



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN PEDERNALES

**PROYECTO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIÓLOGO**

TÍTULO:

**RESTAURACIÓN ACTIVA Y PASIVA DEL MANGLE PIÑUELO
(*PELLICIERA RHIZOPHORAE*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL “LATITUD
0” ULEAM, PEDERNALES (2024-2025).**

AUTOR (A)

NAVARRETE PINARGOTE GEMA GEOCONDA

TUTOR (A)

ING. LUIS ALBERTO MADRID JIMÉNEZ

PEDERNALES – ECUADOR

2024

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

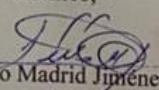
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular por la culminación de tesis de grado de investigación bajo la autoría de la estudiante **NAVARRETE PINARGOTE GEMA GEOCONDA**, legalmente matriculada en la carrera de Biología, período académico 2025(1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"RESTAURACIÓN ACTIVA Y PASIVA DEL MANGLE PIÑUELO (*PELLICIERA RHIZOPHORAE*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL "LATITUD 0" ULEAM, PEDERNALES (2024-2025)"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales, 05 de septiembre del 2025.

Lo certifico,


Ing. Luis Alberto Madrid Jiménez, PhD
Docente Tutor
Biología

CERTIFICACION DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

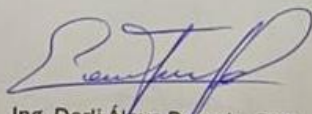
Certifica

Que el trabajo de carrera de modalidad proyecto de investigación titulado:
"RESTAURACIÓN ACTIVA Y PASIVA EL MANGLE PIÑUELO (*PELLICIERA RHIZOPHORAE*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL "LATITUD 0" ULEAM, PEDERNALES (2024-2025)". Realizado y concluido por la Sra. **NAVARRETE PINARGOTE GEMA GEOCONDA** ha sido revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

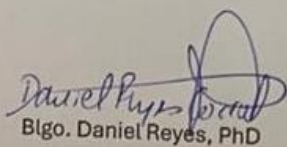
El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 5 de septiembre 2025

Para dar testimonio y autenticidad firman:

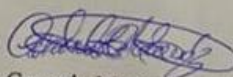


Ing. Derli Álava Rosado, PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Blgo. Daniel Reyes, PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



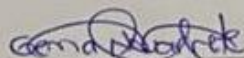
Ing. Carmelo Menéndez, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DERECHO DE AUTORÍA

Yo, NAVARRETE PINARGOTE GEMA GEOCONDA, con cédula de identidad No 1313864157 declaro que el presente trabajo de titulación **"RESTAURACIÓN ACTIVA Y PASIVA EL MANGLE PIÑUELO (*PELLICIERA RHIZOPHORAE*), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL "LATITUD 0" ULEAM, PEDERNALES (2024-2025)"**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello, me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 5 de septiembre de 2025



Navarrete Pinargote Gema Geoconda

C.I.: 1313864157

DEDICATORIA

A mis hijos por ser los que me levantan día a día, a mis padres quienes me brindan su amor incondicional y apoyo, a mi esposo que me ha motivado a perseguir mis objetivos y no rendirme.

A mis amigas, Emma, Josselyn, Karol por su apoyo y ser una fuente de motivación, a todos aquellos que me brindaron su apoyo en esa trayectoria académica, gracias por creer en mí y estar siempre a mi lado.

Finalmente, a mi tutor Ing. Luis Madrid, por su apoyo y sus enseñanzas en este proceso.

AGRACEDIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por guiarme y brindarme la fortaleza en etapa de este camino.

A mis hijos, por su paciencia y comprensión. Ustedes son mi mayor inspiración y razón de ser, cada esfuerzo que realizo es por ustedes.

A mis padres, por su amor y su apoyo. Su sacrificio y enseñanzas me ha motivado a alcanzar mis objetivos y a enfrentar los desafíos, a mi hermano que de otra manera ha estado presente en esta travesía.

A mi esposo, por su apoyo incondicional. Gracias por creer en mí y por ser mi compañero en este viaje de enseñanzas.

Y no menos importante al docente que me enseñó el amor a los manglares, Dr. Ever Morales por sus enseñanzas que han sido clave para mi desarrollo académico, al ing. Luis Delgado, ing. Tyrone Zambrano, a Yolanda Chila que siempre estuvo cuando la necesite. A mis compañeros de monitoreos Micaela Ochoa, Miguel Valencia, gracias por ser parte de este proceso.

RESUMEN

El mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) es una especie de árbol nativo de las zonas intermareales de Centroamérica, que se encuentra desde Costa Rica hasta Ecuador. Pertenece a la familia Tetrameristaceae y se caracteriza por sus raíces aéreas, que le permiten estabilizarse en los suelos fangosos de los manglares. Esta especie juega un rol fundamental en los ecosistemas de manglares, proporcionando hábitat y protección a diversas especies, y ayudando en la conservación de las costas.

El mangle piñuelo es conocido por su capacidad de adaptación a ambientes salinos y su habilidad para dispersarse eficazmente. Su fruto flota y se dispersa en aguas con salinidad baja, y su polinización es realizada principalmente por el colibrí *Amazilia tzacatl*. Aunque históricamente se encontraba ampliamente distribuido en el Caribe y la costa del Pacífico, hoy su distribución se ha reducido debido a cambios en la salinidad del suelo y la competencia con otras especies de manglares.

Actualmente, *Pelliciera rhizophorae* se encuentra en peligro debido a la deforestación y la degradación de su hábitat por actividades humanas como la expansión agrícola y la contaminación. Esta especie es crucial para la conservación de los ecosistemas costeros, la biodiversidad marina y la protección contra la erosión, por lo que su restauración y conservación son fundamentales para los esfuerzos de protección ambiental en las zonas donde habita.

Palabras claves: Estuarios, Cambio climático, Biodiversidad marina, Deforestación.

ABSTRACT

The piñuelo mangrove (*Pelliciera rhizophorae*) is a species of tree native to the intertidal zones of Central America, found from Costa Rica to Ecuador. It belongs to the Tetrameristaceae family and is characterized by its aerial roots, which allow it to stabilize itself in the muddy soils of mangroves. This species plays a fundamental role in mangrove ecosystems, providing habitat and protection to various species, and helping in the conservation of coasts.

The piñuelo mangrove is known for its ability to adapt to saline environments and its ability to disperse effectively. Its fruit floats and disperses in waters with low salinity, and its pollination is mainly carried out by the hummingbird *Amazilia tzacatl*. Although historically it was widely distributed in the Caribbean and the Pacific coast, today its distribution has been reduced due to changes in soil salinity and competition with other mangrove species.

Currently, *Pelliciera rhizophorae* is endangered due to deforestation and habitat degradation by human activities such as agricultural expansion and pollution. This species is crucial for the conservation of coastal ecosystems, marine biodiversity, and protection against erosion, so its restoration and conservation are critical to environmental protection efforts in the areas where it lives.

Keywords: Estuaries, climate change, marine biodiversity, deforestation

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	; Error! Marcador no definido.
CERTIFICACION DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN	; Error! Marcador no definido.
DERECHO DE AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2.1 Identificación de variables.....	3
1.2.2 Pregunta de investigación.....	4
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5 MARCO TEÓRICO:	5
1.5.1 Antecedentes	5
1.5.2 Características del manglar.....	7
1.5.3 Clasificaciones fisiográficas	8
1.5.4 Especies de mangle en peligro.....	9

El mangle nato (<i>Mora oleífera</i>):	9
1.5.5 Ubicación de los manglares	9
1.5.6 Especies de manglares del estuario de Cojimíes	10
Mangle rojo caballero (<i>Rhizophora harrisonii</i>)	10
<i>Conocarpus erectus</i>	11
Mangle nato (<i>Mora olifera</i>)	11
1.5.7 Descripción del mangle piñuelo (<i>Pelliciera rhizophorae</i>).	12
Las flores:	13
El fruto:	13
Las raíces	14
1.5.8 Distribución de <i>Pelliciera rhizophorae</i>	14
Especie invasiva	16
1.6 Restauración de manglares	17
1.6.1 Restauración activa	18
1.6.2 Restauración pasiva (Regeneración natural)	18
CAPITULO 2. DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)	19
2.1 Enfoque de la Investigación	19
2.1.1 Diseño de la investigación:	19
2.1.2 Materiales y equipo	19
2.1.3 Tiempo de recolección de datos	20
2.1.4 Tipo de investigación, nivel o alcance	20

2.2 Métodos de investigación:	21
2.2.1 Diseño no experimental	21
2.3 ÁREA DE ESTUDIO:	21
2.3.1 Métodos cuantitativos	21
2.3.2 Población y/o muestra:	22
2.4 Técnicas de investigación:	22
2.5 Operacionalización de variables:	22
CAPITULO 3. RESULTADO Y DISCUSIÓN	23
3.1 ANALISIS DE RESULTADOS	23
3.2 Caracterización de crecimiento de mangle piñuelo	25
3.3 Protocolo de restauración de mangle piñuelo (<i>P. rhizophorae</i>)	29
3.4 DISCUSIÓN	31
3.4 CONTESTACIÓN A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	34
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	45

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación global de los manglares	10
Figura 2. Mapa de distribución del mangle piñuelo	15

Figura 3. <i>Helecho marino</i>	16
Figura 4. Ubicación donde se realizó el monitoreo, 1 hectárea para la restauración activa y la pasiva en una piscina de 2.3 y otra de 2.1.	21
Figura 5. <i>Comparación de crecimiento de la restauración activa y pasiva</i>	26
.....Figura 6. Comparación de número de hojas en la restauración activa y pasiva	27
Figura 7. <i>Número de ramas en las diferentes formas de restauración.</i>	27

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación Taxonómica.....	12
Tabla 2. Plan de trabajo detallado.....	22
Tabla 3. Resultados de pH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO) del análisis de suelos.	23
Tabla 4. Resultados de elementos macros y microelementos en ppm	24
Tabla 5. Resultados de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) para calcio, magnesio y potasio.....	25
Tabla 6. Crecimiento en altura de las plantas en restauración activa y pasiva	26
Tabla 7. Contraste t para una muestra de la restauración pasiva.....	28
Tabla 8. Contraste T para Una Muestra de la restauración activa	29
Tabla 9. Cronograma de actividades	37

Índice de Anexos

Anexo 1. Mangle piñuelo (<i>Pelliciera rhizophorae</i>).	45
--	-----------

Anexo 2. Flor del mangle piñuelo (<i>Pelliciera rhizophorae</i>).	45
Anexo 3. Semilla del mangle piñuelo (<i>Pelliciera rhizophorae</i>).....	46
Anexo 4. Reconocimiento del área de estudio con el tutor.	46
Anexo 5. Toma de medidas restauración Activa y pasiva	47
Anexo 6. Conteo de hojas y ramas y toma de medidas.	47
Anexo 7. Limpieza de maleza	48
Anexo 8. Recolección de lodo para los análisis	48
Anexo 9. Análisis de suelo restauración activa	49
Anexo 10. Análisis de suelo restauración pasiva.....	50
Anexo 11. Resultados de pH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO) del análisis de suelo.....	51
Anexo 12. Resultados de elementos macros y microelementos en ppm.	51
Anexo 13. Resultados de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) para calcio, magnesio y potasio.	52

CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El término manglar se caracteriza por ciertos grupos vegetales, especializados en ocupar sustratos inestables, anaeróbicos y expuestos al agua salada. Para lograr sobrevivir bajo estas condiciones ecológicas, las plantas presentan diversas alteraciones, como glándulas secretoras de sal, raíces en zancos y todas las adaptaciones (Von Prah, 2017).

