



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

TRABAJO DE TITULACIÓN:

**INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO SALADO EN EL
CRECIMIENTO DE LA ESPECIE DE RHIZOPHORA MANGLE**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de **Ingeniera Ambiental**

AUTORES:

ANGIE GABRIELA CEVALLOS LOZANO

KATTY LISSETTE RUIZ CAÑOLA

TUTOR: ORDOÑEZ RAMIREZ VIRGILIO

Guayaquil - Ecuador

2024

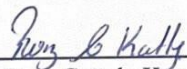
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotras, Cevallos Lozano Angie Gabriela con documento de identificación N° 0850219759 y
Ruiz Cañola Katty Lissette con documento de identificación N° 0803593334; manifestamos que:

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

Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ruiz Cañola Katty Lissette

0803593334



Cevallos Lozano Angie Gabriela

0850219759

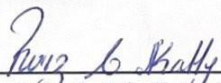
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotras, Cevallos Lozano Angie Gabriela con documento de identificación No. 0850219759 y Ruiz Cañola Katty Lissette con documento de identificación No. 0803593334, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores de trabajo de Tesis: INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO SALADO EN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE DE RHIZOPHORA MANGLE, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Ambiental en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ruiz Cañola Katty Lissette

0803593334



Cevallos Lozano Angie Gabriela

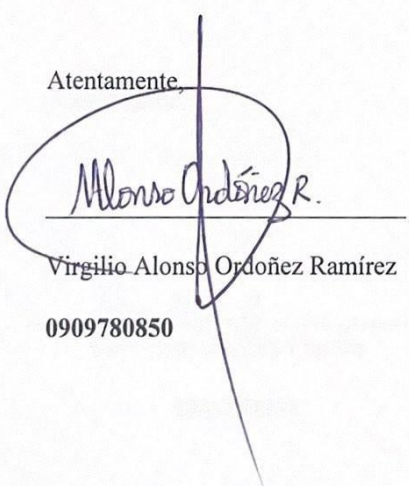
0850219759

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Virgilio Alonso Ordoñez Ramírez con documento de identificación N° 0909780850 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO SALADO EN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE DE RHIZOPHORA MANGLE, realizado por Cevallos Lozano Angie Gabriela con documento de identificación No. 0850219759 y por Ruiz Cañola Katty Lisette con documento de identificación No. 0803593334, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Virgilio Alonso Ordoñez Ramírez

Virgilio Alonso Ordoñez Ramírez

0909780850

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la sabiduría e inteligencia, expresar mi gratitud inmensa a mi madre y hermano que han sido ejemplo de superación, humildad y sacrificio. Ellos me enseñaron a valorar todo y cada una de las cosas que tengo y me han apoyado incondicionalmente en esta trayectoria hasta conseguir mi título universitario.

También quiero agradecer a las personas que han impartido y forjado mis conocimientos. Su dedicación y compromiso han sido fundamental en mi formación, Además, agradecer a cada persona que estuvieron a mi lado y brindaron su apoyo en todo momento y nunca dejar que me rindiera.

Todo esto ha contribuido a mi crecimiento personal y profesional, y no puedo expresar suficiente gratitud hacia todos aquellos que han sido parte de mi éxito.

Katty Ruiz.

AGRADECIMIENTO

Me dirijo con un profundo sentido de gratitud y aprecio, consciente de que el logro que representa mi tesis no habría sido posible sin el invaluable apoyo y amor incondicional de aquellos que han sido mi mayor fuente de inspiración y sostén a lo largo de este camino.

A mis padres, Sergio Cevallos, Blanca Lozano e Iván Gallegos, les debo todo. Su inquebrantable fe en mí, su sacrificio constante y su amor infinito han sido los pilares sobre los cuales he construido cada paso de este viaje académico. Su aliento y orientación han sido el faro que me ha guiado a través de los desafíos y las adversidades, y por eso, les estaré eternamente agradecida.

A mis adoradas hermanas, quienes a pesar de la distancia han sido un apoyo constante en todo momento, gracias por brindarme su confianza y su fe porque se lo mucho que han querido que su hermana menor salga adelante. Ustedes tres han sido base fundamental en todo este camino y una guía de amor, paciencia y sabiduría para cada paso que voy dando en mi vida.

A mis queridos sobrinos, aunque estemos separados por la distancia, sus risas y ocurrencias siempre están presentes en mi mente, brindándome fuerza y motivación para continuar. Anhele ser un ejemplo para ustedes, demostrándoles que, con sacrificio, perseverancia y fe en el corazón, cualquier meta es alcanzable.

A cada uno de ustedes, mi más profundo agradecimiento. Este logro es también suyo, pues cada paso que he dado en este camino ha sido guiado por su amor, su ejemplo y su apoyo incondicional.

Angie Cevallos.

RESUMEN

El ecosistema de los manglares es considerado como las más productivos a nivel mundial, sin embargo, actualmente se encuentran amenazados. El control de las entidades responsables de proteger estos manglares debe vigilar mediante inspecciones y regularizar el vertido de aguas residuales y de sustancias químicas que puedan alterar el ecosistema. El Estero Salado de la ciudad de Guayaquil forma parte de la Reserva de Producción de Fauna Manglares del Salado, en los últimos años se ha visto afectado por los altos niveles de contaminación y su ecosistema expuesto a constante actividades antropogénicas que están perturbando el desarrollo normal. El estudio sobre la influencia de la calidad del agua en el crecimiento de la especie *Rhizophora mangle* o también conocida como mangle rojo, tuvo lugar en uno de los ramales del Estero Salado aledaño a la Urbanización Bosques del Salado localizada en la zona norte de la ciudad de Guayaquil, en el sector de Urdesa norte. La presente investigación tiene la finalidad de analizar los parámetros fisicoquímicos In situ y en laboratorios del agua de manglar de la zona, para la evaluación de la calidad del agua de 3 puntos considerados en la fuente. Además, se realizó el seguimiento y monitoreo de las plantas en cautiverio. Se obtuvieron resultados favorables en parámetros como temperatura, pH, nitrato y salinidad, que cumplen con los criterios establecidos en la normativa ambiental; sin embargo, se encontraron resultados poco favorables en parámetros como oxígeno disuelto, tensoactivos, bario y cobre, los cuales afecta de manera significativa la calidad del agua. Estos son factores que influyen directamente en el crecimiento directo de la especie de *Rhizophora mangle*, debido a que la plántula se encuentra en periodos prolongados sumergida en el agua y afecta su posibilidad de sobrevivir.

Palabras claves: *Calidad del agua, Rhizophora mangle, actividades antropogénicas, influencia.*

ABSTRACT

The mangrove ecosystem is considered one of the most productive in the world, but it is currently under threat. The control of the entities responsible for protecting these mangroves must monitor through inspections and regularize the discharge of wastewater and chemicals that can alter the ecosystem. The Estero Salado in the city of Guayaquil is part of the Manglares del Salado Fauna Production Reserve. In recent years it has been affected by high levels of pollution and its ecosystem has been exposed to constant anthropogenic activities that are disturbing its normal development.

The study on the influence of water quality on the growth of the species *Rhizophora mangle* or also known as red mangrove, took place in one of the branches of the Estero Salado adjacent to the Urbanization Bosques del Salado located in the northern area of the city of Guayaquil, in the northern sector of Urdesa. The present investigation has the purpose of analyzing the physicochemical parameters in situ and in laboratories of the mangrove water of the area, for the evaluation of the water quality of 3 points considered in the source. In addition, the plants in captivity were followed up and monitored. Favorable results were obtained for parameters such as temperature, pH, nitrate, and salinity, which meet the criteria established in environmental regulations; however, unfavorable results were found for parameters such as dissolved oxygen, surfactants, barium, and copper, which significantly affect water quality. These are factors that directly influence the direct growth of the *Rhizophora mangle* species, since the seedling is submerged in the water for prolonged periods of time, affecting its chances of survival.

Key words: *Water quality, Rhizophora mangle, anthropogenic activities, influence.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DRECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
CAPITULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción de la Problemática.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Delimitaciones	3
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivo específico.....	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis General	5
1.5.2. Hipótesis Especificas	5
CAPITULO 2.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Calidad del agua.....	6
2.2. Estuarios	6
2.3. Manglares	7
2.4. Sedimentos.....	7
2.5. <i>Rhizophora mangle</i> o mangle rojo	8
2.6. Contaminación del agua	8
2.7. Parámetro de evaluación.....	9
2.7.1. Parámetros físicos.....	9
2.7.1.1. Potencial de hidrógeno (pH).....	9
2.7.1.2. Temperatura.....	9
2.7.1.3. Material Flotante.....	9
2.7.2. Parámetros Químicos.....	10
2.7.2.1. Oxígeno Disuelto.....	10
2.7.2.2. Tensoactivos	10
2.7.2.3. Bario.....	11

2.7.2.4. Nitrato	11
2.7.2.5. Cobre.....	11
2.7.2.6. Salinidad.....	12
2.7.2.7. Conductividad.....	12
2.7.3.1. Coliformes Fecales.....	13
2.8. Marco legal	14
CAPITULO 3.....	20
3. Materiales y Método.....	20
3.1. Muestreo.....	20
3.1.1. Determinación de parámetros.....	20
3.2. Tipo de investigación.....	20
3.3. Área de estudio	20
3.4. Fase de medición.....	21
3.4.1. Medición de parámetros físicos- químicos In-situ.....	21
CAPITULO 4.....	23
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	23
4.1. Información recopilada del área de estudio.....	23
4.2. Recolección, Almacenamiento y transporte de muestra	25
4.3. Resultados generales de los muestreos realizados.....	28
4.3.1. Resultados de análisis del área de estudio.....	28
4.3.1.1. Análisis de los resultados del potencial de hidrogeno de la fuente de agua.....	29
4.3.1.2. Análisis de resultados del Oxígeno Disuelto de la fuente de agua	29
4.3.1.3. Análisis de resultados de la salinidad de la fuente de agua.....	30
4.3.1.4. Análisis de resultados de conductividad de la fuente de agua.....	31
4.3.1.5. Análisis de resultados de temperatura de la fuente de agua	32
4.3.1.6. Análisis de resultados de Bario de la fuente de agua.....	32
4.3.1.7. Análisis de resultados de Cobre de la fuente de agua.....	33
4.3.1.8. Análisis de resultados de Nitrateo de la fuente de agua	34
4.3.1.9. Análisis de resultados de Tensoactivo de la fuente de agua	35
4.3.1.10. Análisis de resultados de Coliformes Fecales de la fuente de agua.....	36
4.4. Resultados de la evaluación del seguimiento de la calidad del agua y cambios físicos en las plantas en cautiverio.....	36
4.4.1. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio Semana 1.	37
4.4.2. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio Semana 2	38
4.4.3. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio Semana 3.	39

4.4.4. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de planta recolectadas	40
4.5. Monitoreo de plantas de mangle rojo.	40
4.6. Densidad poblacional de la especie de <i>Riphozora mangle en la fuente</i>	41
4.6.1. Análisis de resultado de la densidad poblacional de la especie de mangle rojo.	42
4.8. Análisis resultados de experimentación.....	45
4.9. Comprobación de Hipótesis	46
Interpretación.....	46
CAPITULO 5.....	47
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. Conclusión	47
5.2. Recomendación	48
REFERENCIAS	49
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio	4
Tabla 2. Normativa Legal Aplicable.....	14
Tabla 3. Resultados de la experimentación	20
Tabla 4. Métodos y equipos para los parámetros que se analizan en el Laboratorio.....	21
Tabla 5. Métodos y equipos para los parámetros que se analizan en el Laboratorio.....	22
Tabla 6. Puntos de muestreo seleccionado en agua	24
Tabla 7. Resultados de análisis del área de estudio.....	28
Tabla 8. Resultados de seguimiento de la calidad de agua de planta recolectadas Semana 1.....	37
Tabla 9. Resultados de seguimiento de la calidad de agua de planta recolectadas semana 2	38
Tabla 10. Resultados de seguimiento de la calidad de agua de planta recolectadas Semana 3.....	39
Tabla 11. Resultados de seguimiento de la calidad de agua de planta recolectadas Semana 4.....	40
Tabla 12. Crecimiento de las plantas en cautiverio.....	41
Tabla 13. Resultado de la densidad poblacional inicial y final.....	41
Tabla 14. Monitoreo de semanal de las plantas de mangle rojo.	44
Tabla 15. Resultados de experimentación	45

