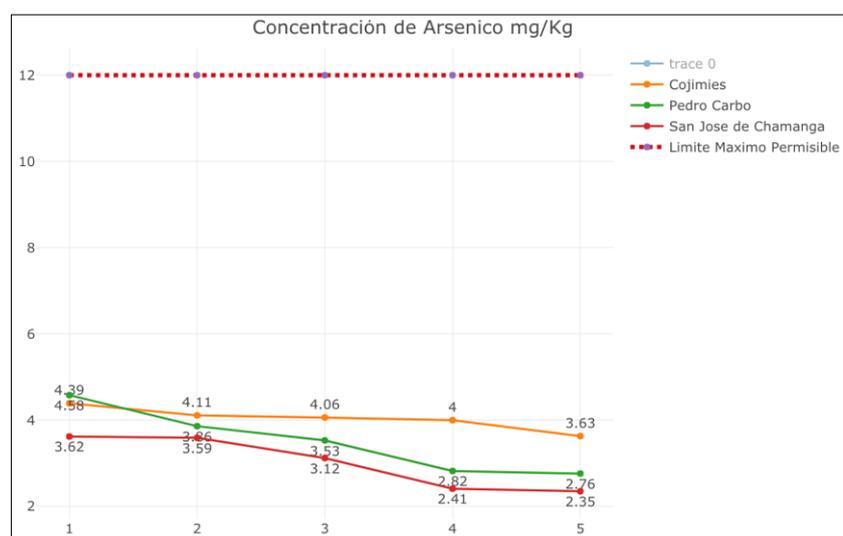
En la Figura 27, se muestran los resultados para la concentración de plomo en los sedimentos registrando un valor máximo en San José de Chamanga de 12mg/kg y los valores restantes de <9 mg/kg, al no tener resultados exactos en el análisis estadístico no se puede realizar. Refiriéndonos a la comparación con la normativa en la Tabla 3, ningún valor de los tres sectores supera los límites permisibles en referencia a (AM 097 A, 2015), (CEQG) y (NOAA,1999) .

#### 4.1.5. Determinación de Arsénico (As)

##### 4.1.5.1. Determinación de arsénico en *sedimentos*

**Figura 28**

*Boxplot de la Concentración de Arsénico en los Tres Sectores*



**Nota:** Los diagramas de caja presentados en la figura son representativos para la concentración de arsénico en los tres sectores.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

En la Figura 28, se muestra los resultados para el arsénico en los tres sitios muestreados registrando valores máximos en Pedro Carbo de 4.58 mg/kg en la muestra PC-3, para el sector de Cojimíes tiene un valor máximo de 4.39 mg/kg mientras que en San José de Chamanga registra un valor de 3.62. Al realizar la comparación de los tres sectores con valores promedio en Cojimíes el valor es mayor con 4.038 mg/kg para Pedro Carbo y San José de Chamanga el resultado fue 3.52mg/kg y 3.01 mg/kg respectivamente.

En comparación con la Tabla 3, respecto a los límites para metales en suelo y sedimentos establecidos en los niveles de fondo de referencia para Estados Unidos (NOAA,1999), en los tres sectores del estudio superan el valor de 1.1mg/kg. Al hacer mismo análisis de comparación de los resultados con la Norma Ecuatoriana (AM 097A, 2015) y (CEQG), para el arsénico no supera los límites.

**Tabla 25***Análisis de Varianza del Contenido de Arsénico en Sedimentos*

<b>ANOVA: Factor Único As</b>					
<b>Descripción</b>					Alpha: 0.05
<b>Fuentes</b>	SS	Df	Ms	F	P-value
<b>Entre Grupos</b>	2.602	2	1.3010	3.79	0.053
<b>Dentro de los Grupos</b>	4.120	12	0.3433		
<b>TOTAL</b>	6.722				

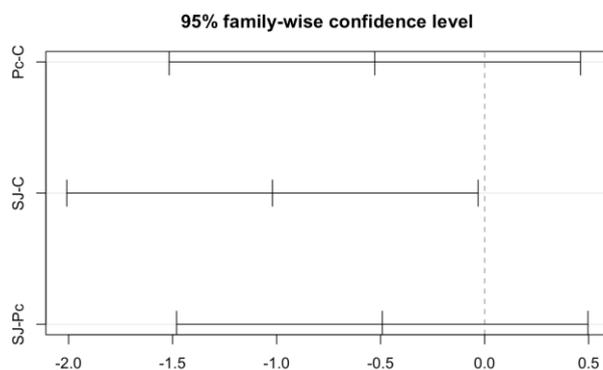
**Nota:** La tabla muestra el resultado del Anova para el metal arsénico.**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)**Tabla 26***Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Contenido de Arsénico*

<b>TUKEY HSD/KRAMER</b>						<b>Alpha0.05</b>
<b>Q TEST</b>						
Grupo 1	Grupo 2	diff	lwr	upr	P-value	
Pedro Carbo	Cojimíes	-0.528	-1.516642	0.46064178	0.3597343	
San José de Chamanga	Cojimíes	1.020	-2.008642	-0.03135822	0.0430691*	
San José de Chamanga	Pedro Carbo	-0.492	-1.480642	0.49664178	0.4075230	

**Nota:** La tabla muestra el resultado de la prueba TUKEY HSD/KRAMER para el metal arsénico.**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

## Figura 29

Grafica de la Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Contenido de Arsénico entre grupos



**Nota:** La tabla muestra la representación gráfica de la prueba TUKEY HSD/KRAMER para el metal arsénico.  
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

El análisis de varianza para el arsénico en sedimentos presentado en la Tabla 25, nos da como resultado un valor de p-value de 0.053 al ser mayor a 0.05 no tiene una significancia estadística, para la prueba de TUKEY HSD/KRAMER en la Tabla 26, únicamente en la comparación San José de Chamanga-Cojimies con un valor de p-value 0.0430691 registra diferencia en los valores promedio, para el resto de los grupos no existe diferencia como se puede visualizar en la Figura 29.

## 4.2. Discusión

De acuerdo con el estudio “Efectos de la producción camaronera sobre la calidad de sedimentos de estuarios con manglares en la Provincia de Esmeraldas” realizado por Pavón (2021), expresa que el metal cobre (Cu) sobrepasa el límite máximo permisible dando como resultado 34,8 mg/kg, mientras que para el presente estudio se registró una concentración máxima de 32,5 mg/kg, en el sector de Pedro Carbo, Boddy y Massaut (2006), enfatizan que los metales trazas no son contaminantes evidentes presentes en los efluentes de las descargas de las camaroneras; sin embargo, algunos metales trazas están presentes en alimentos acuícolas y aditivos químicos, por lo cual estas descargas se almacenan en los fondos blandos y una vez

que se descomponen la materia orgánica libera gran cantidad de micronutrientes como es el caso del cobre, estos vuelven a los sedimentos del manglar siendo aprovechados como alimento para las especies; las concentraciones naturales de Cu son potencializadas por las actividades antropogénicas, ocasionando el deterioro ambiental en los sedimentos debido a la capacidad de acumular gran cantidad de metales pesados actuando como un sumidero de contaminantes.

Para el cobre si se encontró evidencia científica; sin embargo para el metal cobalto no existen estudios previos referentes a sedimentos de manglar por lo que se concluye que probablemente la concentración proviene de fuentes naturales, es decir que este se encuentra en rocas, suelos, agua, plantas y animales según Stefanie y Salinas 2013.

#### 4.3. Comparación con los límites permisibles

**Figura 30**

*Resumen del Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles*

Sector	Metal	Normativa		
		Ecuatoriana. (AM 097A)	Canadiense (ISQG)	Estadounidense (NOAA)
Cojimies	Arsénico			
	Cadmio	<2	<2	<2
	Cobalto			
	Cobre			
	Plomo	<9	<9	<9
Pedro Carbo	Arsénico			
	Cadmio	<2	<2	<2
	Cobalto			
	Cobre			
	Plomo	<9	<9	<9
San Jose de Chamanga	Arsénico			
	Cadmio	<2	<2	<2
	Cobalto			
	Cobre			
	Plomo	<9	<9	9.8

**Nota:** Las celdas de color verde representan que los límites máximos permisibles cumplen con la normativa, mientras que las celdas en color rojo no cumplen con la normativa de referencia, para las celdas en color blanco no se reportan valores referenciales.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Se evidencia que para cada país los límites máximos permisibles son diferentes debido a que algunas normativas son más permisibles como en el caso de la ecuatoriana a comparación de la internacional como es el caso de la estadounidense.

Las celdas en color blanco son valores referenciales que no se encuentra reportados en base a la normativa internacional.

#### 4.4. Diversidad

##### 4.4.1. Cangrejo

El número de especímenes que se capturaron y se cuantificaron se evidencia a continuación en la Tabla 34.

