



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

CARRERA DE MEDIO AMBIENTE

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

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS MERCURIO Y
PLOMO EN CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) DEL
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS**

AUTORES:

SANTANA ZAMBRANO MARÍA DE LOS ÁNGELES

ZAMBRANO LUCAS FREDDY NICOLAS

TUTORA:

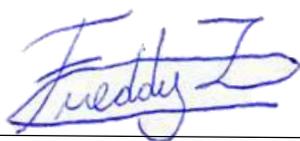
PhD. ANA MARÍA AVEIGA ORTÍZ, M.S.c

CALCETA, FEBRERO DE 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

ZAMBRANO LUCAS FREDDY NICOLAS, con cédula de ciudadanía **1310489909** y **SANTANA ZAMBRANO MARÍA DE LOS ÁNGELES**, con cédula de ciudadanía **1310477912**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS MERCURIO Y PLOMO EN CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS**, es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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



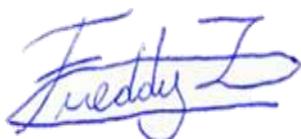
FREDDY N. ZAMBRANO LUCAS
CC: 1310489909



MARÍA SANTANA ZAMBRANO
CC: 1310477912

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

ZAMBRANO LUCAS FREDDY NICOLAS, con cédula de ciudadanía **1310489909** y **SANTANA ZAMBRANO MARÍA DE LOS ÁNGELES**, con cédula de ciudadanía **1310477912**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS MERCURIO Y PLOMO EN CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



FREDDY N. ZAMBRANO LUCAS
CC: 1310489909



MARÍA SANTANA ZAMBRANO
CC: 1310477912

CERTIFICACIÓN DE TUTORA

PhD. ANA MARÍA AVEIGA ORTÍZ, M. Sc, certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular Titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS MERCURIO Y PLOMO EN CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS**, que ha sido desarrollado por **ZAMBRANO LUCAS FREDDY NICOLAS** y **SANTANA ZAMBRANO MARÍA DE LOS ÁNGELES**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

PhD. ANA MARÍA AVEIGA ORTÍZ, M. S

CC:1308760733

TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS MERCURIO Y PLOMO EN CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*) DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS**, que ha sido desarrollado por **ZAMBRANO LUCAS FREDDY NICOLAS** y **SANTANA ZAMBRANO MARÍA DE LOS ÁNGELES**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FABRICIO E. ALCIVAR INTRIAGO, M. Sc.

CC: 1308632262

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. PATRICIO NOLES AGUILAR, M. Sc. **ING. SERGIO ALCIVAR PINARGOTE, M. Sc.**

CC: 0912416351

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CC:1308973799

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Luego de este arduo recorrido en el cual se primó nuestro esfuerzo para llegar a ser profesionales, agradecemos a nuestros familiares quienes mediante su apoyo en este largo y forzoso camino fueron pilares fundamentales en el cumplimiento de esta meta alcanzada.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, nuestra alma máter que con sus excelentes educadores nos brindaron conocimientos fundamentales para hoy poder culminar esta etapa.

A las personas que conforman el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, por facilitar el acceso y la prestación que brindaron en los meses de muestreo.

A nuestra querida tutora Dra. Ana María Aveiga Ortiz, quien con su experiencia nos guió en el proceso de esta investigación. A nuestro apreciado cotutor Ing. Fabián Peñarrieta Macías, a quien agradecemos por aportar su conocimiento y sabiduría en cada fase y actividades durante el estudio. A nuestro estimado tribunal por su disponibilidad, capacidad y predisposición durante el proceso desarrollado.

Finalmente damos gracias a nuestros compañeros de aula y a todas las personas que fueron cómplices de este logro.

SANTANA ZAMBRANO MARÍA DE LOS ÁNGELES

ZAMBRANO LUCAS FREDDY NICOLAS

DEDICATORIA

A mis padres, Gabriel Santana y Francisca Zambrano por ser los principales promotores de este sueño, por no dejarme sola en este proceso de aprendizaje y por inspirar mis días.

A mis hermanos, amigos y demás familiares que ayudaron a empujar una carreta llena de sueños y metas, gracias por apoyar cada emprendimiento y creer en esta mujer llena de liderazgo y convicciones.

Dedicado también al Sr Excio Espinel y a su hijo Yull Espinel por ser constante apoyo, a mi compañero de fórmula Nicolás por ser un gran ser humano, gracias a su persistencia y dedicación esta investigación se complementó y por ultimo a alguien a quien le debo mucho, quien creyó en mi potencial desde el principio a mi querido tío Jorge Rivero gracias por tanto.

SANTANA ZAMBRANO MARÍA DE LOS ÁNGELES.

DEDICATORIA

A mis abuelos, Placido Amado y Flor Beatriz quienes han sido pilares fundamentales brindándome su apoyo incondicional a lo largo de este proceso, siendo siempre mi mejor ejemplo de responsabilidad, respeto, honestidad, amor y esfuerzo.

A mis padres, Fredy David y Elena Beatriz, los cuales han estado a mi lado dedicándome el cariño y aliento necesario para seguir adelante en momentos de alegría, como también en las situaciones más difíciles que se han suscitado en este proceso. A mi mascota Hugo quien a pesar de ya no estar con nosotros, con su compañía me enseñó a ser responsable y una mejor persona.

A mi compañera de tesis, María de los Ángeles Santana por ser un excelente soporte y por brindar su ayuda durante esta investigación, este logro es nuestro.

Dedicado también a quienes han sido soporte y compañía durante todo este periodo de estudio, quienes me han motivado con sus palabras y sus hechos.

Gracias totales.

ZAMBRANO LUCAS FREDDY NICOLAS.

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DE TUTORA.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
CONTENIDO GENERAL.....	ix
CONTENIDO DE TABLAS	xiii
CONTENIDO DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	17
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2. JUSTIFICACIÓN	19
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1.4. HIPÓTESIS	20
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22

2.1. BIVALVOS	22
2.2. CONCHA PRIETA (<i>Anadara tuberculosa</i>)	22
2.3. TAXONOMÍA DE LA CONCHA PRIETA (<i>Anadara tuberculosa</i>).....	23
2.4. FISIOLÓGÍA DE LA CONCHA PRIETA (<i>Anadara tuberculosa</i>).....	23
2.5. MOLUSCOS COMO BIOINDICADORES.....	23
2.6. PESQUERÍA ARTESANAL DE LA <i>Anadara tuberculosa</i> (CONCHA PRIETA).....	24
2.7. IMPORTANCIA COMERCIAL DE LA <i>Anadara tuberculosa</i>	25
2.8. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE CONCHA PRIETA (<i>Anadara tuberculosa</i>).....	25
2.9. METALES PESADOS Y GENERALIDADES	25
2.10. METALES PESADOS EN AGUA Y SEDIMENTOS	27
2.11. PROPIEDADES DEL PLOMO	27
2.11.1. EFECTOS DEL PLOMO EN LA SALUD.....	27
2.12. PROPIEDADES DEL MERCURIO	28
2.12.1. EFECTOS DEL MERCURIO EN LA SALUD	28
2.13. CARACTERIZACIÓN DE LA RESERVA ISLA CORAZÓN	29
2.14. NORMATIVA APLICADA A PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA MARINA.....	29
2.15. NORMATIVA APLICADA A PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS EN SEDIMENTOS MARINOS	30
2.16. NORMATIVA EUROPEA. CONTENIDO MÁXIMO DE METALES PESADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS	31
2.17. MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS	31
2.18. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO PARA AGUA Y SEDIMENTO	31
2.19. COEFICIENTE DE PEARSON.....	32
2.20. TRATAMIENTO DE LA MUESTRA PREVIO AL ANÁLISIS METÁLICO. 32	
2.21. PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO (ICP-OES).....	32

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	34
3.1. UBICACIÓN	34
3.2. DURACIÓN	34
3.3. MÉTODOS	34
3.4. TÉCNICAS	36
3.5. VARIABLES EN ESTUDIO	37
3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	37
3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	37
3.6. PROCEDIMIENTOS.....	37
3.6.1. FASE I. ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS	37
3.6.2. FASE II. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO Y PLOMO EN EL TEJIDO BLANDO DE LA <i>Anadara tuberculosa</i> (CONCHA PRIETA).....	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS.....	42
4.2. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACION DE MERCURIO Y PLOMO EN EL TEJIDO BLANDO DE LA <i>Anadara tuberculosa</i> (CONCHA PRIETA).	48
4.2.1. Recolección, tratamiento y procesamiento de la muestra de <i>Anadara tuberculosa</i> (concha prieta) en la zona de muestreo identificada.	48
4.2.2. Concentración de Mercurio en el tejido blando de la <i>Anadara tuberculosa</i> . 49	
4.2.4. Determinación de los parámetros físico-químicos del agua y sedimento.52	
4.2.5. Establecimiento del coeficiente de correlación de Pearson de los parámetros físicos y químicos del agua y sedimento vs plomo (Pb), mercurio (Hg) de la <i>Anadara tuberculosa</i>	54
4.2.5.1. PRUEBA DE TUKEY	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59

5.1. CONCLUSIONES.....	59
5.2. RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	78

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la especie.	23
Tabla 2. Criterios para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.	30
Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos para aguas marinas.	30
Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos en sedimentos marinos.	30
Tabla 5. Resumen general sobre metal pesados de la Normativa Europea	31
Tabla 3.1. Tratamiento de la muestra de <i>Anadara tuberculosa</i> previo a análisis.	40
Tabla 3.2. Parámetros físicos y químicos.....	41
Tabla 4.1. Caracterización de la zona de extracción de la <i>Anadara tuberculosa</i> (Concha Prieta).	44
Tabla 4.2. Concentración de Mercurio en la <i>Anadara tuberculosa</i> (concha prieta).	51
Tabla 4.3. Concentración de Plomo en la <i>Anadara tuberculosa</i> (concha prieta)..	52
Tabla 4.4. Parámetros fisicoquímicos del Agua.	53
Tabla 4.5. Parámetros fisicoquímicos en sedimento.	54
Tabla 4.6. Análisis de la varianza de las concentraciones de Plomo y Mercurio..	55
Tabla 4.7. Prueba de tukey	55
Tabla 4.8. Prueba de tukey	56
Tabla 4.9. Correlaciones de Pearson entre las variables fisicoquímicas del agua vs. Mercurio y Plomo.....	57
Tabla 4.10. Correlaciones de Pearson entre las variables fisicoquímicas del agua vs. Mercurio y Plomo.....	58

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.....	34
Figura 4.1. Mapa de ubicación del refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas.....	42
Figura 4.2. Pasos para la obtención del permiso de recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica.....	43
Figura 4.3. Área de extracción de la <i>Anadara tuberculosa</i>	45
Figura 4.4. Identificación de las actividades antropogénicas.....	47
Figura 4.5. Zona de actividades turísticas.....	48
Figura 4.6. 10 organismos de <i>Anadara tuberculosa</i>	49
Figura 4.7. Disección de la <i>Anadara tuberculosa</i>	49

RESUMEN

Esta investigación tuvo como finalidad determinar el nivel de concentración de mercurio y plomo en la Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas. La zona de muestreo seleccionada fue la Isla del Sol, donde se encontraron especies con el tamaño permitido para su captura. Los niveles de mercurio y plomo en el tejido blando se determinaron mediante la técnica ICP-OES y se aplicó el coeficiente de Pearson entre los parámetros físicos del agua y sedimento vs las concentraciones de los metales pesados. Como resultado, se encontró que las concentraciones promedio de Hg (M1= 0.006 mg/kg, M2= 0.017 mg/kg y M3= 0.023 mg/kg) y de Pb (M1= 1.0567 mg/kg, M2= N/D mg/kg y M3= 0.535 mg/kg) no superaron los rangos máximos permisibles de acuerdo a la Normativa Europea (0.5 mg/kg) y (1.5 mg/kg). Además, los parámetros fisicoquímicos del agua y sedimento evaluados, no superaron los criterios contemplados, observándose que no existe correlación entre estos y los valores de Hg y Pb. Se deduce que las concentraciones de mercurio y plomo cuantificadas en esta especie de molusco bivalvo no generan un impacto sobre la biodiversidad en el área protegida.

PALABRAS CLAVE

Mercurio y plomo, actividades antropogénicas, área protegida, *Anadara tuberculosa*.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the concentration level of mercury and lead in Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) at Isla Corazón y Fragatas wildlife refuge. The selected area was Isla del Sol, where species with the size allowed for their capture were found. The levels of mercury and lead in the soft tissue were determined using the ICP-OES technique and the Pearson coefficient was applied between the physical parameters of the water and sediment vs. the concentrations of heavy metals. As a result, it was found that the average concentrations of Hg (M1= 0.006 mg/kg, M2= 0.017 mg/kg and M3= 0.023 mg/kg) and Pb (M1= 1.0567 mg/kg, M2= N/D mg /kg and M3= 0.535 mg/kg) did not exceed the maximum permissible ranges according to European Regulations (0.5 mg/kg) and (1.5 mg/kg). In addition, the physicochemical parameters of the water and sediment evaluated did not exceed the criteria contemplated, observing that there are no consequences between these and the values of Hg and Pb. It follows that the concentrations of mercury and lead quantified in this species of bivalve mollusk do not generate an impact on biodiversity in the protected area.

KEY WORDS

Mercury and Lead, anthropogenic activities, protected area, *Anadara tuberculosa*.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La contaminación por metales pesados es uno de los mayores problemas ambientales en la actualidad debido a su alto grado de persistencia en el medio y su tendencia a la bioacumulación en la cadena trófica, por lo que son considerados un riesgo importante para los seres vivos (Coto, 2013). La peligrosidad de los metales pesados es mayor que la de otros tipos de metales al no ser química ni biológicamente degradables, una vez emitidos, pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años (Covarrubias y Peña, 2017).

Baez (2009), manifiesta que los ríos, lagos y otros humedales de agua dulce son de vital importancia tanto social como ambiental. Según Baqueiro *et al.* (2007), los metales pesados se han asociado con una serie de modificaciones y adaptaciones fisiológicas en los moluscos, lo que les permite su tolerancia y bioacumulación selectiva, tanto entre especies como entre los diferentes tejidos.

El Ministerio para la transición ecológica (2017), menciona que el mercurio es un contaminante persistente, que se puede presentar en diversas formas entre la atmósfera, el agua, los sedimentos, el suelo y la biota. Según Poma (2008), en dosis elevadas puede ser mortal para las personas, en dosis bajas puede dar lugar a problemas de desarrollo neurológico, respiratorio, cardiovascular y reproductor. Las fuentes de contaminación del Hg, es de origen natural (la erosión natural de los minerales que lo contienen, o los incendios forestales, que reemiten el mercurio depositado en la vegetación) y por la actividad antropogénica (uso de agroquímicos, vertederos aguas grises, sedimentos de camaroneras) (Osores *et al.*, 2010).