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Imagen 1 Mapa de Muestreo.....	4
Imagen 2. Medición de parámetros fisicoquímicos con el equipo multiparámetro.....	21
Imagen 3. Coordenadas con el georreferenciado.....	21
Imagen 4. Puntos de muestreo Urbanización Bosques del Salado.....	24
Imagen 5. Sitio de muestreo.....	26
Imagen 6. Tubería de descarga localizada P2, directa al ecosistema.....	26
Imagen 7. Recolección de muestra de Agua.....	26
Imagen 8. Recolección de plantas en el punto 2.....	26
Imagen 9. Medición de parámetro con el equipo multiparámetros.....	27
Imagen 10. Etiquetado de muestras.....	27
Imagen 11. Plantas recolectadas y adaptadas a otro ecosistema.....	37
Imagen 12. Área de mayor vegetación de la especie de mangle ubicada en el mismo lugar del punto 2....	43
Imagen 13. Misma área de mayor vegetación luego de 4 semanas.....	43
Imagen 14. Prueba de Hipótesis realiza en el programa de Excel.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.Resultado de potencial de hidrogeno.....	29
Gráfico 2.Resultado de Oxígeno disuelto.....	29
Gráfico 3.Resultado de Salinidad.....	30
Gráfico 4.Resultado de Conductividad.....	31
Gráfico 5.Resultado de Temperatura.....	32
Gráfico 6.Resultado de Bario.....	32
Gráfico 7.Resultado de Cobre.....	33
Gráfico 8.Resultado de Nitrato.....	34
Gráfico 9.Resultado de Tensoactivos.....	35
Gráfico 10.Resultado de coliformes fecales.....	36
Gráfico 11.Densidad poblacional de las plantas.....	42

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla 2 del Acuerdo Ministerial 097 -A Reforma Texto Unificado de Ley Secundaria de Medio	
--	--

Ambiente (TULSMA) – Anexo 1 del Libro VI: Norma de la Calidad Ambiental y de Descarga al Recurso Agua.....	55
Anexo 2. Plantilla para recolección de datos de los análisis <i>In situ</i> y <i>Ex situ</i>	56
Anexo 3. Plantilla para recolección de datos de monitoreo.....	57
Anexo 4. Recolección de muestras de agua P1	58
Anexo 5. Recolección de muestras de agua P2	58
Anexo 6. Medición del oxígeno disuelto <i>In situ</i>	58
Anexo 7. Recolección de plantas de mangle rojo	58
Anexo 8. Traspaso de las plantas a envases de mayor capacidad	59
Anexo 9. Preparación de la muestra para análisis.....	59
Anexo 10. Medición de pH, y salinidad con el equipo multiparámetro OAKLON PCTS50 del agua de las plantas	59
Anexo 11. Medición del oxígeno disuelto del agua de las plantas con el equipo multiparámetros HACH HQ40d.....	59
Anexo 12. Medición de tensoactivos	60
Anexo 13. Medición de cobre, bario, nitrato.....	60
Anexo 14. Monitores de crecimiento de las plantas	60

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción de la Problemática

Uno de los ramales del Estero Salado, a la altura de la Urbanización Bosques del Salado en el sector Urdesa norte, está expuesto a una serie de problemas ambientales, afectando directamente en la flora y fauna del lugar, el área se caracteriza por la turbidez y coloración verdosas en su agua, atribuida principalmente a la contaminación por desechos residuales generados en un 60%, por las actividades antropogénicas de la zona y además de alteraciones en el desarrollo ecológico del ecosistema local. (Primicias, 2023)

En las orillas del ramal se observan muchos desechos sólidos, además de constatar varios ductos de salida de agua de fuentes desconocidas, que descargan sus aguas residuales a esta fuente hídrica. Este problema surge por la falta de sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales en las instalaciones cercas del lugar. El crecimiento demográfico en la zona constituye otro factor de contaminación significativo, generando desechos sólidos y líquidos que no cuenta con un sistema de gestión de estos. La degradación causada en este ramal producido por los residuos industriales, residenciales y asentamientos ilegales de pequeños comercios es cada vez más evidente, perjudicando tanto al ecosistema como a la salud de los habitantes locales.

El *Rhizophora mangle* o mangle rojo es una especie de mangle que predomina en esta zona, gracias a los niveles elevados de contaminación en el agua, la presencia considerable de desechos sólidos cubre las raíces y las descargas de aguas sin previo tratamiento, afectando negativamente su crecimiento normal. Este fenómeno compromete no solo la salud del estero y su biodiversidad, sino también amenaza la sostenibilidad a largo plazo de este valioso ecosistema.

Según la investigación de Pino en 2020, el deterioro progresivo y agresivo en este sector del Estero Salado no solo ha ocasionado un aumento en el gasto público de las instituciones del Estado, sino que también ha continuado afectando la salud de las personas que residen en las orillas del brazo de mar. Además, se ha observado un incremento significativo de las externalidades ambientales negativas en el Estero Salado.

1.2. Justificación

El Estero Salado constituye un sistema estuarino conformado por una intrincada red de drenajes. Desde la perspectiva geomorfológica y oceanográfica, se clasifica como un brazo de mar.

En la actualidad el Estero Salado es un área natural muy importante de la ciudad de Guayaquil, lamentablemente está expuesta a la contaminación, tanto las Autoridades Ambientales como la Municipalidad de Guayaquil han puesto en marcha el plan de recuperación de la biodiversidad de la flora y fauna terrestre y acuática de este estuario Estero Salado. Sin embargo, el desinterés de la población y el escaso conocimiento ambiental provocan que muchos de sus ciudadanos viertan sus desechos sólidos y descargas de efluentes domiciliarios e industrias directamente al estero salado sin ningún tratamiento causando la proliferación de olores que se generan por la contaminación presente en el estuario e incluso de enfermedades que afectan los pulmones y nuestro sistema nervioso. Este escenario se ve agravado por la amenaza que representa la expansión no autorizada de viviendas, donde familias ganan terreno sobre el espejo de agua, construyendo ilegalmente sus hogares.

La especie de *Rhizophora mangle* mangle o mangle rojo ocupa casi el 98 % de la cubierta vegetal de la Reserva de Producción Faunística Manglares el Salado, lamentablemente en las últimas décadas ha sufrido alteraciones drásticas en su crecimiento por las aguas residuales descargadas y los desechos sólidos y líquidos que se vierten diariamente en el manglar. La

diversidad ambiental de los manglares se debe a la mezcla de factores biofísicos y antropogénicos a nivel local, no obstante, dado que estos ecosistemas están enlazados a distintas presiones tanto como naturales como humanas, es fundamental comprender cómo las prácticas de manejo afectan sus componentes, esto nos permitirá tomar acciones que contribuyan a aumentar su resiliencia frente a los fenómenos naturales y cambios climáticos extremos. (Ameyali Moreno-Martínez¹, 2021). La calidad de agua del Estero Salado puede tener un impacto significativo en el crecimiento de la especie de manglar *rhizophora mangle*, a pesar de que es una planta adaptada a vivir en ambientes salados, las variaciones de en términos de salinidad, pH, nutrientes y contaminantes puede influir en su crecimiento. (Beatriz Pernía, 2019). Por todo lo mencionado anteriormente, este proyecto experimental tiene como fin realizar la evaluación de los parámetros fisicoquímico del agua del manglar en un punto específico para determinar en qué grado de contaminación se encuentra y cómo influye en el crecimiento de la especie de *Rhizophora mangle* o mangle rojo y a su vez permitirá tener información del impacto negativo que ocasionan las descargas a este ramal del estero salado. Su importancia va mucho más allá de lo económico y social, su conservación ambiental, la preservación y gestión sostenible son vitales para contar con un entorno equilibrado y próspero para la generación actual y las futuras.

1.3. Delimitaciones

El área de estudio se ha delimitado en el sector Urdesa norte 2 a la altura de la Urbanización Bosques del Salado que se ubica en la Ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas; se consideran aproximadamente tres puntos de muestreo.

Imagen 1. Imagen 1 Mapa de Muestreo



Fuente: Google Earth pro
Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio

Coordenadas	
X	Y
621897.00 m E	9762102.11 m S

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la calidad del agua del estero salado en el crecimiento de la especie de *Rhizophora mangle* mediante la caracterización fisicoquímica y microbiológica para establecer comparaciones del desarrollo.

1.4.2. Objetivo específico

- Recopilar información del lugar mediante visitas de reconocimientos para identificar actividades que se realizan en el área de estudio.
- Determinar los puntos de recolección de muestras mediante el método de muestreo simple para realizar el análisis de calidad de agua y el monitoreo de crecimiento de las plantas de *Rhizophora mangle*.
- Comparar los resultados obtenidos de análisis y monitoreo mediante la observación de las diferencias y comportamiento para determinar la influencia de la calidad del agua.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

¿La calidad de agua afecta el crecimiento de la especie de *Rhizophora mangle* en su hábitat natural?

1.5.2. Hipótesis Específicas

- ¿Recopilando información del lugar me permitirá el reconocimiento de las actividades que se realizan en el área de estudio?
- ¿Determinando el punto de recolección de muestras podré realizar el análisis de calidad de agua, además de llevar el monitoreo de crecimiento de las plantas de *Rhizophora mangle*?
- ¿Comparando los resultados obtenidos de los análisis y monitoreo podré determinar la influencia de la calidad del agua?

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Calidad del agua

La Calidad de agua puede definirse como los factores que describe las características químicas, físicas y biológicas del agua, todo esto dependerá del uso que se le vaya a dar al agua, para poder determinar los parámetros del agua, estos son analizados y comparados con los estándares ya establecidos en las normativas vigentes de cada país (AQUAE FUNDACIÓN, 2023)

La calidad del agua de zonas del interior de Estero Salado se encuentra afectadas por descargas de agua industriales y domesticas con valores de DBO superiores a los establecidos en la Normativa Ambiental vigentes y concentraciones de oxígenos muy bajas, principalmente en épocas de baja mar (MAATE, 2018).

La contaminación de su calidad puede darse por muchos factores ya sean estos naturales, el clima, la contaminación del terreno o la concentración de los elementos presentes en el agua (Elab, 2020).

2.2. Estuarios

Son áreas de cambio de tierra a mar y de agua dulce a salada, generalmente está influenciado por las mareas y son de poca profundidad y tiene una circulación de agua limitada, los estuarios se figura como los más productivo en la tierra, debido a que cada año crea más materia orgánica que áreas comparables en tamaño, dentro y fuera de los estuarios encontramos una variedad de hábitat que incluye muchos escenarios tales como agua pocas profundas, pantanos de agua dulce y agua salada, bosques de mangles, entre otras. Además de su gran diversidad de especies que viven dentro y en los alrededores de los estuarios (Science Journal, 2023). Los estuarios desempeñan un papel muy importante en la protección de las zonas costeras, actuando como amortiguadores naturales contra tormentas e inundaciones, absorbiendo y disipando la energía de

las olas y algo importante es que sirven con filtros naturales mejorando la calidad de agua en el océano (Agencia de Protección Ambiental, 2023).