Los manglares son ecosistemas fundamentales para la productividad natural de las riberas costeras. Su presencia beneficia especialmente a especies como los camarones, ya que estos ambientes aportan grandes cantidades de materia orgánica que nutre y sostiene la cadena alimenticia (Von Prah 2017).

Pelliciera rhizophorae es una especie que se encuentra en países como Nicaragua (Bluefields), Panamá (Bocas del Toro, Bahía Las Minas), Colombia (bahías de Cartagena y Barbacoa), Costa Rica y Ecuador. Se encuentran numerosos parches a lo largo de sus zonas costeras (Berdiales et al., 2023).

Específicamente en la costa de Ecuador, en la actualidad, las amenazas en relación con los manglares son evidentes. Entre las principales amenazas que enfrentan los manglares, en él se encuentran la tala indiscriminada asociada a la expansión de la actividad camaronera, la desaparición de estuarios como consecuencia de la deforestación en las cuencas hidrográficas, la acumulación de sedimentos en estas áreas por el mismo motivo, y la escasa aplicación de la normativa ambiental vigente que debería proteger estos ecosistemas, la falta de investigación científica en relación con los servicios ecosistémicos (Morales et al., 2023).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) es una especie poco común de los manglares, con presencia muy limitada y poblaciones pequeñas que se encuentran aisladas entre sí. Esta situación la vuelve especialmente frágil frente a las actividades humanas que transforman las costas, como la urbanización, la tala o la contaminación, así como frente a los efectos del cambio climático. Investigaciones recientes confirman que su distribución es reducida, con un área de ocupación menor a 500 km², y que su hábitat continúa deteriorándose, lo que hace urgente impulsar acciones de conservación y restauración específicas para asegurar su supervivencia (Duke, 2020).

Pelliciera rhizophorae desempeña un papel fundamental en el equilibrio de los manglares, ofreciendo servicios vitales como protección de las costas, la fijación de carbono y el refugio para diversas especies de fauna (Morales et al., 2023; Von Prah, 1986). Sin embargo, estas especies se encuentran en marcado deterioro en varios estuarios del Pacífico debido a factores antrópicos, entre ellos la deforestación, el desarrollo de infraestructuras costeras y la contaminación, lo que ha llevado a que sea catalogada como vulnerable a nivel global (Ramírez, 2020; Blanco et al 2016).

En Ecuador, su distribución es muy limitada y se encuentra bajo fuerte presión, especialmente en la costa manabita. La Estación Experimental “Latitud 0” de la ULEAM, en Pedernales, constituye un espacio estratégico para trabajar en la recuperación de esta especie, ya que allí se han desarrollado iniciativas de viverización y propagación de plántulas, lo que abre la oportunidad de probar distintas alternativas de restauración (Zambrano, 2024).

Durante los últimos años la población de mangle (*Pelliciera rhizophorae*) en el estuario Cojimíes se ha experimentado cambios significativos, debido al esparcimiento agrícola, la contaminación, etc. Estas actividades han tenido como resultado la

deforestación del mangle piñuelo, lo cual ha afectado no solo la biodiversidad, a los medios de vida de las Comunidades locales dependen de estos ecosistemas para su bienestar y subsistencia, ya que les proveen alimento, recursos económicos y protección frente a eventos naturales.

La Estación Experimental “Latitud 0” de la Universidad Lica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) en Pedernales se ha identificado la necesidad urgente de implementar estrategias de restauración para recuperar estos ecosistemas críticos. Estas acciones no solo buscan restablecer el equilibrio ecológico, sino también garantizar la protección de la biodiversidad, fortalecer los servicios ambientales que ofrecen los manglares y garantizar beneficios sostenibles para las comunidades locales que dependen de ellos.

Existen dos formas principales de devolver la vitalidad a un manglar. La restauración activa (manipulación del hombre), sembrar plantas, levantar barreras que sujeten el sustrato y acelerar, paso a paso, los procesos naturales. La restauración pasiva, en cambio confía en la propia capacidad del ecosistema para sanar; intervenimos lo menos posible y dejamos que la naturaleza siga su curso, este estudio aplica cada una de estas estrategias en el estuario Cojimíes.

1.2.1 Identificación de variables

Variables independientes

- TDS del suelo
- Características físico químicas del agua.

Variables dependientes

- Altura de la plántula
- Número de hojas
- Número de ramas

1.2.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las condiciones ecológicas, físico-químicas e hidrológicas que caracterizan el área de restauración en la Estación Experimental “Latitud 0” (ULEAM)?

¿Qué diferencias existen en el crecimiento y desarrollo de las plantas de *Pelliciera rhizophorae* entre restauración activa y pasiva?

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la restauración activa y pasiva del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) en la Estación Experimental “Latitud 0” ULEAM, Pedernales (2024-2025).

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las condiciones ecológicas, físico químicas e hidrológicas del sitio de restauración de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) en la Estación Experimental “Latitud 0” ULEAM.
- Comparar el crecimiento de las plantas de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) activas y pasivas en la Estación Experimental “Latitud 0” ULEAM.
- Proponer un protocolo de restauración de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*).

1.4 JUSTIFICACIÓN

La restauración del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) es una prioridad ecológica, ya que es una especie que se encuentra en peligro debido a su distribución restringida, las actividades antropogénicas y a la amenaza del cambio climático.

En la Estación Experimental “Latitud 0” de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, que se encuentra en el cantón Pedernales, existe una población de mangle piñuelo

que representa el límite sur del hábitat de esta especie, esta población se extiende por las riberas del río Mache y del río Cojimíes cubriendo una superficie de aproximadamente 100 ha. Es importante mencionar que estos árboles de mangle piñuelo, están aislados de las principales poblaciones de este mangle en Ecuador que se encuentran en la provincia de Esmeraldas.

Docentes y estudiantes de la Extensión Pedernales de la ULEAM, desde el 2017 viene realizando actividades prácticas de restauración con esta especie y es necesario documentar las estrategias, tanto de restauración activa (plantación asistida) como pasiva (regeneración natural) que se han implementado en esta unidad académica.

La restauración del manglar es necesaria para fomentar la resiliencia de los ecosistemas de manglares y fortalecer los servicios ecosistémicos que brindan, como la protección costera, la captura de carbono y los refugios para la biodiversidad (Alongi, 2014).

Esta investigación permitirá comparar los métodos de restauración activa y pasiva sobre el crecimiento de *Pelliciera rhizophorae* y caracterizar el entorno físico y químico e hidrológico del sitio, que servirá de base para propuestas de restauración replicables en otros sectores de la costa ecuatoriana. La generación de este conocimiento aplicado es crucial para gestionar las políticas de conservación local y nacional y fortalecer la planificación ambiental.

1.5 MARCO TEÓRICO:

1.5.1 Antecedentes

Los manglares son bosques que se encuentran en áreas costeras tropicales y subtropicales. El término “mangle” es originalmente guaraní y significa “árbol torcido”. Se trata de ecosistemas costeros característicos de las regiones tropicales y subtropicales,

conocidos por albergar una notable riqueza de biodiversidad y por ser refugio de numerosas especies de flora y fauna. (Agearth, 2021).

A lo largo de la historia, estos bosques han protegido nuestras costas de la erosión, actuando como barreras naturales frente a tormentas y marejadas. Además, son auténticos viveros para peces, camarones y moluscos, contribuyendo a la pesca local y a la alimentación de comunidades enteras (Alongi, 2014).

Es necesario enfatizar que existen diferentes tipos de manglares ubicados en diferentes regiones del planeta. Los manglares son áreas húmedas claves para la conservación de diferentes tipos de especies animales (crustáceos, peces, moluscos, aves, reptiles, anfibios y mamíferos) y plantas que necesitan estos hábitats para crecer y desarrollarse. En Ecuador, estas comunidades biológicas están protegidas desde 1994, y se consideran una especie prohibida que no puedan ser taladas y se consideran un ecosistema frágil que el estado debe proteger (Agearth, 2021).

Los manglares son ecosistemas altamente productivos, que soportan una compleja cadena alimentaria y proporcionan hábitat para diversas formas de vida marinas y terrestres. El reciclaje de nutrientes mantiene la productividad del manglar, así como la de los ecosistemas adyacentes y reducen el impacto de los efluentes contaminantes, como los combustibles fósiles y las aguas residuales, que se descargan directamente, en el manglar o cerca de las costas. Los manglares estabilizan el sustrato, sirven como barreras protectoras contra la erosión causada por corrientes, tsunamis, huracanes y amortiguamiento, el impacto del aumento del nivel del mar (Ramírez, 2005).

A simple vista, los bosques de manglares parecen solo hileras densas de árboles con raíces y ramas entrelazadas, muchas veces semisumergidas en playas, desembocaduras de ríos y lagunas de zonas costeras tropicales y subtropicales. Sin embargo, detrás de esa maraña de vegetación hay un mundo fascinante por descubrir. Los

manglares son árboles únicos, capaces de tolerar tanto agua dulce como salada y adaptarse a condiciones de inundación que pocos otros bosques pueden soportar. Aunque ocupan alrededor de 15,2 millones de hectáreas distribuidas en 123 países y representan menos del 1% de los bosques tropicales del mundo, su importancia ecológica es enorme (Mundial, 2019).

1.5.2 Características del manglar

En Carjbr (2018) se indica que los manglares tienen las siguientes características:

- Toleran y se desarrollan en entornos salinos y de escasez de oxígeno, gracias a procesos y adaptaciones específicas (mangle blanco)
- Liberan sal a través de las hojas (mangle negro)
- Poseen raíces adventicias (mangle rojo)
- Neumatóforos, raíces especializadas que crecen fuera de la superficie (mangle blanco y negro)

Las variedades de mangles suelen tener adaptaciones morfológicas que les facilita ocupar terrenos inestables, así como adaptaciones morfo-fisiológicas que le permiten resistir entornos salinos e intercambios de gases en sustratos con escasa concentración de oxígeno. Los manglares poseen tácticas de reproducción como la de los propágulos que pueden mantenerse flotando durante largos periodos, las raíces están parcialmente inmersas en el sustrato, siendo la responsable de absorber oxígeno (Carjbr, 2018).

Nutrientes de los manglares

Según Ramírez (2005), los manglares son estimados ecosistemas de alta productividad donde los nutrientes disueltos en el agua y en los sedimentos son reciclados constantemente, además el nitrógeno y el fósforo son elementos fundamentales para el crecimiento del manglar y pueden que no estén disponibles.