El plomo es conocido desde la antigüedad, y a pesar de ello continúa siendo un importante tema de salud pública en la mayoría de los países industrializados y más aún en aquellos en vías de desarrollo por los efectos tóxicos producidos (Asociación Toxicológica Argentina, 2006). Los gases de la combustión de la gasolina son absorbidos fácilmente por nuestro cuerpo, por lo que resulta más tóxica que la forma inorgánica (Poma, 2008). El daño en el ser humano se centra en varios

sistemas, siendo los más importantes los siguientes: nervioso, hematopoyético, urinario, gastrointestinal, renal, reproductivo y endócrino (Danza, 2011).

Corrales (2015), indica que los moluscos bivalvos, como organismos filtradores, son capaces de concentrar en sus tejidos distintos contaminantes del ambiente que los rodea debido al proceso de bioacumulación. Gúzman y Váldez (2019) describen que los moluscos bivalvos concentran los contaminantes que se hallan en la columna de agua donde crecen, estos pueden provocar enfermedades en las personas que lo consumen lo que convierte a la actual problemática en una situación perjudicial en el ámbito comercial, ambiental y alimentaria que debe ser constantemente monitoreada.

Dado que el plomo causa una toxicidad leve y también aguda en los embriones de las conchas, causa mortalidad entre los embriones y obviamente el reclutamiento de organismos nuevos se vería afectado (Pacheco, 2020). Rincon (2018), concluye que las exposiciones de mercurio (0,25 ppm) generan lesiones en los tejidos de la *Anadara tuberculosa*, principalmente en las células sexuales, estos organismos tienen la capacidad de bioacumular mercurio en concentraciones superiores a las encontradas en el medio (suelo y agua) y el poder de biomagnificación en el ecosistema a través de la cadena trófica, los hace peligroso para la salud humana y ambiental.

Las islas Corazón y Fragatas se localizan cerca de la desembocadura del río Chone, Pozo (2016), menciona que al ser este uno de los principales afluentes se ha identificado la presencia de metales pesados que tienden a producir contaminación en el estuario y por ende generando riesgos ecológicos principalmente en la salud de los organismos que viven en él, al igual que se podría afectar a la población humana que realice actividades creativas. Por otra parte, el Ministerio del Ambiente y Agua (2014), identificó que dentro de las principales amenazas predominantes en la zona de influencia se encuentran vertedero de desechos sólidos y aguas grises por áreas pobladas, vertidos de descargas residuales, combustibles y efluentes por camaroneras y así mismo los vertidos de agroquímicos por actividad agropecuaria como cultivos de ciclo corto y pasto

cultivado siendo los causantes de graves daños con el aporte de metales pesados. Por todo lo antes mencionado se plantea la siguiente interrogante.

¿Influyen las actividades antropogénicas en la concentración de mercurio y plomo en la Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) del refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los metales pesados y metaloides en recursos hídricos comprometen a la seguridad alimentaria y salud pública a nivel global y local (Yianatos y Peralta , 2016). Estos elementos causan severos daños en la salud humana y de los ecosistemas al ser altamente persistente por lo que se debe llevar un constante monitoreo que permita favorecer los planes de acción conducentes a tareas de mitigación y remediación (Reyes *et al.*, 2016).

Las áreas o zonas protegidas son esenciales para conservar la biodiversidad natural y cultural, los bienes y servicios ambientales que brindan son importantes para la sociedad (UICN, 2008). Pacheco (2020), menciona que los manglares presentan un alto valor ecológico, crean un ecosistema de gran producción de materia orgánica donde sus raíces sumergidas brindan un ambiente y refugio para la fauna y flora, así como también son área de anidaje de especies de aves residentes y migratorias. Corrales (2015), indica que especies importantes como la *Anadara tuberculosa* o concha prieta cumplen un rol importante en el ecosistema del manglar como filtradores del suelo del mangle. Según Mora. *et al.*, (2010), la extracción de este molusco bivalvo es una actividad productiva ancestral debido a que esta especie se produce naturalmente en los manglares de la Costa ecuatoriana.

El Código orgánico del ambiente (2017), en su capítulo I, título II de los derechos, deberes y principios ambientales dentro de su artículo n°5 hace énfasis en el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, mencionando el manejo sostenible de los ecosistemas, con especial atención a los ecosistemas frágiles y amenazados tales como es el caso de los manglares y ecosistemas marinos-costeros. En el capítulo IV de los recursos marinos, artículo n°275 del

aprovechamiento sostenible de los recursos marinos costeros menciona garantizar la protección y restauración de los hábitats críticos para la pesca en los ecosistemas marinos, especialmente en los manglares donde se encuentra esta especie que alberga a la concha prieta (*Anadara tuberculosa*).

La determinación de plomo y mercurio en bivalvo *Anadara tuberculosa*, indica la toxicidad, persistencia y fácil incorporación a la flora microbiana, mecanismo por el cual se incorporan estos metales a los organismos causando bioacumulación e implicando la entrada de toxinas en sus diferentes partes celulares (Reyes *et al.*, 2016).

En el refugio de vida silvestre isla corazón y fragatas existen una alta diversidad de especies entre ellas la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) que representa gran importancia socioeconómica, por su comercialización, ya que la extracción es una actividad productiva de la cual dependen muchas familias, además que también sirve para el consumo interno en las comunidades.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel de concentración de mercurio y plomo en la Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer puntos de muestreo para la delimitación del área de estudio en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas.
- Analizar la concentración de mercurio y plomo en el tejido blando de la concha prieta (*Anadara tuberculosa*).

1.4. HIPÓTESIS

La determinación del nivel de concentración de mercurio y plomo en la Concha Prieta (*Anadara tuberculosa*) en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas,

supera los límites de metales establecidos en la normativa Europea en productos de pesca, generado por las actividades antropogénicas.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. BIVALVOS

De acuerdo con Rodríguez y Leandro (2017), los moluscos bivalvos son cuerpos acuáticos que logran localizarse tanto en el agua de alta salinidad como en el agua de baja salinidad, en su totalidad los moluscos bivalvos habitan ocultos en profundidades flácidas donde zanja a desiguales profundidades y son los que se designan como «excavadores de fondos inestables». Mientras que por otro lado Mora *et al.*, (2017), señalan que estos organismos conservan un único músculo aductor de gran volumen que tiene una región de músculo estriado que accede este movimiento rápido de apertura-cierre y otra de músculo liso para cerrar la concha fijamente durante extensos períodos de tiempo.

Por otro lado, Martínez *et al.*, (2018), mencionan que conservan una concha exterior formada por dos valvas (bivalvos), su pie tiene forma de hacha lo cual representa el nombre pelecípodos; las branquias son laminares y la cabeza está poco caracterizada. Gallo (2018), indica que también están constituidos por dos lóbulos laterales que envuelven y protegen todo el cuerpo del animal, además en la porción dorsal de la cavidad existen glándulas hipobranquiales; producen un moco que retienen partículas de sedimento.

2.2. CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*)

De acuerdo con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2001), la concha negra o *Anadara tuberculosa* es una especie de bivalvos de la familia *Arcidae* el nombre científico de la especie fue inicial válidamente divulgado en 1833 por G. B. Sowerby I.

Aguilar (2005), menciona la clasificación de la concha prieta, esta variedad pertenece al Filo *Mollusca*, Clase *Bivalva*, Género *Anadara*, como nombre científico *Anadara tuberculosa*. Por otro lado, Mite y Gonzabay (2009), señalan que la concha prieta (*Anadara tuberculosa*) es un molusco de concha adulta; equivalva; de forma diagonalmente elíptica; con el borde espaldar angulado.

2.3. TAXONOMÍA DE LA CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*)

Rusell y Ainsworth (2013), indican que la concha externamente es blanca revestida por un perióstraco café oscuro provista de finas cerdas entre las costillas con una cara interna blanca, con un tono rozado debajo de la charnela y borde crenulado. Moreno (2018), menciona que el tamaño de la *Anadara tuberculosa* promedia una longitud de 58.0 mm, altura de 44.5mm y su figura consta de 34-37 costillas radiales, con nudos esparcidos sobre el lado anterior, umbos anchos continuamente erosionados. De acuerdo con Adams *et al.*, (2004), la comparación de las características anatómicas y morfológicas entre organismos ha permitido catalogar taxonómicamente los organismos y percibir la diversidad de la vida biológica, la especie *Anadara tuberculosa* se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la especie.

Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Mollusca</i>
Clase	<i>Bivalvia</i>
Orden	<i>Arcoida</i>
Familia	<i>Arcidae</i>
Nombre científico	<i>Anadara tuberculosa</i>

Fuente: Aguilar, 2005.

2.4. FISIOLÓGÍA DE LA CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*)

La concha prieta se la conoce como un molusco de cuerpo blando que está cubierto por duras “capas” llamadas valvas, estas se unen por varios dientes que funcionan como una bisagra, permitiendo así que las valvas se abran y cierren, se conoce como tejido blando a aquel cuerpo que acuña a todos los organos de la *Anadara tuberculosa* y que las cubre con un manto (Quintero y Zea, 2012).

2.5. MOLUSCOS COMO BIOINDICADORES

Los moluscos responden como organismos centinelas debido a su capacidad para poder bioacumular sustancias químicas como los metales pesados y compuestos orgánicos en sus tejidos (Kimbrough *et al.*, 1999). La tolerancia y adaptabilidad de los moluscos, en particular algunos bivalvos, los han situado como los organismos preferidos en el monitoreo de la presencia de contaminantes e indicadores de la

calidad de los ecosistemas (Baqueiro *et. al.*, 2007). Los moluscos bivalvos que sirven de alimento para el ser humano suelen almacenar en su organismo sustancias disueltas en agua o suspendidas debido a que son organismos filtradores, por lo cual aquellos organismos se pueden emplear como bioindicadores (Bitter. *et. al.*, 2019).

2.6. PESQUERÍA ARTESANAL DE LA *Anadara tuberculosa* (CONCHA PRIETA).

Quizhpe *et al.*, (2017), indican que su pesca está influenciada por el comportamiento de las mareas. CENDEPESCA (2007), hace referencia a que la recolección del recurso *A. tuberculosa* es una actividad artesanal de subsistencia que carece de organización por ser de libre ingreso sin el debido control a la veda extractiva y al control de tallas (>45 mm).

De acuerdo con el Sistema de la Integración Centroamericana (2018), los extractores de conchas aprovechan las mareas bajas para introducirse a los manglares y tomarlas de forma artesanal en el fango, esta actividad es desarrollada por personas de escasos recursos económicos, como fuente de empleo y con fines de sustento. Es un producto común en los mercados suramericanos, considerada como un manjar afrodisíaco la cual tiene gran demanda local de manera preferencial en restaurantes y sitios turísticos, como también en el exterior donde son exportadas a Europa y Asia (SIC, 2017).

En este mismo contexto Borda (2004) menciona que las áreas de extracción ordinariamente están cerca de las localidades y son concurridas por grupos de concheros a través de botes de madera a remo, a motor fuera de borda o por tierra. Estos moluscos suelen ser almacenados en refrigeración hasta alcanzar el volumen de venta o simplemente se vende en forma diaria a los consumidores, el precio el centenar de conchas no es estable, se relaciona con el tamaño y la oferta o demanda del producto (Quizhpe *et al.*, 2017).

2.7. IMPORTANCIA COMERCIAL DE LA *Anadara tuberculosa*.

Según FAO (2020), los moluscos bivalvos representaron alrededor de un 6 % del comercio mundial de los pescados y sus derivados en el año 2016, siendo fuente de empleo directa e indirectamente para muchas personas, que en su mayoría son de estratos socioeconómicos bajos, identificados como los más pobres y desorganizados.

Su captura en los manglares de la zona marino costera, figurando una actividad económica doméstica y de subsistencia para las comunidades de pescadores, quienes hallan en la extracción, mercadeo y preparación de la concha prieta, una fuente de ingresos de carácter local (Prado *et. al.*, 2020).

2.8. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE CONCHA PRIETA (*Anadara tuberculosa*)

Las jornadas de extracción se realizan en función de las mareas; cuando la marea comienza a bajar (media marea) los concheros se dirigen en botes al manglar a realizar su faena, el tiempo de extracción oscila entre 3 a 5 horas (Ambrossio, 2016). Esta especie se sitúa debajo de las raíces del mangle, debido a la mejor captación de agua y oxígeno, disponibilidad de nutrientes y por ser un buen sustrato para la fijación y el desarrollo de esta concha, introducidas a una profundidad entre 5 y 30 cm (Moreno, 2018).

González (2015), menciona que la recolección de estos organismos se guio de la experiencia de los concheros de la zona abarcando una longitud de 900m con tres transeptos de 300m. Rivas (2018), indica que cada punto de muestreo se deberá distribuir en tres partes, donde se presenta manteniendo una distancia entre ellos de cinco metros aproximadamente, en el cual se deberá extraer 10 unidades de *Anadara tuberculosa*.

2.9. METALES PESADOS Y GENERALIDADES

Los metales se definen de acuerdo a sus características físicas en el estado sólido como son: alta reflectividad, alta conductividad eléctrica y térmica, peculiaridades

mecánicas como fuerza y ductilidad (Calero y Zambrano, 2017). Otra definición más precisa, desde el punto de vista de la toxicidad, se basa en sus características cuando están en solución: “metal es un elemento que bajo condiciones biológicas puede transformarse inutilizando uno o más electrones para formar un catión” (Cornelis y Nordberg, 2007). Son elementos que tienen pesos atómicos entre 63.546 y 299.590 con una gravedad específica mayor a 4.0 (Ramírez, 1999).

Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse, lo cual figura un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico en un cierto periodo de tiempo, diferenciada a la concentración del producto químico en el ambiente (Londoño, 2016). Lo que hace tóxicos a los metales pesados no son en general sus características esenciales, sino las concentraciones en las que tienden a mostrarse, y casi más característico aún, el tipo de especie que componen en un categórico medio (Prado *et. al.*, 2020).

Peris (2006) indica que los metales según su presencia se pueden agrupar en tres distintas clases:

- Metales pesados más frecuentes en los suelos: Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni y Zn.
- Micronutrientes: As, B, Co, Cr, Mo, Mn, Ni, Se, Zn.
- Grupo tóxico: As, Hg, Cd, Zn, Pb, Tl, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Se, Sn.

Según Osuna (2005) los metales pesados, latentemente tóxicos, pueden ser subdivididos en dos clases:

- Metales de transición: Co, Fe, Cu, Mn y Zn, estos son fundamentales para el metabolismo en minúsculas concentraciones, pero que tienden a ser tóxicos en concentraciones no permisibles.
- Metales o metaloides: Pb, Cd, Hg, As, Cr, Se y Sn, los cuales no son requeridos para el metabolismo y son latentemente tóxicos aun en bajas concentraciones.