2.3. Manglares

Son ecosistemas propios que cumplen una función vital para el medio ambiente, se compone principalmente de árboles y arbustos que se adaptan a sobrevivir en condiciones salobres y anegadas, unas de sus principales características es filtrar la sal del agua y excretar a través de estructuras especializadas, aparte son sumideros de carbono almacenando en grandes cantidades en su biomasa y sedimentos, lo cual es una gran ventaja ya que contribuye a la mitigación del cambio climático. Los manglares cubren el 0,1 % de la superficie de la Tierra y poseen una biodiversidad de especies enormes y diversa, lamentablemente están expuestos a la contaminación, aumento de población, reforestación masiva y cambio climático, lo que provoca su extinción aceleradamente (Aqua, 2022)

2.4. Sedimentos

Son partículas disueltas que están compuestos generalmente por arena, arcilla, limo y materia orgánica en descomposición. Los sedimentos aportan grandes beneficios para el ecosistema que lo contiene, entre los principales tenemos que enriquecen al suelo proporcionando nutrientes para un crecimiento de las plantas favorables, estos sedimentos contienen grandes concentraciones de microorganismos que cumplen un papel importante en los ciclos biogeoquímicos del ecosistema (ACOSTA, 2021). Los estudios realizados del sedimento de algunas áreas de las zonas de interior del Estero Salado, dio como resultados altas concentraciones de sulfuro y elevados valores de DBO, así como también altas concentraciones de mercurio y plomo (MAATE, 2018)

2.5. *Rhizophora mangle* o mangle rojo

Rhizophora mangle, conocido comúnmente como mangle rojo debido al color de su tronco, es un árbol perenne que se considera una especie poco común, ya que se encuentra limitado a hábitats específicos en la zona intermareal de lagunas costeras y bahías resguardadas de la acción del oleaje y las mareas. Como la mayoría de las especies, el mangle rojo alcanza su máxima estructura en entornos con bajos niveles de estrés ambiental y humano. Aunque posee una alta tolerancia a la salinidad y la temperatura, permitiéndole habitar en áreas inhóspitas para la mayoría de las especies de mangle, su desarrollo estructural es significativamente inferior en comparación con condiciones óptimas. Se caracteriza por ser una especie de colonización rápida y se establece en suelos inestables con inundaciones prolongadas, sus semillas alargadas en forma de puntiaguda germinadas al caer del árbol y pueden flotar y trasladarlas por las corrientes hasta llegar a nuevas tierras y colonizarlas, por eso el mangle rojo cubre un porcentaje elevado de cubierta vegetal en los manglares, tienen una tasa de crecimiento de 0.04 mm/día - 0.32mm/día en ambientes claro y 2 o 5 veces más en bosque cerrados. (CORESCAM, 2022)

2.6. Contaminación del agua

La contaminación del agua tiene un impacto directo en la salud humana, flora y fauna y los ecosistemas. Los cuerpos de agua contaminando afectan negativamente al ecosistema causando incluso la degradación. En los Estuarios, la inserción de sustancias nocivas y contaminantes llegan a ser tóxicos para la vida acuática y la salud de los organismos que dependen de los estuarios. La sedimentación y nutrientes en exceso pueden causar problemas de eutrofización, además, la basura y los desechos sólidos se acumulan en los estuarios afectando la calidad del agua, degradación del hábitat y pérdida de biodiversidad. (Agencia de Protección Ambiental, 2023).

2.7. Parámetro de evaluación

2.7.1. Parámetros físicos

2.7.1.1. Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es un parámetro que da valor a la acidez de una sustancia o dilución, van comprendido en una escala de 0 a 14, donde 0 indica que es muy ácido y 14 indica que poco ácido (Montse Castellano, 2023). El potencial de hidrogeno (pH) es importante para el análisis de agua en los manglares, debido a que nos proporciona informaciones relevantes sobre las propiedades fisicoquímicas de los ecosistemas estuarinos. El pH del agua de manglar puede ser cambiante y esto se debe a muchos factores, incluyendo las descargas de aguas residuales, desechos sólidos y líquidos, el aumento de las actividad bacteriana y descomposición de la materia organica genera la liberación de ácidos y disminución del pH.

2.7.1.2. Temperatura

Es la energía que producida por el sol y penetra el agua de los manglares en forma de radiación, que a medida que se absorbe puede ir cambiando la temperatura del agua. La temperatura en las aguas de los estuarios tiende a ser más cálida y puede variar durante el transcurso del día, ya que son poco profundos y generalmente están expuestos a la influencia de la radiación solar y a la protección proporcionada por la vegetación del manglar. (Rodrigo Ricardo, 2020).

2.7.1.3. Material Flotante

El material flotante son los sólidos presentes en una muestra de agua, además de ser una señal de la contaminación existente en esas aguas, además tiende a concentrar microorganismos patógenos y sustancias contaminantes. Según la normativa mexicana exige que las aguas residuales se evalúan utilizando una malla con una abertura de 0.03mm, ayudando a encontrar alguna partícula pequeña retenida de materia flotante. (Microlabindustrial, 2018).

2.7.2. **Parámetros Químicos**

2.7.2.1. **Oxígeno Disuelto**

Cantidad de oxígeno que está presente en el agua, es parte esencial para la supervivencia de la vida acuática y tiene un papel importante para mantener el equilibrio del ecosistema y la calidad del agua, se mide en (mg/L) o ppm (Lgsonic, 2023), los bajos niveles de oxígenos disuelto provocan la migración de nutrientes y aumentan el crecimiento de algas y vegetación, además de gases como H₂S, NH₄. (Caballero, 2022). La cantidad de oxígeno disuelto en el agua varía de manera inversamente proporcional a la temperatura, lo que significa que, a mayor temperatura, menor será la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Cuando el porcentaje de saturación de oxígeno es del 100%, indica que el agua tiene una saturación igual a la del aire atmosférico, sin embargo, cuando este porcentaje es menor, indica que algunos microorganismos están utilizando el oxígeno para oxidar la materia orgánica a un ritmo más acelerado de lo habitual. (Agroambient, 2019).

2.7.2.2. **Tensoactivos**

Son compuestos químicos que tienen la capacidad de reducir la tensión superficial de un líquido, estos compuestos son anfifílicos lo que significa que tienen una parte hidrófila la otra parte lipófila. La parte hidrófila del tensoactivo se orienta hacia el agua y esta propiedad hacen que los tensoactivos actúen como agentes de limpieza ya que pueden solubilizar compuestos insolubles en el agua. Los tensoactivos en el agua de manglar, tiende a ser el resultado de diversas fuentes, como descargas de agua residuales, urbanas o industriales, actividades agrícolas, derrames de petróleo u otros contaminantes, que pueden llegar afectar el ecosistema del manglar alterando

su calidad de agua. (Ingeniería Química Reviews IQR, 2020)

2.7.2.3. **Bario**

El ion bario (Ba^{2+}) pertenece al grupo de los 65 elementos considerados metales pesados por su densidad (>3 g/L), propiedades metálicas y su potencial tóxico. Es un elemento relativamente abundante en el planeta, sus compuestos más frecuentes son algunos minerales como barita ($BaSO_4$) y witerita (aCO_3) La presencia del ion bario (Ba^{2+}) causa alteraciones en los ecosistemas (tanto acuáticos como terrestres), impidiendo el desarrollo adecuado de los organismos que habitan en ellos. El ion bario (Ba^{2+}) ejerce efectos negativos sobre organismos en el ambiente; tal es el caso del $BaSO_4$, compuesto que reduce la biodisponibilidad e inhibe el crecimiento celular de las plantas, demostrado en estudios de ecotoxicidad. (Villamil, 2020)

2.7.2.4. **Nitrato**

El nitrato presente en las aguas superficiales resulta de la captura del nitrógeno atmosférico por bacterias que se encuentran en las raíces de las plantas y cianobacterias. El nitrato representa el estado de oxidación más alto del nitrógeno y las bacterias autótrofas convierten el amoníaco en nitrito, que luego se convierte en nitrato en condiciones aeróbicas. Los rayos convierten grandes cantidades de nitrógeno atmosférico (N_2) directamente en nitratos. El nitrito también se produce por la reducción de nitrato por bacterias en condiciones anaeróbicas. (Hach.com, 2023)

2.7.2.5. **Cobre**

El cobre es un metal que puede encontrarse en aguas de estuarios debido a diversas fuentes, como la erosión natural de suelos ricos en minerales de cobre, la actividad industrial, la agricultura y el vertido de aguas residuales. La presencia de cobre en aguas de estuarios puede tener impactos ambientales significativos debido a su toxicidad para la vida acuática y los organismos que dependen del ecosistema estuarino. El cobre en aguas de estuarios es un tema de

investigación importante debido a sus posibles impactos ambientales y ecológicos. Uno de los estudios relevantes sobre este tema es el trabajo de Moreira et al. (2019) titulado "Spatial and temporal variation of copper in estuarine water and sediments: a case study in a tropical estuary (Guanabara Bay, Brazil)". En este estudio, los investigadores analizaron la distribución espacial y temporal del cobre en el agua y los sedimentos de un estuario tropical (Bahía de Guanabara, Brasil).

Este estudio resalta la importancia de comprender la dinámica del cobre en los estuarios y cómo esta puede verse afectada por factores como la actividad humana y las condiciones ambientales locales. Proporciona información valiosa para la gestión y conservación de los estuarios, así como para el desarrollo de estrategias efectivas para reducir la contaminación por cobre. (Moreira, 2019)

2.7.2.6. Salinidad

La salinidad es un parámetro físico que mide el contenido de sales minerales disueltas en un cuerpo de agua, el porcentaje que existe en el agua de mar es de 35 g por cada litro de agua, en los manglares poseen salinidades variables que dependerá de las zonas geográficas donde este se ubique, con valores que van desde 0.5 g/L a 5 g/L en las partes ligeramente salobres y pueden llegar hasta 50 g/l en algunas áreas costeras. El exceso de salinidad puede dificultar la absorción de agua y nutrientes por parte de la raíz de los mangles afectando su crecimiento. (Claude E. Boyd, 2019)

2.7.2.7. Conductividad

Es una medida de carga iónicas presentes en el agua, con el fin de proporcionar información general sobre las concentraciones de sales y iones que se encuentran disueltos en el agua, estas concentraciones pueden tener variaciones amplias, desde muy bajas concentraciones hasta muy

altas y todo dependerá del terreno por donde fluyan estas aguas. El aumento de la conductividad y por lo tanto el aumento de la salinidad, produce efectos graves en el ecosistema fluvial, incluso puede provocar reducción significativa en la biodiversidad. (Agroambient, 2019)

2.7.3. Parámetros microbiológicos

2.7.3.1. Coliformes Fecales

Estos microorganismos son señales de descomposición de materias orgánicas, indicando la presencia de excreciones de animales. Son microorganismos anaeróbicos. Los coliformes fecales se usan como marcadores para evaluar la calidad de las aguas estuarinas por su capacidad para adaptarse y resistir en entornos marinos. Forman parte de los Coliformes totales. Son un grupo minúsculo de microorganismos, con la particularidad de ser resistentes a temperaturas de hasta 45° C; por esta razón, son llamados también “termotolerantes”. En su mayoría se encuentran conformados por Coliformes de tipo *Escherichia coli*, aunque también en menores cantidades por las especies *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. (MOLINA, 2021)

2.8. Marco legal

El marco de legislación ecuatoriana, están establecidas leyes y normativas cuya finalidad prevenir, controlar y recuperar el medio ambiente mediante políticas, planes, programas y acciones en nuestro país. A continuación, en la Tabla 2 se desglosa todas las normativas que fueron base para realizar el presente estudio.