1.5.3 Clasificaciones fisiográficas

Según Cornejo (2024), existen tres tipos de fisiográficos de manglar en el país:

Manglar de borde

Se sitúa en la franja más cercana al mar, recibiendo inundaciones diarias que superan las 700 al año. La especie vegetal predominante es *Rhizophora ssp.*, la cual presenta un notable desarrollo estructural gracias al constante aporte de sedimentos y nutrientes traídos por las mareas, su mayor presencia se registra en la provincia del Guayas.

Manglar ribereño

Ubicado a lo largo de los márgenes de los ríos, en zonas donde se da la mezcla de agua salada y dulce, este manglar también está dominando principalmente por *Rhizophora ssp.*, junto a otras especies de mangle. Las abundantes descargas de agua dulce y nutrientes en esta área favorecen un bosque con estructura bien densa y desarrollada, se encuentran principalmente en la provincia del Guayas, en el Golfo de Guayaquil y a lo largo del río Guayas.

Manglar cuenca

Situado en la parte inferior del ecosistema de manglar, cerca de áreas salinas, este tipo solo es alcanzado por mareas altas y permanece inundado por más tiempo, con un drenaje lento. Durante la estación seca, salinidad del suelo es alta, pero disminuye en época lluviosas. Las especies mejor adaptadas en este entorno son *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. Las zonas más amplias de este sitio están ubicadas en la provincia de Esmeraldas.

1.5.4 Especies de mangle en peligro

En Ecuador existen dos especies:

Pelliciera rhizophorae: especie está amenazada por la urbanización, infraestructura, tala, cambio climático y aumento del nivel del mar lo que ha causado una continua pérdida de hábitat y disminución de su población. (Rueda et al., 2022).

El mangle nato (*Mora oleífera*): esta especie presenta reducción constante en su población principalmente por causas relacionadas con el desarrollo humano y la explotación de su entorno. Actualmente está clasificada como vulnerable. Se ha confirmado que la pérdida continúa debido a cambios del suelo (Rueda et al., 2022).

Se sabe muy poco sobre la forma de reproducirlos para realizar actividades restauración.

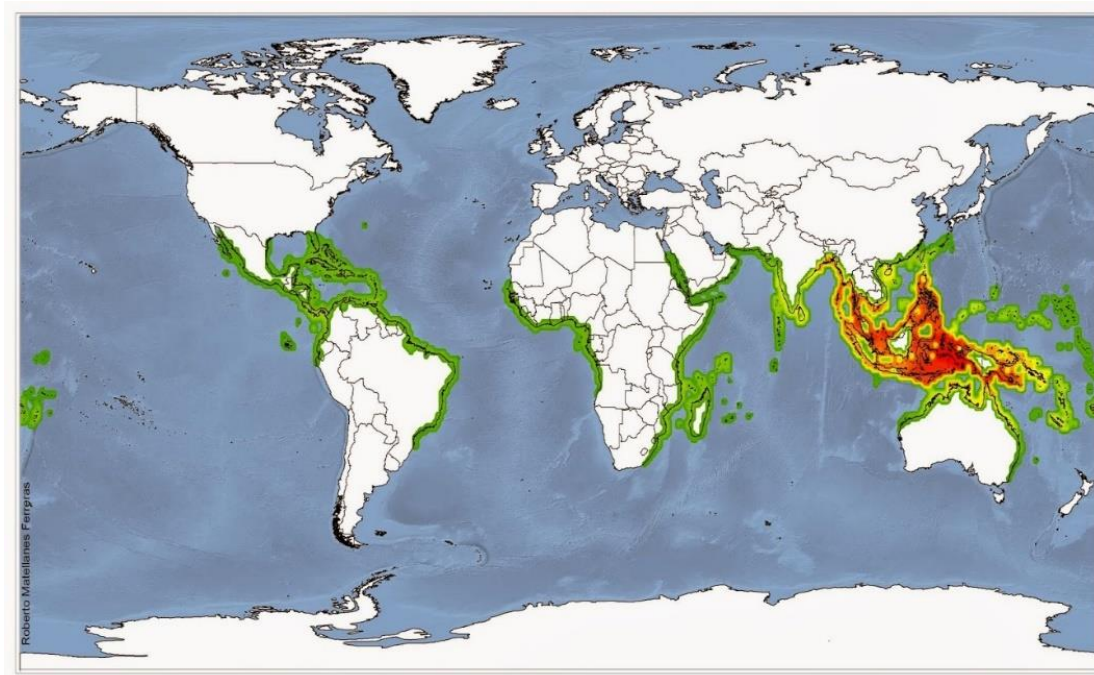
1.5.5 Ubicación de los manglares

Los manglares se encuentran en áreas costeras tropicales, principalmente en África, en sudeste asiático, Oceanía y América tropical, especialmente a lo largo de las costas donde el clima tiende apoyar la formación de dichos bosques. África tiene una variedad de manglares, principalmente a lo largo de sus costas oeste, donde el clima es generalmente más tropical. Asia y Oceanía tienen una gran diversidad de estos debido a sus climas tropicales y costas adecuadas para la formación de manglares.

Se estima que hay entre seis y ocho millones de ha de manglares en todo el mundo, que se puede extender hasta 25 km tierra adentro en algunos casos (Grudemi, 2019).

Figura 1. Ubicación global de los manglares.

Fuente: Antonia, (2014).



1.5.6 Especies de mangles del estuario de Cojimías

Mangle rojo (*Rhizophora mangle*): puede alcanzar hasta 10 metro de altura y tiene muchas propiedades curativas, además de habilidades antibióticas y antisépticas y desinfectante. La corteza gris a menudo oculta un color rojizo en su interior (Bordino, 2023).

Mangle rojo caballero (*Rhizophora harrisonii*)

Es un árbol que puede alcanzar hasta 20 metros de altura, destacándose por su porte imponente dentro del ecosistema donde se desarrolla, su tronco es recto, con una corteza gris clara, generalmente lisa, aunque pueda tener algunas grietas. Posee raíces en zancos. Las hojas son simples y opuestas, lanceoladas y alargadas, midiendo entre 9,2 y 17,3 cm de largo y 3,2 a 5,8 cm de ancho con un ápice puntiagudo (Molina et al., 2024).

Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)

Se caracteriza por ser un mangle muy delgado que puede alcanzar hasta 20 metros de altura. La especie tiene una apariencia arbórea.

Mangle negro (*Avicennia germinans*)

El tronco es oscuro y las hojas puntiagudas tiene depósitos de sal, que son muy característicos de esta especie. No tiene raíces ancladas en el suelo, sino un saco de aire que les ayuda a respirar cuando estan bajo el agua (Bordino, 2023).

Conocarpus erectus

Este es un arbusto muy ramificado que no supera los cuatro metros de altura. Las ramas son frágiles, y en base de las hojas aparecen dos pequeñas glándulas que ayudan a eliminar la sal (Bordino, 2023).

Mangle nato (*Mora olifera*)

Esta especie llama la atención desde el primer vistazo, su tronco oscuro, retorcido y rugoso crece de la mano del manglar. Entre su follaje asoman discretas flores blancas que los insectos visitan con frecuencia. Lo más sorprendente llega después: frutos gigantes que albergan una única semilla tan colosal que se cuenta entre las más grandes del planeta. Esa semilla, capaz de flotar, se deja llevar por el agua y, gracias a su tamaño, puede germinar y arraigar incluso en terrenos donde las inundaciones son la norma. (Arboretum 2020).

1.5.7 Descripción del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*).

Tabla 1. Clasificación Taxonómica

Reino	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Orden	Ericales
Familia	Tetrameristaceae
Género	<i>Pelliciera</i>
Especie	<i>Rhizophorae</i>

Fuente: Triana & Planch, 1862

La familia Tetrameristaceae consiste en aproximadamente tres géneros y cinco especies en todo el mundo (Molina et al., 2024).

Descripción del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) es un árbol nativo del manglar neotropical de distribuido desde Costa Rica hasta Ecuador en el Pacífico y desde Honduras hasta Panamá en el caribe sus poblaciones estan muy fragmentadas y aisladas con escaso flujo genético (Rueda et al., 2022).

Este árbol puede alzarse con verdadera presencia: algunos ejemplares llegan a rozar los 27 metros, aunque lo habitual ronda los 15 metros. Su papel en el manglar es fundamental: sus raíces y ramas ofrecen refugio, alimento y zonas de cría para numerosas especies. No obstante, el mangle piñuelo figura como “En Peligro” en la Lista Roja de la UICN, recordándonos lo urgente que es protegerlo y restaurar sus poblaciones (Forestal, 2021).

El mangle piñuelo es una de las especies más singulares de los manglares. A diferencia de otras que se encuentran en grandes extensiones, esta solo aparece en sitios muy puntuales y con poblaciones pequeñas y aisladas. Esta condición lo hace más vulnerable a las presiones humanas, como la tala, el crecimiento urbano, la contaminación y los efectos del cambio climático (Duke, 2020).

A pesar de ser escaso, su importancia ecológica es enorme, ayuda a proteger las costas frente a la erosión y los oleajes, almaceno carbono que contribuye a mitigar el cambio climático y ofrece un hábitat seguro para muchas especies de fauna y flora (Molina, 2024). En Ecuador, su presencia se concentra principalmente en Manabí, donde lamentablemente enfrenta un alto riesgo de desaparición si no se toman medidas de conservación urgentes (Zambrano, 2024).

El tronco: se ensancha hacia la base y termina en una especie de cono formado por raíces tabulares Von Prah (2017).

Las hojas: Son sésiles, oblongas y se agrupan en la región apical de sus ramas, son coriáceas como una cutícula cerosa y un margen más dentado. Estos “dientes” corresponden a los restos de las glándulas secretoras que le dan al borde un aspecto aserrado al secarse (Von Prah, 2017).

Las flores: se desarrollan en dos grandes brácteas que son blancas en el interior, pero también puede ser rosado o rojas, son sésiles, solitarias, hermafroditas y de aproximadamente 75 mm de longitud. Presenta 5 sépalos de 19 mm de longitud, además 5 pétalos blancos que son puntiagudos en la parte superior y más anchos hacia la base, con unos puntiagudos en la parte superior y más anchos hacia la base, con una base de longitud de 60 mm y 5 estambres con largas antenas y filamentos que estan fijados en la hendidura de la base de la columna. El pistilo es cónico y de aproximadamente 60mm de longitud. El estigma se mantiene durante todo el proceso ontogénico del fruto (Von Prah, 2017).

El fruto: está cubierto por un grueso ectocarpo esponjoso flotante, armado con un espolón (mucrón), cubierto externamente con lenticelas, tiene dos cotiledones carnosos que protegen el embrión, el fruto mide unos 9 cm de ancho dispuesto en una concavidad llena de líquido dulce. El mangle piñuelo tiene una de las estrategias de

dispersión más efectivas, pues el embrión tiene un tiempo corto de flotación, ya que el ectocarpo se abre y libera el embrión en un rango de 12-24 horas de flotación, en aguas con salinidad baja (12 ppm). Por otra parte, esta especie es susceptible a polinización, que puede ser efectuada por colibrís y mariposas nocturnas (Von Prah, 2017).