**Tabla 27**

*Diversidad en los Sitios de Estudio Especie Cardisoma crassum*

Sector	Sexo		Total
	Macho	Hembra	
Cojimíes	10	5	15
Pedro Carbo	5	1	6
San José de Chamanga	8	2	10
<b>Total</b>	23	8	31

**Nota:** Cuantificación de especímenes según su sexo

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

El índice de abundancia se calculó con la fórmula de captura por unidad de esfuerzo.

- **Cojimíes**

$$\frac{15 \text{ cangrejos}}{40 \text{ min}} = 0.375 \frac{\text{cangrejos}}{\text{min}} \cong 1 \text{ cangrejo}$$

$$\frac{1 \text{ cangrejo}}{0.375 \frac{\text{cangrejo}}{\text{min}}} = 2.66 \text{ min}$$

$$0.66 \text{ min} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ min}} = 39.6 \text{ segundos} \approx 40 \text{ segundos}$$

Por consiguiente, se determina que el sitio de Cojimíes se captura 1 cangrejo cada 2 minutos 40 segundos

**Tabla 28***Resumen del Análisis de la Captura por Unidad de Esfuerzo en la Especie Cardisoma**crassum*

<b>Sector</b>	<b>Individuo/minuto</b>	<b>Tiempo aproximado para la captura de un individuo</b>
<b>Cojimíes</b>	0.375	2 minutos con 40 segundos
<b>Pedro Carbo</b>	0.15	6 minutos con 40 segundos
<b>San José de Chamanga</b>	0.25	4 minutos

**Nota:** Se muestra los tiempos aproximados para la captura de un individuo**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)**4.4.2. Concha****Tabla 29***Abundancia en los Sitios de Estudio Especie Anadara tuberculosa*

<b>Sector</b>	<b>Conchas</b>		<b>Total</b>
	Vivas	Muertas	
<b>Cojimíes</b>	25	15	40
<b>Pedro Carbo</b>	8	12	20
<b>San José de Chamanga</b>	18	12	30
<b>Total</b>	51	39	90

**Nota:** Total la abundancia en los sitios de estudio.**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)**Tabla 30***Resumen del Análisis de la Captura por Unidad de Esfuerzo en la Especie Anadara**tuberculosa*

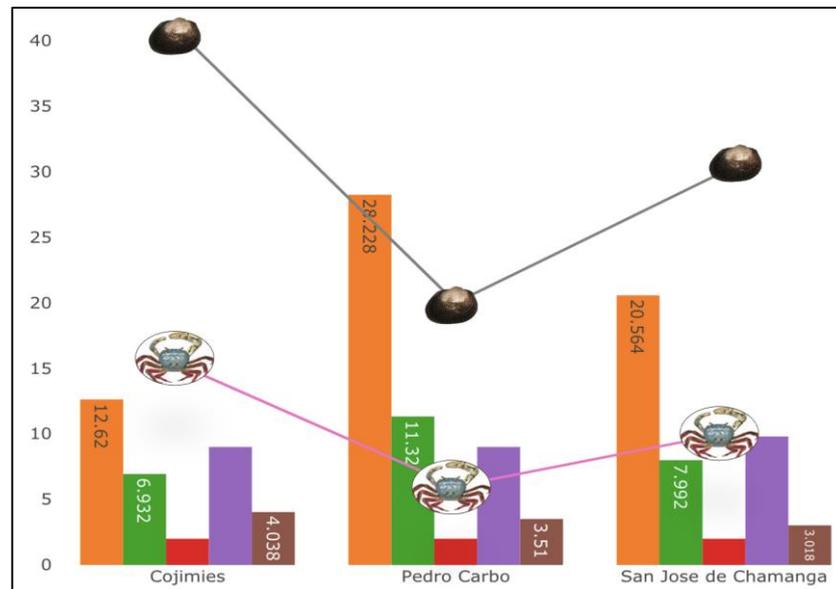
<b>Sector</b>	<b>Individuo/minuto</b>	<b>Tiempo aproximado para la captura de un individuo</b>
<b>Cojimíes</b>	1	1 minuto
<b>Pedro Carbo</b>	0.5	2 minuto
<b>San José de Chamanga</b>	0.75	1 minuto con 20 segundos

**Nota:** Tiempo aproximado para la captura de un individuo.**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

#### 4.4.3. Relación de la concentración de metales pesados con el análisis de la diversidad

**Figura 31**

*Relación de la concentración de los metales pesados con el análisis de la diversidad*



**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Los resultados presentados en la Figura 31, y previo al análisis por captura de la unidad de esfuerzo podemos afirmar que, si existe una relación inversamente proporcional referente a la diversidad en los tres sitios muestreados, siendo notable que el sector de Pedro Carbo es el más afectado en la disminución de *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum*.

**Figura 32**

*Camaronera en sector de Pedro Carbo*



**Nota:** La figura muestra una bomba de camaronera al cuerpo de agua.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Tabla 31***Análisis de Varianza del la Diversidad de la Especie Anadara tuberculossa*

<b>ANOVA: Factor Único As</b>		
<b>Descripción</b>	Alpha: 0.05	
<b>Fuentes</b>	F	P-value
<b>Entre Grupos</b>	1.85e+30	< 2e -16***
<b>Dentro de los Grupos</b>		

Fuente: Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Tabla 32***Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Contenido de la Diversidad de la Especie Anadara tuberculossa*

<b>TUKEY HSD/KRAMER</b>						<b>Alpha0.05</b>
<b>Q TEST</b>						
Grupo 1	Grupo 2	diff	lwr	upr	P-value	
Pedro Carbo	Cojimíes	-20	-20	-20	0	
San José de Chamanga	Cojimíes	-10	-10	-10	0	
San José de Chamanga	Pedro Carbo	10	10	10	0	

Fuente: Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Tabla 33***Análisis de Varianza del la Diversidad de la Especie Cardisoma crasum*

<b>ANOVA: Factor Único As</b>		
<b>Descripción</b>	Alpha: 0.05	
<b>Fuentes</b>	F	P-value
<b>Entre Grupos</b>	4.21e+30	< 2e -16***
<b>Dentro de los Grupos</b>		

Fuente: Elaboración propia de las autoras, (2022)

**Tabla 34**

*Prueba de TUKEY HSD/KRAMER sobre Contenido de la Diversidad de la Especie*

*Cardisoma*

TUKEY HSD/KRAMER					Alpha0.05
Q TEST					
Grupo 1	Grupo 2	diff	lwr	upr	P-value
Pedro Carbo	Cojimíes	-9	-9	-9	0
San José de Chamanga	Cojimíes	-5	-5	-5	0
San José de Chamanga	Pedro Carbo	4	4	4	0

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

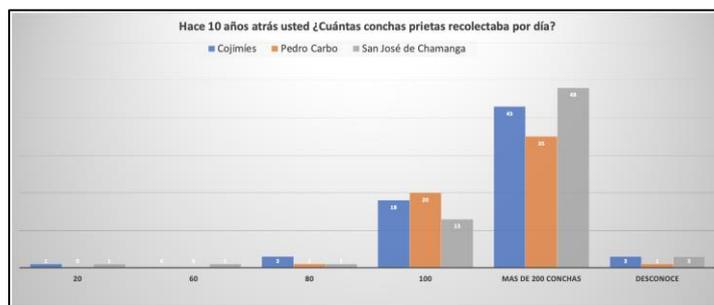
Como se puede observar en la Tabla 31 y Tabla 32 los resultados estadísticos para la especie *Anadara tuberculosa*, indican que en los tres sectores de estudio el número de especies capturadas para el estudio es totalmente distinto entre si al tener un valor en p-value de 0 dando una significancia estadística alta, para la especie *Cardisoma crassum* los resultados estadísticos entre si se repiten dando diferencias entre los tres sectores como lo podemos visualizar en la Tabla 33 y Tabla 34, el valor de p-value es igual a 0.

#### 4.5. Entrevistas

##### 4.5.1. ¿Hace 10 años atrás usted cuántas conchas prietas recolectaba por día?

**Figura 33**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 1 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

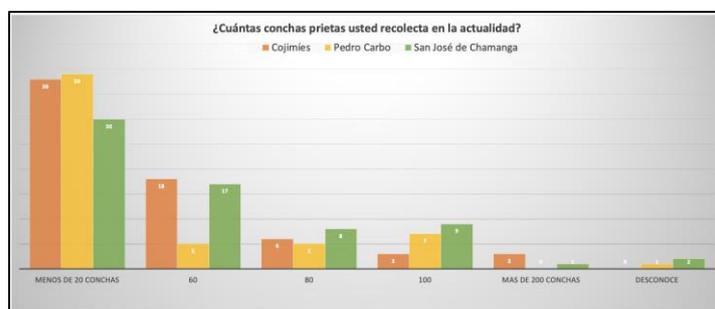
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

La información obtenida en la Figura 33, revela que hace 10 años atrás se realizaba una mayor recolección de conchas prietas obteniendo el 61,4% en Pedro Carbo, 71,6% en San José de Chamanga y 63,2% en Cojimíes, obteniendo como respuesta la recolección de más de 200 especímenes en un día de trabajo.