Tabla 2. Normativa Legal Aplicable

Normativa	Referencia Legal
Constitución de la República del Ecuador Registro Oficial No. 449 20 de octubre del 2008	Título II- DERECHOS Capítulo primero-Principios de aplicación de los derechos Art.14 Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.
	Título II Capítulo Séptimo - Derechos de la naturaleza Art.73 El Estado aplicará medidas de precaución y estrictión para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración

	<p>permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.</p> <p>Art.74 Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.</p>
	<p>Título VI REGIMEN DE DESARROLLO</p> <p>Capítulo primero Principios generales</p> <p>Art. 276</p> <p>4). Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.</p>
	<p>Título VII</p> <p>Capítulo segundo Biodiversidad y recursos naturales</p> <p>Sección primera Naturaleza y ambiente</p> <p>Art. 396 El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto</p>

ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 405 El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión. Las personas naturales o jurídicas

	<p>extranjeras no podrán adquirir a ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley.</p> <p>Art. 406. El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.</p>
<p>Código Orgánico Del Ambiente Registro Oficial Suplemento No. 983 12 de abril del 2017</p>	<p>Libro II patrimonio natural</p> <p>Título I conservación de la biodiversidad</p> <p>Art. 29 Regulación de la biodiversidad. - El presente título regula la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes. Asimismo, regula la identificación, el acceso y la valoración de los bienes y los servicios ambientales. La biodiversidad es un recurso estratégico del Estado, que deberá incluirse en la planificación territorial nacional y de los gobiernos autónomos descentralizados como un elemento esencial para garantizar un desarrollo equitativo, solidario y con responsabilidad intergeneracional en los territorios.</p>
<p>Acuerdo Ministerial (AM) No. 061 Reforma del Libro VI TULSMA No. 316 4 de mayo de 2015</p>	<p>Título III – Capítulo VI Gestión Integral de Residuos Sólidos No Peligrosos, y Desechos Peligrosos y/o Especiales</p> <p>Art. 54. Prohibiciones. - Sin perjuicio a las demás prohibiciones</p>

	<p>estipuladas en la normativa ambiental vigente, se prohíbe: b)</p> <p>Disponer residuos y/o desechos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos y/o especiales en el dominio hídrico público, aguas marinas, en las vías públicas, a cielo abierto, patios, predios, solares, quebradas o en cualquier otro lugar diferente al destinado para el efecto de acuerdo con la norma técnica correspondiente.</p>
	<p>Art.209. De la calidad del agua. - Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. La evaluación y control de la calidad de agua, se la realizará con procedimientos analíticos, muestreos y monitoreos de descargas, vertidos y cuerpos receptores; dichos lineamientos se encuentran detallados en el Anexo I. En cualquier caso, la Autoridad Ambiental Competente, podrá disponer al Sujeto de Control responsable de las descargas y vertidos, que realice muestreos de sus descargas, así como del cuerpo de agua receptor.</p> <p>Toda actividad antrópica deberá realizar las acciones preventivas necesarias para no alterar y asegurar la calidad y cantidad de agua de las cuencas hídricas, la alteración de la composición fisicoquímica y biológica de fuentes de agua por efecto de descargas y vertidos líquidos o disposición de</p>

	<p>desechos en general u otras acciones negativas sobre sus componentes, conllevará las sanciones que correspondan a cada caso.</p> <p>Art. 210. Prohibición. - De conformidad con la normativa legal vigente:</p> <p>b) Se prohíbe la descarga y vertido que sobrepasa los límites permisibles o criterios de la calidad correspondientes establecidos en el libro, en las normas técnicas o anexos de aplicación.</p>
<p>Acuerdo 097 – A Reforma TULSMA No. 387 4 de noviembre de 2015.</p>	<p>Anexo I – Libro VI: 5.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, y en aguas marinas y de estuarios, Tabla 2 Criterios de la calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.</p>
<p>Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169:2013 Primera Revisión (agua, calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación De muestras).</p>	<p>1.1 “Establece las precauciones y técnicas correspondientes para la conservación de las muestras”.</p> <p>2.1 “Esta norma es aplicable cuando las muestras sean simple o compuesta no se puedan analizar en el sitio del muestreo (<i>In situ</i>) y deben ser trasladadas a un laboratorio para su respectivo análisis” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2017)</p>

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

CAPITULO 3

3. Materiales y Método

3.1. Muestreo

3.1.1. Determinación de parámetros.

3.2. Tipo de investigación

El presente estudio se llevará a cabo utilizando la metodología de investigación experimental con el objetivo de estimar la influencia de la calidad de agua del Estero Salado en el crecimiento de la especie *Rhizophora mangle* o mangle rojo. El análisis se realizará en un área con mayor influencia antropogénica en puntos determinados de un brazo del Estero Salado que atraviesa por el interior de la Urbanización “Bosques del Salado”, localizada al norte de la ciudad de Guayaquil. Para establecer la influencia la calidad de agua, se tomaron muestras de la especie del mangle rojo y se las traslado hacia un área de experimentación en cautiverio para ser comparadas con las especies existentes en la fuente y sus resultados se expresarán en la siguiente tabla.

Tabla 3. Resultados de la experimentación

Puntos de prueba	Fuente	Cautiverio
No de Muestras		
% especies vivas		
% especies muertas		
Altura inicial		
Altura final		
% Crecimiento		

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

3.3. Área de estudio

En el área de estudio se realizará una descripción de la superficie y se definirá la época del año en que se hizo el estudio, se determinan los puntos de monitoreo, definiendo los mismos por medio de coordenadas geográficas con el GPS, describiendo las características de cada punto.

3.4. Fase de medición

3.4.1. Medición de parámetros físicos- químicos *In-situ*

Se realizó la determinación de dos parámetros fisicoquímicos *In-situ* en el agua, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación, presión atmosférica y temperatura en los 3 puntos detallados en la ilustración 2, utilizando un equipo multiparámetro HACH HQ40d y tomando las coordenadas con el georreferenciador Etrex Venture HC.



Imagen 2. Medición de parámetros fisicoquímicos con el equipo multiparámetro.



Imagen 3. Coordenadas con el georreferenciado.

Tabla 4. Métodos y equipos para los parámetros que se analizan en el Laboratorio.

Parámetros	Instrumento	Método
pH	PCTSTestr® 50S OAKTON	Electrodo sensor de pH de doble unión
Temperatura	PCTSTestr® 50S OAKTON	Electrodo sensor de pH de doble unión

Conductividad	PCTSTestr® 50S OAKTON	Electrodo sensor de pH de doble unión
Salinidad	PCTSTestr® 50S OAKTON	Electrodo sensor de pH de doble unión
Bario	Espectrofotómetro UV VIS DR6000 HACH	Reactivo Barium Sulfate (BARIO-20 //450NM)
Cobre	Espectrofotómetro UV VIS DR6000 HACH	Reactivo Copper form 1 Bicinchonina T (COBRE BICIN 135)
Nitrato	Espectrofotómetro UV VIS DR6000 HACH	Reactivo Nítrate LR (N NITRATO RB 351)
Tensoactivos	Espectrofotómetro UV VIS DR6000 HACH	Sustancias activas al azul de metileno

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis.

Tabla 5. Métodos y equipos para los parámetros que se analizan en el Laboratorio.

Parámetros	Instrumento	Método
Oxígeno disuelto	Multiparámetro HACH HQ40d	Electrodo de Membrana
Coordenadas	Etrex Venture HC	Georreferenciador

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

CAPITULO 4

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1. Información recopilada del área de estudio

En el lugar seleccionado para la prueba se observó descargas directas mediante ductos que transportan las aguas residuales domésticas, aguas de lluvia, aguas industriales, es notorio la presencia abundante de residuos sólidos no peligrosos, peligrosos y/o especiales, también se pudo verificar presencia de construcciones civiles en el área del mangle, sembrío de especies invasoras de arbustos. Todas estas descargas inapropiadas hacia el estero salado generan una contaminación permanente en la fuente de agua generando un impacto significativo en el mangle rojo.

El área de estudio del trabajo de la investigación corresponde a un ramal del Estero Salado que se encuentra junto a la Urbanización Bosques del Salado con una extensión de 5.31 hectáreas al norte de Guayaquil, forma parte de la Reserva de Producción Faunística Manglares del Salado convirtiéndola en un área de protección de flora y fauna de su ecosistema. El estudio se llevó a cabo en la estación lluviosa del año entre los meses de enero y febrero, permitiendo conocer el comportamiento del agua en condiciones fisicoquímicas y microbiológicas.

Se estableció tres puntos para determinar el área de muestreo de agua y el punto medio se eligió para calcular la densidad poblacional de la especie de mangle rojo en un área determinada de 3.55 m². Además, se recolectaron algunas plantas de mangle rojo con sustrato para tener mejores condiciones de supervivencia y para comparar la evolución de la especie *Rhizophora mangle* en su habitat natural y en cautiverio en un área de experimentación, que será dentro de las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

Imagen 4. Puntos de muestreo Urbanización Bosques del Salado.



Fuente: Google Earth pro
Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

Tabla 6. Puntos de muestreo seleccionado en agua.

Ptos	Coordenadas		Descripción
	Y	X	
1	9762218.14 m S	621813.89 m E	Se ubica en la parte noroeste de la ciudadela, delimitando con una institución universitaria, locales comerciales, se constató varios ductos de salida de agua y el agua en este sitio es de coloración verdosa y con olor fétido
2	9762081.40 m S	622099.64 m E	Cerca de este punto de existe una Estación de Bombeo y observo 2 ductos de agua con salida a la fuente hídrica, el agua en este sitio es de coloración verdosa y emite olores nauseabundos. Además, en este punto se recolecto las plantas de mangle debido a que existía una vegetación visible.

3	<p style="text-align: center;">9762042.86 m S 621985.59 m E</p>	<p>Este punto presenta entre sus características que; existe hay abundante vegetación de manglar además de que hay una tubería de descargas de aguas lluvias.</p>
----------	--	---

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

4.2. Recolección, Almacenamiento y transporte de muestra.

Para el muestreo y análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial, así como la recolección de las plantas de *Rhizophora mangle*, se llevó a cabo durante marea baja, lo que permitió tener un mejor acceso a los puntos de muestreo y visualización de las zonas donde existe escasez y mayor vegetación de la especie de mangle rojo.

Utilizando recipientes esterilizados de 100 ml para recolectar muestras de agua, tomando dos muestras de agua por cada punto de muestreo, además se recolectaron 3 litros de agua adicional de cada punto para su uso en el monitoreo junto con las plantas en cautiverio en cada punto. Posteriormente todas las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Universidad Politécnica Salesiana- Sede Guayaquil para los análisis químicos.