Las raíces: Son ahuecadas frecuentemente por isópodos *Sphaeroma destructor*, el cual causa graves daños, especialmente a plantas jóvenes. Pero la asociación más importante es la que presenta el colibrí *Amazilia tzacatl*, especie que es polinizadora del mangle piñuelo, por lo menos solo se ha podido detectar a esta especie como polinizadora y, por lo menos de día, no intervienen insectos en esta actividad (Von Prah, 1987).

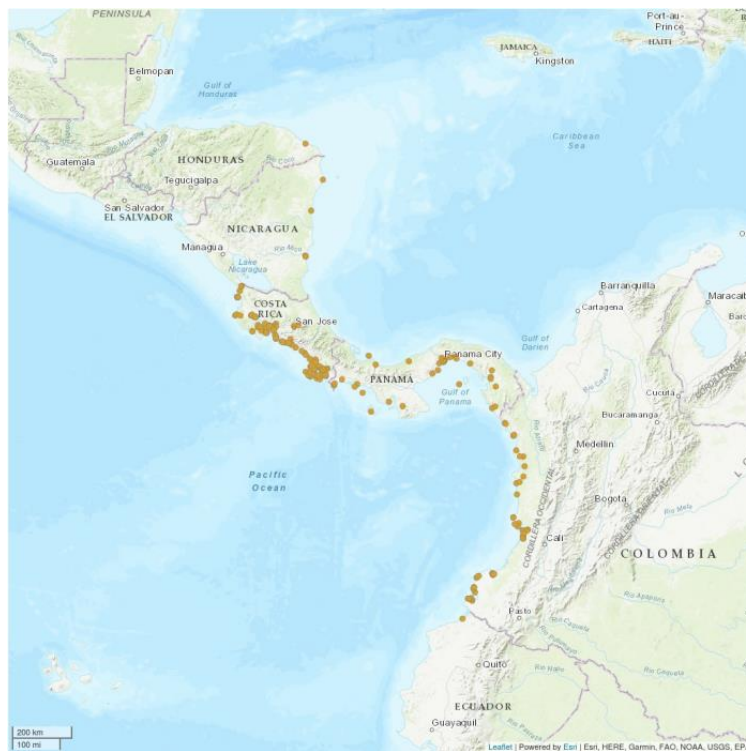
1.5.8 Distribución de Pelliciera rhizophorae

El mangle piñuelo estuvo muy extendida en la región del Caribe durante el Mioceno temprano (hace aproximadamente 23 millones de años). Para el comienzo del Plioceno, su distribución había disminuido drásticamente. Hubo un tiempo en que los manglares creían a lo largo de la costa del Pacífico desde México hasta Perú y desde el Golfo Pérsico y el Caribe hasta Venezuela y posiblemente incluso Brasil (Madrid et al., 2019).

Se presume que esta disminución y su actual distribución están relacionadas con los efectos de los cambios pasados y presentes en la salinidad del suelo, el aumento del nivel del mar y la competencia creciente de especies tolerantes a la sal en los ecosistemas de manglares. *Pelliciera rhizophorae* viven en áreas intermareales protegidas como desembocaduras de ríos o playas resguardadas.

Solo en algunas áreas del centro y norte de América del Sur, donde los ríos que fluyen hacia el océano ofrecen un flujo constante de alta humedad, los manglares pueden sobrevivir (Madrid et al., 2019).

Figura 2. Mapa de distribución del mangle piñuelo



Fuente: Rueda et al., 2022.

Fauna y flora asociada al mangle piñuelo

En el mangle piñuelo tiene una encantadora fauna asociada, especialmente hormigas de genero Azteca, cangrejos *grapsidos*, *Pachigrapsus transversus* y *Goniopsis pulchra*, y el último de los cuales se alimenta continuamente de los pétalos (Von Prah, 1987). Entre este grupo de animales tenemos un gran conjunto y variedad de aves, mamíferos, peces e invertebrados, estas especies como el camarón, ostras, caracoles y los peces son de gran valor comercial (Martínez, 2016).

Pelliciera rhizophorae prospera en las orillas costeras que abrazan a Centroamérica y al norte de Sudamérica. Allí comparte su hogar con un mosaico de plantas capaces de convivir con la sal y la humedad constantes, como:

- **Plantas epífitas:** bromelias y orquídeas que se aferran a los troncos y ramas del mangle, absorbiendo la humedad del aire para florecer sin necesidad de suelo.

- **Hierbas halófitas:** especies resistentes a la salinidad, como Batís marítima.

existen otras especies de manglar: *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa* (Von Neumann, 2023).

Especie invasiva (*Acrostichum aureum*): conocido como helecho marino, pertenece a la familia Pteridaceae, y se caracteriza por su tallo rastrero, sus frondas son grandes y crecen de forma vertical y horizontal. Las frondas tienen un color verde brillante, son lanceoladas y suelen medir alrededor de un metro de altura. El helecho marino suele prosperar en ambientes acuáticos o muy húmedos: se lo ve a menudo en aguas salobres, manglares, estuarios y zonas salinas. Aunque prefiere suelos fangosos o arenosos, soporta bien la salinidad. Su crecimiento veloz y capacidad de propagarse con facilidad han llevado a considerarlo una especie invasora en ciertos ecosistemas, donde puede desplazar a la flora nativa y alterar el equilibrio local. (Biodiversidad, 2024).

Figura 3. *Helecho marino*



Fuente: Autor

1.6 Restauración de manglares

Acciones para la restauración ecológica de manglares

Las acciones para la restauración ecológica de manglares, según lo señalado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012), parten de un proceso ordenado y consciente que busca devolverle al ecosistema sus condiciones naturales. Primero, se debe reconocer si existen obstáculos que limiten la dinámica natural del manglar, como el bloqueo del flujo mareal, y proceder a eliminarlos antes de iniciar cualquier actividad. Posteriormente, es importante observar la incidencia de la recolección de plántulas y comprender la ecología propia de cada especie de mangle presente en el lugar, lo que permite tomar decisiones más acertadas. Siempre que sea posible, se debe favorecer la regeneración natural, apoyándola con medidas de restauración activa y ensayos experimentales. Finalmente, resulta clave elaborar un plan de restauración que priorice la recuperación del régimen hidrológico adecuado, creando las condiciones necesarias para que los propágulos puedan establecerse de forma natural y voluntaria, asegurando así un proceso de restauración sostenible y respetuoso con el ecosistema.

En base a estos criterios la restauración de manglares comprende además de la restauración y la supervivencia de la vegetación, la producción de materia orgánica, la formación de las redes alimentarias, el flujo del carbono y la energía, así como el reciclaje de nutrientes (Ramírez, 2025).

Los manglares son auténticos oasis de vida que sostienen la biodiversidad y mantienen el delicado equilibrio ambiental de nuestras costas. Sin embargo, durante las últimas décadas estos bosques han sufrido un progresivo deterioro y empobrecimiento, perdiendo gran parte de su riqueza ecológica. Por eso, restaurarlos se ha vuelto urgente: es la mejor manera de proteger las especies que dependen de ellos y de asegurar los valiosos servicios que silenciosamente nos ofrecen día tras día (Agricultura, 2025).

La restauración busca devolverle la salud a un ecosistema que ha sido degradado, recuperando tanto su biodiversidad como los beneficios que brinda a la naturaleza y a las comunidades. En el caso de los manglares, restaurar no solo significa volver a sembrar árboles, sino también lograr que el bosque funcione de nuevo como una barrera natural, un vivero de especies y un regulador ambiental (Minambiente, 2016).

1.6.1 Restauración activa

El desarrollo activo de los manglares implica la implementación de medidas directas para acelerar la recuperación de los ecosistemas dañados, como plantar plántulas de manglares, construir estructuras para retener el sedimento y restaurar la hidrología natural de las áreas afectadas. Esta técnica es particularmente útil en áreas que han sido severamente dañada o donde la recuperación natural es lenta o inexistente (Agricultura, 2025).

La degradación costera ha estimulado la restauración activa de los ecosistemas de manglares, desde la iniciativa local hasta compromisos globales, para aumentar la superficie de los bosques de manglares en un 20% en la próxima década. Los proyectos de restauración de manglares a menudo múltiples objetivos, como la captura de carbono, la resiliencia a la protección costera y la restauración de la pesquería. Aunque plantar plántulas, la forma más común de restauración activa, puede promover la recuperación de las funciones de manglares, sigue siendo una necesidad urgente de investigación (Ram et al., 2021).

1.6.2 Restauración pasiva (Regeneración natural)

Uno de los aspectos más importantes en los procesos de restauración ecológica en el monitoreo, ya que permite evaluar el éxito de las acciones implementadas. En caso del seguimiento del desarrollo natural, el objetivo es determinar la tasa promedio de crecimiento de las especies de manglar. Para ello, se debe calcular la cantidad total d

ejemplares de cada especie presente en las unidades de muestreo en un momento determinado (Minambiente, 2016).

La restauración pasiva puede ser una técnica efectiva para impulsar la restauración de los ecosistemas costeros, siempre que se mantenga bajo control la presión humana y se resguarden las zonas degradadas de futuras alteraciones. Al facilitar la regeneración natural de los manglares, se promueve la capacidad de estos ecosistemas para resistir los efectos del cambio climático y la actividad humana (Agricultura, 2025).

CAPITULO 2. DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)

2.1 Enfoque de la Investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativo, descriptivo y comparativo, se llevó a cabo en la Estación Experimental “Latitud 0” ULEAM, ubicada en Pedernales, durante el periodo 2024-2025. El diseño de estudio complementa el monitoreo establecido en las áreas reforestadas con mangle Piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) y en zonas de control donde no se ha intervenido. Las mediciones se realizaron de forma mensual durante un lapso de 10 meses (agosto-mayo), entre 2024-2025.

2.1.1 Diseño de la investigación:

Diseño: No experimental

Enfoque: Cuantitativo y cualitativo

2.1.2 Materiales y equipo

Material vegetativo

Plántulas de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) obtenidas en el vivero de la Estación Experimental “Latitud 0” del construido en el proyecto de investigación Proyecto: Desarrollo de una unidad piloto demostrativa de restauración de Mangle

piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) en las riberas del Río Mache, predios de la estación científica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, sede Pedernales.

Equipos varios

- Formulario de recopilación de datos
- Etiquetas o marcadores
- Cinta métrica
- Machete
- Botas
- Multiparámetros
- GPS
- Gorra
- Agua
- Cámara de celular
- Fundas para muestras

2.1.3 Tiempo de recolección de datos

Esta investigación se realizó durante 10 meses desde agosto 2024 hasta mayo del 2025.

2.1.4 Tipo de investigación, nivel o alcance

Este estudio aplica prácticas de técnicas de restauración de manglares, buscando resolver problemas específicos relacionados con la degradación del mangle piñuelo en la ciudad de Pedernales. La investigación tiene como objetivo generar conocimientos que puedan ser utilizados para mejorar las prácticas de conservación y restauración ambiental en el ecosistema de manglar.

2.2 Métodos de investigación:

2.2.1 Diseño no experimental

Se implementarán dos métodos de restauración (activa y pasiva) para evaluar su efectividad en la recuperación de mangle piñuelo.