#### 4.5.2. ¿Cuántas conchas prietas usted recolecta en la actualidad?

### Figura 34

*Diagrama de Barras para la Pregunta 2 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

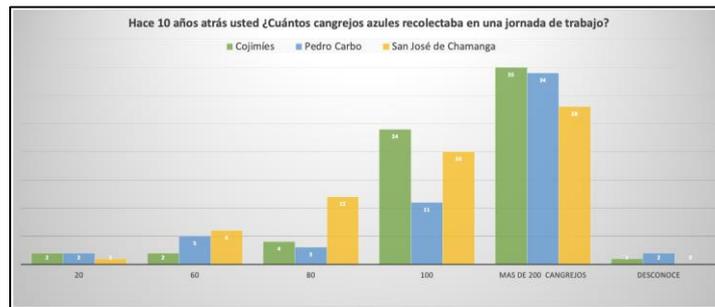
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Se afirma que existe una reducción en la recolección de conchas prietas actualmente, basándose en la falta de control y exceso de contaminación en el hábitat de las especies en estudio, además, en la Figura 34, se observa la gráfica estadística obteniendo como análisis, que los pescadores artesanales recolectan menos de 20 conchas diarias en los tres sectores en estudio.

**4.5.3. ¿Hace 10 años atrás usted cuántos cangrejos azules recolectaba en una jornada de trabajo?**

**Figura 35**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 3 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

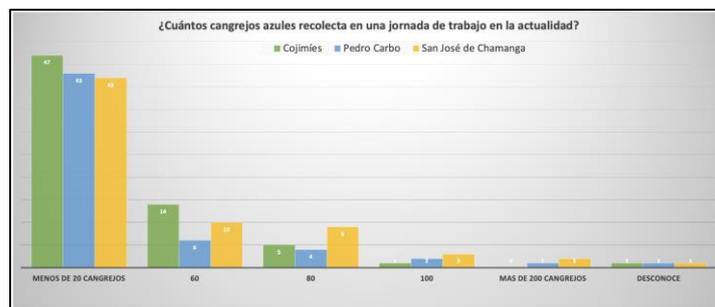
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Según la muestra poblacional, en los diferentes sectores se pudo evidenciar que, en Cojimíes, Pedro Carbo, San José de Chamanga el 51,4%, 59,6% y 41,7% respectivamente, se recolecta más de 200 cangrejos azules hace 10 años.

**4.5.4. ¿Cuántos cangrejos azules usted recolecta en una jornada de trabajo en la actualidad?**

**Figura 36**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 4 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

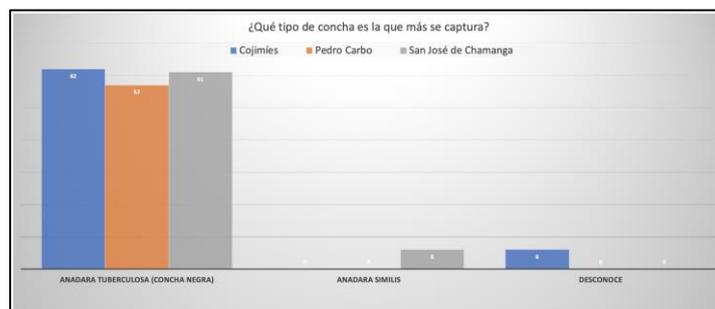
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

En la actualidad, los entrevistados confirmaron que, se recolectan menos de 20 cangrejos azules en cada zona de estudio y según la Figura 36 el porcentaje de personas afectadas es, Cojimíes el 69,1%, Pedro Carbo 75,4% y San José de Chamanga 62,6% por lo cual se busca encontrar el problema principal de por qué dichas especies se encuentran escasas en el Estuario del Río Cojimíes.

#### 4.5.5. ¿Qué tipo de concha es la que más se captura?

**Figura 37**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 5 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

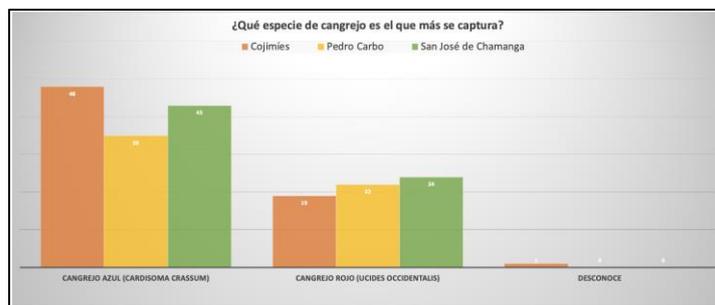
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

La especie que más se logra capturar en el Estuario del Río Cojimíes es la *Anadara tuberculosa* también conocida como concha prieta.

#### 4.5.6. ¿Qué especie de cangrejo es la que más se captura?

**Figura 38**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 6 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

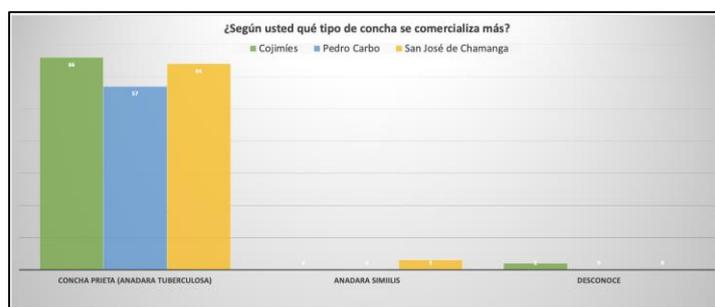
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

En la Figura 38, se puede observar que, en el sector de Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga la especie que más se captura es el cangrejo azul sin embargo el 27,9% de Cojimíes, 38,5% de Pedro Carbo y el 35,8% de San José de Chamanga, menciona que también se logra capturar el cangrejo rojo debido a que es el de mayor consumo en la región Sierra y siendo el más utilizado como comida para el ganado porcino.

#### 4.5.7. ¿Según usted qué tipo de concha se comercializa más?

**Figura 39**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 7 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

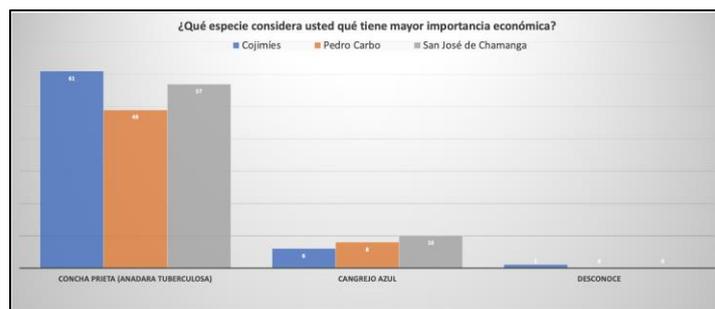
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Refiriéndonos a la pregunta de la Figura 39, en donde se deduce que, la concha prieta era una de las más capturadas y relacionándola con la comercialización por ser las más consumidas por la población a nivel nacional se obtiene, 100% en Pedro Carbo además como se puede observar en la Figura 39 en San José de Chamanga se obtuvieron 3 personas que llegan a comercializar también la especie *Anadara Similis*.

#### 4.5.8. ¿Qué especie considera usted que tiene mayor importancia económica?

**Figura 40**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 8 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

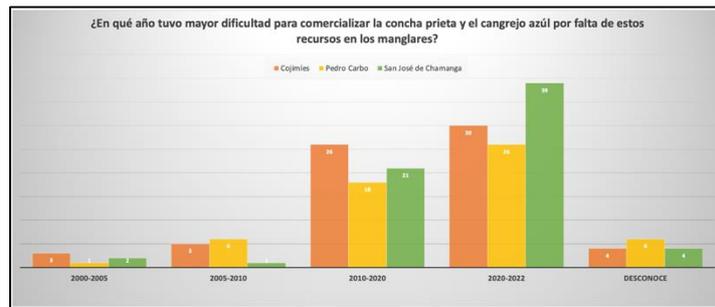
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Se considero la especie concha prieta y cangrejo azul como las más comerciales en este sector para lo cual analizando la Figura 40. La concha prieta tiene total ventaja debido a que la captura es más fácil que del cangrejo azul y se encuentran en más cantidad en los manglares, asumiendo así un precio más bajo para la venta en un comparativo del cangrejo azul.