2.10. METALES PESADOS EN AGUA Y SEDIMENTOS

Los sedimentos son un elemento ecológicamente significativo en el hábitat acuático, el cual se podría convertir en una fuente natural de contaminación por la presencia de metales pesados (Chapman, 1989). La presencia de estos contaminantes se debe a los vertidos incontrolados desde manufacturas como el uso de productos químicos tales como los pesticidas que van a parar a los sedimentos una vez que son trasladados desde zonas agrícolas por las aguas (Corrales, 2015). Jiménez (2001), menciona que los vertidos como aguas residuales especialmente domésticas y las industriales acrecientan la carga contaminante y el nivel de toxicidad en los sedimentos.

De acuerdo con Linnik y Zubenko (2000), las consecuencias en los sistemas acuáticos de los metales pesados, su biodisponibilidad y toxicidad están fuertemente asociados con la distribución de las especies en las fases sólida y líquida de los cuerpos de agua. La liberación de metales pesados en el sedimento origina fenómenos graves en parámetros fisicoquímicos del medio acuático como disminución en el pH, decrecimiento de oxígeno disuelto y potencial redox, un acrecentamiento en la mineralización y en la concentración de materia orgánica. (Mandelli, 1979).

2.11. PROPIEDADES DEL PLOMO

El plomo procede de orígenes naturales y antropogénicas, puede asociarse al organismo por el agua, alimentos, tierra y polvillo, se le utiliza en baterías, aleaciones, compuestos y pigmentos, revestimiento para cables, proyectiles y municiones (Asociación Toxicológica Argentina, 2006). Su alta exposición puede tener varios efectos en las personas como afectar la función renal, la síntesis de hemoglobina, el tracto gastrointestinal, el sistema nervioso y las articulaciones (Duffus, 2002).

2.11.1. EFECTOS DEL PLOMO EN LA SALUD

Su ingreso al organismo se da por la vía respiratoria y gastrointestinal, la alta presencia de este metal podría generar otras enfermedades como alteraciones en

el sistema nervioso, hematopoyético, cardiovascular, reproductivo y renal (Poma, 2008). El Plomo se sitúa en tejidos duros como huesos, uñas y dientes, donde puede perpetuarse depositado durante toda la vida, este metal también podría atravesar la barrera placentaria y transmitir concentraciones confrontables del metal en la sangre de la madre y del neonato (Fontana *et al.*, 2013).

2.12. PROPIEDADES DEL MERCURIO

El mercurio es un metal líquido, pesado y ligeramente volátil a temperatura ambiente, en estado sólido es blanco, se localiza en la corteza terrestre en mixtura con azufre, a partir de este mineral se consigue especialmente el mercurio metálico (Cortés, 2017). El mercurio se forma de manera natural en el medio ambiente y se da en diversas formas, puede vincularse con otros compuestos como mercurio monovalente o divalente se pueden constituir muchos compuestos orgánicos e inorgánicos de mercurio (Rivera y Valencia, 2013).

Es un metal pesado plateado que a temperatura ambiente es un líquido inodoro, es un mal conductor del calor, aunque no es mal conductor de la electricidad y se fusiona sencillamente con otros metales como el oro o plata provocando amalgamas (Osores *et al.*, 2010). Es insoluble en agua y soluble en ácido nítrico, es decir cuando acrecienta su temperatura provoca vapores tóxicos y corrosivos, más pesados que el aire (Cornelis y Nordberg, 2007).

2.12.1. EFECTOS DEL MERCURIO EN LA SALUD

Las personas y otros organismos expuestos a este metal sufrirán alteraciones según la forma química, la cantidad, la vía de exposición y la vulnerabilidad de la persona expuesta, principalmente afectando peligrosamente el sistema nervioso en desarrollo (Laino *et al.*, 2015).

El vapor de mercurio se implementa levemente en los pulmones, también de forma acuosa se absorbe por la vía gastrointestinal debido a su liposolubilidad y se logra propagar hacia los tejidos traspasando la barrera hematoencefálica y la placenta, quedando luego retenido en los glóbulos rojos, sistema nervioso central (SNC) y riñones (Boy, 2015).

2.13. CARACTERIZACIÓN DE LA RESERVA ISLA CORAZÓN

El Estuario del Río Chone es producto de la agrupación de los ríos Carrizal y Chone, tiene un área de 25 Km y un ancho estimado de 3 Km; su depresión es inconstante alcanzando a un máximo de 11 metros, tiene un clima tropical seco y contiene ecosistemas de manglares y humedales, con precipitaciones mínimas de 500 mm por año comprendidas desde enero hasta abril (Miranda, 2016)

La temperatura media anual es de 25 °C, todo el sistema hídrico se produce en la cordillera costanera recibiendo el sistema hídrico de los 12 ríos que nacen en la cordillera costanera central. (Argueda *et al.*, 2004).

De acuerdo con el Ministerio del Ambiente y Aguas (2014) al sur de la localidad de Salinas (Bahía de Caráquez) se localizaron un grupo de islotes bajos que se crearon por la separación de sedimentos en forma constantes y se establecieron como grandes llanos de marea que prontamente se asentaron con manglares. Existen varios bancos de sedimentos dentro y fuera del estuario, los más notorios son en la isla Fragata, sector donde se establece la parte más ancha del estuario con una distancia de 3 km y una profundidad aproximada de 10 metros (Cool, 2016).

El Refugio está formado por islas estuarinas entre la ciudad de Bahía de Caráquez y San Vicente, en el estuario del río Chone, Cantón Sucre, Provincia de Manabí, a un lado del corredor litoral de la parroquia urbana Leonidas Plaza (Laz, 2018). Las islas están cubiertas casi en su totalidad por manglares, en los que destaca el Mangle Rojo (*Rizophora mangle*) como la especie más dominante, además, hay zonas de inundación temporal por los cambios en la marea según el plan de manejo del refugio (MAAE, 2014).

2.14. NORMATIVA APLICADA A PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA MARINA

Suarez (2016) en la **tabla 2** y **tabla 3** menciona que, para la calidad de aguas marinas es necesario determinar varios parámetros fisicoquímicos a través de métodos normalizados, con el objetivo de conocer si el valor de estos parámetros

se encuentra dentro de los niveles máximos permisibles que marca la legislación actual.

Tabla 2. Criterios para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Límite máximo permisible
Temperatura	Condiciones naturales +3 °C

Fuente: Suarez, 2016.

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos para aguas marinas.

Parámetros	Rango	Unidades de medida
Conductividad	33.7	Us/cm
Temperatura	26.44	°C
Salinidad	37.45	Ppt
pH	7.4 – 8.4	

Fuente: Suarez, 2016

2.15. NORMATIVA APLICADA A PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN SEDIMENTOS MARINOS

Los sedimentos desempeñan un papel importante en el ciclo elemental del medio acuático; se encargan de transportar una proporción importante de nutrientes y contaminantes, por ello que se debe realizar la medición de los parámetros fisicoquímicos para determinar si estos valores se encuentran dentro de los límites establecidos (Urgilez, 2016). Según Smith *et al.*, (2017) en la **tabla 4** para aguas marinas, los sedimentos se comportan como sumideros de varias sustancias que podrían reintroducirse a la columna de agua y ser transferidas a la cadena trófica.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos en sedimentos marinos.

Parámetros	Rangos	Unidades de medidas
pH	7,15 – 7.75	
Temperatura	26 – 29.8	°C
Conductividad	Mayor a 1.86	ms/c
Salinidad	1.45	Ppt

Fuente: Smith et al., 2017

2.16. NORMATIVA EUROPEA. CONTENIDO MÁXIMO DE METALES PESADOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS

La OMS (2013) menciona que los alimentos deben ser regularizados hoy en día debido a que de esta manera se podrían evitar agentes contaminantes como los metales pesados puedan introducirse en la cadena trófica y afectar la salud de quienes los consumen. La Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia (EFSA) es el ente encargado de determinar los productos que sean adecuados como inadecuados para el consumo, regulando los límites máximos aplicables por defecto en la **tabla 5** (Cedeño & Zambrano, 2017).

Tabla 5. Resumen general sobre metales pesados de la Normativa Europea

Metal	Producto	Limite max. Permissible
Plomo	Moluscos bivalvos	1.50 mg/kg pf
Mercurio	Productos de la pesca en general (comprende marisqueo y acuicultura)	0.50 mg/kg pf

Fuente: EFSA, 2019.

2.17. MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS

Quevedo *et al.*, (2012) indican que para poder llevar a cabo la extracción de las muestras se recolectan los sedimentos superficiales con la ayuda de una draga Van Veen, acorde a las normas ISO 5667/19, se prosigue a hacer su traslado al laboratorio y completar su preservación. Según la metodología implementada por Espinosa *et al.*, (2011) se debe coleccionar el sedimento con corazonadores fabricados con tubos de PVC con un diámetro de 8cm en el punto de muestreo precisado, procediendo a transportar la muestra y congelarla inmediatamente.

2.18. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO PARA AGUA Y SEDIMENTO

Según Flores *et al.*, (2018) mencionan que la medición de los parámetros físico-químicos en el agua se llevará a cabo in situ con un equipo multiparamétrico marca

HANNA, modelo HI 9828 en el cual se podrá registrar el potencial de hidrógeno (pH), temperatura (°C), conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$) y salinidad (ppt).

Según INVEMAR (2003) las muestras de sedimento se recolectan con una draga de plástico y se conservan a una temperatura adecuada de 4°C hasta su análisis; luego se secan en una estufa a 60 °C durante 72 horas; se homogenizan mecánicamente en un mortero y se tamizan en una malla de 600 μm .

2.19. COEFICIENTE DE PEARSON

Fernandéz, *et al.*, (2010) indican que el coeficiente de correlación de Pearson es una prueba que mide la relación estadística entre dos variables continuas, para lo cual debemos tomar en cuenta las siguientes:

- Tamaño de la muestra
- Relación de causa-efecto
- Linealidad

2.20. TRATAMIENTO DE LA MUESTRA PREVIO AL ANÁLISIS METÁLICO

Teniendo en cuenta la metodología de CENDEPESCA (2007) para el tratamiento de las muestras, se detalla la extracción del tejido de las valvas y el estricto cuidado manteniendo el uso de materiales adecuados para evitar la contaminación cruzada. Tobar. *et al.*, (2017) recomiendan utilizar materiales inoxidables para la disección del tejido blando de las valvas y lavarlas con agua destilada para retirar cualquier residuo que se haya adherido en el proceso de la extracción.

2.21. PLASMA DE ACOPLAMIENTO INDUCTIVO (ICP-OES)

La espectrometría de plasma acoplado inductivamente se presenta como una de las técnicas más relevantes en las que se podrá determinar con una alta exactitud las trazas de elementos metálicos con una variedad de matrices, las cuales comúnmente se deberán dirigirse previamente (Zamora. *Et. al.*, 2019). Calderilla (2018) indica que la ICP-OES se fundamenta en la emisión de fotones de los

átomos espontáneamente que han sido excitados por un plasma de argón de una muy elevada temperatura (6800 K).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se llevó a cabo en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón, la cual se localiza cerca de la desembocadura del río Chone, frente a las ciudades de Bahía de Caráquez y San Vicente. La Isla corazón tiene una extensión de 2.811,67 (ha) que comprende cuerpo de agua estuarina y manglares (MAAE, 2014).



Figura 3.1. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fraguatas
Fuente: Autores

3.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo una duración de 9 meses, la cual comprendió los periodos de planificación y ejecución de la investigación.

3.3. MÉTODOS

Para el cumplimiento de los objetivos de la investigación se utilizaron los siguientes métodos:

- **MÉTODO CUANTITATIVO**

Según Cadena *et. al.*, (2017) la investigación cuantitativa recoge y analiza los datos de distintas fuentes, implica el uso de herramientas estadísticas, informáticas y matemáticas para así obtener resultados. Por otra parte, Martínez (2011) describe que las metodologías cuantitativas que se basan en un número elevado de observaciones pueden ser descriptivas y explicativas, por cuanto se muestren convenientes para el uso de técnicas estadísticas con carácter descriptivo.

- **MÉTODO DEDUCTIVO**

Prieto (2017) indica que el método deductivo está basado en el razonamiento, implica sus raíces en determinados fundamentos teóricos, hasta poder llegar a configurar hechos o prácticas particulares. El método deductivo podría emplearse directamente o indirectamente, la forma directa parte de una sola premisa mientras que en la indirecta se usa dos o más premisas (Westreicher, 2020).

- **MÉTODO EXPLORATORIO**

La investigación exploratoria permite estar al tanto de la información contextual en una investigación, ayuda a clarificar los problemas de investigación, crea hipótesis y establece las prioridades de una investigación (Hair, 2009). Por otra parte, Muñoz (2011) menciona que un investigador puede abordar sobre el objeto de su estudio, con el fin de poder conseguir información general del mismo: comportamiento, características, ubicación, etc.

- **MÉTODO BIBLIOGRÁFICO**

Gómez (2014) indica que el trabajo de revisión bibliográfica representa una etapa fundamental en todo proyecto de investigación, este garantiza la obtención de la información más importante en el tema de estudio. La metodología para la revisión bibliográfica podría ser aplicada a cualquier tema de investigación para establecer la relevancia e importancia del mismo y así asegurar la originalidad de una investigación (Villavicencio, 2013).

- **MÉTODO ANALÍTICO**

Según Hurtado (2006) el método analítico el cual descompone la realidad en varios factores o variables, cuyas relaciones y particularidades son estudiadas mediante fórmulas estadísticas, en su mayoría estudia sólo partes de la realidad, determinada población o solo ciertas variables. Lopera *et al.*, (2010) indican la propuesta del método analítico como una forma específica del método científico, que también tiene criterios de validez.

3.4. TÉCNICAS

- **ENTREVISTA**

Para Díaz *et al.*, (2013) la entrevista se presenta como una técnica de investigación para recolectar datos; se la define como una conversación que tiene como propósito obtener información de forma oral, es un instrumento técnico que acoge la forma de un dialogo coloquial.

- **OBSERVACIÓN**

Castellanos (2017) expresa que la técnica de observación es una técnica de investigación que tiene como finalidad el observar personas, hechos, objetos, casos y situaciones con el fin de recolectar determinada información para realizar una investigación.

- **INSTRUMENTAL (IPC-OES)**

Según Zamora *et al.*, (2019) refiere que la espectrometría de plasma acoplado inductivamente es una de las técnicas más relevantes para poder determinar trazas de elementos metálicos en una alta variedad de matrices, las cuales comúnmente se deberán dirigirse previamente. Calderilla (2018) indica que la ICP-OES se fundamenta en la emisión de fotones de los átomos espontáneamente que han sido excitados por un plasma de argón de una muy elevada temperatura (6800 K).