2.3 ÁREA DE ESTUDIO:

Esta investigación se llevó a cabo en los predios de la finca de la ULEAM, Pedernales, ubicada en la vía Chamanga recinto Eloy Alfaro km 35, en las siguientes coordenadas latitud $0^{\circ}14'28''\text{N}$ $79^{\circ}53'26''\text{W}$ de la Parroquia Cojimíes (figura 4).

Figura 4. Ubicación donde se realizó el monitoreo, 1 hectárea para la restauración activa y la pasiva en una piscina de 2.3 y otra de 2.1.



Fuente: Google earth (realizado por el autor).

2.3.1 Métodos cuantitativos

Recolección de datos:

Se registró el número de plántulas de *Pelliciera rhizophorae*, se midió la altura de la plántula, el número de hojas y de ramas cada mes.

Análisis de suelo:

Se realizaron análisis de pH, conductividad eléctrica, y TDS (sólidos totales disueltos).

2.3.2 Población y/o muestra:

Este estudio se realizó en los predios de Universidad ULEAM Pedernales donde llevó a cabo la restauración (activa y pasiva).

Se establecieron dos grupos de plántulas de *Pelliciera rhizophorae*: uno para restauración (activa y pasiva). Cada grupo constan con 50 plántulas cada uno para asegurar la validez estadística de los resultados.

2.4 Técnicas de investigación:

Se aplicó la técnica de aplicación sistemática en campo, enfocado en registrar de forma continua y ordenada el crecimiento y la regeneración del angle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) bajo condiciones de restauración activa y pasiva. Esta investigación se complementó con mediciones directas de variables estructurales como altura, numero de hojas y de ramas. Utilizando herramientas básicas como cinta métrica, cuaderno de campo. Los datos obtenidos fueron organizados y procesados mediante el uso de software Excel, facilitando su análisis e interpretación en función de los objetivos de restauración planteados.

2.5 Operacionalización de variables:

Tabla 2. Plan de trabajo detallado

Costo de proyecto de investigación			
Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Pasaje de bus	10	4	40
Bote	1	40	40
Alimentos	10	3	30
Botas	1	10	10
Limpieza del área de estudio	10	40	400
Análisis de suelo	2	38	76
TOTAL			596

Fuente: Autor

CAPITULO 3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1 ANALISIS DE RESULTADOS

Caracterizar las condiciones ecológicas, físico químicas e hidrológicas del sitio de restauración de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) en la Estación Experimental “Latitud 0” ULEAM.

Los análisis demostrados en la tabla 3, nos indica contenidos de ácidos disueltos con valor pH 5,67, CE 2,36 dsm3, 5,89 de materia orgánica, en cambio en restauración pasiva muestra contenidos más altos en todos los valores analizados con promedio de pH 6,46; CE 2,93; y 10,10 % de materia orgánica (anexo 11).

Tabla 3. Resultados de pH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO) del análisis de suelos.

Variables	pH	CE	MO
R activa	5,67	2,36	5,89
R pasiva	6,46	2,93	10,10

Fuente: Autor

En la tabla 4 los macronutrientes esenciales nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) aparecen en niveles muy altos en ambos tipos de restauración, pero destacan aún más en la restauración pasiva. Tal como muestra la tabla 4, tanto los macronutrientes primarios como los secundarios mantienen valores consistentemente superiores cuando dejamos que el manglar se recupere “por sí mismo”. Ahora bien, conviene recordar que un exceso de amonio puede volverse tóxico si no se gestiona con cuidado. Algo parecido ocurre con el fósforo (P): este nutriente, vital para el crecimiento de las raíces y la floración, aparece en mayor cantidad en la restauración pasiva (31,95) que en la activa (20,23), señal de un aporte más generoso y equilibrado. El azufre (S) tampoco se queda atrás: su concentración es superior en la restauración pasiva (123,29 frente a 111,20), lo que favorece la síntesis

de aminoácidos y proteínas imprescindibles para la salud de las plantas. En conjunto, estos valores sugieren que la restauración pasiva tiene una mayor capacidad para sustentar el crecimiento vegetal y mejorar la fertilidad del suelo.

Los microelementos también muestran diferencias notables. En la restauración pasiva, el cobre (Cu) alcanza $5,40 \text{ mg kg}^{-1}$ frente a los $4,70 \text{ mg kg}^{-1}$ de la restauración activa, aunque en ambos casos los niveles se consideran saludables para las plantas. El boro (B) apenas varía $1,44$ frente a $1,40 \text{ mg kg}^{-1}$ y se mantiene dentro de los márgenes óptimos. El hierro (Fe) y el zinc (Zn) sí exhiben un salto notable en la restauración pasiva ($135,50 \text{ mg kg}^{-1}$ vs. $83,10 \text{ mg kg}^{-1}$; $11,00 \text{ mg kg}^{-1}$ vs. $9,00 \text{ mg kg}^{-1}$, respectivamente), lo que se traduce en una fotosíntesis más eficiente y una mayor resistencia a patógenos. Por último, el manganeso (Mn) también destaca en el enfoque pasivo ($167,40 \text{ mg kg}^{-1}$ frente a $85,50 \text{ mg kg}^{-1}$), proporcionando a las plantas una mejor defensa contra el estrés oxidativo. En general, los microelementos en la restauración pasiva están más disponibles, lo que puede promover un crecimiento vegetal más fuerte (anexo 12).

Tabla 4. Resultados de elementos macros y microelementos en ppm

Variables	NH4	P	Cu	B	S	Fe	Zn	Mn
R activa	20,63	20,2	4,7	1,40	111,20	83,1	9	85,5
R pasiva	44,49	32	5,4	1,44	123,29	136	11	167,4

Fuente: Autor

La tabla 5 revela que las concentraciones de calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) son, en general, elevadas. No obstante, al revisar la saturación de bases, los porcentajes de Mg y K se mantienen dentro de rangos saludables, mientras que el calcio muestra valores de 66,22 % y 72,85 %. Estas cifras apuntan a un desbalance: el Ca resulta relativamente limitado frente a los otros cationes, una condición típica de suelos esméticos reconocidos por su alta retención de agua y su estructura algo compacta donde el potasio suele predominar. Este panorama subraya la necesidad de ajustar el plan de

fertilización para incrementar la disponibilidad de calcio y restablecer un equilibrio nutritivo adecuado en el suelo (anexo 13).

Tabla 5. Resultados de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) para calcio, magnesio y potasio

Variables	Ca	Mg	K	CIC	% Ca	% Mg	% K
R activa	12	3,75	2,37	18,12	66,2	21	13,07
R pasiva	15	3,92	1,67	20,59	72,9	19	8,11

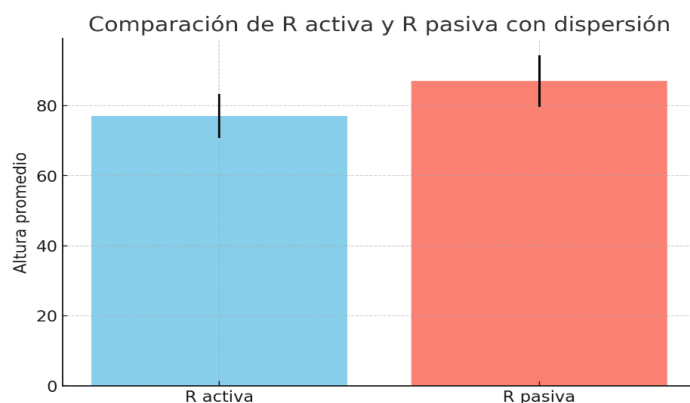
Fuente: Autor

3.2 Caracterización de crecimiento de mangle piñuelo

Durante el monitoreo de 50 plántulas de la restauración activa y pasiva durante 10 meses, entre agosto de 2024 y mayo de 2025 se mostró un crecimiento continuo en la cual se monitorearon 3 variables: altura (cm), número de hojas y número de ramas, tanto como activas y pasivas.

De acuerdo a mi segundo objetivo en los resultados indica que en la restauración pasiva presento un mayor desarrollo en comparación con la restauración activa, esta diferencia se mantuvo en forma constante a lo largo del monitoreo, donde las pasivas alcanzaron un promedio de 87 cm a diferencia de las activas con un promedio de 77 cm (Figura 5).

Figura 5. Comparación de crecimiento de la restauración activa y pasiva (Promedio de la altura en cm)



Fuente: Autor

Y en la tabla 6. Nos indica que la restauración pasiva podría ser más eficiente en cuanto al crecimiento de plántulas en comparación con la restauración activa.

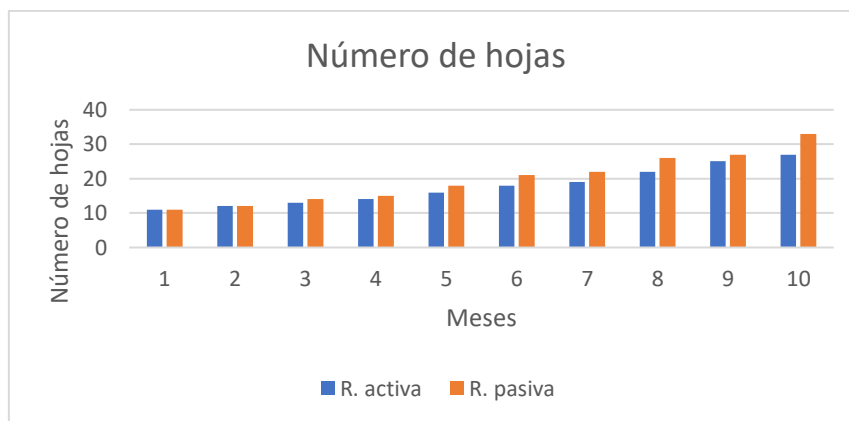
Tabla 6. Crecimiento en altura de las plantas en restauración activa y pasiva

	Altura activa	Altura pasiva
Valido	449	469
Ausente	51	31
Media	76.63	92.14
Desviación estándar	14.37	18.81
Mínimo	0.000	42.00
Máximo	105.0	133.0

Fuente: Autor

El análisis del número de hojas en el mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) durante 10 meses muestra un crecimiento progresivo en ambas técnicas de restauración, activa y pasiva, evidenciando un buen desarrollo de las plantas. Sin embargo, a partir del quinto mes se observa una ventaja de la restauración pasiva sobre la activa, alcanzando en el mes diez alrededor de 34 hojas frente a 27, respectivamente. Esto indica que la restauración pasiva favorece un mayor desarrollo foliar, posiblemente por la menor intervención humana y la adaptación más natural de las plántulas al entorno, lo que sugiere que esta estrategia resulta más eficiente en términos de producción de hojas. (Figura 6).