**4.5.9. ¿En qué año tuvo mayor dificultad para comercializar la concha prieta y el cangrejo azul por falta de estos recursos en los manglares?**

**Figura 41**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 9 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

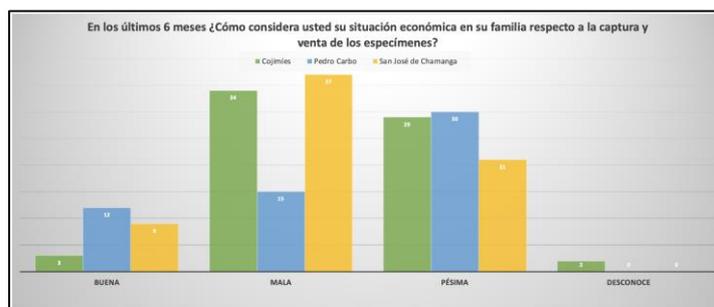
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Se estableció un rango de años para conocer en qué periodo de tiempo se dio dificultad para vender la concha prieta y el cangrejo azul porque en los manglares ya no se encontraba diversidad y también se podían observar especies muertas, en la Figura 41 podemos observar que entre el año 2020 y 2022 según la muestra poblacional se tienen los porcentajes más elevados, los entrevistados mencionaron que fue por un incremento de camaroneras y palmiculturas en el sector, perjudicando la abundancia y diversidad de especies en los manglares.

**4.5.10. En los últimos 6 meses ¿Cómo considera su situación económica en su familia respecto a la captura y venta de los especímenes?**

**Figura 42**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 10 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

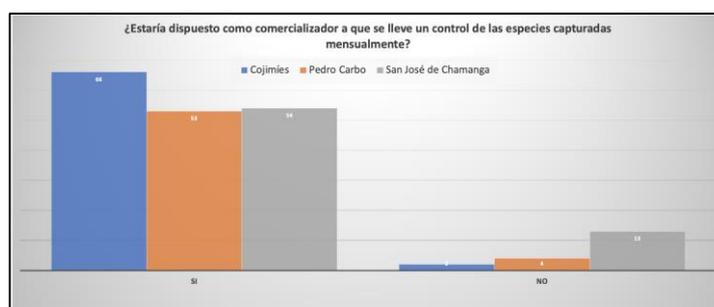
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

La situación de las familias que tienen ingresos debido a la pesca y comercialización de estas especies han sido gravemente afectadas para lo cual se tiene que la situación en Cojimíes (50%), San José de Chamanga (55,2%) es mala mientras que para Pedro Carbo (52,6%) es pésima, sin embargo, el 21% de este sector menciona que, la situación ha ido mejorando en el pasar de los días post pandemia Covid-19.

**4.5.11. ¿Estaría dispuesto como comercializador a que se le lleve un control de las especies capturadas mensualmente?**

**Figura 43**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 11 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

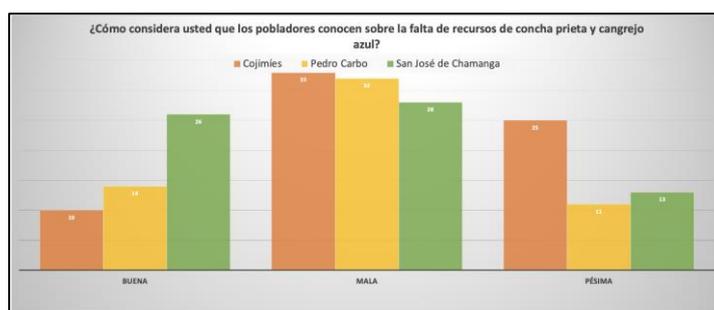
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

El control es un registro fundamental para la zona de pesca artesanal debido a que se podrá verificar si se están cumpliendo con las vedas para las especies en estudio, en la Figura 43, se observa que el 97%,77,9% y 80,5% de Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga respectivamente estuvieron de acuerdo en que se realice este procedimiento sin embargo hubo pocas personas que se negaron, como es el caso de San José de Chamanga.

#### 4.5.12. ¿Cómo considera usted que los pobladores conocen sobre la falta de recursos de concha prieta y cangrejo azul?

**Figura 44**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 12 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

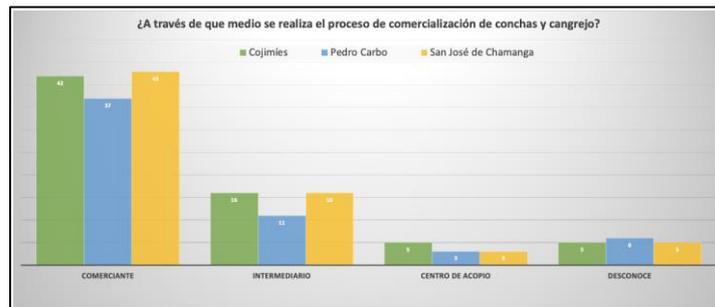
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Según los datos obtenidos de las entrevistas en la Figura 44, sobre el conocimiento de falta de recursos de las especies en estudio, se obtiene que en Cojimíes el 48,5% es mala, el 36,8% es pésima y el 14,7% es buena, en Pedro Carbo el 56,2% es mala, 24,6% es buena y el 19,2% es pésima y para San José de Chamanga el 41,7% es mala, 19,5% es pésima y el 38,8% es buena.

#### 4.5.13. ¿A través de que medio se realiza el proceso de comercialización de conchas y cangrejo?

**Figura 45**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 13 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

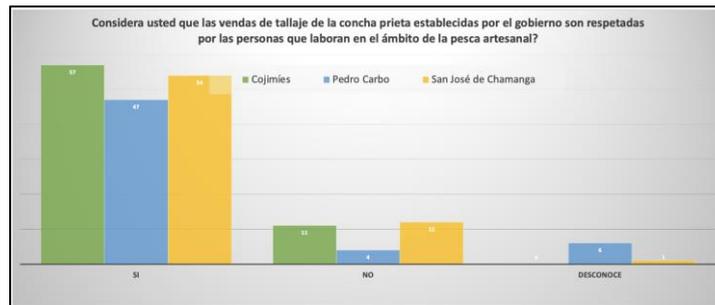
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Para lograr comercializar adecuadamente los productos se cuenta con diferentes métodos entre ellos encontramos, mediante un comerciante, intermediario o por un centro de acopio para los tres sectores en estudios, se logra conocer que se utiliza en mayor porcentaje la comercialización por comerciantes seguido por los intermediarios, centro de acopio y por último solo 7%,10% y 7% de Cojimies, Pedro Carbo y San José de Chamanga respectivamente desconocían del proceso de comercialización.

**4.5.14. ¿Considera usted que las vedas de tallaje de la concha prieta establecidas por el gobierno en base al Acuerdo N°149 son respetados por las personas que laboran en el ámbito de la pesca artesanal?**

**Figura 46**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 14 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

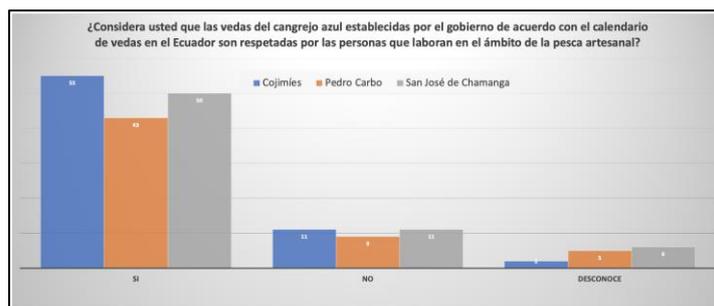
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

La veda que tiene la concha prieta hace referencia al tamaño que debe tener para la captura y posterior comercialización, los pescadores artesanales deben estar en pleno conocimiento de las vedas, en la Figura 46, se evidencia que el 83,8% de Cojimies, 82,4% de Pedro Carbo y 80,51% de San José de Chamanga respetan el Acuerdo N°149 referente a veda de tallaje para concha prieta sin embargo un mínimo porcentaje de la muestra poblacional no respetaban o no tenían conocimiento de la misma.

**4.5.15. ¿Considera usted que las vedas del cangrejo azul establecidas por el gobierno de acuerdo con el calendario de vedas en el Ecuador son respetadas por las personas que laboran en el ámbito de la pesca artesanal?**

**Figura 47**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 15 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

En la Figura 47, podemos analizar que en los 3 sectores conocen de las vedas de cangrejos sin embargo en Cojimíes el 16,2%, Pedro Carbo el 15,8% y San José de Chamanga el 16,4% no respetaban las vedas esto debido al desconocimiento de las fechas de veda de muda y veda de reproducción para las especies.