Imagen 5. Sitio de muestreo



Imagen 6. Tubería de descarga localizada P2, directa al ecosistema



Imagen 7. Recolección de muestra de Agua



Imagen 8. Recolección de plantas en el punto 2



Imagen 9. Medición de parámetro con el equipo multiparámetros



Imagen 10. Etiquetado de muestras



4.3. Resultados generales de los muestreos realizados

4.3.1. Resultados de análisis del área de estudio

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se analizaron en este estudio sobre la influencia de la calidad del agua en el crecimiento del *Rhizophora mangle* incluyeron oxígeno disuelto (OD), material flotante, cobre, bario, salinidad, conductividad, nitrato, potencial de hidrógeno (pH), nitrógeno, tensoactivos, temperatura

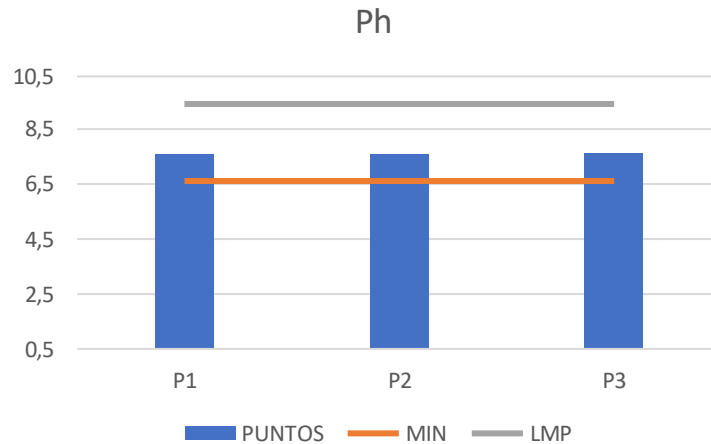
Tabla 7. Resultados de análisis del área de estudio

INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO SALADO EN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE DE RHIZOPHORA MANGLE															
Ptos	Nro. Muestras	Hora	Coordenadas		Oxígeno Disuelto mg/L	Temperatura °C	pH	Salinidad ppt	Conductividad uS/cm	Bario mg/L	Cobre mg/L	Nitrato mg/L	Tensoactivos mg/L	Coliformes Fecales mg/L	Material Flotante
			X	Y											
1	2	7H30	9762218.14 m S	621813.89 m E	0,21 2,70%	27,6	7,58	0,4	780	17	0,39	0,08	0.6	183	Presencia
2	2	7H45	9762081.40 m S	622099.64 m E	0,19 2,40%	27,5	7,59	0,5	998	14	0,3	0,06	0.7	260	Presencia
3	2	8H00	9762042.86 m S	621985.59 m E	0,19 2,30%	27,9	7,61	0,8	1580	16	0,37	0,07	0.4	235	Presencia

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

4.3.1.1. Análisis de los resultados del potencial de hidrógeno de la fuente de agua.

Gráfico 1. Resultado de potencial de hidrógeno

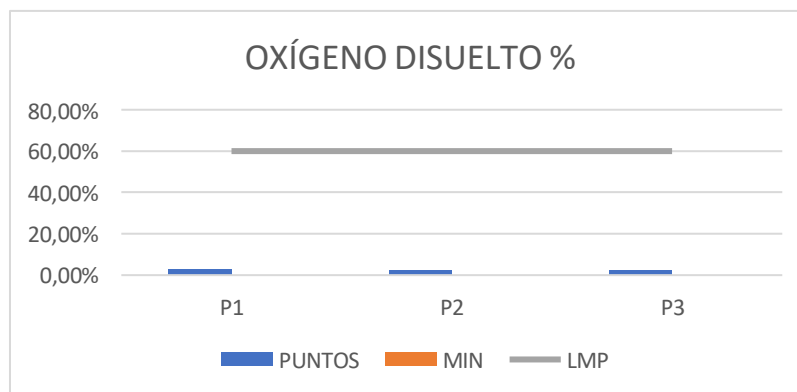


Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

Los resultados de pH en los tres puntos muestran valores entre 7,58 a 7,61, lo que indica que están dentro de los límites máximos permisibles establecido en la normativa. Estos valores se consideran admisibles según los criterios de calidad establecidos para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios, con un rango de 6.5 a 8.3 UpH.

4.3.1.2. Análisis de resultados del Oxígeno Disuelto de la fuente de agua

Gráfico 2. Resultado de Oxígeno disuelto

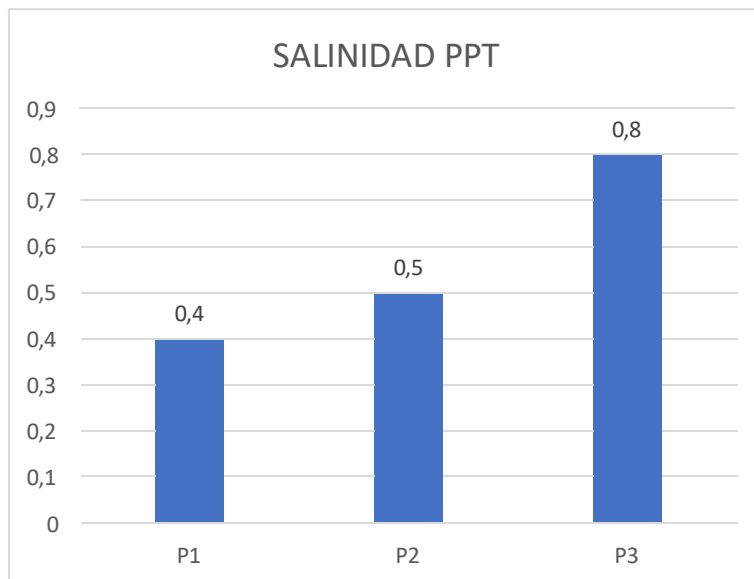


Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

Los resultados de oxígeno disuelto fluctúan entre los tres puntos de muestreo, con valores que oscilan entre 0,18 y 0,21 y porcentajes de saturación relativamente bajos en cada punto (ver Tabla 7), indicando que en los puntos de muestreo existe una desaparición de organismo debido a la disminución considerable de oxígeno, en la normativa ambiental indica que los límites permisibles de oxígeno disuelto deben ser mayor al 60% de saturación de acuerdo con lo presentado en la tabla 2: criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios. Con el equipo de multiparámetro utilizado en la medición también mostro el % de saturación en cada punto. A su vez variaciones pueden atribuirse tanto a la salinidad del agua como a las condiciones climáticas previas al muestreo y análisis de las muestras.

4.3.1.3. Análisis de resultados de la salinidad de la fuente de agua

Gráfico 3. Resultado de Salinidad

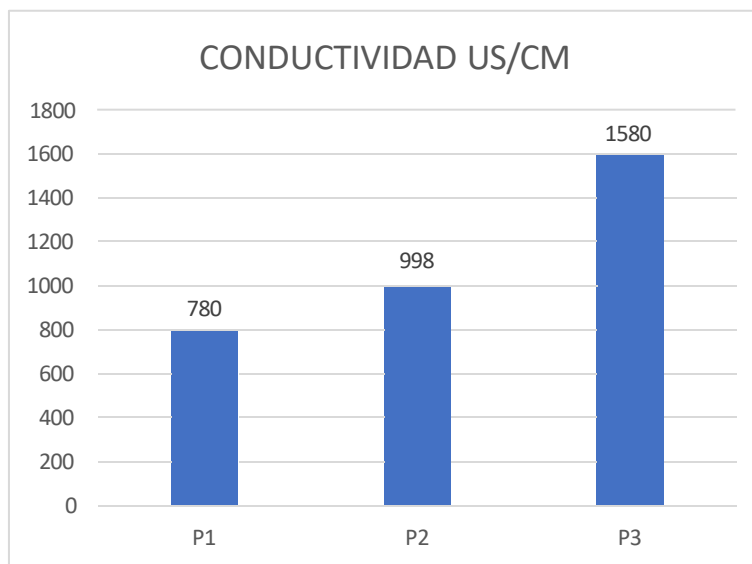


Fuentes: Autores del trabajo de Tesis

En el gráfico se observa que los puntos 1 y 2 muestran una variación mínima en el porcentaje de salinidad, con valores que oscilan entre 0.4 partes por mil (ppt) y 0.5 ppt. Estos valores indican una salinidad moderada en esa área específica. Sin embargo, en el punto 3 se registra una salinidad más alta, con un valor de 0.8 ppt, lo que se considera una salinidad relativamente alta en comparación con los puntos anteriores.

4.3.1.4. Análisis de resultados de conductividad de la fuente de agua.

5. Resultado de Conductividad

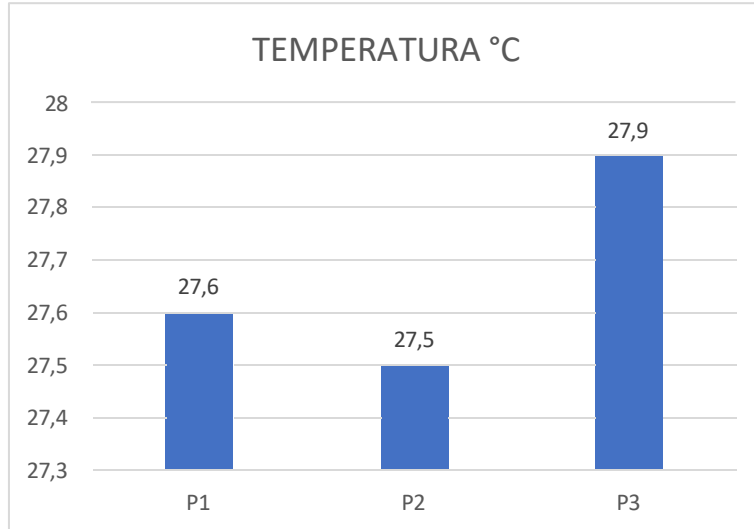


Fuentes: Autores del trabajo de Tesis

Los valores presentes de conductividad van en relación con los resultados de salinidad en la que se encuentra el agua, nos indica que mientras el agua tenga una salinidad relativamente alta los resultados de conductividad también serán altos esto se puede especificar observando el punto tres teniendo un valor de 1580 uS/cm mientras que en los puntos 1 y 2 cuentan con valores no tan variables como se presencia en la salinidad los cuales tienen un rango de 180 uS/cm y 998 uS/cm. Por lo cual se dice que puede haber infiltraciones de aguas residuales hacia el ecosistema en estos puntos.

5.1.1.1. **Análisis de resultados de temperatura de la fuente de agua.**

Gráfico 4. Resultado de Temperatura

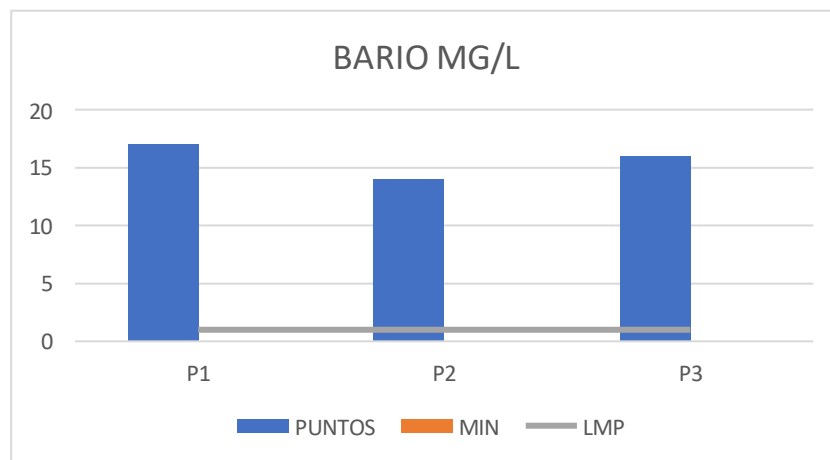


Fuentes: Autores del trabajo de Tesis

Los resultados de temperatura en los tres puntos fluctúan entre 27,5 ° C y 27, 9° C, estos datos muestran una serie de temperatura cercana entre si con una variabilidad relativamente baja, los cuales si se encuentran en los niveles considerables.

5.1.1.2. **Análisis de resultados de Bario de la fuente de agua.**

Gráfico 5. Resultado de Bario

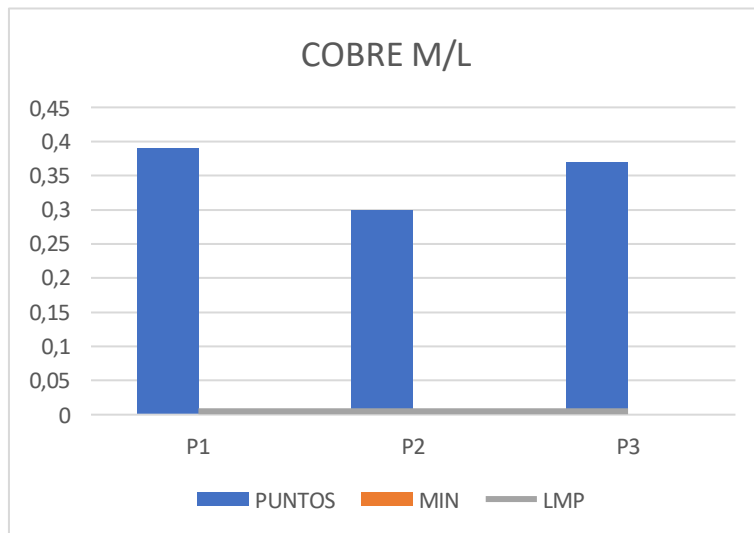


Fuentes: Autores del trabajo de Tesis

El gráfico refleja que los resultados de Bario tienden a tener un rango de 14 mg/l hasta 17 mg/l analizándolos y comparándolos con tabla 2: criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios, observamos que estos valores superan los límites permitidos. Este exceso puede atribuirse a diversos factores presentes en el área, como actividades humanas y descargas de aguas pluviales que pueden contener toxinas con concentraciones de bario elevadas.