3.5. VARIABLES EN ESTUDIO

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Actividades antropogénicas circundante al refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas.

3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Concentración de metales pesados (Mercurio y Plomo) en *Anadara tuberculosa*.

3.6. PROCEDIMIENTOS

En el desarrollo de la presente investigación, se establecieron dos fases y cada fase con sus respectivas actividades a realizar, en donde tuvieron relevancia con los objetivos propuestos en esta investigación.

El procedimiento se lo realizó a través de las siguientes fases:

3.6.1. FASE I. ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS

Actividad 1. Visita y Georreferenciación.

Se efectuó una visita in-situ en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas previo a una organización verbal, en la que se recolectó información relevante sobre las zonas en las que existe una mayor abundancia de la especie mediante la utilización de notas de campo, ya que de acuerdo a Rekalde et al., (2014) estos documentos son herramientas indispensables sobre todo cuando es proporcionada por terceros como por ejemplo empleados. En el caso de el refugio se pudo recolectar la información mediante la ayuda de los pescadores del sector y de los guardaparques del refugio (**Anexo 1**).

Actividad 2. Gestión para el acceso a la zona de estudio.

Mediante el portal web del Sistema Único de Información Ambiental se procedió a solicitar el permiso para la extracción de la *Anadara tuberculosa*, en el cual se insertó información detallada sobre la metodología de recolección y la importancia de realizar la investigación en el área protegida, obteniéndose durante un lapso de 2 meses el permiso otorgado por la autoridad ambiental competente (**Anexo 3**).

Actividad 3. Aplicación de entrevista.

Se aplicó una entrevista (**Anexo 2 y 4**) a los pescadores del sector en la cual se recopiló información referente a las actividades de pesca de la *Anadara tuberculosa*. Se pudo conocer información relevante como: los lugares donde existe una mayor abundancia de la especie de estudio y la metodología de pesca que emplean para obtener estos moluscos.

Mediante esta entrevista se evidenció los periodos de veda y las fechas de pesca, así como también los horarios en los que se efectúa esta labor, además de identificar las otras actividades que se desarrollan en la isla y recopilar información sobre alguna amenaza antropogénica para las especies del área protegida.

Actividad 4. Georreferenciación de las zonas de muestreo.

Se estableció la zona de muestreo, con base a los resultados obtenidos en la entrevista a los pescadores, quienes expresaron que por lo general las zonas donde se captura la mayor cantidad de *Anadara tuberculosa*, es la Isla de Sol perteneciente al Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, área donde se registra el tamaño idóneo permitido (4.5 cm) para la captura de acuerdo a lo establecido por CENDEPESCA (2007). La zona identificada se proyectó a través del Sistema de Informática Geográfica ArgGis con la ayuda de un GPS (**Anexo 5**).

Actividad 5. Identificación de las actividades antropogénicas.

Previo a una revisión bibliográfica se identificó las actividades que generan amenazas al ecosistema y mediante el Sistema de información geográfica ArgGis se determinó los distintos usos de suelo, así como la presencia de efluentes de las comunidades, camarónicas, cultivos de ciclo corto, entre otras actividades adyacentes a la zona de estudio.

3.6.2. FASE II. ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO Y PLOMO EN EL TEJIDO BLANDO DE LA *Anadara tuberculosa* (CONCHA PRIETA).

Actividad 6. Recolección de la Concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en la zona de muestreo determinada.

Se utilizó la metodología de Rivas (2018), realizando la recolección de la *Anadara tuberculosa* en forma unidireccional y extrayendo 10 individuos según lo recomendado por Tuñón *et al.*, (2020). Cautelosamente se recolectaron individuos que sobrepasaron el tamaño establecido (4,5 cm) por CENDEPESCA (2007) y el Instituto Nacional de Pesca (2016). Se efectuó la recolección en horas de la mañana durante marea baja, con la ayuda de los pescadores de la zona (**Anexo 6 y 7**).

Actividad 7. Tratamiento y procesamiento de la muestra *Anadara tuberculosa*.

Las muestras fueron tratadas al laboratorio del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, considerando la metodología de CENDEPESCA (2007) en la **tabla 3.1**. Se procedió a realizar la extracción del tejido blando cuidadosamente con la ayuda de un bisturí y fue colocado en una funda de sellado hermético, seguido por su respectiva rotulación, climatización en coolers, conservación y traslado (**Anexo 8**).

Tabla 3.1. Tratamiento de la muestra de *Anadara tuberculosa* previo a análisis.

Medición de las características de la concha prieta	Se evalúan las características físicas de la concha <i>Anadara tuberculosa</i> como la longitud y el peso.
Procedimiento de extracción del tejido blando de la concha prieta	Se procede a "raspar" la parte frontal del molusco con la ayuda de una lija o algo semejante.
	Se inserta un cuchillo sin filo en la parte que se "raspó" y se procede a cortar el músculo aductor posterior manteniendo el cuidado para que no exista daño en la parte del tejido blando.
	Abrir la concha y desprender el músculo aductor anterior a lo largo del interior de la concha.
	Despegar completamente la carne de la valva del lado superior.
	Despegar la carne en la valva inferior y separar la carne de la concha.
	Cortar el músculo con la ayuda de un bisturí separándolo en dos partes.
Depósito de la muestra en fundas de sello hermético	Se procede a introducir el tejido de la <i>Anadara tuberculosa</i> en fundas de llenado hermético ziploc.
Rotulación de las muestras	Se procede a rotular las muestras de acuerdo a las zonas de recolección
Climatización de las muestras	Se procede a ubicar las fundas que contienen las muestras en coolers para poder mantener la climatización adecuada y no afecte a la muestra.

Fuente: CENDEPESCA, 2007

Actividad 8. Determinación de la Concentración de Metales Pesados.

Las muestras del tejido blando de la *Anadara tuberculosa* fueron enviadas a los laboratorios de la Universidad de las Américas (UDLA), para la determinación de la concentración de mercurio y plomo utilizando la técnica Plasma inductivo acoplado (ICP-OES) aplicando el método EPA 3015^a y EPA 3051.

Actividad 9. Interpretación de los resultados obtenidos.

En esta actividad se realizó un análisis comparativo de las características fisicoquímicas del agua empleando los criterios de la **tabla 3** de Suarez (2016) para agua de mar (conductividad, pH, salinidad y temperatura). También se compararon los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos en sedimento con lo establecido la **tabla 4** de Smith *et al.*, (2017) y las concentraciones de metales pesados, detectadas en la *Anadara tuberculosa* se relacionaron con la **tabla 5** de contenidos máximos de metales pesados en productos alimenticios de la Unión Europea para mercurio y plomo.

Actividad 10. Medición de parámetros físicos y químicos del agua y sedimento.

Aznar (2000) establece que los parámetros físicos - químicos del agua y sedimentos, indicados en la **tabla 3.2**, tienen relación con la biodisponibilidad de los metales pesados. Por lo antes expuesto, se llevó a cabo la medición de la temperatura (°C), pH, Salinidad (Us/cm) y la conductividad eléctrica (mS/cm) en el punto de muestreo seleccionado, aplicando la metodología de Flores, *et al.*, (2018) para muestras de agua, y siguiendo las directrices de INVEMAR (2003) para muestras de sedimentos. A continuación, se detalla el parámetro y el método a utilizar para su medición (**Anexo 8 y 9**).

Tabla 3.2. Parámetros físicos y químicos

Parámetro	Unidad	Método
pH	Unidades de pH	Potenciómetro
Conductividad eléctrica	Us/cm	Conductimetría
Salinidad	%	Conductimetría
Temperatura	°C	Termómetro

Fuente: Autores

Actividad 11. Establecimiento del coeficiente de correlación de Pearson de los parámetros físicos y químicos del agua y sedimento vs plomo (Pb), mercurio (Hg) de la *Anadara tuberculosa*.

Se estableció el coeficiente de Pearson en el software Static Graphic versión 19.1.03 para demostrar si existe una relación directa entre los parámetros físicos del agua y sedimento vs la concentración de mercurio (Hg) y plomo (Pb) en la *Anadara tuberculosa*.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTABLECIMIENTO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA LA DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATAS.

4.1.1. Visita y georreferenciación.

El Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas se localiza frente a las ciudades de Bahía de Caráquez y San Vicente, cerca de la desembocadura del río Chone. Cuenta con una extensión de 2.811,67 (ha) que comprende cuerpo de agua estuarina y manglares, el clima está influenciado por la corriente de Humbolt y cálida del niño. Tiene influencia directa del río Carrizal y el río Chone y se encuentra vinculada a los cantones Sucre, San Vicente, Bolívar, Tosagua, Junín y Chone. El área protegida se encuentra situado en coordenadas geográficas al norte 0569201 y al este 9928070 y limita **Al Norte:** Cantón San Vicente, **Al Sur:** Cantón San Vicente, **Al Este:** Cantones Chone y Tosagua y **Al Oeste:** Océano Pacífico.



Figura 4.1. Mapa de ubicación del refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas.

Fuente: Imagen Satelital "Yanex"

Elaborado por: Autores

4.1.2. Gestión de acceso a la zona de estudio.

El permiso de investigación para la recolección de la especie *Anadara tuberculosa* (Concha prieta) se consiguió mediante el ingreso al Sistema Único de Información Ambiental (**Anexo 3**) en el cual se incorporó la información solicitada por la plataforma. En la siguiente figura se detallan los pasos para la obtención del permiso de recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica sin fines comerciales en un área protegida.

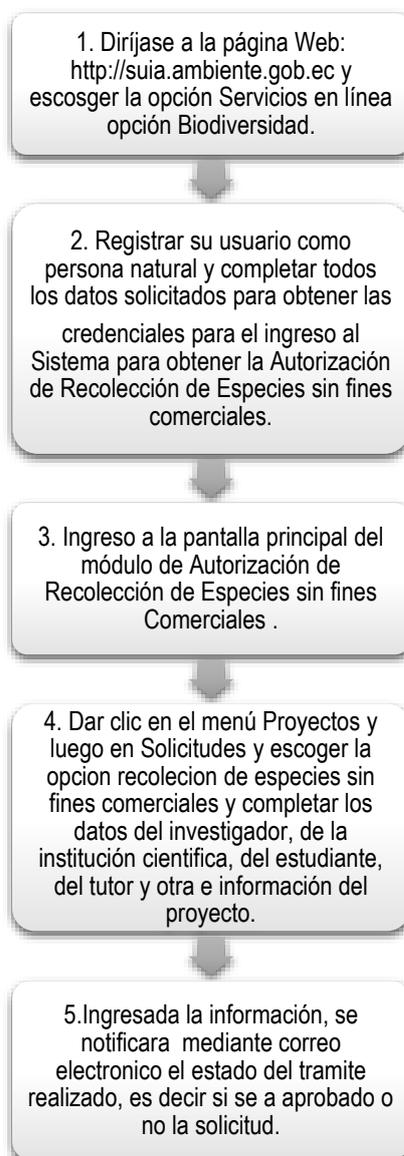


Figura 4.2. Pasos para la obtención del permiso de recolección de especímenes de especies de la diversidad biológica

Elaborado por: Autores

4.1.3. Aplicación de la entrevista.

La reunión efectuada con los pescadores y el personal del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, llevada a cabo en el año 2021, contó con la participación de 10 personas, y tuvo como objetivo recopilar información sobre la *Anadara tuberculosa* (concha prieta). Los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas se detallan en la **tabla 4.1**.

Tabla 4.1. Caracterización de la zona de extracción de la *Anadara tuberculosa* (Concha Prieta).

Fuente: Autores

¿En cuántos lugares se pesca la concha prieta?	Los pescadores mencionaron que las pescas las realizan en los alrededores de la isla Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas. Sin embargo, es más viable la captura en manglares de la isla del sol.
¿Cuál es el rango de profundidad de pesca de la Concha prieta?	El rango de profundidad fluctúa de 5 a 15 cm en la zona de mangle del refugio.
¿Cuál es el periodo de veda de la Concha prieta?	Los pescadores del refugio indicaron que el tiempo de veda es de 30 días iniciando los primeros días de marzo hasta los primeros días de abril.
¿Cuál es el tamaño permitido para la pesca de Concha prieta?	Los pescadores mencionaron que el tamaño óptimo para la recolección de la concha prieta es >4.5 cm.
¿En qué horario se desarrolla la pesca de la concha prieta?	La pesca se realiza en horarios de la mañana y con marea baja.
¿Cómo recolecta la Concha prieta?	Los pescadores del área protegida manifestaron que realizan la pesca de forma manual.
¿Cuál es el organismo que regula la extracción de la concha en la isla?	Las personas entrevistadas señalaron que el Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador (MAE) es el ente regulador de la extracción.
¿A qué amenazas se ha expuesto la actividad de recolección de Concha?	El agua dulce es una de la principal amenaza de acuerdo a lo mencionado por los pescadores. Lo que se relaciona con Mendoza et al., (2017) las elevadas mortalidades de la <i>Anadara tuberculosa</i> están asociadas al descenso de la salinidad, efecto ocurrido sobre todo en los meses de lluvia.
¿Se han realizado estudios de metales pesados en la concha prieta?	Los entrevistados indican que no se han realizado estudios previamente.
¿Cuántas personas se dedican a la pesca de la Concha prieta?	El presidente de la asociación de pescadores de la isla, manifestó que la recolección de moluscos y crustáceos la efectúan aproximadamente 100 personas.
¿Cuál es la cantidad mensual de Concha prieta que recolecta mensualmente?	Los pescadores de la isla mencionaron que recolectan un promedio 100 unidades de Concha prieta por pesca.
¿En qué lugar se comercializa la Concha prieta?	Se emplean diferentes frentes para la comercialización como: mercado, ventas al por menor, venta directa a los restaurantes y consumo propio.
¿Qué costo tiene el ciento de Concha prieta?	El ciento de Concha Prieta tiene el valor de \$25.
¿Cuáles son las actividades que se desarrollan en la isla?	Los pescadores dieron a conocer que se realizan actividades como: camaronerías (adyacente), pesca artesanal, turismo recreativo, agricultura (adyacente) entre otras.

4.1.4. Georreferenciación de la zona de muestreo.

Con la información obtenida de las actividades anteriores se determinó la zona de muestreo en la Isla del Sol, perteneciente al Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fraguatas, zona en la que existe una alta presencia de la *Anadara tuberculosa* (Concha Prieta), siendo este el lugar de mayor reproducción de la especie en los manglares y donde cuenta con el tamaño permitido para la pesca. El área de extracción fue de 50 metros cuadrados y está comprendida en las coordenadas UTM 566211; 9931805 como se ilustra en la **figura 4.3**.