**4.5.16. ¿Conoce usted que el tallaje de la concha prieta para su captura debe ser de 4,5 centímetros o más?**

**Figura 48**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 16 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

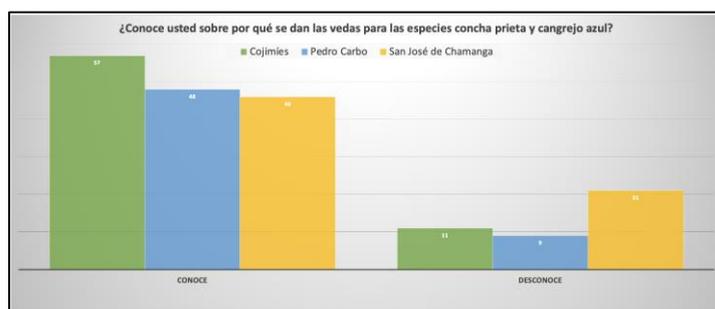
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Las personas entrevistadas aseguraron que, se conocía sobre el tallaje de la concha para la captura que es de igual o mayor a 4,5 cm y solo un 21%,19,3% y 14,9% de Cojimíes, Pedro Carbo y San José de Chamanga no conocían referente a la veda.

#### **4.5.17. ¿Conoce usted sobre por qué se dan las vedas para la especie de concha prieta y cangrejo azul?**

**Figura 49**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 17 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

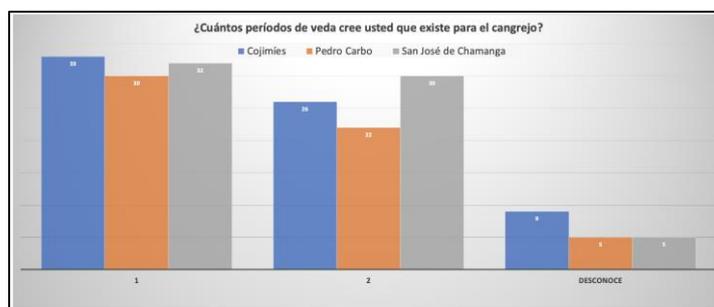
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

En la Figura 49, podremos encontrar y analizar que en Cojimíes el 84%, Pedro Carbo el 84,2%, San José de Chamanga el 68,6% conoce porque se dan los diferentes tipos de veda para las especies sin embargo se encontró que el 31,3% en San José de Chamanga desconocen de este tema.

#### 4.5.18. ¿Cuántos períodos de veda cree usted que existe para el cangrejo?

**Figura 50**

Diagrama de Barras para la Pregunta 18 en los tres Sectores Entrevistados



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

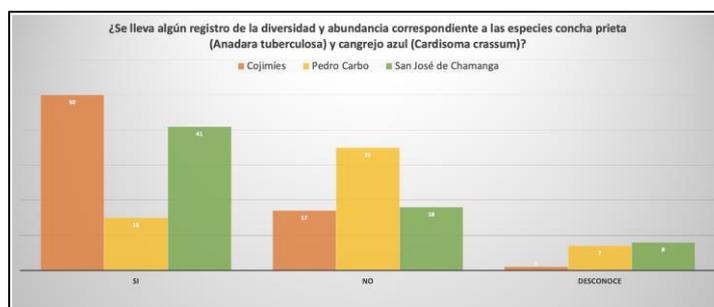
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

Se evidencia en la Figura 50, que, para los tres sectores de estudio, el número de vedas que mencionaron es una, sin embargo, el 38.2% de Cojimíes, 39% de Pedro Carbo y el 45% de San José de Chamanga si conocían de los dos diferentes periodos de vedas que tiene el cangrejo adicional existe un número mínimo de personas que desconocían del tema en mención.

#### 4.5.19. ¿Se lleva algún registro de la diversidad y abundancia correspondiente a las especies *Anadara tuberculosa* (Concha prieta) y *Cardisoma crassum* (Cangrejo azul)?

**Figura 51**

Diagrama de Barras para la Pregunta 19 en los tres Sectores Entrevistados



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

El sector de Pedro Carbo en un 61.4% menciono que, no cuentan con un registro de diversidad y abundancia para la especie de concha prieta y cangrejo azul, mientras que, para Cojimíes el 74% y San José de Chamanga el 61.2% si cuentan con un registro para las especies, pero no tienen acceso a la información.

**4.5.20. ¿Considera usted que se debería realizar un control periódico de la concha prieta y cangrejo azul en los diferentes establecimientos de venta para confirmar que se están respetando las vedas de tallaje de las especies?**

**Figura 52**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 20 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

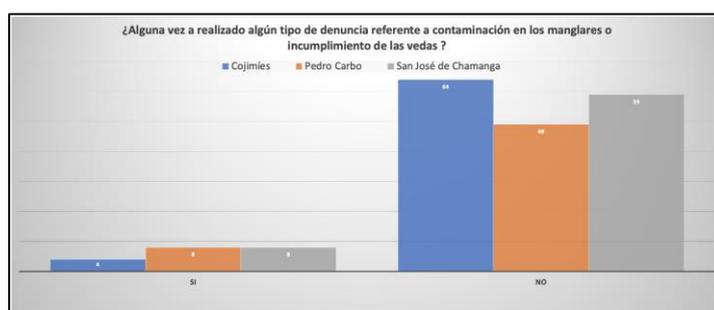
**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

En los 3 sectores entrevistados, se obtuvo la mayoría de porcentaje debido a que, todos necesitan un control periódico de las especies en estudio, especialmente en el área de ventas con la finalidad de hacer cumplir las diferentes vedas sin embargo en Pedro Carbo el 7%, San José de Chamanga el 12.3% se negó a los controles de veda.

**4.5.21. ¿Alguna vez a realizado algún tipo de denuncia referente a contaminación en los manglares o incumplimiento de las vedas por parte de los pescadores?**

**Figura 53**

*Diagrama de Barras para la Pregunta 21 en los tres Sectores Entrevistados*



**Nota:** Los diagramas de barra presentados son comparativos según las respuestas de los entrevistados en los tres sectores del estudio.

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

En la Figura 53, se observa la gráfica estadística referente a si se ha hecho o no denuncias sobre contaminación de manglares, en lo cual, se obtuvo respuestas que no se han realizado estas denuncias, sin embargo, el 5% en Cojimíes, 14% en Pedro Carbo y 12% en San José de Chamanga confirman la intervención mediante denuncias para lo cual, las autoridades no han tomado medidas al respecto perjudicando cada vez más al Estuario.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

1. Mediante el estudio se determinó que el Cu es el metal que presenta mayor concentración en los sedimentos de manglar esto debido a que existen camaroneras y palmicultura aledañas en las zonas de estudio, además los productos químicos utilizados por estas actividades son los responsables de la presencia de este metal en los lodos de sedimento de los manglares en el Estuario del río Cojimíes.
2. La mayor concentración de Cu se evidenció en los sedimentos de manglar del sector de Pedro Carbo con  $28,228 \frac{mg}{kg}$ , San José de Chamanga con  $20,564 \frac{mg}{kg}$  y Cojimíes con  $12,62 \frac{mg}{kg}$  en donde se logra comparar la pregunta 4.5.4 de las entrevistas que menciona sobre la captura de *Cardisoma crasumm* siendo menor a 20 especímenes y con mayor porcentaje en Cojimíes, Pedro Carbo y Chamanga respectivamente, sin embargo los análisis de resultados demuestran que Pedro Carbo es el que llega a recolectar menor número de individuos según los datos obtenidos en el estudio se recolectó 6 especímenes de *Cardisoma crasumm* y 40 especímenes de *Anadara tuberculosa* a diferencia de los otros sectores estudiados.
3. La percepción de la comunidad se consideró como un elemento clave en el desarrollo de la investigación manifestando el punto de vista de los moradores como un aspecto social para encontrar un mejor desarrollo local y obteniendo información desde el origen del problema.
4. En base a la normativa ecuatoriana se evidencia que las concentraciones de los metales pesados As, Cd, Co, Cu y Pb presentan valores inferiores en los sitios de estudio,

excepto el metal Cu el cual excede el límite máximo permisible en el sector Pedro Carbo con  $3 \left( \frac{mg}{Kg} \right)$  establecidas en el Acuerdo Ministerial 097 A.