5.1.1.3. Análisis de resultados de Cobre de la fuente de agua.

Gráfico 6. Resultado de Cobre

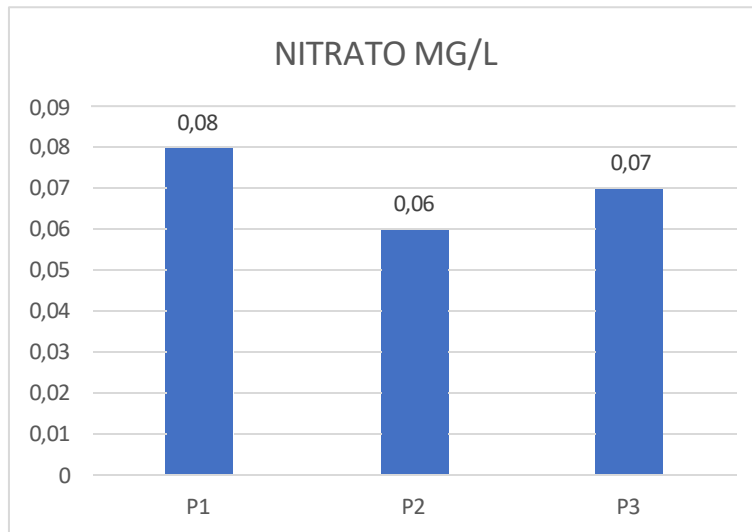


Fuentes: Autores del trabajo de Tesis

Los resultados demostrados en el gráfico en los tres puntos de muestro cuentan con una variación de cobre presente de 0,3 mg/l hasta 0,39 mg/l, cabe recalcar que según lo estipulado en la normativa ambiental vigente en la tabla 2: criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios el valor permisible es de 0,005 mg/l, analizando y comparándolos estos no cumplen con los límites permisibles, indicando que la contaminación puede deberse a tuberías o ductos que se encontraban dentro del área de muestreo los cuales alteran los resultados obtenidos.

5.1.1.4. Análisis de resultados de Nitrato de la fuente de agua.

Gráfico 7. Resultado de Nitrato

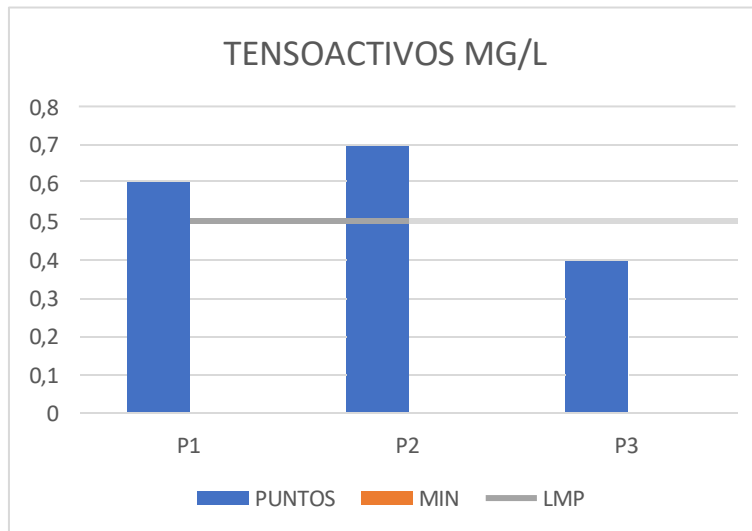


Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

Teniendo en cuenta la normativa ambiental vigente específicamente en la tabla 2: criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios donde nos muestra que los valores permisibles de nitratos son de 200 mg/l y presentado en nuestros resultados obtenemos que los niveles de nitrato son relativamente bajos teniendo rangos de 0.06 hasta 0,08 que están por debajo de los límites máximos permitidos, podemos inferir que el agua analizada tiene una baja concentración de nitratos. Esto podría indicar que no hay una contaminación significativa por nitratos.

5.1.1.5. Análisis de resultados de Tensoactivo de la fuente de agua.

Gráfico 8. Resultado de Tensoactivos

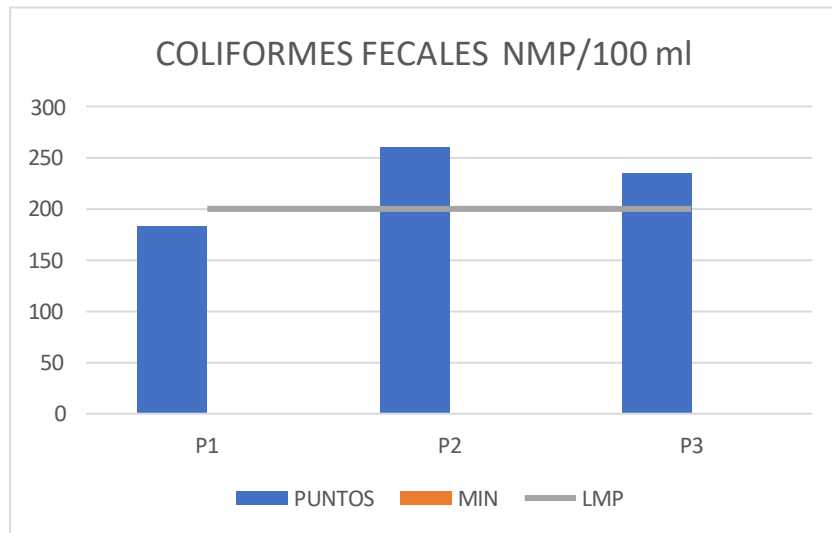


Fuentes: Autores del trabajo de Tesis

Los resultados reflejan que hay una cierta variabilidad en los niveles de tensoactivos en las muestras de los tres puntos analizados, donde los puntos 1 y 2 tienen una variabilidad moderada pero el punto 3 tiende a tener un rango más alto, estos resultados nos muestran rangos que oscilan desde los 0.4 hasta 0,7 siendo el punto 2 donde presenta esta elevación quedando fuera de los límites máximos permisibles. A su vez, se vio mayor material flotante y cerca de este se encontró un ducto de aguas lluvias que pueden haber contenido algún tipo de químico ya sea de limpieza de carros o del hogar que también puede influir en los resultados obtenidos.

5.1.1.6. Análisis de resultados de Coliformes Fecales de la fuente de agua.

Gráfico 1. Resultado de coliformes fecales.



Fuentes: Autores del trabajo de Tesis

Los resultados que se obtuvieron valores mínimos de 183 y máximo de 260 NMP UFC/100ml y el punto con mayor concentración fue el punto dos, según lo establecido en el Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097-A indica que los límites máximos permisibles para coliformes fecales es de 200 NMP/100ml. Por lo tanto, el resultado de los análisis nos indica que en el punto 2 y 3 los valores superan lo permitido en la normativa vigente ambiental.

4.4. Resultados de la evaluación del seguimiento de la calidad del agua y cambios físicos en las plantas en cautiverio.

Se recolectaron algunas plantas de mangle rojo para adaptarla en un área de experimentación en cautiverio y dar seguimiento al crecimiento y monitoreo de la calidad de agua, cabe destacar que estas plantas fueron colocadas en envases plásticos de 2 litros de capacidad y expuestas a condiciones climáticas habituales en una zona de las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana tal y como muestra la imagen 11.



Imagen 11. Plantas recolectadas y adaptadas a otro ecosistema.

4.4.1. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio Semana 1.

Tabla 8. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio

Semana 1				
Ptos	pH	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto mg/L	Salinidad ppt
1	8,52	24,8	6.00	0,8
2	8,65	24,7	6.70	1,1
3	8,35	24,6	6.84	0,9

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

En la presente tabla se muestran los resultados obtenidos del análisis de agua de las plantas de mangle rojo recolectados, indicando valores de pH están en un rango de 8.35 a 8.65, lo que indica que el agua es ligeramente alcalina en todos los puntos. Los valores de temperatura oscilan entre 24.6°C hasta 24.8°C, siendo estable en los tres puntos. Los valores obtenidos de oxígeno disuelto que comprenden entre 6mg/l hasta 6,84mg/l lo que nos indica los valores son aptos para la supervivencia de organismos del ecosistema. Los resultados de salinidad se

encuentran en un rango de 0.8ppt hasta 1.1ppt indicando que los valores representan una baja salinidad. Por lo tanto, los resultados del agua en los tres puntos tienen características favorables para el crecimiento de las plantas de mangle rojo.

4.4.2. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio Semana 2

Tabla 9. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio

Semana 2				
Ptos	pH	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto mg/L	Salinidad ppt
1	9,74	21,5	12,07	1
2	9,98	21,7	11,55	1,2
3	9,69	18.4	11,21	1,1

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

Durante la segunda semana de monitoreo, se registraron condiciones climáticas variables. Con intensas lluvias y lloviznas durante varios días. Estas condiciones climáticas influyeron al momento de realizar el respectivo análisis los siguientes resultados: El pH en las tres ubicaciones tienen un rango de 9,69 a 9,98 la diferencia entre el valor mínimo y máximo de pH es de 0.29, esto indica que todas las mediciones están en la parte alcalina del espectro de pH, ya que todas son superiores a 7. El rango de temperaturas registradas va desde 21.4°C hasta 21.7°C, la variabilidad en las temperaturas registradas es relativamente baja, debido la diferencia entre la temperatura mínima y máxima es solo 0.3°C. Los datos muestran que la temperatura registrada en estos tres puntos el 27 de enero de 2024 oscilando alrededor de los 21.5°C, con pequeñas variaciones entre los diferentes puntos de medición. El oxígeno disuelto en el agua varía ligeramente entre los tres puntos de medición, con valores que van desde 11,21 mg/L hasta 12,07

mg/L, lo cual nos indica que los organismos presentes en el agua están en plena producción fotosintética. Los valores de salinidad en los resultados proporcionados oscilan entre 1 ppt y 1.2 ppt, lo que sugiere un nivel bajo a moderado de salinidad en el agua.

4.4.3. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio Semana 3.

Tabla 10. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio

Semana 3				
Ptos	pH	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto mg/L	Salinidad ppt
1	8,92	22	9.25	0,9
2	7,94	22,5	8.99	1
3	8,08	22,3	9.04	0,9

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

Durante la tercera semana de monitoreo se obtuvieron los siguientes resultados, con valores de pH proporcionados de 7.94 a 8.92, lo que sugiere que el agua está dentro del rango permitido. A su vez los rangos de temperatura oscilan entre 22°C y 22.5°C, lo que sugiere una temperatura bastante estable. Oxígeno disuelto en el agua varía ligeramente entre los tres puntos de medición, con valores que van desde 8.99 mg/L hasta 9.25 mg/L, lo cual nos indica que existe una concentración adecuada para la supervivencia del propágulo de mangle rojo. En cuanto a la salinidad tenemos valores que oscilan entre 0.9 ppt y 1 ppt, lo que sugiere una salinidad relativamente baja y consistente en el agua de las 3 plantas de mangle rojo indicando valores aceptables para el crecimiento.