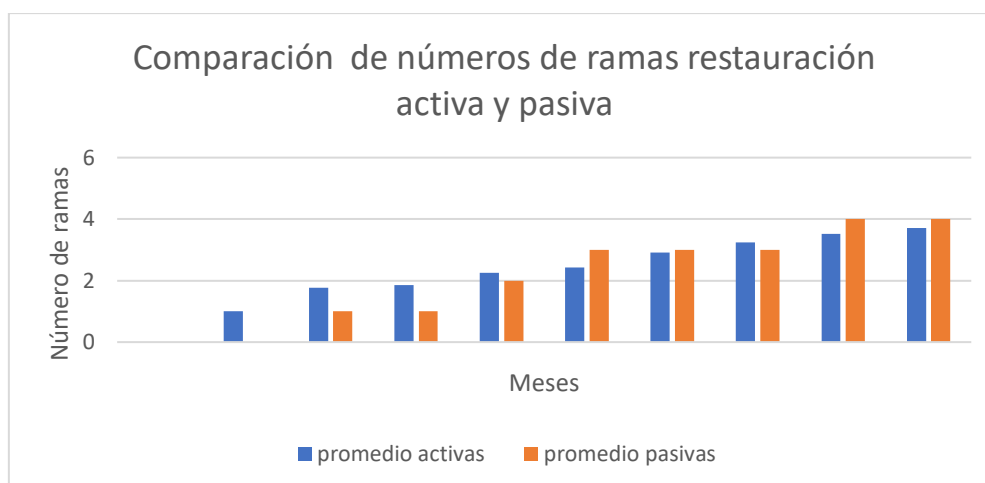
Figura 6. Comparación de número de hojas en la restauración activa y pasiva



Fuente: Autor

A lo largo del tiempo, el número de ramas en el mangle piñuelo aumentó de forma constante en ambas modalidades de restauración. En los primeros meses, la restauración activa mostró un inicio más rápido en la formación de ramas, mientras que la pasiva se mantuvo un poco más lenta. Sin embargo, conforme avanzaron los meses, la restauración pasiva alcanzó y superó ligeramente a la activa, logrando en los últimos registros un promedio cercano a 4 ramas, frente a 3 en la activa por mes. Esto indica que, aunque la restauración activa favorece una ramificación temprana, la pasiva resulta más ventajosa a largo plazo al permitir que las plantas desarrollen un mayor número de ramas. (Figura 7).

Figura 7. Número de ramas en las diferentes formas de restauración.



Fuente: Autor

Tasa de supervivencia

En este estudio se monitorearon 50 plántulas en cada restauración. En la activa, 7 plántulas se murieron, resultando una tasa de supervivencia del 86%. En la pasiva, 4 plántulas murieron, lo que da una tasa de supervivencia del 92%. Estos resultados indican que ambos métodos fueron efectivos, siendo la tasa de restauración pasiva ligeramente más exitosa. La tasa de supervivencia es un indicador clave para evaluar la efectividad de cada enfoque en la restauración del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*).

Tasa de supervivencia de la restauración activa

tasa de supervivencia= (Número de plántulas vivas/Número de plántulas plantadas) x100

$$\text{tasa de supervivencia} = (43/50) \times 100 = 86\%$$

Tasa de supervivencia de la restauración pasiva

$$\text{tasa de supervivencia} = (46/50) \times 100 = 92\%$$

Tabla 7. Contraste *t* para una muestra de la restauración pasiva

	t	gl	p	Diferencia de Medias
Mes 1	35.94	49	< .001	77.48
Mes 2	29.14	49	< .001	78.80
Mes 3	25.83	49	< .001	80.50
Mes 4	20.71	49	< .001	80.72
Mes 5	20.71	49	< .001	83.64
Mes 6	20.35	49	< .001	86.88
Mes 7	20.30	49	< .001	89.91
Mes 8	20.20	49	< .001	93.02
Mes 9	20.18	49	< .001	95.64
Mes 10	20.00	49	< .001	97.68

Nota. Contraste *t* de Student.

Nota. Para el Contraste *t* de Student, la hipótesis alternativa indica que la media es diferente a 0.

Fuente: Autor

El contraste *t* para una muestra de la restauración pasiva, muestra que en todos los meses la media es significativamente diferente de cero ($p < .001$). Además, la diferencia de medias aumenta de forma constante desde 77.48 en el mes 1 hasta 97.68 en el mes 10,

lo que evidencia un crecimiento sostenido y estadísticamente sólido en la variable analizada.

Eso significa que la probabilidad de que los resultados se deban al azar es prácticamente nula, por lo tanto, la diferencia de medias observada es estadísticamente confiable.

Tabla 8. *Contraste T para Una Muestra de la restauración activa*

	t	Gl	p	Diferencia de Medias
Mes 1	33.79	42	< .001	67.42
Mes 2	33.85	42	< .001	69.86
Mes 3	36.43	42	< .001	71.40
Mes 4	37.88	42	< .001	74.34
Mes 5	39.98	42	< .001	76.55
Mes 6	40.28	42	< .001	78.38
Mes 7	40.76	42	< .001	80.20
Mes 8	42.30	42	< .001	82.06
Mes 9	43.38	42	< .001	84.02
Mes 10	30.47	42	< .001	83.92

Nota. Contraste t de Student.

Nota. Para el Contraste t de Student, la hipótesis alternativa indica que la media es diferente a 0.

Fuente: Autor

El contraste t para una muestra aplicado a la restauración activa evidencia que en todos los meses la media es significativamente diferente de cero ($p < .001$), lo que demuestra la solidez estadística de los resultados, con un incremento progresivo de la diferencia de medias desde 67.42 en el mes 1 hasta 84.02 en el mes 9, estabilizándose en 83.92 en el mes 10. Esto indica un **efecto positivo, sostenido y confiable** en el tiempo.

3.3 Protocolo de restauración de mangle piñuelo (*P. rhizophorae*).

Objetivo:

Promover la restauración y conservación de las áreas degradadas donde crece el mangle piñuelo, con el fin de recuperar tanto el ecosistema como la biodiversidad que depende de él.

Área de restauración:

Seleccionar y delimitar con precisión la zona de intervención, asegurándose de que se trate de un ecosistema de manglar afectado por la degradación ambiental o el impacto de actividades humanas.

Evaluación inicial:

Antes de empezar el con el proceso de restauración o instalación de vivero, se debe realizar una limpieza del área. Esto nos permite ver con mayor precisión el estado del terreno y reconocer las amenazas claves para corregir y llevar una buena siembra.

Construcción de vivero:

Ubicar el vivero cerca del manglar, con acceso a agua salobre o de estuario.

Preparar el sitio:

- Limpiar el área de desechos y materiales invasivos.
- Reparar el suelo si es necesario.

Recolección de semilla:

Recoger plántulas o semillas maduras directamente de los árboles de manglar.

Plantación:

La siembra en el lugar definitivo se debe realizar observando que la marea riegue a las plantas pero que tampoco las inunde al 100% por que las puede dañar con el peso del agua y con los materiales que arrastra la subida y bajada de la marea.

Cuidados Post-Plantación:

- Monitorear

- Revisar periódicamente la plantación para detectar la presencia de plagas que podría ser insectos, moluscos, crustáceos, etc. Y para evitar la presencia de malas hierbas en la plantación.

- Realizar limpiezas mensuales para evitar la intervención de otras especies.

Monitoreo y evaluación:

- Implementar monitoreos seguidos para evaluar el crecimiento y la supervivencia de las plántulas.

Educación y sensibilización:

- Involucrar a la comunidad, para que sepan cual es la importancia de los ecosistemas de los mangles.

- Motivar a participar a actividades de protección y restauración.

Informe final:

- Elaborar un informe que incluya resultados obtenidos y recomendaciones para futuras restauraciones.

3.4 DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis de suelo muestran diferencias claras entre las parcelas de restauración activa y pasiva. En la restauración pasiva, el pH fue más cercano a la neutralidad (6,46) y la materia orgánica alcanzó un valor superior (10,10 %), mientras que en la activa los valores fueron menores (pH 5,67 y MO 5,89 %). Estos hallazgos sugieren que, al dejar que el ecosistema siga su curso, los procesos naturales de descomposición y aporte de nutrientes se mantienen más equilibrados. Como señala Ramírez (2005), los manglares son ecosistemas de alta productividad donde el reciclaje constante de nutrientes es esencial para sostener el crecimiento de la vegetación.

En cuanto a los macronutrientes, tanto el nitrógeno como el fósforo y el azufre fueron más altos en la restauración pasiva. Este mayor aporte favorece el desarrollo de raíces y hojas, así como la síntesis de proteínas necesarias para la planta. Según Alongi (2014), la productividad de los manglares depende en gran medida de la disponibilidad de estos nutrientes, los cuales impulsan la formación de cadenas tróficas complejas.

Los microelementos también reflejan esta ventaja de la restauración pasiva. Elementos como hierro, zinc y manganeso alcanzaron valores significativamente mayores, lo que contribuye a una fotosíntesis más eficiente y a una mayor resistencia frente a patógenos. Von Prah (1987) ya había señalado que la salud del mangle piñuelo depende en gran medida de la calidad de suelos fangosos y de la interacción con organismos asociados, lo cual se ve reflejado en la capacidad de sus raíces para prosperar en condiciones adversas.

Finalmente, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la distribución de cationes muestran que, aunque existe un ligero desbalance en los porcentajes de calcio, magnesio y potasio, la restauración pasiva mantiene mejores condiciones de fertilidad general. Estos resultados son coherentes con lo observado por Morales et al. (2023), quienes destacan que los procesos naturales de regeneración del mangle piñuelo favorecen la estructura del suelo y mejoran la disponibilidad de nutrientes para las plántulas.

En síntesis, los análisis de suelo refuerzan la idea de que la restauración pasiva genera un ambiente más fértil y estable para el crecimiento del mangle piñuelo. No obstante, esto no significa descartar la restauración activa, ya que en suelos muy degradados la intervención humana puede ser la única vía para recuperar las condiciones ecológicas mínimas necesarias (Duke, 2020).

Los resultados obtenidos evidencian que la restauración pasiva del mangle piñuelo presentó mejores indicadores de crecimiento en comparación con la restauración activa. Las plántulas en regeneración natural alcanzaron mayor altura, más hojas y un promedio superior de ramas, lo que demuestra que cuando las condiciones ambientales son favorables, la naturaleza posee una gran capacidad de recuperación. Este hallazgo coincide con lo planteado por Morales et al. (2023), quienes destacan que las estrategias de propagación del *Pelliciera rhizophorae* deben aprovechar su propia resiliencia ecológica, siempre que se reduzca la presión antrópica.

Por otro lado, la restauración activa, aunque mostró menor desarrollo en las plántulas, sigue siendo una herramienta clave para recuperar zonas donde la regeneración natural es limitada. Tal como señala Ram et al. (2021), la plantación asistida puede acelerar la recuperación de funciones ecológicas, aun cuando la diversidad inicial y el vigor de las plantas no alcancen de inmediato los niveles de la regeneración pasiva. Esto se observa en la supervivencia de las plántulas en la presente investigación, donde, pese a las dificultades en el trasplante y el daño de raíces, se logró mantener un 86 % de éxito.

Los análisis de suelo refuerzan esta diferencia: en la restauración pasiva se encontraron mayores concentraciones de nutrientes y materia orgánica, lo que favorece la fertilidad del sustrato y un crecimiento más robusto. Este resultado coincide con lo indicado por Alongi (2014), quien señala que los manglares con mayor productividad orgánica sostienen cadenas alimenticias más complejas y resilientes.