## 5.2. Recomendaciones

1. Es necesario llevar a cabo un estudio futuro sobre la capacidad de bioacumulación de metales pesados en las especies *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum* del Estuario del Río Cojimíes, con la finalidad de determinar el grado de afectación de estas especies frente a la contaminación y su impacto en la disminución de la diversidad y a su vez para la salud humana.
2. Realizar un estudio de campo en el que se determine los principales productos utilizados en la industria camaronera, palmicultura y agropecuaria debido a que los productos empleados contienen altas concentraciones de metales pesados, en especial el metal cobre.
3. Implementar en cada lugar de estudio un proyecto de repoblación de las especies con el fin de preservar la diversidad y abundancia en los manglares ecuatorianos del Estuario del Río Cojimíes.
4. Establecer controles rigiéndose en base al calendario de las vedas establecidos por el gobierno ecuatoriano evitando la captura para comercialización y consumo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S. (2005). Fórmula para el cálculo de la muestra. *Salud En Tabasco*.
- Anandón, R., Duarte, C., & Fariña, C. (2015). Impactos sobre los ecosistemas marinos y el sector pesquero. *Impacto Del Cambio Climático En España*, 156.
- CALIDRA. (2014). *FICHA TECNICA DE PRODUCTO CAL DOLOMITA M325 (DOLOCAL)*.  
[https://www.incal.hn/assets/16-ficha-tecnica-de-producto-cal-dolomita-m325-\(dolocal\).pdf](https://www.incal.hn/assets/16-ficha-tecnica-de-producto-cal-dolomita-m325-(dolocal).pdf)
- Castro, I. (2005). *¿De qué hablamos cuando hablamos de diversidad ecosistémica?*  
<http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/88.pdf>
- Chávez-Vallarino, C. (2011). Detección de metales pesados en agua. *Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*, 0, 51–54.
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente* (p. 8).
- Código Orgánico Integral Penal. (2016). *Código orgánico Integral Penal*.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.  
[https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador\\_act\\_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)
- Convenio de RAMSAR. (1975). *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*.
- Convenio Sobre la Diversidad Biológica. (1992). *No Title*.
- EcoCostas. (n.d.). *Perfil para la zona del Estuario de Cojimíes*.  
[https://www.crc.uri.edu/download/Cojimies\\_final-1.pdf](https://www.crc.uri.edu/download/Cojimies_final-1.pdf)
- Edmundo, A., Adriana, C., Olga, L., Eduardo, M., Paola, S., Gabriela, C., Inés, A., Borie, G., & Sergio, G. (2005). *Criterios de calidad de suelo agrícola*. [http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio\\_ambiente/criterios\\_calidad\\_suelos\\_aguas\\_agricolas/inicio.htm](http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/inicio.htm)

- FACSA. (2017). *Metales pesados*. <https://www.facsa.com/metales-pesados/#:~:text=Los metales pesados son un,%2C cobre%2C plomo y cromo>.
- FAO. (2001). *Documento Técnico de Pesca. No. 382*. (p. 132).
- Feoktistova, L., & Clark, V. (2018). El metabolismo del cobre, sus consecuencias para la salud humana. *Universidad de Guantánamo*, 21. 89N3PDyZzakoH7W6n8ZrjGDDktjh8iWFG6eKRvi3kvpQ
- FIDES. (2014). *Sistematización del proceso comunitario de repoblación in situ de cangrejo azul (Cardisoma crassum) en 4 áreas del estuario del Río Chone*.
- Fraume, N. (2007). *Diccionario Ambiental*. 58. [http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1232/1/Fraume-Diccionario ambiental.pdf](http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1232/1/Fraume-Diccionario%20ambiental.pdf)
- García Flores, M., & Maza Álvarez, J. A. (n.d.). *Origen y propiedades de los sedimentos* (p. 5). <http://dimsec.com/wp-content/uploads/2017/08/Cap-07-MIR-601-Origen-y-Prop-Sedimentos.pdf>
- GBC. (n.d.). *Flame Methods Manual For Atomic Absorption*.
- González, E. (2014). *Método general por microondas de digestión ácida en matrices ambientales*. [https://www.ciiemad.ipn.mx/assets/files/ciiemad/docs/sgc/procedimientos/IPN\\_AC-06-00.pdf](https://www.ciiemad.ipn.mx/assets/files/ciiemad/docs/sgc/procedimientos/IPN_AC-06-00.pdf)
- Gutierrez, L. (2003). *1. Principales Bioindicadores Del Agua*. 29–43.
- Harwood, J., & Wilkin, D. (2021). *Conceptos de Ciencias de la Vida*.
- Hermógenes, R. (2001). *Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Jacomé, C. (2007). *Capítulo 20 Moluscos.pdf* (pp. 12–20).
- Lacerda, L., Santos, J., & Madrid, R. (2006). Copper emission factors from intensive shrimp

- aquaculture. *Marine Pollution Bulletin*, 52(12), 1823–1826.
- Laino Guanes, R. M. (2015). Concentración de metales en agua y sedimento de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México-Guatemala. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 1, 61–74.
- Landero, N. (2013). ACUMULACIÓN DE METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE, MÉXICO. *Redalyc*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (n.d.). *Controlan cumplimiento de veda de concha prieta en Puerto Bolívar*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agricultura.gob.ec/controlan-cumplimiento-de-veda-de-concha-prieta-en-puerto-bolivar/>
- Monge, J. (2003). Introducción: Un vistazo a la historia natural de los moluscos. *Revista de Biología Tropical*, 51(SUPPL. 3), 1–3.
- Montesdeoca, L. (2015a). “CONTENIDO DE METALES PESADOS (Hg, Pb, Cd), EN EL TEJIDO BLANDO DEL QUELÍPEDO Y HEPATOPÁNCREAS DEL CANGREJO ROJO (*Ucides occidentalis*), EN TRES LOCALIDADES DEL PERFIL COSTERO DE LA PROVINCIA DE EL ORO, 2014.”
- Montesdeoca, L. (2015b). *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.*
- Nordberg, G. (2001). *Metales: propiedades químicas y toxicidad* (p. 63.10). <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Capítulo+63.+Metales+propiedades+químicas+y+toxicidad>
- NTE INEN - ISO 5667-1. (2006). *Calidad del agua, muestreo. Parte 19: Guía para el muestreo de sedimentos marinos*. (p. 7).
- NTE INEN 2 566:2010. (2010). *Áridos, Reducción de muestras a tamaño de ensayo* (Primera).

- Patiño, J. (2020). *Detección de cadmio en raíces subterráneas de Rhizophora sp. en el área de custodia de manglares de puerto roma, Golfo de Guayaquil*. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48734/1/Unificado\\_TESIS\\_EMPASTAR\\_JEPN.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48734/1/Unificado_TESIS_EMPASTAR_JEPN.pdf)
- Pérez López, E., & Alvarado Rodríguez, D. C. (2018). Cuantificación por absorción atómica de Cu, Fe y Zn en alcohol destilado y agua. *UNED Research Journal*, 10(2), 387–396. <https://doi.org/10.22458/urj.v10i2.1998>
- Pernia, B. (2019). IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN SOBRE LOS MANGLARES DE ECUADOR. *ResearchGate*.
- Pita, M. (2018). *Efecto del cambio climático en el manglar del Cantón Pedernales*.
- QUIMINSA. (2013). *FICHA TÉCNICA HIPOCLORITO DE CALCIO QUIMICHLOR 70 %*. <http://files8.design-editor.com/94/9409855/UploadedFiles/2595CD6E-F5B2-8CD5-6495-813693491B1E.pdf>
- Quiñonez, S. (2021). *Revalorización de los conocimientos y prácticas ancestrales de la captura y engorde de cangrejo azul Cardisoma crassum en a comunidad “El Progreso” en la provincia de Esmeraldas*. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6584/1/UPSE-TBM-2021-0008.pdf>
- Rodríguez, P. (n.d.). *Escalas y Diversidad de Especies*. 109. <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=KVgYqCyu43QC&oi=fnd&pg=PA109&dq=+definición+de+diversidad++de+especies&ots=HDHPsl58Nf&sig=Do-oak7r4TAq6pRio1UjpckYuTY#v=onepage&q&f=false>
- Santana, M. (2020). *EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN SEDIMENTOS DE MANGLAR EN ECUADOR*.
- Siguenza, J. (2016). *Determinación de metales pesados arsénico, cadmio y plomo en conchas prietas (Anadara tuberculosa), extraídos de la desembocadura del Río Pital*. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5598/1/11927.pdf>
- Sven, T., & Jvier, C. (2015). *Brachyura*. 206. file:///C:/Users/velm1/Downloads/17Brachyura

(1).pdf

Uscocovich-Garcés, G. D. (2015). *Reproducción y densidad poblacional del cangrejo azul Cardisoma crassum, en la Isla Cerritos, Estuario del Río Chone, Manabí, Ecuador.* 67.