4.4.4. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de planta recolectadas

Tabla 11. Análisis y resultados de seguimiento de la calidad de agua de las plantas en cautiverio

Semana 4.				
Ptos	pH	Temperatura °C	Oxígeno Disuelto mg/L	Salinidad ppt
1	8,36	25.8	8.66	0,78
2	8,41	25.7	8.52	0.84
3	8,39	25,6	8.96	0,88

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

En la presente tabla se muestran los resultados obtenidos del análisis de agua de las plantas de mangle rojo recolectados, indicando valores de pH están en un rango de 8.36 a 8.41, lo que indica que el agua es ligeramente alcalina en todos los puntos. Los valores de temperatura son óptimos oscilando entre 25.6°C hasta 25.8°C. Los valores obtenidos de oxígeno disuelto que comprenden entre 8.52mg/l hasta 8.96mg/l lo que nos indica los valores son aptos para la supervivencia de organismos y propágulo en el ecosistema. Los resultados de salinidad se encuentran en un rango de 0.78ppt hasta 0.88ppt indicando que los valores representan una baja salinidad. Por lo tanto, los resultados del agua en los tres puntos tienen características favorables para el crecimiento de las plantas de mangle rojo evidenciándose en el crecimiento que ha tenido al cabo de 4 semanas.

4.5. Monitoreo de plantas de mangle rojo.

Durante cuatro semanas se dio seguimiento a los cambios físicos que tuvieron las plantas en cautiverio y adaptados en otro ecosistema, cabe destacar que fueron expuestos al ambiente exterior; se observar cambios considerables en cada una de ellas. En la semana 1 las plantas se

adaptaron bien a su área de experimentación en cautiverio sus hojas cambiaron su apariencia y se cayeron algunas otras, en la semana 2 y semana 3 se notó la observaron nuevas hojas en las plantas, entre la semana 1 y en la semana 4 se realizó la medición de crecimiento de las plantas observado que hubo crecimiento considerable como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 12. Crecimiento de las plantas en cautiverio

Ptos	Altura Inicial	Altura final
1	28,2cm	30,9cm
2	37,7cm	39,6cm
3	18,8cm	20,7cm

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

4.6. Densidad poblacional de la especie de *Riphozora mangle* en la fuente

Para obtener un valor más preciso de cómo influye la calidad del agua del Estero Salado en el crecimiento de la especie mangle rojo o *Rhizophora mangle* se obtuvo la densidad poblacional en un área de mayor vegetación en el primer muestreo, que se ubica en el punto dos del muestreo y se utilizó la siguiente formula:

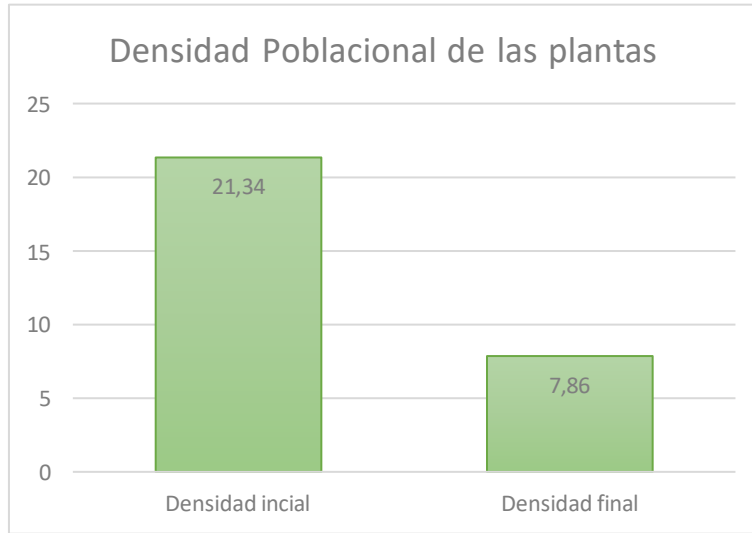
$$= \frac{\text{Densidad poblacional}}{\text{Nro de especies}} \frac{\text{superficie}}$$

Tabla 13. Resultado de la densidad poblacional inicial y final

Densidad poblacional inicial	Densidad poblacional final
$Densidad\ poblacional\ inicial = \frac{76\ especie}{3.56m^2}$	$Densidad\ poblacional\ final = \frac{28\ especie}{3.56m^2}$
$Densidad\ poblacional\ final = 21.34 \frac{especies}{km^2}$	$Densidad\ poblacional\ final = 7.86 \frac{especies}{km^2}$

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

Gráfico 2. Densidad poblacional de las plantas en la fuente



Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

4.6.1. Análisis de resultado de la densidad poblacional de la especie de mangle rojo.

Se realizó un conteo inicial y uno final de la especie de *Rhiphozora mangle* o mangle rojo en la zona elegida, para obtener la densidad poblacional y los resultados registrados en la gráfica, demuestra que existió una disminución considerable de la especie en la zona. En la época de bajamar las plantas de mangle rojo tienen un crecimiento considerable, pero en las épocas de plamear afecta a las plantas de mangle rojo asentadas en el sustrato, ya que, al estar sumergidas por prolongados periodos de tiempo, comienza a perder su capacidad para germinarse. Esta disminución se produce por la falta de oxígeno que está expuesto, la acumulación de productos en descomposición y la exposición a condiciones desfavorables. En las ilustraciones 12 y 13 se puede observar la variación que hubo en el lapso de un mes.







Imagen 12. Área de mayor vegetación de la especie de mangle ubicada en el mismo lugar del punto 2.



Imagen 13. Misma área de mayor vegetación luego de 4 semanas.

Tabla 14. Monitoreo de semanal de las plantas de mangle rojo.

INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO SALADO EN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE DE RHIZOPHORA MANGLE	
PLANTILLA PARA PLANTAS	
<p>Semana 1</p> 	<p>Semana 2</p> 
<p>Semana 3</p> 	<p>Semana 4</p> 

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

4.7. Análisis resultados de experimentación

Se realizó la comparación entre las plantas de mangle rojo del área de estudio y las plantas que se mantuvieron en cautiverio en un área de experimentación. Los resultados revelaron que solo un 36% de las 76 plantas de mangle rojo del área de estudio, lograron sobrevivieron, mientras que el 64% restante murió. Esto indica que las muestras de mangle rojo expuestas a prolongados periodos de tiempo bajo el agua con niveles de contaminación considerables experimentan dificultad para absorber nutrientes, daños en sus tejidos y raíces e incluso oxigenación disminuida.

Además, se registraron las alturas iniciales y finales promedio en ambas áreas. Se observó que el porcentaje de crecimiento de las plantas en el área de estudio fue de un 3%, lo cual confirma que la exposición a aguas contaminadas influye en el crecimiento de la especie, en contraste, en el área de experimentación en cautiverio, se obtuvo un porcentaje de crecimiento del 80%, indicando que un agua con menos niveles de contaminantes es viable para el desarrollo normal del mangle rojo.

Tabla 15. Resultados de experimentación

Puntos de prueba	Fuente	Cautiverio
No de Muestras	76	5
% especies vivas	36%	60%
% especies muertas	64%	40%
Altura inicial	28,23	28,23
Altura final	29.2	30,23
% Crecimiento	3%	80%

Elaborado por: Autores del trabajo de Tesis

4.8. Comprobación de Hipótesis

H₀: La altura inicial de las plantas de mangle sigue siendo igual después de 4 semanas.

semanas.

u₁ = Semana 1 ≠ u₂ = Semana 4.

u₁ = Semana 1 = u₂ = Semana 4

H₁: La altura inicial de las plantas de mangle NO sigue siendo igual después de 4

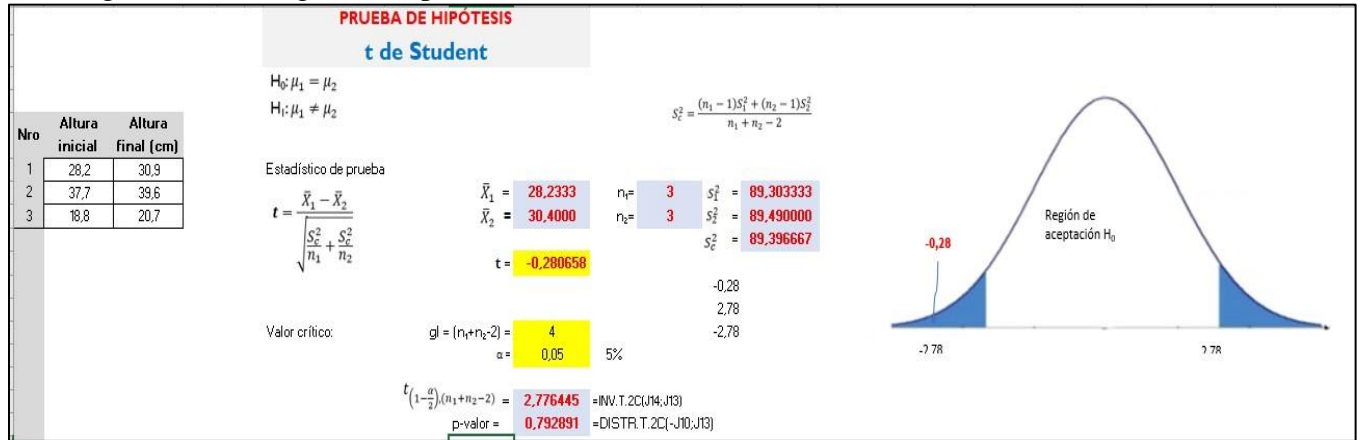


Imagen 14. Prueba de Hipótesis realiza en el programa de Excel.

Interpretación: NO se acepta la hipótesis nula H₀ debido a que el valor de prueba de calcula “t” está a lado opuesto a la región de aceptación de la hipótesis, es decir que las plantas de mangle rojo no siguen siendo igual después de 4 semanas.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusión

Con los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos que se realizaron a las muestras de agua que se tomaron en tres puntos distintos y la evolución en el crecimiento de las plantas en cautiverio de mangle rojo, podemos concluir con lo siguiente:

- Se determinó que los valores promedios de potencial de hidrógeno, temperatura, salinidad y nitrato en el agua de los tres lugares de muestreo del área de estudio estuvieron dentro de los criterios establecidos de la normativa vigente ambiental para la preservación de vida acuática de estuarios.
- Se detectó disminución de oxígeno disuelto con valores relativamente bajos los cuales pueden ser causa de una reducción en el crecimiento de la especie de *Rhizophora mangle* y otros organismos que habitan en este manglar, así como también los niveles de conductividad, bario, cobre y tensoactivos que se encuentra por encima de los límites máximos permisibles establecidos en la Tabla 2 del Anexo 1 Norma de Calidad Ambiental y descarga de efluentes al recurso agua del Acuerdo Ministerial 097-A del Libro VI TULSMA.
- Los resultados de seguimiento de la calidad de agua de plantas en cautiverio de mangle rojo y adaptados a un ecosistema experimental, presentaron valores favorables que nos permite concluir que en condiciones de menos contaminación la especie de mangle tiende a tener una mayor supervivencia y un desarrollo en su crecimiento adecuado.
- Se concluye que la calidad del agua influye en el crecimiento de las plantas de *Rhizophora mangle* o mangle rojo ya que tienden a disminuir su viabilidad cuando estos se encuentran en condiciones de agua poco favorable y que incluya niveles elevado de sustancias químicas tóxicas

que interfieren en su metabolismo y proceso fisiológico normal. Además, presenta una tasa de mortalidad elevada ya que son particularmente sensibles a las condiciones desfavorables del agua en la etapa más temprana de las plantas de la especie de mangle rojo.

5.2. Recomendación

- Se recomienda que para estudio futuros se pueda tomar muestras de otros lugares donde exista la presencia de la especie de mangle rojo y su ecosistema se encuentre con menos niveles de contaminación por presencia de residuos sólidos y de menos actividades antropogénicas alrededor, ya que, realizando comparaciones con otros ecosistemas más sano, se podrá saber de manera si la calidad está influyendo en el crecimiento de la especie *rhizophora mangle*.
- Notificar a las autoridades ambientales para que realicen inspecciones regulares en área de estudio ya que se observó la presencia de tuberías que descargaban sus efluentes a este ecosistema.
- Para mejores resultados se deben tomar en cuenta el factor tiempo, debido a que es una variable que influye mucho en este tipo de estudios, el crecimiento de las plantas presenta variaciones en las distintas épocas del año y ver considerables crecimientos en las plantas se necesita mínimo 3 meses de monitoreo continuos.
- El área de estudio de se encuentra dentro de la Reserva de Producción de Fauna Manglares del Salado por lo tanto para realizar estudios en esta zona se requiere de un permiso de investigación que es emitido por el Ministerio de Ambiente.