Sin embargo, es importante subrayar que la restauración activa ofrece ventajas estratégicas en áreas degradadas por actividades como la camaronera o la deforestación, donde el ecosistema ha perdido su capacidad de regenerarse por sí mismo (Duke, 2020). En estos casos, la intervención humana permite reintroducir individuos y restablecer el equilibrio del bosque.

En conjunto, los resultados sugieren que no existe un único camino para recuperar al mangle piñuelo. La restauración pasiva puede ser más eficiente en términos de crecimiento y supervivencia, mientras que la activa es necesaria cuando el grado de degradación es mayor. Ambas son complementarias y, al ser aplicadas de forma integrada, pueden garantizar la conservación de esta especie catalogada como vulnerable a nivel global (Rueda et al., 2022).

Más allá de los datos técnicos, la restauración del mangle piñuelo tiene un profundo significado social. Estos bosques no solo almacenan carbono y protegen las costas frente a la erosión, sino que también sostienen los medios de vida de las comunidades locales, que dependen de ellos para la pesca, la recolección y la protección frente a fenómenos climáticos extremos (Von Prahl, 2017; Morales et al., 2023). De esta manera, restaurar el mangle piñuelo significa también restaurar la esperanza de quienes conviven diariamente con este ecosistema.

3.4 CONTESTACIÓN A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las condiciones ecológicas, físico-químicas e hidrológicas que caracterizan el área de restauración en la Estación Experimental “Latitud 0” ULEAM?

Los suelos en las parcelas de restauración activa presentaron pH promedio 5,67, conductividad eléctrica (CE) $2,36 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y materia orgánica 5,89 %. En las parcelas de restauración pasiva el pH fue 6,46, CE $2,93 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y materia orgánica 10,10 %, lo que indica suelos más neutros y mayor contenido orgánico en la restauración pasiva.

Los macronutrientes (NH_4 , P, S) y microelementos (Fe, Zn, Mn, Cu) se encontraron más concentrados en los sitios pasivos; por ejemplo, NH_4 fue 44,49 (pasiva) vs 20,63 (activa)

y Fe 136 (pasiva) vs 83,1 (activa), lo que indica mayor fertilidad y disponibilidad de micronutrientes en la restauración pasiva.

La capacidad de intercambio catiónico y la distribución de Ca, Mg y K muestran un desequilibrio iónico típico de suelos manglarinos; en general la pasiva mostró CIC y saturación de bases ligeramente superiores, pero con necesidad de ajustar calcio para equilibrar la nutrición.

¿Qué diferencias existen en el crecimiento y desarrollo de las plantas de *Pelliciera rhizophorae* entre restauración activa y pasiva?

Crecimiento en altura (promedio 10 meses): Restauración pasiva = 98 cm, restauración activa = 84 cm.

Número de hojas: Pasiva = 32 hojas, Activa = 27 hojas.

Número de ramas: Pasivas= 4 ramas, Activas = 3 ramas cada mes, ambas mostraron comportamientos similares durante parte del monitoreo; en algunos meses las activas presentaron mayor ramificación, pero en general la pasiva mostró mejor desarrollo vegetativo global.

Tasa de supervivencia: Restauración pasiva 92% (46/50), Restauración activa 86% (43/50). Estos indicadores señalan que la restauración pasiva en las piscinas/camaroneras en desuso favoreció tanto supervivencia como crecimiento vegetativo en el periodo de estudio.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la restauración pasiva brinda mejores condiciones para el crecimiento de las plántulas, gracias a suelos ricos en nutrientes, con pH cercano a la neutralidad y buena cantidad de materia orgánica. Esto se refleja en un mayor desarrollo en altura, hojas y ramas. No obstante, con el tiempo, las plantas tienden a agruparse densamente, lo que limita su crecimiento, y algunas pueden morir al alcanzar aproximadamente 2 metros.

En la restauración activa, el crecimiento se ve afectado por la fragilidad de las raíces, que se dañan fácilmente durante la recolección, el trasplante y la siembra, reduciendo su desarrollo comparado con la restauración pasiva. A pesar de estas diferencias, los resultados indican que la recuperación de vegetación dentro de camaroneras en desuso es posible, siempre que se respete el tiempo necesario para que los ecosistemas se regeneren de manera natural y sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

- Agearth. (2021). Manglares ¿Qué son? ¿Cuál es su importancia? Agearthecuador.org.
<https://www.earthecuador.org/wp2020/2021/02/03/manglares-que-son-cuales-su-importancia/>
- Agricultura. (2025). *Restauración de mangles para proteger endemismos costeros*.
 Agricultura. <https://agriculturawiki.com/restauracion-de-mangles-para-proteger-endemismos-costeros/>
- Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review of Marine Science*, 6, 195–219. <https://doi.org/10.3390/f11090977>
- Álvarez, R. (2003). Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. Redalyc.org.
<https://www.redalyc.org/pdf/617/61790101.pdf>
- Antonia, M. (2014). *La Luz Verde ¿Qué son los manglares?* Blogspot.com.
<https://laluzverdevdaluz.blogspot.com/2014/03/que-son-los-manglares.html>
- Arboretum. (2020). *Mora oleifera*. Arboretum. <https://osa-arboretum.org/plant/mora-oleifera/>
- Berdiales, J. A., González, C., & Vega, A. (2023). Vista de restauración con mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) de áreas alteradas en el bosque inundable de manglar en una región del pacífico. Up.ac.pa.
<https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/3440/2941>

Biodiversidad. (2024). helecho marino (*Acrostichum aureum*). *Biodiversidad*.

<https://ecobiodiversidad.pireca.com/helecho-marino-acrostichum-aureum/>

Blanco Libreros, J., Estrada Urrea, E., Pérez Montalvo, R., Taborda Marín, A., Álvarez León, R. (2015). Influencia antrópica en el paisaje de las poblaciones de *Pelliciera rhizophorae* (Ericales: Tetrameristaceae) más sureñas del Caribe (Turbo, Colombia). Edu.co.

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/28811/1/BlancoJuan_2015_InfluenciaAntropicapaisaje.pdf

Blanco-Libreros, J. F., Estrada-Urrea, E. A., & Pérez-Montalvo, R. J. (2016). *Influencia antrópica en el paisaje de las poblaciones de Pelliciera rhizophorae en Turbo, Colombia*. Universidad de Antioquia. Recuperado de

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/28811>

Bordino, J. (2023). Manglares: qué son, tipos, flora y fauna. *geoenciclopedia.com*.

<https://www.geoenciclopedia.com/manglares-que-son-tipos-flora-y-fauna-713.html>

Castañeda, Y. R., Ayala, D. G., & Ruiz, L. P. (2016). Carbono Biomásico en suelos de manglar en el delta del río Ranchería-brazo el Riíto, la Guajira, Colombia. REVISTA DE LA ASOCIACION COLOMBIANA DE CIENCIAS

BIOLOGICAS, 1(28), 77–83. <https://revistaacsb.org/r/index.php/acsb/article/view/126>

carjbr. (2018). *MANGLARES*. Blogspot.com. <https://mangroves-for-manglares.blogspot.com/2018/12/tipos-de-mangles.html>

Cornejo, X. (2014). *ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LOS MANGLARES DEL ECUADOR*.

Edu.ec. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55818.pdf>

Duke, N. C. (2020). A systematic revision of the vulnerable mangrove

genus *Pelliciera* (Tetrameristaceae) in equatorial America. *Blumea: Tijdschrift*

Voor de Systematiek En de Geografie der Planten: A Journal of Plant Taxonomy and Plant Geography, 65(2), 107–120.

<https://doi.org/10.3767/blumea.2020.65.02.04>

Editorial Grudemi. (2019). ¿Qué es un manglar? - Función y ubicación en el mundo.

Enciclopedia Iberoamericana. <https://enciclopediaiberoamericana.com/manglar/>

Forestal, M. (2021). El mangle piñuela - *Pelliciera rhizophora* - MundoForestal. Mundo

Forestal. <https://www.elmundoforestal.com/portfolio/mangle-pinuela/>

Madrid L., Zambrano D. y Barcia E. (2019). Restauración poblacional del mangle

piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) en el río Mache. Primer Congreso Manglares de América. Universidad Espíritu Santo. Samborondón. Ecuador. 230- 239.

<https://uees.edu.ec/descargas/libros/2020/manglares-del-ecuador.pdf>

Martínez, L. M. N. (2016). *Ecosistema de manglar*. Gov.co.

[https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-](https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/09/ECOSISTEMA-DE-MANGLAR-septiembre-1-de-2016-2-.pdf)

[content/uploads/2016/09/ECOSISTEMA-DE-MANGLAR-septiembre-1-de-2016-2-.pdf](https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/09/ECOSISTEMA-DE-MANGLAR-septiembre-1-de-2016-2-.pdf)

Minambiente. (2016). 4.1 ¿Qué es y qué pretende el GREM? Gov.co.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Anexo-4.-Guia-de-restauracion-de-ecosistemas-de-manglar-en-Colombia.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Grupo de Restauración Ecológica

GREUNAL (Universidad Nacional de Colombia). (2012). Anexo 8: Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia [PDF]. https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf

Molina Moreira, N., Grazia Rodríguez, M., & Macías Tulcán, M. (2024). *Guía de manglares del Ecuador Un estudio entre la academia y el saber de las comunidades*. Edu.ec. <https://uees.edu.ec/descargas/libros/2024/guia-de-manglares-del-ecuador.pdf>

Morales Avendaño, E., Madrid Jiménez, L., Villegas Rosado, J., Navarrete Pinargote, G., Arroyo Ruiz, M., & Cornejo, X. (2023). Estrategias de propagación del Mangle Piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), sector Uleam, río Mache, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 17(2). <https://doi.org/10.53591/cna.v17i2.2639>

Mundial, B. (2019). *Cinco razones para cuidar los manglares*. World Bank; Banco Mundial. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/01/17/cinco-razones-para-cuidar-los-manglares>

Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). *Impactos de la contaminación sobre los manglares de ecuador*. 375–419. https://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/e2NhcNBLdGE6J2VzY3JpdG8nLCB1dWlkOic4YjJkN2IzOC04NTU3LTQ4MTctODQ0NS0zMmM1NzJiMmJkZmIucGRmJ30=

- Piñuelo Pelliciera rhizophorae (Theaceae) en el Pacífico colombiano. *Actualidades Biológicas*, 15(58), 117–122. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330102>
- Ram, M. A., Caughlin, T. T., & Roopsind, A. (2021). Active restoration leads to rapid recovery of aboveground biomass but limited recovery of fish diversity in planted mangrove forests of the North Brazil Shelf. *Restoration Ecology*, 29(5). <https://doi.org/10.1111/rec.13400>
- Ramírez, L. (2005). Factores que afectan la propagación y establecimiento de *Avicennia germinans* L. En ambientes degradados de regiones semiáridas subtropicales. Uprn.edu. <https://scholar.uprm.edu/server/api/core/bitstreams/c94468fe-22bd-4064-97b7-d2defa7f9d29/content>
- Ramírez-Ruiz, K. C. (2020). *Factores naturales y antropogénicos que afectan la ocurrencia de Pelliciera spp. (Tr&Pl) en el Caribe y Pacífico Colombiano* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional. Recuperado de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/42432>
- Restauración del Ecosistema de Manglar* -. (2021). Gov.co. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-marinos-costeros-y-recursos-acuaticos/restauracion-del-ecosistema-de-manglar/>
- Rueda, C., Santiago Madrinan (Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia), & Contreras, M. P. (2022). IUCN Red List of Threatened Species: Pelliciera rhizophorae. *IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org/species/233987400/152068879->