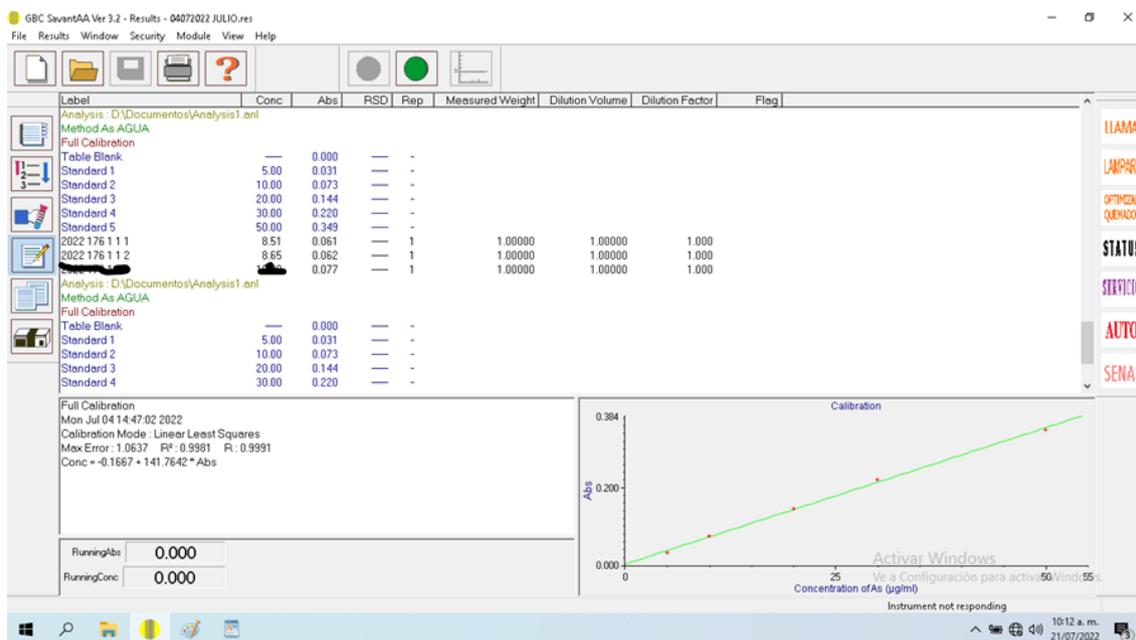
Vega, Á., Mena, C., Robles, P., & Yolani, A. (2018). Pesca artesanal de *Cardisoma crassum* (cangrejo) y *Ucides occidentalis* (Mangote) en el sector nororiental del Golfo de Montijo, Pacífico de Panamá. *Tecnociencia*.  
<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/224/2241109001/2241109001.pdf>

Zagal, E., & Sadzawka, A. (2007). *Protocolo de métodos de análisis para suelos y lodos.* (p. 5).

## 7.ANEXOS

### Anexo 1

#### Curva de Calibración (programa GBC SavantAA - Ver 3.2)



**Nota:** La curva de calibración es realizada para todos los metales del estudio

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

## Anexo 2

### Formato de la Entrevista Elaborado en Google Forms

## Diversidad y abundancia de concha prieta y cangrejo azul en el Estuario del Río Cojimíes (Sector Cojimíes)

La cooperación italiana conjuntamente con la Universidad Politécnica Salesiana se lleva a cabo proyecto denominado "Innovación y sostenibilidad del sector pesquero artesanal de Manabí.  
El objetivo de esta entrevista es el determinar la percepción de la comunidad del Estuario del Río Cojimíes referente al aprovechamiento histórico de las especies *Anadara tuberculosa* y *Cardisoma crassum*.

1.1) Hace 10 años atrás usted ¿Cuántas conchas prietas recolectaba por día?

- 20
- 60
- 80
- 100
- Más de 200
- Desconoce

1.2) ¿Cuántas conchas prietas usted recolecta en la actualidad?

- Menos de 20
- 60
- 80
- 100
- Más de 200
- Desconoce

**Nota:** La entrevista se realizó en google forms

**Fuente:** Elaboración propia de las autoras, (2022)

## Anexo 3

### Proforma del análisis de tres muestras – Espectrofotometría de Absorción Atómica



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
LABORATORIOS OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS - OSP  
RUC: 1768092050001  
Dirección: Gilberto Gatto Sobral y Gerónimo Leiton. Teléfono: 3214661  
Proforma 2022-0473

Nombre **LEONES AGUA DENNISSE VANESSA**

Dirección **PICHINCHA / QUITO / Av. Maldonado y Joaquín Gutiérrez 263**

Email **dleones@est.ups.edu.ec**

Contacto **Dennisse Vanessa Leones**

Emisión **30/05/2022 01:19:00**

Cédula **1723071153**

Teléfono **098 368 7548**

**Muestras**

No	Descripción	Cantidad de Muestras	Observación
1	Sedimentos de Manglar		1 Mínimo 250g de muestra
Información Adicional:			

**Análisis Requerido**

Muestra No.	Descripción	Técnica	Cantidad	Valor	Total	Área	OT
1	1 * TRATAMIENTO DE LA MUESTRA		3	10,00	30,00	AMBIENTAL	1
1	2 ARSENICO (AS)	M-GO-AM-82/ EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-49	3	17,00	51,00	AMBIENTAL	1
1	3 CADMIO (CD)	M-GO-AM-41/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-04	3	8,00	24,00	AMBIENTAL	1
1	4 * COBALTO (CO)	EPA 3050 A Y 7200	3	8,00	24,00	AMBIENTAL	1
1	5 COBRE (CU)	M-GO-AM-86/EPA 3050A MODIFICADO Y M-GO-AM-09	3	8,00	24,00	AMBIENTAL	1
1	6 PLOMO (PB)	M-GO-AM-64/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-25	3	8,00	24,00	AMBIENTAL	1
(*) Ensayos NO cubiertos por la acreditación otorgada por la "SAE"					<b>Subtotal</b>	177,00	
					<b>IVA (12%)</b>	21,2400	
					<b>Total</b>	\$198,24	

CONFIDENCIALIDAD: "La información y documentación relacionadas con la oferta de servicios de los Laboratorios OSP y aquella que es generada durante la ejecución de los servicios, es confidencial; tanto para el cliente como para el personal de los Laboratorios OSP. La información y la documentación no puede ser reproducida, difundida o publicada sin autorización conjunta y expresa del cliente y el responsable de los Laboratorios, a menos que sea requerida por ley. Cuando se requiera por ley, que los Laboratorios OSP revelen información confidencial, los clientes tendrán conocimiento de la información proporcionada, salvo en los casos en que la ley lo prohíba. La información incluida en los informes de resultados no podrá reproducirse parcialmente total o parcialmente, sin la aprobación por parte de la Facultad de Ciencias Químicas y no podrá ser utilizada para fines publicitarios. Ningún procedimiento técnico, metodología o cualquier otro documento del Sistema de Calidad de los Laboratorios OSP, podrá ser entregado a los clientes, por considerarse documentación confidencial del Sistema de Gestión de la Calidad"

**Tiempos de Entrega** 1 | Sedimentos de Manglar en AMBIENTAL 10 días laborables luego de fecha de entrega de muestra



Firmado digitalmente por:  
**MARCIA DEL ROCIO SALAZAR ESTRADA**

30/5/2022 10:02:08 | mrsalazar Hoja 1/4

[www.sysosp.com](http://www.sysosp.com) | Produccion

**Nota:** Información emitida por parte de la Universidad Central del Ecuador (UCE)

## Anexo 4

### Proforma del análisis de doce muestras – Espectrofotometría de Absorción Atómica



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
LABORATORIOS OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS - OSP  
RUC: 1768092050001  
Dirección: Gilberto Gatto Sobral y Gerónimo Leiton. Teléfono: 3214661  
**Proforma 2022-0572**

Emisión 01/07/2022 08:41:34

Nombre *LEONES AGUA DENNISSE VANESSA* Cédula 1723071153  
Dirección *PICHINCHA / QUITO / Av. Maldonado y Joaquín Gutiérrez 263* Teléfono 098 368 7548  
Email *dleones@est.ups.edu.ec*  
Contacto *Dennisse Vanessa Leones*

**Muestras**

No	Descripción	Cantidad de Muestras	Observación
1	Sedimentos manglar	12	250g de muestra
Información Adicional:			

**Análisis Requerido**

Muestra	No.	Descripción	Técnica	Cantidad	Valor	Total Área	OT
1	1	TRATAMIENTO DE LA MUESTRA		12	10,00	120,00 AMBIENTAL	1
1	2	ARSENICO (AS)	M-GO-AM-82/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-49	12	17,00	204,00 AMBIENTAL	1
1	3	CADMIO (CD)	M-GO-AM-41/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-04	12	8,00	96,00 AMBIENTAL	1
1	4	COBALTO (CO)	EPA 3050 A Y 7200	12	8,00	96,00 AMBIENTAL	1
1	5	COBRE (CU)	M-GO-AM-86/EPA 3050A MODIFICADO Y M-GO-AM-09	12	8,00	96,00 AMBIENTAL	1
1	6	PLOMO (PB)	M-GO-AM-84/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-25	12	8,00	96,00 AMBIENTAL	1
(*) Ensayos NO cubiertos por la acreditación otorgada por la "SAE"				Subtotal		708,00	
				IVA (12%)		84,9600	
				<b>Total</b>		<b>\$792,96</b>	