REFERENCIAS

- Aconsa. (29 de 07 de 2022). Obtenido de Aconsa Lab.: <https://aconsa-lab.com/parametros-fisicos-de-calidad-del-agua/>
- ACOSTA, A. (2021). Obtenido de www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2022/01/34_TESIS-Plomo-en-sedimento-del-Estero-Salado..pdf
- Agencia de Protección Ambiental . (23 de 06 de 2023). Obtenido de Español EPA: <https://espanol.epa.gov/espanol/los-estuarios>
- Agroambient. (2019). Obtenido de agroambient.gva.es: https://agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/2/2_5_1/main.html
- Ameyali Moreno-Martínez1, G. Á.-A.-H. (01 de 07 de 2021). Revista de Ciencias Ambientales. *Heterogeneidad ambiental y alteraciones antrópicas en comunidades de manglar en el pacífico sur de México*. Mexico, Mexico.
- AQUAE FUNDACIÓN. (14 de 11 de 2023). *fundacionaquae*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/10anosfundacionaquae-wiki-aquae/#:~:text=La%20calidad%20del%20agua%20es,cantidad%20de%20bacterias%20que%20tiene>.
- Aquae, F. (07 de 2022). *AQUAE FUNDATION*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/los-manglares-que-son-tipos-importancia/>
- Beatriz Pernía, M. M. (2019). IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN SOBRE LOS MANGLARES DE ECUADOR. En *Manglares de Ecuador* (pág. 47). Guayaquil.
- Caballero, Y. (29 de 11 de 2022). Obtenido de Portal Amelica: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/387/3873792013/3873792013.pdf>

Claude E. Boyd, P. (04 de 11 de 2019). Obtenido de Global Seafood Alliance:
<https://www.globalseafood.org/advocate/salinidad-en-la-acuacultura-parte-1/>

Código Orgánico del Ambiente. (2015).

CONCHA, P. V. (14 de 01 de 2023). La basura, el problema que mancha a los esteros. *Expreso*,
pág. 2. Obtenido de Diario Expreso: <https://www.expreso.ec/guayaquil/basura-problema-mancha-esteros-137930.html>

Constitución de la Republica del Ecuador . (2008).

CORESCAM. (21 de 07 de 2022). *CORESCAM*. Obtenido de
<https://corescam.org/ecosistemas/manglares/>

E-lab. (02 de 09 de 2020). Obtenido de Agqlab: <https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-agua-y-su-importancia/>

Elsa María Larramendi Benítez, ., G. (16 de 04 de 2021). medigraphic.com. *Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI*. Cuba. Obtenido de
<https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr-2021/abr21279n.pdf>

EPA- Agencia de Protencion Ambiental de los Estados Unidos. (26 de 06 de 2023). Obtenido de
[espanol.epa.gov: https://espanol.epa.gov/espanol/los-retos-de-los-estuarios](https://espanol.epa.gov/espanol/los-retos-de-los-estuarios)

FLUENCE NEWS TEAM. (18 de 08 de 2020). Obtenido de Fluence:
<https://www.fluencecorp.com/es/purificacion-de-agua-y-solidos-disueltos/>

Fundación Aquae. (14 de 07 de 2022). Obtenido de Fundación Aquae:
<https://www.fundacionaquae.org/wiki/los-manglares-que-son-tipos-importancia/>

García, A. (08 de 07 de 2022). Obtenido de Repositorio UPCT:
<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/11393/agv.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hach.com. (2023). Obtenido de Hach.com: <https://es.hach.com/parameters/nitrate>

Hanna Instruments. (29 de 03 de 2019). Obtenido de Hanna Instruments: <https://hannainst.ec/blog/analisis-de-agua-boletines/que-es-la-turbidez/>

Higieneambiental.com. (17 de Mayo de 2019). *Color del agua, parámetro indicador de calidad*. Obtenido de <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>

Induanalisis. (04 de 06 de 2019). Obtenido de Induanalisis: https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31

Ingeniería Química Reviews IQR. (03 de 09 de 2020). Obtenido de ingenieriaquimicareviews.: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/09/tensoactivos-o-surfactantes.html>

Labomersa. (14 de 09 de 2021). Obtenido de Labomersa: <https://labomersa.com/2021/09/14/porque-es-importante-dqo-demanda-quimica-de-oxigeno-y-dbo-demanda-biologica-de-oxigeno-en-analisis-de-aguas/>

Lgsonic. (01 de 02 de 2023). Obtenido de Lgsonic: <https://www.lgsonic.com/es/el-oxigeno-disuelto/>

LIBRO II-PATRIMONIO NAURAL. (2017). En *CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE* (págs. 22-23). QUITO.

López, P. (18 de 05 de 2020). Obtenido de Gaceta : <https://www.gaceta.unam.mx/indagan-la-composicion-de-la-materia-organica-del-suelo/#:~:text=La%20materia%20org%C3%A1nica%20est%C3%A1%20compuesta,micronutrientes%20esenciales%20para%20las%20plantas.>

MAATE. (07 de 2018). Obtenido de Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/ESTERO->

SALADO.pdf

Marta Pérez de Madrid, M. N. (23 de 11 de 2018). <https://solucionesabe.org/>. Obtenido de https://solucionesabe.org/pdfs/cuadernillos/toolkit/_TOOLKIT_Manglares_23nov.pdf

MENDOZA, J. R. (28 de 08 de 2020). Obtenido de Repositriouns: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/22090/1/TRABAJO%20DE%20TESIS%20-%20RAM%20C3%93N%20Y%20SAMUEL-%20AGRONOMIA.pdf>

Microlabindustrial. (2018). Obtenido de microlabindustrial.: <https://www.microlabindustrial.com/parametros/contaminantes-fisicos/409/materia-flotante#:~:text=Para%20prop%20B3sitos%20de%20regulaci%C3%B3n%20se,una%20malla%20de%20abertura%20espec%C3%ADfica.&text=La%20materia%20flotante%20procedente%20de,indica%20c>

Ministerio de Ambiente. (2008). Acuerdo Ministerial 097 A. En M. d. Ambiente,. *Anexo 1 del libro VI del texto legislación secundario del Ministerio de Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y descarga del efluentes al Recurso Agua.*, 8.

MOLINA, F. S. (26 de 02 de 2021). Obtenido de Revista Espacios: <https://www.revistaespacios.com/a21v42n04/a21v42n04p09.pdf>

MOLINA-BOLÍVAR, G. (2020). *repositoryinst.uniguajira*. Obtenido de <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/714/122.%20Aspectos%20estructurales%20de%20manglares.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Montse Castellano. (26 de 06 de 2023). *higieneambiental.com*. Obtenido de <https://higieneambiental.com/pH-tratamiento-del-agua>

Moreira, L. B. (2019). Spatial and temporal variation of copper in estuarine water and sediments: a case study in a tropical estuary (Guanabara Bay, Brazil). *Environmental Monitoring*

and Assessment.

Nieves, L. P. (07 de 10 de 2023). *DETERMINACIÓN DE FOSFATO MEDIANTE ANÁLISIS POR INYECCIÓN DE FLUJO*. Obtenido de <https://oa.upm.es/56704/>

Novoa, I. d. (02 de 2022). *Dinámica de las particularidades del Bosque de Mangle*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/b9bd8397-7bc0-4f08-a761-258f921edf1c/content>

Organización Mundial de la Salud. (07 de 12 de 2022). Obtenido de Organización Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>

Pérez, R. P. (15 de 12 de 2022). Obtenido de Revista UTEA: <http://revistas.utea.edu.pe/index.php/hyw/article/view/30/28>

Primicias. (25 de 04 de 2023). Obtenido de Primicias: <https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/estero-salado-inundaciones-guayaquil/>

Rodrigo Ricardo. (24 de 10 de 2020). Obtenido de estudiando.com: <https://estudiando.com/bioma-de-los-estuarios-definicion-tipos-y-clima/>

RODRÍGUEZ, A. C. (20 de 05 de 2020). Obtenido de INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL:

<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/26258/1/garciarod1.pdf>

Science Journal. (07 de 2023). Obtenido de Science Journal: https://www.sciencejournalforkids.org/wp-content/uploads/2023/06/estuary_article_es.pdf

The Chemist Look. (14 de 10 de 2022). Obtenido de thechemistlook.com: <https://thechemistlook.com/blogs/posts/todo-sobre-tensioactivos>

TITULO II DERECHOS- TITULO IV REGIMEN DE DESARROLLO. (2008). En
CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008 (págs. 11-12-89). QUITO.

Universidad de Granada. (2019). Obtenido de <https://www.ugr.es/~cjl/MO%20en%20suelos.pdf>

Villamil, J. A. (2020). Análisis Comparativo de las Metodologías Implementadas para la
Remoción de Bario en Aguas de Producción de la Industria Petrolera. *Escuela De
Ciencias Básicas, Tecnologías e Ingeniería*, 96.

Villamil, J. A. (2020). Análisis Comparativo de las Metodologías Implementadas para la Remoción de
Bario en Aguas de Producción de la Industria Petrolera. *Escuela De Ciencias Básicas,
Tecnologías e Ingeniería*, 96.

ANEXOS

Anexo 1. **Tabla 2** del Acuerdo Ministerial 097 -A Reforma Texto Unificado de Ley Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA) – Anexo 1 del Libro VI: Norma de la Calidad Ambiental y de Descarga al Recurso Agua

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoníaco Total ⁽²⁾	NH3	mg/l	=	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuro	CN	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽³⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 80
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Ploomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tenacactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	=
DBO5	DBO ₅	mg/l	20	=
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	=

⁽¹⁾ Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l
⁽²⁾ Aplicar la Tabla 2a como criterio de calidad para agua dulce
⁽³⁾ Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 µg/l

Anexo 2. Plantilla para recolección de datos de los análisis *In situ* y Ex situ.

INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO SALADO EN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE DE RHIZOPHORA MANGLE																
PLANTILLA PARA MUESTREO																
Ptos	Nro. Muestras	Hora	Coordenadas		insitu Oxígeno Disuelto mg/L	Temperatura °C	pH	Temperatura °C	Salinidad ppt	Conductividad uS/cm	Bario mg/L	Cobre mg/L	Nitrato mg/L	Tensoactivos	Material Flotante	
			X	Y												
1	1															
2	2															
3	3															

Anexo 3. Plantilla para recolección de datos de monitoreo

INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO SALADO EN EL CRECIMIENTO DE LA ESPECIE DE RHIZOPHORA MANGLE						
PLANTILLA MONITOREO						
Fecha						
Ptos	pH	Temperatura°C	Oxigeno Disuelto mg/L	COND uS/cm	SALINIDAD ppt	ALTURA (cm)
1						
2						
3						



Anexo 4. Recolecta de muestras de agua P1.



Anexo 5. Recolecta de muestras de agua P2.



Anexo 6. Medición del oxígeno disuelto In situ

Anexo 7. Recolectación de plantas de mangle rojo

Anexo 8. Traspaso de las plantas a envases de mayor capacidad



Anexo 9. Preparación de la muestra para análisis.



Anexo 10. Medición de ph, y salinidad con el equipo multiparámetro oaklon pcts50 del agua de las plantas



Anexo 11. Medición del oxígeno disuelto del agua de las plantas con el equipo multiparámetros HACH HQ40d



Anexo 12. Medición de tensoactivos



Anexo 13. Medición de cobre, bario, nitrato



Anexo 14. Monitores de crecimiento de las plantas.