- Triana & Planch. (1862). *Pelliciera rhizophorae* Triana & Planch. Plants of the World Online. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:829218-1>
- Villamil. (2014). *Guía de restauración de ecosistemas de manglar en Colombia*. Gov.co. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Anexo-4.-Guia-de-restauracion-de-ecosistemas-de-manglar-en-Colombia.pdf>
- Von Neumann, J. (2023). *Vegetación asociada a los manglares de la bahía de Cupica, Bahía Solano, Chocó. 2017*. Biodiversidad.Co. <https://ipt.biodiversidad.co/iiap/resource?r=floramanglarescupicaiiap2017>
- Von Prah, H. (1986). Notas sobre la historia natural del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae* Theaceae) en el Pacífico colombiano. *Actualidades Biológicas*, 15(58), 117-122. Recuperado de <https://biblat.unam.mx/es/revista/actualidades-biologicas/articulo/notas-sobre-la-historia-natural-del-mangle-pinuelo-pelliciera-rhizophorae-theaceae-en-el-pacifico-colombiano>
- Von Prah, H. (1987). Vista de Notas sobre la historia natural del mangle Piñuelo *Pelliciera rhizophorae* (Theaceae) en el Pacífico colombiano. Edu.co. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/330102/20786388>
- Von Prah, H. (2017). Notas sobre la historia natural del mangle Piñuelo *Pelliciera rhizophorae* (Theaceae) en el Pacífico colombiano. *Actualidades Biológicas*, 15(58), 117–122. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.330102>
- Zambrano Barcia, T. A., et al. (2024). Characterization of the physical and chemical components of mangrove mud in the Cojimíes River Estuary, Latitude 0

Experimental Station located in the Mache River. *Revista de Gestión Social y Ambiental*, 18(5), 1–13. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n5-113>

Zambrano Muñoz, B. J. (2024). Evaluación de diferentes estados de semillas mangle piñuelo (*Pelliciera. rhizophorae*) en la Estación Experimental “Latitud 0”, Pedernales 2024. Edu.ec. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/674>

ANEXOS

Anexo 1. Mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*).



Anexo 2. Flor del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*).



Anexo 3. Semilla del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*).



Anexo 4. Reconocimiento del área de estudio con el tutor.



Anexo 5. Toma de medidas restauración Activa y pasiva



Anexo 6. Conteo de hojas y ramas y toma de medidas.



Anexo 7. Limpieza de maleza**Anexo 8. Recolección de lodo para los análisis**

Anexo 9. Análisis de suelo restauración activa



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sra. GEMA NAVARRETE	Número Muestra:	337
Propiedad:		Fecha de ingreso:	18/7/2025
Cultivo:	LODO DE MANGLAR	Impreso:	4/8/2025
Identificación	PISCINA 1	Fecha de Entrega:	6/8/2025

Identificación del lote: RESTAURACIÓN ACTIVA

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
En Agua	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
5.67	2.36	5.89	20.63	26.23	111.20	2.37	12.00	3.75
Me.Ac.	M.S.	A	B	A	A	A	A	A

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			18.12				4.70	1.40
			A	CLASE TEXTURAL:			A	A

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
83.1	9.00	85.50	3.20	1.58	6.65
A	A	A	O	B	B

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenos-B = Bajo		Ac. = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	MD.S. = Moderadamente Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Ácido	F.S.= Fuertemente Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH4	Colorimetría	Oslen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo-Agua (1:2.5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N

Dr. Luz María Martínez
LABORATORISTA

Calle Río Chumbia N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Anexo 10. Análisis de suelo restauración pasiva



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente				Referencia			
Cliente:	Sra. GEMA NAVARRETE			Número Muestra:	338		
Propiedad:				Fecha de ingreso:	18/7/2025		
Cultivo:	LODO DE MANGLAR			Impreso:	4/5/2025		
Identificación	PISCINA 2			Fecha de Entrega:	8/8/2025		

Identificación del lote: RESTAURACIÓN PASIVA

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
En Agua	ds/m	%		ppm		meq/100 g		
6,46	2,93	10,10	44,49	31,95	123,29	1,67	15,00	3,92
L.Ac.	S	A	A	A	A	A	A	A

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B	
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm		
				20,59			5,40	1,44	
				A	CLASE TEXTURAL:			A	A

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm			R1	R2	R3
135,5	11,00	167,40	3,83	2,35	11,33
A	A	A	O	B	B

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	MD.S. = Moderadamente Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Ácido	F.S.= Fuertemente Salino
LI. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	S.= Salino

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH4 ⁺	Colorimetría	Clsen
K, Ca, Mg	Atención	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
B	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Wakely y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N



Dra. Luz María Martínez

LABORATORISTA

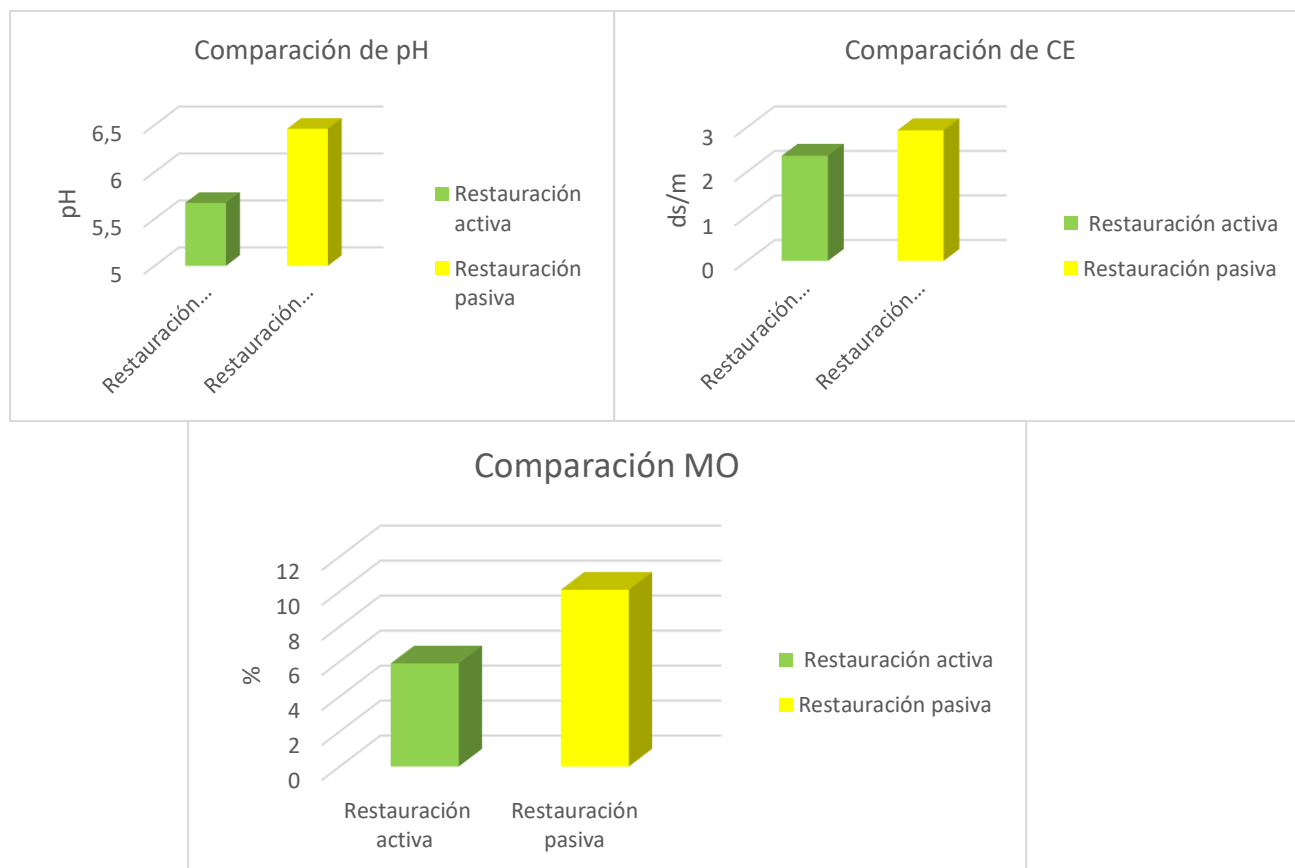


Calle Río Chumbira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Arcoíris margen izquierdo)

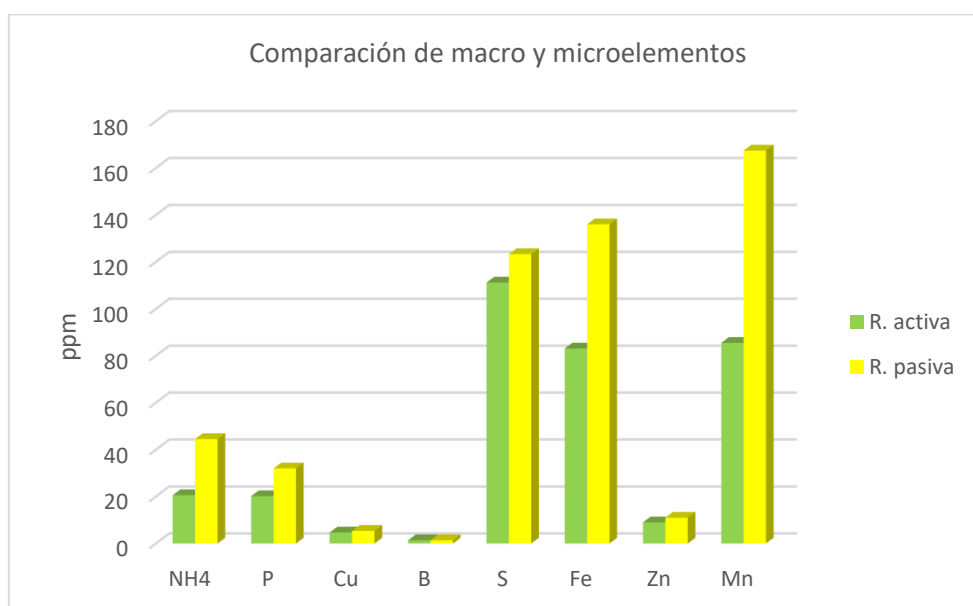
Teléfono: 2752-607

M&J

Anexo 11. Resultados de pH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (MO) del análisis de suelo.



Anexo 12. Resultados de elementos macros y microelementos en ppm.



Anexo 13. Resultados de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) para calcio, magnesio y potasio.