CONFIDENCIALIDAD: "La información y documentación relacionadas con la oferta de servicios de los Laboratorios OSP y aquella que es generada durante la ejecución de los servicios, es confidencial; tanto para el cliente como para el personal de los Laboratorios OSP. La información y la documentación no puede ser reproducida, difundida o publicada sin autorización conjunta y expresa del cliente y el responsable de los Laboratorios, a menos que sea requerida por ley. Cuando se requiera por ley, que los Laboratorios OSP revelen información confidencial, los clientes tendrán conocimiento de la información proporcionada, salvo en los casos en que la ley lo prohíba. La información incluida en los informes de resultados no podrá reproducirse parcialmente total o parcialmente, sin la aprobación por parte de la Facultad de Ciencias Químicas y no podrá ser utilizada para fines publicitarios. Ningún procedimiento técnico, metodología o cualquier otro documento del Sistema de Calidad de los Laboratorios OSP, podrá ser entregado a los clientes, por considerarse documentación confidencial del Sistema de Gestión de la Calidad"

**Tiempos de Entrega** 1 | Sedimentos manglar en AMBIENTAL 10 días laborables luego de fecha de entrega de muestra



Firmado electrónicamente por:  
**MARCIA DEL ROCIO SALAZAR ESTRADA**

4/7/2022 14:18:01 | mrsalazar

Hoja 1/4

www.sysosp.com | Produccion

**Nota:** Información emitida por parte de la Universidad Central del Ecuador (UCE)

## Anexo 5

### Recepción de Tres muestras

	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS LABORATORIOS OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS - OSP RUC: 1768092050001 Dirección: Gilberto Gatto Sobral y Gerónimo Leiton. Teléfono: 3214661		
<b>Hoja de Recepción de Muestra para Pedido 2022-0176</b>			
<b>Cliente</b>	1723071153 - LEONES AGUA DENNISSE VANESSA		
<b>Dirección</b>	PICHINCHA / QUITO / Av. Maldonado y Joaquín Gutiérrez 263		
<b>Correo</b>	dleones@est.ups.edu.ec	<b>Teléfono</b>	098 368 7548
<b>Muestra</b>	1   Sedimentos de Manglar	<b>Cantidad</b>	1
<b>Proforma</b>	2022-0473		
<b>Área</b>	<b>Responsable</b>	<b>Orden</b>	<b>Valor*</b>
AMBIENTAL	Srta. Alicia Beatriz Cepa Lara	2022-0176-1	\$198,24
<b>Datos de Pago</b>			
<b>Fecha</b>	30/05/2022		
<b>Forma</b>	Efectivo		
<b>Documento</b>	Recibo de Recaudación		
<b>No.</b>	R0910052591		
<b>Valor Total</b>	\$198.24		
<b>Datos de Recepción</b>			
<b>Tipo de Muestra</b>	Sedimentos de Manglar		
<b>Descripción</b>	Según envase		
<b>Lote</b>	-		
<b>Código</b>	-		
<b>Contenido</b>	Según envase		
<b>Fecha Elaboración</b>			
<b>Fecha Vencimiento</b>			
<b>Naturaleza Análisis</b>	-		
<b>Observaciones</b>	3 muestras por una repetición. (resultados según envase descripción)		
<b>Fecha Recepción</b>	30/05/2022		
<b>Responsable</b>	ppinto		
<b>Firmas</b>			
<b>Cliente</b>			
<b>Recibido Área</b>			
30/5/2022 10:23:10   ppinto			
www.sysosp.com   Produccion			
Hoja 1/1			

**Nota:** Información emitida por parte de la Universidad Central del Ecuador (UCE)

## Anexo 6

### Recepción de Doce Muestras

	UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS LABORATORIOS OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS - OSP RUC: 1768092050001 Dirección: Gilberto Gatto Sobral y Gerónimo Leiton. Teléfono: 3214661		
<b>Hoja de Recepción de Muestra para Pedido 2022-0201</b>			
<b>Cliente</b>	1723071153 - LEONES AGUA DENNISSE VANESSA		
<b>Dirección</b>	PICHINCHA / QUITO / Av. Maldonado y Joaquín Gutiérrez 263		
<b>Correo</b>	dleones@est.ups.edu.ec	<b>Teléfono</b>	098 368 7548
<b>Muestra</b>	1   Sedimentos manglar	<b>Cantidad</b>	12
<b>Proforma</b>	2022-0572		
<b>Área</b>	<b>Responsable</b>	<b>Orden</b>	<b>Valor*</b>
AMBIENTAL	Srta. Alicia Beatriz Cepa Lara	2022-0201-1	\$792,96
<b>Datos de Pago</b>			
<b>Fecha</b>	04/07/2022		
<b>Forma</b>	Efectivo		
<b>Documento</b>	Recibo de Recaudación		
<b>No.</b>	R0910052904		
<b>Valor Total</b>	\$792.96		
<b>Datos de Recepción</b>			
<b>Tipo de Muestra</b>	Sedimentos manglar		
<b>Descripción</b>	Según envase		
<b>Lote</b>	Según envase		
<b>Código</b>	Según envase		
<b>Contenido</b>	Según envase		
<b>Fecha Elaboración</b>			
<b>Fecha Vencimiento</b>			
<b>Naturaleza Análisis</b>			
<b>Observaciones</b>	El cliente requiere las curvas de calibración en fotografía o informe, FD, concentración.		
<b>Fecha Recepción</b>	04/07/2022		
<b>Responsable</b>	odcriollo		
<b>Firmas</b>			
<b>Cliente</b>			
<b>Recibido Área</b>			
4/7/2022 14:53:13   odcriollo			
www.sysosp.com   Produccion			
Hoja 1/1			

**Nota:** Información emitida por parte de la Universidad Central del Ecuador (UCE)

## Anexo 7

### Informe de Resultados



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS  
**ÁREA AMBIENTAL**  
**INFORME DE RESULTADOS**

INF.N°: 2021-0176-1-1

SOLICITADO POR <sup>1</sup> :	LEONES AGUA DENNISSE VANESSA		
DIRECCION DEL CLIENTE <sup>1</sup> :	PICHINCHA / QUITO / AV. MALDONADO Y JOAQUIN GUTIERREZ 263		
MUESTRA DE <sup>1</sup> :	SEDIMENTO		
DESCRIPCION <sup>1</sup> :	COJIMIES - MUESTRA 1		
FECHA DE RECEPCION:	30/5/2022	HORA DE RECEPCION:	10H23
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 30/05/2022 AL 04/07/2022		
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	4/7/2022		
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>			
CARACTERÍSTICA:	CAFÉ	ESTADO:	SOLIDO
		CONTENIDO:	300 g
OBDEERVACIONES:	* Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP.		

**INFORME**

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
*ARSENICO	mg/Kg	4,26	M-GO-AM-82/M-GO-AM-49 EPA 3050 A MODIFICADO	-
*ARSENICO	mg/Kg	4,33	M-GO-AM-82/M-GO-AM-49 EPA 3050 A MODIFICADO	-
*ARSENICO	mg/Kg	4,58	M-GO-AM-82/M-GO-AM-49 EPA 3050 A MODIFICADO	-
CADMIO	mg/Kg	<2	M-GO-AM-41/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-04	-
CADMIO	mg/Kg	<2	M-GO-AM-41/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-04	-
CADMIO	mg/Kg	<2	M-GO-AM-41/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-04	-
* COBALTO	mg/Kg	6,0	EPA 3050 Y 7200	-
* COBALTO	mg/Kg	5,6	EPA 3050 Y 7200	-
* COBALTO	mg/Kg	5,4	EPA 3050 Y 7200	-
COBRE	mg/Kg	16,7	M-GO-AM-86/EPA 3050A MODIFICADO Y M-GO-AM-09	14,15
COBRE	mg/Kg	16,7	M-GO-AM-86/EPA 3050A MODIFICADO Y M-GO-AM-09	14,15
COBRE	mg/Kg	16,5	M-GO-AM-86/EPA 3050A MODIFICADO Y M-GO-AM-09	14,15
PLOMO	mg/Kg	<9	M-GO-AM-64/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-25	-
PLOMO	mg/Kg	<9	M-GO-AM-64/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-25	-
PLOMO	mg/Kg	<9	M-GO-AM-64/EPA 3050 A MODIFICADO Y M-GO-AM-25	-

3: DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE Y DE SU RESPONSABILIDAD.



"Los ensayos marcados con ( \* ) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"



Firmado electrónicamente por:  
**ALICIA BEATRIZ**

B.F. ALICIA CEPA  
RESPONSABLE DEL AREA DE AMBIENTAL



1 1/1

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral- Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15,18,21,31,33  
Teléfono: 3216740 - E-mail: fca\_osp@uce.edu.ec

R-GO-01-17

**Nota:** Información emitida por parte de la Universidad Central del Ecuador (UCE)