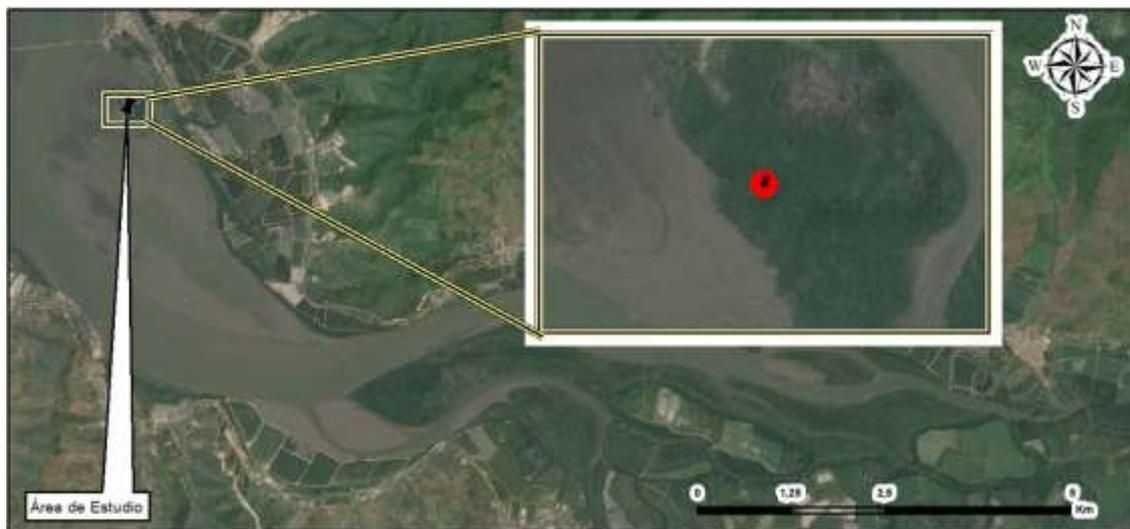


Figura 4.3. Área de extracción de la *Anadara tuberculosa*.

Fuente: Imagen Satelital "Yanex"

Elaborado por: Autores

4.1.5. Identificación de las actividades antropogénicas.

La identificación de las actividades antropogénicas adyacentes al área de estudio se realizó mediante la utilización de la capa de cobertura y uso de suelo del Ministerio del Ambiente publicado en el año 2018, disponible en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>. Para lo cual se recortó la capa, estableciendo el área de influencia directa e indirecta. Mediante el uso de Excel y los datos obtenidos de la capa de cobertura y uso de suelo, se determinó el área de expansión en hectáreas de las actividades y posteriormente el porcentaje que ocupa cada una, en el área de estudio.

- **Área directa**

Se obtuvieron los siguientes datos mediante la identificación de la imagen satelital del proveedor (Yandex) con resolución de 2,38 x 2,38 m/pixel, en la cual se determinaron las siguientes actividades antropogénicas de influencia directa: tierra agropecuaria 8,51% (949.61 hectáreas), área sin cobertura vegetal 0,12% (13.85 Ha), bosque nativo 17,61% (1964.81 Ha), área poblada 6,13% (683.84 Ha), infraestructura 0,75% (84.01 Ha), cuerpos de agua artificial 46,38% (5175.71 Ha), cuerpo de agua natural 19,18% (2140.61 Ha), vegetación arbustiva 0,94% (104.52 Ha) y vegetación herbácea 0,39% (43.36 Ha).

- **Área indirecta**

Las actividades antropogénicas indirectas se identificaron mediante una imagen DEM (Modelo de Elevación Digital) de las partes altas con más relevancia, lo que permitió establecer el porcentaje de las siguientes actividades: tierra agropecuaria 56,02% (19052.12 hectáreas), área sin cobertura vegetal 0,18% (27.81 Ha), bosque nativo 16,97% (5769.98 Ha), área poblada 2,91% (990.55 Ha), infraestructura 0,36% (123.22 Ha), cuerpos de agua artificial 15,74% (5352.22 Ha), cuerpo de agua natural 6,29% (2140.61 Ha), vegetación arbustiva 1,02% (346.19 Ha) y vegetación herbácea 0,60% (205.61 Ha).

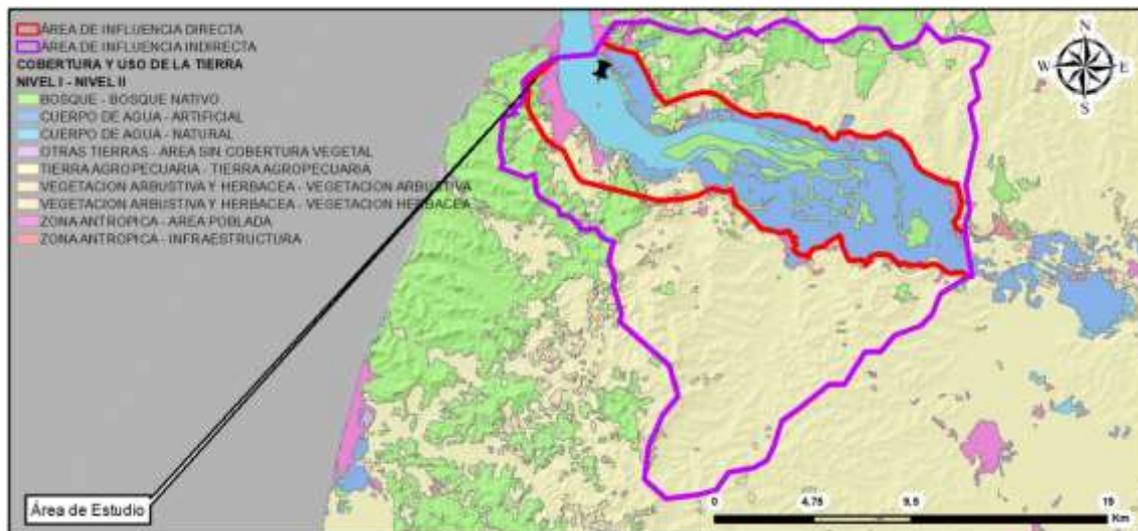


Figura 4.4. Identificación de las actividades antropogénicas.

Fuente: MAE (2018)
Elaborado por: Autores

El turismo en las áreas protegidas, es una de las alternativas económicas para generar ingresos a las comunidades e instituciones (USAID, 2010). No obstante en el área de extracción de la *Anadara tuberculosa* existen lugares de interés turístico como: sendero Isla Corazón, túnel de manglar, colonia de fragatas, ruta de aves migratorias, playa Isla del sol, sitios de anidación de la isla, en las que se desarrollan actividades como: observación de aves, observación de manglar, actividades de docencia/investigación, caminatas en senderos, pesca vivencial, interpretación ambiental del ecosistema manglar, paseo en canoa o remo (vinculando con el túnel de manglar), Paseos en kayak, actividades de sol y playa, tal como se detalla en la **figura 4.5.**



Figura 4.5. Zona de actividades turísticas.

Fuente: Guía Turístico del refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas.

Elaborado por: Autores

4.2. ANALISIS DE LA CONCENTRACION DE MERCURIO Y PLOMO EN EL TEJIDO BLANDO DE LA *Anadara tuberculosa* (CONCHA PRIETA).

4.2.1. Recolección, tratamiento y procesamiento de la muestra de *Anadara tuberculosa* (concha prieta) en la zona de muestreo identificada.

En la zona de muestreo se recolectaron 10 organismos de la especie de estudio en un radio de acción de 50 m². Posteriormente fueron trasladados hasta las instalaciones del laboratorio del Refugio del Vida Silvestre donde se procedió a realizar la disección del tejido blando (**figura 4.7**) obteniendo muestras representativas de entre 3 a 5.5 gramos, las cuales fueron depositadas en fundas de sellado hermético, rotuladas y conservadas en refrigeración (**Anexo 7 y 8**) hasta ser trasladadas a las instalaciones del laboratorio de la Universidad de las Américas en la ciudad de Quito para la determinación de los metales pesados mediante la técnica Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP).



Figura 4.6. 10 organismos de *Anadara tuberculosa*.

Fuente: Los Autores.

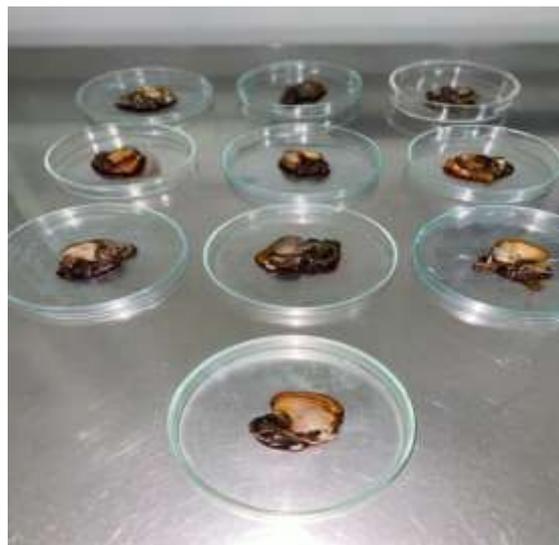


Figura 4.7. Disección de la *Anadara tuberculosa*.

Fuente: Los Autores.

4.2.2. Concentración de Mercurio en el tejido blando de la *Anadara tuberculosa*.

En la **tabla 4.2** se observa que la concentración promedio de mercurio (Hg) en el tejido blando de la *Anadara tuberculosa* (muestreo 1= 0.006 mg/kg, muestreo 2= 0.017 mg/kg y muestreo 3= 0.023 mg/kg), durante los meses de estudio, se

encuentra dentro de los niveles máximos permisibles establecidos por la Normativa Europea (0.5 mg/kg).

Lo que se relaciona con lo obtenido por Carrasco y Webster (2016), en su investigación sobre la capacidad bioacumuladora de metales pesados en moluscos bivalvos de los esteros del cantón Balao, donde las muestras analizadas no revelaron valores superiores (0.23 mg/kg) al límite máximo permisible para moluscos bivalvos de la Normativa Europea, enfatizando que la baja presencia de mercurio probablemente se deba a los niveles naturales presentes en estas regiones y en general en áreas libres de contaminación.

Así mismo estos resultados concuerdan con los valores encontrados por Ordoñez (2015) en su estudio sobre bioacumulación de mercurio en el bivalvo *Anadara tuberculosa* en cuatro localidades (Bajo Alto, Estero Huayla, Puerto Hualtaco y Archipiélago de Jambelí) de la región costera de la provincia de El Oro, registrando niveles (0.0862 mg/kg) aceptables de acuerdo a la normativa. En este mismo contexto Cedeño y Zambrano (2017) observaron en su investigación sobre la determinación de Hg en concha negra (*Anadara tuberculosa*) del manglar El Salto - Esmeraldas, concentraciones del metal (0.001 mg/kg) inferiores al límite máximo permisible para moluscos bivalvos estipulado por la unión europea.

Continuando con la revisión de los datos hallados en otras investigaciones, se pudo observar que Cabrera (2017) encontró concentraciones de mercurio en el área protegida Parque Nacional Machalilla - Manabí que no sobrepasaron el límite permisible (0.5 mg/kg) durante los meses de época seca (mayo, junio, julio, agosto).

Senior y Tobar (2017) señalan que las actividades antropogénicas que contribuyen con la presencia de mercurio en cuerpos de agua, es el uso de fungicidas utilizados en pinturas y agricultura, y de forma natural debido a la erosión de las rocas. De la misma manera Collaguazo *et al.*, (2017) mencionan que las viviendas ubicadas en las orillas del río, vierten directamente las aguas residuales en el cauce, lo que contribuye a la concentración de Hg en especies marinas.

Por otra parte, Pérez y Ortega (2014) indican que la *Anadara tuberculosa* se desarrolla en un hábitat sedentario de interfase agua-sedimento, manteniéndola en

contacto directo con metales pesados, y según Senior y Tobar (2017) a medida que incrementan su tamaño, disminuye la concentración de estos contaminantes, ya que los liberan al medio acuático por diferentes mecanismos fisiológicos.

Tabla 4.2. Concentración de Mercurio en la *Anadara tuberculosa* (concha prieta).

<i>Anadara tuberculosa</i> (Concha prieta)	Muestreo 1 Mercurio (Hg)	Muestreo 2 Mercurio (Hg)	Muestreo 3 Mercurio (Hg)	Unidades	Limite Max. Permisible Productos de la pesca en general
Muestra (#1)	0.009	N/D	N/D	mg/kg	0.50 mg/kg
Muestra (#2)	0.010	N/D	N/D	mg/kg	
Muestra (#3)	0.009	N/D	N/D	mg/kg	
Muestra (#4)	0.008	0.017	0.003	mg/kg	
Muestra (#5)	0.007	N/D	0.002	mg/kg	
Muestra (#6)	0.004	0.106	0.004	mg/kg	
Muestra (#7)	0.005	0.046	0.002	mg/kg	
Muestra (#8)	0.005	N/D	0.008	mg/kg	
Muestra (#9)	0.004	N/D	0.202	mg/kg	
Muestra (#10)	0.005	N/D	0.008	mg/kg	
Promedio	0.006	0.017	0.023	mg/kg	

Fuente: Autores

4.2.3. Concentración de Plomo en el tejido blando de la *Anadara tuberculosa*.

En la **tabla 4.3.** se evidencia que los niveles promedio de Plomo (Pb) en el tejido blando de la *Anadara tuberculosa* (muestreo 1= 1.0567 mg/kg, muestreo 2= N/D mg/kg y muestreo 3= 0.535 mg/kg), no superan el límite máximo establecido por la Normativa Europea (1.5 mg/kg) para moluscos bivalvos.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Muyulema *et al.*, (2019) en su estudio sobre metales pesados en la Reserva Ecológica de Manglares Cayapas Mataje - Ecuador, donde se observaron concentraciones bajas de plomo (0.725 mg/kg). Por otra parte los datos reportados por Cedeño y Zambrano (2017) en su investigación sobre la determinación Pb en Concha Negra (*Anadara tuberculosa*) del manglar El Salto - Esmeraldas revelaron valores no detectables (N/D). Asimismo, Carrasco y Webster (2016) en un estudio sobre la capacidad bioacumuladora de metales pesados en moluscos bivalvos de los esteros del

cantón Balao, encontraron valores de plomo (0.23 mg/kg) por debajo de lo establecido en la Normativa.

Como menciona la bibliografía, la presencia de los niveles trazas se debe a la combustión de la gasolina de embarcaciones que son utilizadas en las labores de pesca (Collaguazo, et al., 2017). Por otra parte, el plomo tiene la capacidad de bioacumularse con facilidad en los tejidos de los organismos de *Anadara tuberculosa* ya que son perfectos captadores de sustancias diluidas en el medio acuoso, al tratar de extraer nutrientes del agua y sedimento (Calero & Zambrano, 2017).

Tabla 4.3. Concentración de Plomo en la *Anadara tuberculosa* (concha prieta).

<i>Anadara tuberculosa</i> (Concha prieta)	Muestreo 1 Plomo (Pb)	Muestreo 2 Plomo (Pb)	Muestreo 3 Plomo (Pb)	Unidades	Limite Max permisible Moluscos bivalvos
Muestra (#1)	0.335	N/D	N/D	mg/kg	1.5 mg/kg
Muestra (#2)	1.063	N/D	N/D	mg/kg	
Muestra (#3)	2.969	N/D	N/D	mg/kg	
Muestra (#4)	1.471	N/D	N/D	mg/kg	
Muestra (#5)	0.175	N/D	N/D	mg/kg	
Muestra (#6)	N/D	N/D	1.455	mg/kg	
Muestra (#7)	1.388	N/D	1.455	mg/kg	
Muestra (#8)	1.388	N/D	0.553	mg/kg	
Muestra (#9)	1.772	N/D	1.886	mg/kg	
Muestra (#10)	N/D	N/D	N/D	mg/kg	
Promedio	1.0567	N/D	0.535	mg/kg	

Fuente: Autores

4.2.4. Determinación de los parámetros físico-químicos del agua y sedimento.

Se evaluaron los parámetros de temperatura, pH, conductividad y salinidad en la zona de muestreo de la *Anadara tuberculosa*, observándose en la **tabla 4.4** que el pH se encuentra dentro del rango establecido por Suarez (2016). Sin embargo la temperatura, la conductividad y la salinidad se encuentran por debajo de estos criterios. Resultados que son similares a los hallados por Macías (2015) en su

investigación sobre determinación de metales pesados (Pb, Cd, Cr) en agua y sedimentos de la zona estuarina del río Tuxpan - Veracruz, demostrando variabilidad en temperatura, conductividad eléctrica y salinidad debido a la época. El mismo autor manifiesta que la variabilidad se debe al contraste que existe en cuanto a factor fisicoquímico entre un río y una desembocadura del mar, también a la diferencia de profundidades, su capacidad de almacenaje y la dinámica hidrológica.

Tabla 4.4. Parámetros fisicoquímicos del Agua.

Parámetros fisicoquímicos en Agua			Parámetros fisicoquímicos para aguas marinas por Suarez, 2016.
Parámetros	Medidas	Unidades	Medidas
pH	7.29		7.4 - 8.4
Temperatura	25.7	°C	26.44
Conductividad	22	ms/c	33.7
Salinidad	13	Ppt	37.45

Fuente: Autores

Continuando con el análisis de los parámetros valorados en el sedimento (temperatura, pH, conductividad y salinidad) de la zona de muestreo de la *Anadara tuberculosa*, se puede apreciar en la **tabla 4.5** que los datos hallados, se encuentran dentro del rango establecido por Smith et al., (2017). De igual forma, Mero et al., (2019) en su investigación sobre la concentración de metales pesados en agua y sedimentos en la desembocadura del río Guayas, Ecuador, registra valores similares (pH= 6.83 temperatura= 26.12 °C, CE= 13.68 ms/c, Salinidad= 5.25 ppt) a los obtenidos en esta investigación.

En este mismo sentido, Vacacela (2021) destaca que la alteración de estos parámetros fisicoquímicos podría afectar el desarrollo de la *Anadara tuberculosa*. Ya que según Garrido (2013), la temperatura se considera un factor fundamental durante su etapa de larva hasta la edad de adulto y de acuerdo a Calispa (2018), las bajas salinidades en su ecosistema podría generar problemas de reproducción y en su tejido gonadal, involucrando una baja o nula reproducción. Así mismo Pérez (2016), refiere que para un óptimo desempeño reproductivo las condiciones de pH deberían mantenerse en un estado neutro.

Dentro de este contexto Cousillas (2007) menciona que el pH ácido hace que exista una mayor solubilidad y disponibilidad de iones metálicos, es decir a medida que el pH desciende, se incrementaría la concentración de estos contaminantes en el organismo. Lo que se relaciona con Mendoza (2014), quien indica que la salinidad en altas proporciones podría aumentar la presencia de metales pesados y su incorporación en los tejidos.

Tabla 4.5. Parámetros fisicoquímicos en sedimento.

Parámetros fisicoquímicos en Sedimento			Parámetros fisicoquímicos para sedimentos marinos por Smith et al., 2017.
Parámetros	Medidas	Unidades	Medidas
pH	6.55		7.15 - 7.75
Temperatura	25.6	°C	26 - 29.8
Conductividad	12.25	ms/c	Mayor a 1.86
Salinidad	5.34	Ppt	1.45

Fuente: Autores

4.2.5. Establecimiento del coeficiente de correlación de Pearson de los parámetros físicos y químicos del agua y sedimento vs plomo (Pb), mercurio (Hg) de la *Anadara tuberculosa*.

En la **tabla 4.6** se observan los resultados estadísticos del análisis de la varianza de las concentraciones de Plomo y Mercurio en el tejido blando de la *Anadara tuberculosa* en los meses evaluados, los cuales revelan significancia estadística dado que el valor – p es menor que 0,05 en lo concerniente a plomo. Sin embargo, para mercurio no presenta significancia estadística dado que el valor – p es mayor que 0,05. Rivas (2018) en un estudio sobre determinación de minerales y metales pesados en *Anadara tuberculosa* (concha peluda) en la bahía de Jiquilisco se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de los metal plomo Pb en el tejido blando con un nivel del 95.0 % de confianza donde el valor de p es 0.012 es menor que 0.05. Carrasco y Webster (2016) indican que la variabilidad en la concentración de los metales Hg y Pb puede deberse a factores relacionados en los organismos como tamaño, tasa de crecimiento, edad, sexo o factores externos como la fluctuación en espacio y tiempo de las corrientes de agua dulce, las diferencias de temperatura, salinidad o presión que se establecen en la zona litoral.

Tabla 4.6. Análisis de la varianza de las concentraciones de Plomo y Mercurio.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pb	Inter-grupos	5,583	2	2,792	5,649	,009
	Intra-grupos	13,343	27	,494		
	Total	18,927	29			
Hg	Inter-grupos	,001	2	,001	,394	,678
	Intra-grupos	,047	27	,002		
	Total	,048	29			

Fuente: Autores

4.2.5.1. PRUEBA DE TUKEY

La prueba de tukey aplicada a las concentraciones de Pb en los especímenes de la *Anadara tuberculosa* del tejido blando demostró que existen dos grupos homogéneos, es decir que los meses 1 y 2 presentan variabilidad en las concentraciones del metal Pb de acuerdo a la significancia obtenida en la **tabla 4.7**.

Tabla 4.7. Prueba de tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
2,00	10	,0000	
3,00	10	,5355	,5355
1,00	10		1,0567
Sig.		,222	,240

Fuente: Autores

A pesar de no existir significancia estadística en las concentraciones de Hg como se puede observar en la **tabla 4.8**, en los especímenes de la *Anadara tuberculosa* del tejido blando demostró que no existen grupos homogéneos, es decir que los tres meses evaluados no presentan variabilidad en la concentración del metal Hg de acuerdo a la prueba tukey realizada.

Tabla 4.8. Prueba de tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para a
		lfa = .05
		1
1,00	10	,0066
2,00	10	,0169
3,00	10	,0229
Sig.		,659

Fuente: Autores

4.2.6. CORRELACIONES DEL METAL PLOMO Y MERCURIO CON PARÁMETRO FÍSICO DEL AGUA

Para poder evaluar la asociación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las concentraciones de Hg y Pb se aplicó el método de correlación de Pearson en el cual los valores obtenidos en el nivel de significancia (p) no superan el valor de 0.05 como se observa en la **tabla 4.9**, es decir no se determinó significancia estadística entre las variables estudiadas. De manera similar Martínez et al., (2011) en un estudio sobre Medición de pH y cuantificación de metales pesados en México no encontró diferencias estadísticas en relación a los muestreos. Así mismo Rodríguez (2009) en un estudio sobre Metales pesados y componentes mayoritarios en aguas señala que la temperatura no presenta diferencia significativa en sus niveles medios.

Siguiendo con la revisión de investigaciones similares, Macías (2015) halló en su estudio sobre la determinación de metales pesados en agua y sedimento del río Tuxpan-Veracruz, que la conductividad eléctrica no presenta diferencias estadísticamente significativas. De la misma manera, Mero *et al.*, (2019) afirma en su investigación sobre la concentración de metales en agua y sedimentos en el Río Guayas - Ecuador, que no existe significancia estadística con la salinidad.

Tabla 4.9. Correlaciones de Pearson entre las variables fisicoquímicas del agua vs. Mercurio y Plomo

Variabes involucradas	Nivel de Significancia (p)	Coficiente "r"
Plomo en agua vs pH	0.575	-0.202
Plomo en agua vs Temperatura	0.887	0.052
Plomo en agua vs Conductividad eléctrica	0.687	-0.146
Plomo en agua vs Salinidad	0.355	-0.328
Mercurio en agua vs pH	0.862	-0.064
Mercurio en agua vs Temperatura	0.333	-0.342
Mercurio en agua vs Conductividad eléctrica	0.253	0.399
Mercurio en agua vs Salinidad	0.855	-0.067

Fuente: Autores

4.2.7. CORRELACIONES DEL METAL PLOMO Y MERCURIO CON PARÁMETRO FÍSICO DEL SEDIMENTO

En la **tabla 4.10**, también se muestra que no hay correlación entre los parámetros fisicoquímicos evaluados en los metales Hg y Pb, mostrando nivel de significancia (p) superiores a 0.05, es decir no existe diferencia significativa entre las variables. A medida que aumenta el número de "p" disminuye la relación entre los datos evaluados. Con relación a lo antes mencionado, Mero *et al.*, (2019) observo en su estudio, que la temperatura y la conductividad eléctrica no presentaron correlación debido a la baja presencia de los metales pesados.

En ese mismo sentido Espinosa *et al.*, (2011), demuestran en su estudio sobre la determinación del contenido de metales pesados en las fracciones geoquímicas del sedimento en Ciénega Grande de Santa Marta, que el pH no presenta correlación con la concentración de metales pesados. De igual forma Pernía *et al.*, (2018) indicaron en su investigación sobre la determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado - Ecuador, que la salinidad en las muestras de sedimentos no presenta una correlación con la concentración del metal.

Las correlaciones efectuadas considerando las concentraciones de Pb y Hg, las variables del agua y sedimento demostraron que no existe correlación entre las mismas, esto debido a que en el tejido blando de la *Anadara tuberculosa* existen valores metálicos inferiores a lo contemplado por la normativa, ocasionando no significancia estadística. Ya que, según Pernía *et al.*, (2018) los datos presentan

significancia cuando la concentración de metales se encuentra en valores enteros decimales.

Tabla 4.10. Correlaciones de Pearson entre las variables fisicoquímicas del agua vs. Mercurio y Plomo

Variables involucradas	Nivel de Significancia (p)	Coefficiente "r"
Plomo en sedimento vs pH	0.577	0.201
Plomo en sedimento vs Temperatura	0.990	-0.005
Plomo en sedimento vs Conductividad eléctrica	0.900	0.046
Plomo en sedimento vs Salinidad	0.358	-0.326
Mercurio en sedimento vs pH	0.181	0.460
Mercurio en sedimento vs Temperatura	0.734	-0.124
Mercurio en sedimento vs Conductividad eléctrica	0.153	-0.487
Mercurio en sedimento vs Salinidad	0.704	-0.138

Fuente: Autores

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas existen actividades de influencia directa e indirecta, como tierra agropecuaria, área sin cobertura vegetal, bosque nativo, área poblada, infraestructura, cuerpos de agua artificial, cuerpo de agua natural, vegetación arbustiva y vegetación herbácea, identificándose que en mayor predominancia de área se encuentran cuerpos de aguas artificiales 46,38% y tierra agropecuaria 56,2% respectivamente.

Se rechaza la hipótesis planteada en la investigación, las concentraciones de plomo y mercurio en la *Anadara tuberculosa* no superan los límites de metales pesados establecidos en la Normativa Europea, por lo tanto no hay incidencia por las actividades antropogénicas.

Los parámetros fisicoquímicos evaluados en el agua y sedimento no superan los criterios establecidos para condiciones marinas y no se correlacionan con las concentraciones de mercurio y plomo.

5.2. RECOMENDACIONES

Efectuar estudios complementarios en diferentes puntos y épocas estacionarias del área protegida para evaluar las concentraciones de los metales acorde al desarrollo del área productiva en la zona.

Que las autoridades competentes controlen la expansión del cambio de uso de suelo en el área de influencia directa e indirecta del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, D., Rohlf, J., & Slice, D. (2004). *Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution*. Obtenido de Italian Journal of Zoology: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11250000409356545>
- Aguilar, M. (2005). *Determinación de la densidad adecuada para el cultivo de la Concha prieta (anadara tuberculosa)*. Obtenido de UTMachala: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1791/1/CD568_NO_DISPONIBLE.pdf
- Amayas, M. (2020). *Que es el método cuantitativo, características y diferencias con el cualitativo*. Obtenido de <https://tendencias.com/life/que-es-el-metodo-cuantitativo/#>
- Ambrossio, L. (2016). *Ser pescador artesanal: investigación etnográfica y medios audiovisuales en la costa este de Uruguay*. Obtenido de <http://revistas.academica.cl/818-Texto%20del%20artículo-2375-1-10-20180130.pdf>
- Arizaga, R. (2016). *Determinación del grado de contaminación por metales pesados en bivalvos (Anadara tuberculosa) en la reserva ecológica manglares Cayapas Mataje*. Obtenido de UAgraria : http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/13/048-2017.pdf
- Asociación Toxicológica Argentina. (Agosto de 2006). *ESTUDIO SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR PLOMO EN NIÑOS DE LA LOCALIDAD DE ABRA PAMPA (JUJUY-ARGENTINA)*. Obtenido de https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.files/fileID/14166
- Aznar, A. (2000). *Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas*. Obtenido de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

- Baez, P. (2009). *DESTRUCCIÓN Y CONTAMINACIÓN DE ECOSISTEMA DEL MANGLAR POR PARTE DE PERSONAS QUE LO UTILIZAN PARA EL CULTIVO DE CAMARÓN Y PRODUCCIÓN DE SAL*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_8171.pdf
- Baqueiro, E., Borabe, L., G, C., Islas, G., & Rodríguez, J. (2007). *Los moluscos y la contaminación*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000300001
- Borda, C. (2004). *Pesca artesanal de bivalvos y su relación con eventos ambientales*. Obtenido de <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4560/Doc%201.%20La%20Pesquer%C3%ACa%20Artesanal%20del%20Recurso%20Concha%20en%20la%20Costa%20Ecuatoriana%20durante%202004.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Boy, A. (2015). *Determinación de metales pesados en agua, peces, almejas e hydrilla verticillata del lago de izabal*. Obtenido de Universidad de San Carlos: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3741.pdf
- Cabrera, R. (2017). *Análisis de las concentraciones de metales pesados e hidrocarburos en Manabí y Santa Elena, Ecuadr.* Obtenido de http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/2010110061_%20AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20CONCENTRACIONES%20DE%20METALES%20PESADOS%20E%20HIDROCARBUROS%20EN%20EL%20PER%C3%8DODO%202015
- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., & Del Rosario, F. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8, 1-7. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000701603

- Calatayud, M., Devesa, V., & Virseda, J. (2012). *Mercurio y selenio en peces y conchas*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7725/1/RIOFRIO.pdf>
- Calderilla, J. (2018). *Avances en la determinación de metales basados en la técnica de análisis en flujo multijeringa e impresión 3D*. Obtenido de Universitat de les Illes Balears: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000100065&script=sci_arttext
- Calero, L., & Zambrano, M. (2017). *Bioacumulación de hidrocarburos aromaticos del petróleo en un molusco*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/319144676_Bioacumulacion_de_hidrocarburos_aromaticos_del_petroleo_en_un_molusco_bivalvo
- Calispa, A. (2018). *Cría en cautiverio de concha prieta en el estuario del río Portoviejo y el estuario del río Chone para fortalecer los medios de vida tradicionales comunitarios*. Obtenido de <http://gef-satoyama.net/wp/wp-content/uploads/2019/04/54.-INFORME-RESULTADOS-MAE-PROYECTO-CONCHA-PRIETA.docx.pdf>
- Carrasco, R., & Webster, R. (2016). *Capacidad bioacumuladora de metales pesados en moluscos bivalvos de los esteros del cantón Balao*. Obtenido de Dspace: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6480/1/12619.pdf>
- Castellanos, L. (2017). *Técnicas de observación*. Obtenido de <https://lcmetodologiainvestigacion.wordpress.com/2017/03/02/tecnica-de-observacion/>
- Cedeño, M., & Zambrano, D. (2017). *Determinación de metales pesados Cd, Hg, Pb, en concha negra (anadara tuberculosa) del manglar El Salto-Esmeraldas*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/23012/1/BCIEQ-T-0226%20Cede%c3%b1o%20Valdez%20Margarita%20Elizabeth%3b%20Zambrano%20Demera%20Daniel%20Eduardo.pdf>

- CENDEPESCA. (2007). *Guía para la producción de Anadara ssp.* Obtenido de JICA:
https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2007/2007_01_01.pdf
- Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2001). *Estrategia para el desarrollo y la conservación de la zona costera, Municipio El Viejo, Nicaragua.* Obtenido de CATIE:
https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8697/Construccion_participativa_e_integral..pdf
- Chapman, P. (1989). Review: current approaches to developing sediment quality criteria. *Environmental toxicology and chemistry*. 589-599.
- COA. (2017). *Código Orgánico del Ambiente.* Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Collaguazo, Y., Ayala, H., Armijos, G., & Loja, M. (2017). *Cuantificación de metales pesados en Anadara tuberculosa del estero Huayla en puerto bolivar.* Obtenido de <http://cienciaunemi.unemi.edu.ec/ojs/index.php/cienciaunemi/article/view/545>
- Cool, B. (2016). *Análisis de flujo de turistas que arriban al Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas y su impacto en el desarrollo socio económico a los guías naturalistas de la comunidad puerto portovelo.* Obtenido de <https://repositorio.uileam.edu.ec/bitstream/123456789/1114/1/ULEAM-HT-0016.pdf>
- Cornelis, R., & Nordberg, M. (2007). *General Chemistry, Sampling, Analytical Methods, and Speciation.* *Elsevier.*

- Corrales, M. (2015). *Acumulación de metales pesados en bivalvos y sus efectos tóxicos en la salud humana*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5821476.pdf>
- Cortés, C. (2017). Determinación de mercurio orgánico e inorgánico en muestras ambientales. *UNAL*, 25.
- Coto, J. (2013). *Estudios de bioacumulación de un metal de interés en contaminación ambiental (plomo) en larvas de lubina de gran valor comercial*. Obtenido de <https://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/17347/TFG%20-%20Jose%20Oscar%20Coto%20Reyes%20Dic%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cousillas, A. (2007). *Informe toxicológico*. Obtenido de CEDOC: https://cedoc.infod.edu.ar/upload/Informe_Toxicologico_agua_adriana_
- Covarrubias, S., & Peña, J. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en México: problemática y estrategias de fitorremediación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(4), 55-63.
- Danza, F. (2011). *Contaminación por plomo*. Obtenido de <https://www.smu.org.uy/sindicales/resoluciones/informes/plomo.pdf>
- Díaz, L., Torruco, Uri, & Martínez, M. (2013). *La entrevista, recurso flexible y dinámico*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009#:~:text=La%20entrevista%20es%20una%20t%C3%A9cnica,al%20simple%20hecho%20de%20conversar.&text=Es%20un%20instrumento%20t%C3%A9cnico%20que%20adopta%20la%20forma%20de%20un%20di
- Díaz, V. (2010). El método analítico. *Revista de Psicología*, 2(4), 1-4. Obtenido de <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rpsua/v2n2/v2n2a8.pdf>

- Duffus, J. (2002). Heavy metals a meaningless term . *Pure and applied chemistry* , 1-4.
- Espinosa, L., Parra, J., & Villamil, C. (2011). *Determinación del contenido de metales pesados en las fracciones geoquímicas del sedimento superficial asociado a los manglares de la ciénega grande de Santa Marta, Colombia*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v40n1/v40n1a01.pdf>
- European Food Safety Authority. (2019). *Tabla de niveles maximos permisibles de metales pesados en alimentos*. Obtenido de <http://plaguicidas.comercio.es/MetalPesa.pdf>
- FAO (Food an Agriculture Organization of the United Nations. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma: FAO.
- FAO. (2010). *Depuración de bivalvos: aspectos fundamentales y prácticos*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i0201s/i0201s.pdf>
- Fernandéz, R., Trapero, A., & Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura* . Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/280558890_Experimentacion_en_Agricultura
- Ferrer, A. (2003). *Intoxicación por metales*. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200008
- Flores, C., Del Angel, E., & Frías, D. (2018). *Evaluación de parámetros fisicoquímicos y metales pesados en agua y sedimento superficial de la laguna de las Ilusiones, Tabasco, Mexico*. Obtenido de Revista Tyca: <http://revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1670/1348>
- Fontana, D., Lascano, V., Solá, N., & Virgolini, M. (2013). Intoxicación por plomo y su tratamnio farmacológico. *Revista de salud pública*, 49-59.
- Gallo, G. (2018). *Efecto de dos densidades de siembra sobre el crecimiento y supervivencia de Anadara tuberculosa en cultivo suspendido en el canal de*

marea Puerto Rico. Obtenido de Untumbes:
<http://repositorio.untumbes.edu.pe:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.12874/270/TESIS%20-%20GUIDO%20GALLO%20ROQUE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Garrido, H. (2013). *Cultivo de anadara tuberculosa a diferentes densidades en una camaronera ubicada en el sector El Coco.* Obtenido de Utmachala:
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2047>

Gómez, E. (2014). *Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos.* Obtenido de
<https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405022.pdf>

González, J. (2015). *Caracterización del microbioma bacteriano de la concha negra (Anadara tuberculosa. Sowerby, 1833) EN EL SANTUARIO DE LOS MANGLARES DE TUMBES*". Obtenido de
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2118/1/UPSE-TBM-2015-007.pdf>

Gúzman, A., & Váldez, R. (2019). Efecto de la contaminación por metales pesados en un suelo con uso agrícola. *Revista Ciencia Técnicas Agropecuarias*, 1-9.

Hair, J. (2009). *Marketing Research. In a Digital Information Age.* Nueva York: McGraw-Hill/Irwin.

Hurtado, I. (2006). *Paradigmas y metodos de la investigación en tiempos de cambio.* Obtenido de
<https://epinvestsite.files.wordpress.com/2017/09/paradigmas-libro.pdf>

Instituto Nacional de Pesca . (2016). *Ficha pesquera Anadara tuberculosa .* Obtenido de <http://www.institutopesca.gob.ec/concha/>

INVEMAR. (2003). *Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos.* Obtenido de invemar:
<http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf>

- Jímenez, J. (2001). Sedimentos marinos contaminados y alternativas de actuación con énfasis en la técnica de recubrimiento. *Tesis de Pre grado*. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Kimbrough, D., Cohen, Y., Winer, A., & Creelman, L. (1999). Assessment of chromium in the environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 29(1), 1-46.
- Laino, R., Bello, R., Gonzalez, M., & Ramiraz, N. (2015). Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México - Guatemala. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 61-74.
- Laz, G. (2018). *Bases para la elaboración de plan de gestión turístico sustentable para el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1064/1/GEMA%20ELIZABETH%20LAZ%20PALACIOS..pdf>
- Ley de prevención de Riesgos Laborales. (1995). *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-24292-consolidado.pdf>
- Linnik, M., & Zubenko, I. (2000). Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy metal compounds. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 11-21.
- Londoño, L. (2016). *Riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
- Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., & Ortiz, J. (2010). EL MÉTODO ANALÍTICO COMO MÉTODO NATURAL. *Nomadas*, 25(1), 2-48. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/181/18112179017.pdf>
- Macías, P. (2015). *Determinación de metales pesados (pb, cd, cr) en agua y sedimentos de la zona estudiada del río Tuxpan, Veracruz*. Obtenido de UV: <https://www.uv.mx/pozarica/mca/files/2012/10/Tesis-Patricia-Guadalupe-Macias-Hernandez.pdf>

- Mandellini, E. (1979). Contaminación por metales pesados. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur*, 209-228.
- Martínez, C. (2011). *Estrategia metodológica de la investigación científica*. Obtenido de Uninorte: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/viewFile/3576/2301>
- Martínez, F., Morales, L., & Piña, G. (2011). *Medición de pH y cuantificación de metales pesados en los lixiviados del relleno sanitario más grande de la zona metropolitana de la ciudad de México*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792011000200002
- Mendoza, H. (2014). *Niveles de acumulación de metales pesados y contaminantes orgánicos en moluscos bivalvos del género Anadara y su vinculación con actividades económicas en la provincia de Esmeraldas como base para una propuesta de regulación de límites máximos permisibles*. Obtenido de PUCE: <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/206>
- Mendoza, O., Pretell, K., Diringer, B., & Avellan, R. (2017). Respuesta fisiológica y molecular de *Anadara tuberculosa* (Arcoida: Arcidae) al estrés de salinidad. *Biología Tropical*, 1142-1151.
- Mero, M., Pernía, B., & Ramírez, N. (2019). *Concentración de cadmio en agua y sedimento en el río Guayas (Ecuador) y sus afluentes*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v35n3/0188-4999-rica-35-03-623.pdf>
- Ministerio del Ambiente y Agua . (2014). *Plan de manejo refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragata* . Obtenido de MAAE: <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/Documentos/PLAN%20DE%20MANEJO-%20REVISICOF-02-09-2014-ACTUALIZADO.pdf>
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2018). *Áreas Protegidas*. Obtenido de ambiente.gob.ec/: 2018

- Ministerio para la transición ecológica. (2017). *Mercurio* . Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/mercurio/#:~:text=Aunque%20existen%20fuentes%20naturales%20de,primaria%20de%20mercurio%2C%20miner%C3%ADa%20y>
- Miranda, F. P. (2016). Presencia de metales pesados cadmio y plomo en el estuario del río Chone. *Ciencia UNEMI*. Obtenido de <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/565/432>
- Miranda, M., & Sánchez, S. (2019). El método biográfico-narrativo. Una herramienta para la investigación educativa. *SciELO Analytics*, 28(54). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1019-94032019000100011&script=sci_arttext
- Mite, G. (2009). *Elaboración del catálogo de invertebrados marinos bentónicos macroscópicos equinodermos, moluscos y crustáceos de la zona intermareal rocosa norte del balneario Ballenita desde el mes de junio a diciembre*. Obtenido de UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/839>
- Mora, A., Burbano, O., Mendez, C., & Castro, D. (2017). *Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (Quercus L.) en la Sierra Madre del Su. Revista Forestal Mesoamericana Kurú*. Obtenido de 14(35), 68-75: doi:10.18845/rfmk.v14i35.3154
- Moreno, J. (2018). *IMPORTANCIA DE LA PESQUERIA DE CONCHA PRIETA*. Obtenido de <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/Documento-Concha-Manejo-Basado-en-Derecho.pdf>
- Morga, L. (2012). *TEORÍA Y TÉCNICA DE LA ENTREVISTA*. Obtenido de RED TERCER MILENIO: http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/salud/Teoria_y_tecnica_de_la_entrevista.pdf

- Muñoz, N. (2011). El estudio exploratorio. Mi aproximación al mundo de la investigación cualitativa. *Investigación y Educación en Enfermería* , 29(3), 492-499. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1052/105222406019.pdf>
- Muyulema, J., Canga, S., & Pucha, P. (2019). *Evaluación de la contaminación por metales pesados en suelos de la Reserva Ecológico de Manglares Cayapas Mataje (REMACAM)* . Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-97532019000600003
- OMS. (2013). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de https://www.who.int/topics/food_safety/es/
- Ordoñez, M. (2015). *Bioacumulación de metales pesados (Pb, Hg, Cd) en el bivalvo anadara tuberculosa en cuatro localidades de la región costera de la provincia del Oro* . Obtenido de utmachala: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2845/1/CD000015-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Osores, F., Grández, A., & Fernández, J. (2010). *Mercurio y salud en Madre de Dios, Peru*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v27n4/a16v27n4.pdf>
- Pacheco, A. (2020). *CONCHAS DE ABANICO EN RIESGO*. Obtenido de <https://asoparacas.pe/2020/04/05/conchas-de-abanico-en-riesgo-almacende-minerales-contaminaria-principal-recurso-de-paracas/>
- Peñafiel, V. (2016). *La técnica de observación*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/VictorPeafielRosero/la-tcnica-de-observacin-61159897>
- Peñarrieta, F. (2020). *Actividades antropogénicas en la parroquia San Antonio y su incidencia en la calidad del agua del humedal La Segua* . Obtenido de <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/594/1/mariela%20d%C3%ADaz.pdf>

- Pérez, E. (2016). *Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica*.
- Perez, J., & Ortega, J. (2014). *Cuantificación de metales pesados en organismos acuáticos*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-97532019000600003
- Peris, M. (2006). Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de castellón (España). *Universidad de Valencia* , 247.
- Pernía, B., Mero, M., & Cornejo , X. (2018). *Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador* . Obtenido de Ute: http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/public/journals/1/html_v9n2/art009.html
- Poma, P. (2008). *Intoxicación por plomo en humanos*. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000200011
- Pozo-Miranda, F. (2016). *Presencia de metales pesados cadmio y plomo en el estuario del río Chone*. Obtenido de <http://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/565/432>
- Prado, E., Martínez, M., & Morris, A. (2020). Importancia de la producción de la conchapieta (*Anadara tuberculosa*) en las costas ecuatoriana. *ESPAM ciencia*, 34-46.
- Prado, E., Quezada, A., & Martínez, M. (2018). *An approximation to agrobusiness development in the value chain of the bivalve mollusk *Anadara tuberculosa** . Obtenido de AgEcon: <https://ageconsearch.umn.edu/record/276884/>
- Prieto, B. (2017). *El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales*.

Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/cuco/v18n46/0123-1472-cuco-18-46-00056.pdf>

Quevedo, O., Gomez, J., & Ramírez, C. (2012). *Estudio de la contaminación por metales en sedimentos acuáticos de la Bahía de Matanzas*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000500012

Quintero, M., & Zea, L. (2012). *Diseño de un Sistema de Depuración para Concha Prieta usando Ácido Lactico como Agente Antimicrobiano*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21141/1/D-92800.pdf?fbclid=IwAR35WMI0EnHnnOpTYQrm7TjKDPbeirsP2woD3szA9J7vtq7uK754ISA10ng>

Quizhpe, P., Yáñez, D., & Jimbo, J. (2017). Crecimiento y engorde de concha prieta (*Anadara tuberculosa*) en corrales en los manglares de la isla Payana. *Conference Proceedings*, 33-36.

Ramírez, M. (1999). Diseño de un modelo de saneamiento de suelos contaminados con metales pesados derivados de la explotación minera. *Tesis de Post grado*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

Rekalde, I., Vizcarra, M., & Macazaga, A. (2014). *La observación como estrategia de investigación para construir contextos de aprendizaje y fomentar procesos participativos*. Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/706/70629509009.pdf>

Reyes, Y., Vergara, I., & Torres, O. (2016). *Contaminación por metales pesados: implicación en salud, ambiente y seguridad alimentaria*. Obtenido de Dialnet: [https://Dialnet.unirioja.es/Dialnet-ContaminacionPorMetalesPesados-6096110%20\(1\).pdf](https://Dialnet.unirioja.es/Dialnet-ContaminacionPorMetalesPesados-6096110%20(1).pdf)

Ríncon, L. (2018). *Acumulación de mercurio y plomo, en el bivalvo *Anadara tuberculosa**. Obtenido de <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/232/ACUMUL>

ACI%D3N%20DE%20MERCURIO.pdf;jsessionid=A64C0180E04D5EB07C
2D1DCA94B9061E?sequence=1

Rivas, J. (2018). *Determinación de minerales y metales pesados en Anadara tuberculosa (concha peluda) en la bahía Jiquilisco departamento de usulután El Salvador*. Obtenido de UES: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19954/1/16103746.pdf>

Rivas, J. (2018). *Determinación de minerales y metales pesados en Anadara tuberculosa (concha prieta) en la bahía de Jiquilisco departamento de usulután El Salvador*. Obtenido de Ues: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/19954/1/16103746.pdf>

Rivera, P., & Valencia, J. (2013). *validacion de la metodologia para el analisis de mercurio en agua tratada y cruda, y estandarizacion del analisis de mercurio en pescados por el metodo de absorcion atomicavapor frio para el laboratorio de analisis de aguas y alimentos de la u.t.p*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/3659>

Rodríguez, H. (2009). *Metales pesados y componentes mayoritarios en aguas* . Obtenido de UPB: <http://www.upb.edu/sites/default/files/7RosasN5.pdf>

Rodríguez, L. (2017). *Implementación del método de detección de adenovirus en moluscos bivalvos mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR)*. Obtenido de UNFV: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1454>

Russel, J., & Ainsworth, S. (2013). *Mapping S&T collaboration between Latin America and Europe*. Obtenido de Unam: http://biblioteca.ibt.unam.mx/articulos/Russell_Ainsworth2014.pdf

Senior, W., & Tobar, J. (2017). *Concentración de metales pesados en bivalvos anadara*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55164569/Concentracion_de_Metales_Pesados_en_Bivalvos_anadara-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1635284127&Signature=bgvypBLHKNgQUHjJe8FmBsUVJ

gGvlf6GvM4Bbq07~tZkaaR4svtlw1Vyu8ltxeINFM2xRBRxE60iJiNe440MjIIL
kU-n2Cq9AmGLhe7

- Sierra, M. (2012). *Metodos Generales*. Obtenido de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/metodos_generales.pdf
- Siguenza, J. (2016). *Determinación de metales pesados, arsénico, cadmio y plomo en conchas prietas (Anadara tuberculosa), extraídos de la desembocadura del río pital*. Obtenido de dspace : <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/5598/1/11927.pdf>
- Sistema de Integración Centroamericana. (2018). *Anadara tuberculosa*. Obtenido de SIC: <https://climapesca.org/2018/09/anadara-tuberculosa/>
- Smith, J., Colina, M., Sanchez, G., & Montilla, B. (2017). *Especiación de mercurio en el caño alpargatón y en las zonas marino - costero del golfo Triste*. Obtenido de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1031>
- Suarez, R. (2016). *Calidad de las aguas de las playas del sector turístico de Cartagena de Indias, norte de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/1014/0069799.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tobar, J., Ramirez, M., & Fermin, I. (2017). *Concentración de metales pesados en Bivalvos Anadara tuberculosa y a. similis del estero Huaylá, provincia de el Oro, Ecuador*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/323596229_CONCENTRACION_DE_METALES_PESADOS_EN_BIVALVOS_Anadara_tuberculosa_Y_A_similis_DEL_ESTERO_HUAYLA_PROVINCIA_DE_EL_ORO_ECUADOR
- Tuñón, O., Chang, C., & Del Cid, A. (2020). *Concentración de metales pesados (Cu y Cd) en tejido gonadal de A. tuberculosa en el estero Farfán, Golfo de Montijo*. Obtenido de <https://revistas.up.ac/index.php/tecnociencias/article/view/14>

- UICN. (2008). *Qué es un área protegida*. Obtenido de <https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/%C3%A1reas-protegidas/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-%C3%A1rea-protegida>
- Urgilez, P. (2016). *Control de la calidad de agua y análisis en la microcuenca del río Tabay*. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25959/1/tesis.pdf>
- USAID. (2010). *Turismo, áreas protegidas y comunidades*. Obtenido de UICN: <https://www.portalces.org/biblioteca/areas-protegidas/turismo-areas-protegidas-comunidades-estudios-de-caso-lecciones>
- Vacacela, L. (2021). *Manejo de parámetros físicos y químicos para la reproducción de la concha prieta anadara tuberculosa*. Obtenido de UTMACH: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16582/1/ECUACA-2021-IAC-DE00007.pdf>
- Villavicencio, P. (2013). *Evaluación de métodos y estrategias de investigación bibliográfica para optimizar el aprendizaje de los estudiantes del preuniversitario tecnológico Argos*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2073/1/TESIS%20M%C3%89TODOS%20Y%20ESTRATEGIAS%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N%20BIBLIOGR%C3%81FICA%20-%20PIEDAD%20VILLAVICENCIO%20BELLLOLIO.pdf>
- Westreicher, G. (2020). *Método deductivo*. Obtenido de economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html
- Wong, E. (2008). *Metodología para realizar estudios de evidencia microbiológica en plantas procesadoras de alimentos*. Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43711424015.pdf>
- Yianatos, & Peralta. (2016). *contaminacion por metales pesados*. Obtenido de <http://concienciasaludyambiente.blogspot.com/2016/05/contaminacion-por-metales-pesados.html>

Zamora, O., Lozano, R., & Samayoa, H. (2019). *Adecuabilidad y comparación de técnicas espectroscópicas para el análisis de muestras de origen geológico*. Obtenido de Revista Internacional de contaminación ambiental: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992019000100065&script=sci_arttext

ANEXOS

NOTA DE CAMPO

Nombre de la reserva:	Refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas
Nombre de los observadores:	María de los Ángeles Santana Freddy Nicolas Zambrano

OBJETIVO: Observar e identificar los aspectos generales

1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Anexo 1. Nota de campo



ENTREVISTA: La sección de entrevista, nos manda el siguiente Cuestionario, para que los investigadores que puedan obtener los siguientes datos nos lo comuniquen.

Para una investigación de la pesca tradicional en el refugio de vida silvestre Isla Corazón y Fragatas.

PREGUNTAS		RESPUESTA
1	¿En cuántos lugares se pesca la concha prieta?	
2	¿Cuál es el rango de profundidad de pesca de la Concha prieta?	
3	¿Cuál es el periodo de veda de la Concha prieta?	
4	¿Cuál es el tamaño permitido para la pesca de Concha prieta?	
5	¿En qué horario se desarrolla la pesca de la concha prieta?	
6	¿Cómo recolecta la Concha prieta?	
7	¿Cuál es el organismo que regula la extracción de la concha en la isla?	
8	¿A qué amenazas se ha expuesto la actividad de recolección de Concha en la isla?	
9	¿Se han realizado estudios de metales pesados en la concha prieta?	
10	¿Cuántas personas se dedican a la pesca de la Concha prieta?	
11	¿Cuál es la cantidad mensual de Concha prieta que recolecta mensualmente?	
12	¿Cuáles son las actividades que se desarrollan en la isla?	



República
de Ecuador

Ministerio del Ambiente, Agua
y Transición Ecológica

AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECIMENES DE ESPECIES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA No. 1353

ESTUDIANTES E INVESTIGADORES (SIN FINES COMERCIALES)

1.- AUTORIZACIÓN DE RECOLECCIÓN DE ESPECIMENES DE ESPECIES LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

2.- CÓDIGO
MAAE-ARSFC-2021-1353

3.- DURACIÓN DEL PROYECTO

FECHA INICIO	FECHA FIN
2021-07-12	2022-01-12

4.- COMPONENTE A RECOLECTAR

Acacia

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

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

N° de C.Pasaporte	Nombres y Apellidos	Nacionalidad	N° REGISTRO MIRECYT	EXPERIENCIA	GRUPO BIOLÓGICO
121448002	PERALPETA MACIAS FABIAN FABIAN	Ecuatoriana	1000101400117	Docente	Botánica

Anexo 3. Permiso otorgado por la Autoridad Ambiental.



Anexo 4. Aplicación de entrevista.



Anexo 5. Uso de GPS para obtener los puntos de muestreo.



Anexo 6. Recolección de la *Anadara tuberculosa*.



Anexo 7. Recolección de la *Anadara tuberculosa*.



Anexo 8. Disección de la *Anadara tuberculosa*.



Anexo 9. Muestra de *Anadara tuberculosa* en refrigeración.

RESULTADOS METALES ppm (µg/g)

Muestra	Número de muestra	Código	Peso	Dilución	Ag	Al	As	B
Tejido blando Concha prieta 1	Muestra 1	TB-CP1	0,5273	50 mL	1,330	112,741	3,755	6,908
Tejido blando Concha prieta 2	Muestra 2	TB-CP2	0,5252	50 mL	1,373	136,696	3,131	6,836
Tejido blando Concha prieta 3	Muestra 3	TB-CP3	0,5178	50 mL	4,066	175,720	3,491	6,787
Tejido blando Concha prieta 4	Muestra 4	TB-CP4	0,5083	50 mL	2,645	147,222	3,301	11,658
Tejido blando Concha prieta 5	Muestra 5	TB-CP5	0,5135	50 mL	1,976	186,617	3,570	9,633
Tejido blando Concha prieta 6	Muestra 6	TB-CP6	0,5140	50 mL	1,560	141,497	3,270	10,823
Tejido blando Concha prieta 7	Muestra 7	TB-CP7	0,5074	50 mL	1,575	122,741	3,607	7,760
Tejido blando Concha prieta 8	Muestra 8	TB-CP8	0,5116	50 mL	1,238	97,013	3,533	7,362
Tejido blando Concha prieta 9	Muestra 9	TB-CP9	0,5108	50 mL	1,325	142,190	3,590	7,842
Tejido blando Concha prieta 10	Muestra 10	TB-CP10	0,5011	50 mL	2,533	134,611	2,409	7,121

Anexo 10. Resultados del análisis de metales en *Anadara tuberculosa* mediante técnica ICP-OES



Anexo 10. Medición de parámetros fisicoquímicos en sedimento.



Anexo 11. Análisis fisicoquímicos en agua.

	Pb	pH	Pb	Temp	Pb	Cond	Pb	Salin.
Correlación de Pearson	1	-,202	1	,052	1	-,148	1	-,328
Sig. (bilateral)		,575		,887		,687		,355
N	10	10	10	10	10	10	10	10
Correlación de Pearson	-,202	1	,052	1	-,148	1	-,328	1
Sig. (bilateral)A	,575		,887		,687		,355	
N	10	10	10	10	10	10	10	10

Anexo 12. Correlación de Pearson Pb vs parámetros fisicoquímicos en agua.

	Pb	pH	Pb	Temp	Pb	Cond	Pb	Salin
Correlación de Pearson	1	,201	1	-,005	1	,046	1	-,328
Sig. (bilateral)		,577		,990		,900		,358
N	10	10	10	10	10	10	10	10
Correlación de Pearson	,201	1	-,005	1	,046	1	-,328	1
Sig. (bilateral)	,577		,990		,900		,358	
N	10	10	10	10	10	10	10	10

Anexo 13. Correlación de Pearson Pb vs parámetros fisicoquímicos en sedimento.

	Hg	pH	Hg	Temp	Hg	Cond	Hg	Salin
Correlación de Pearson	1	-,064	1	-,342	1	,399	1	-,067
Sig. (bilateral)		,862		,333		,253		,855
N	10	10	10	10	10	10	10	10
Correlación de Pearson	-,064	1	-,342	1	,399	1	-,067	1
Sig. (bilateral)	,862		,333		,253		,855	
N	10	10	10	10	10	10	10	10

Anexo 14. Correlación de Pearson Hg vs parámetros fisicoquímicos en agua.

	Hg	pH	Hg	Temp	Hg	Cond	Hg	Salin
Correlación de Pearson	1	,460	1	-,124	1	-,487	1	-,138
Sig. (bilateral)		,181		,734		,153		,704
N	10	10	10	10	10	10	10	10
Correlación de Pearson	,460	1	-,124	1	-,487	1	-,138	1
Sig. (bilateral)	,181		,734		,153		,704	
N	10	10	10	10	10	10	10	10

Anexo 15. Correlación de Pearson Hg vs parámetros fisicoquímicos en sedimento.