

# UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ – EXTENSIÓN PEDERNALES



Proyecto de tesis previo a la obtención del título de  
Biología

## TÍTULO:

**“Evaluación de diferentes estados de semillas mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) en la Estación Experimental Latitud 0, Pedernales 2024”**

**AUTOR (A)**

Byron Josué Zambrano Muñoz

**TUTOR (A)**

Ing. Tyrone Antonio Zambrano Barcia Mg.

**PEDERNALES – ECUADOR  
2024**

## **Dedicatoria**

A mi madre Nancy Muñoz por apoyarme mientras estaba en muchos procesos ella fue mi pilar fundamental durante toda mi vida.

A mi hermana Rebeca zambrano la cual está siempre pendiente de mi a pesar de todas las peleas me das mucho animo a seguir con todo

A mi amada Gelen Yin, la cual ha seguido apoyándome moralmente con todo mis estudios y sobre todo el valor de la vida junto a ella.

A mi abuela querida Cristina que siempre me apoyo incondicional y demasiadas enseñanzas a lo largo de mi vida y trayecto académico.

y por último mis queridos amigos, Alan, Jeixon, Lucho, Itatí, quienes a pesar de todo son muy importantes para animar y brindarme su grata amistad.

## **Agradecimiento**

Mis más gratos deseos a mi querida familia por todo el apoyo, para mi madre quien ha luchado mucho cuando no teníamos nada pudo hacerlo realidad que sus hijos seamos estudiados con todo su apoyo emocional y factores económicos los cuales siempre has sido escasos, pero gracias mama por tus grandes esfuerzos.

A mi hermana que ha sido un pilar fundamental la cual siempre me ayudo con sus consejos Y su sabiduría a lo largo de mi carrera quien a pesar de todo la amo mucho.

A mi querida enamorada, la cual esta desde hace muchos años apoyándome con sus palabras y todo su amor me ha impulsado a seguir con mis estudios y quien ha influido mucho en mi vida estos 8 años la amo y le estoy agradecido por todo.

A mi querido Alan quien en muchas ocasiones me apoyo con su humilde hogar y me fue de mucha ayuda y me eso muy fuerte a pesar de todas las cosas que pasaban y bueno le estoy eternamente agradecido.

## Resumen

Los manglares subtropicales de Colombia, Ecuador son fundamentales para el desarrollo y conservación de ecosistemas costeros. Este texto analiza la regeneración de *P. rhizophorae* y su tasa de crecimiento bajo diversas condiciones ambientales. Los resultados y las pruebas estadísticas se dieron mediante el programa infostar los cuales se realizo vario parmetro de la platanta los cuales muestran que su desarrollo depende de factores físicos y climáticos. En el primer ciclo de cultivo, el crecimiento alcanzó un máximo de 1 cm, con un diámetro de hasta 0.4 mm, hojas de 1 cm de ancho y una longitud máxima de 1.5 cm. Estas cifras están influenciadas por condiciones ambientales, como temperaturas superiores a 28 °C, ya que la especie no tolera una elevada exposición al sol. Durante el segundo ciclo, el crecimiento mejoró en condiciones climáticas favorables, aunque algunas plantas no resistieron los cambios de temperatura. Se concluye que los viveros de bajo costo son una estrategia eficaz y rentable para promover el crecimiento poblacional de *P. rhizophorae*. Este trabajo también examina percepciones, barreras y oportunidades para la conservación de manglares, resaltando su valor ecológico, social. Los manglares ofrecen servicios ecosistémicos esenciales, como la captura de carbono y la protección costera, pero enfrentan desafíos significativos, y el desconocimiento de su importancia. Sin embargo, se identifican oportunidades, Se proponen estrategias para fortalecer la gestión comunitaria, fomentar alianzas público-privadas y restaurar activamente los manglares. Estas acciones son cruciales para la repoblación ecologica, la lucha contra el cambio climático y la protección de la biodiversidad costera. Este estudio aporta un marco de referencia para la conservación de los manglares como aliados esenciales en el contexto local y regional, destacando su relevancia en la sostenibilidad ambiental.

Palabras claves: ecológica, ecosistémicos, costa, condiciones, temperaturas.

## **Abstract**

The subtropical mangroves of Colombia and Ecuador are essential for the development and conservation of coastal ecosystems. This text analyzes the regeneration of *P. rhizophorae* and its growth rate under various environmental conditions. The results and statistical tests were performed using the infostar program, which performed various plant parameters, which show that its development depends on physical and climatic factors. In the first cultivation cycle, growth reached a maximum of 1 cm, with a diameter of up to 0.4 mm, leaves 1 cm wide and a maximum length of 1.5 cm. These figures are influenced by environmental conditions, such as temperatures above 28 °C, since the species does not tolerate high sun exposure. During the second cycle, growth improved under favorable climatic conditions, although some plants did not resist temperature changes. It is concluded that low-cost nurseries are an effective and profitable strategy to promote population growth of *P. rhizophorae*. This paper also examines perceptions, barriers and opportunities for mangrove conservation, highlighting their ecological and social value. Mangroves provide essential ecosystem services, such as carbon sequestration and coastal protection, but face significant challenges and lack of awareness of their importance. However, opportunities are identified, strategies are proposed to strengthen community management, foster public-private partnerships and actively restore mangroves. These actions are crucial for ecological repopulation, combating climate change and protecting coastal biodiversity. This study provides a framework for the conservation of mangroves as essential allies in the local and regional context, highlighting their relevance in environmental sustainability.

Keywords: ecological, ecosystem, coast, conditions, temperatures.

 <b>Uleam</b> <small>UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ</small>	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A).</b>	<b>CÓDIGO:</b> PAT-04-F-004
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	<b>REVISIÓN:</b> 1
	Página 1 de 1	

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutora de la extensión Pedernales de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular y/o Trabajo de Investigación bajo la autoría del estudiante BYRON JOSUE ZAMBRANO MUÑOZ legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESTADOS DE SEMILLAS MANGLE PIÑUELO (PELLICIERA. RHYZOPHORAE) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LATITUD 0, PEDERNALES 2024"**.

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, 13 de diciembre de 2024.

Lo certifico,



ING. Tyrone Antonio Zambrano Barcia Mg.  
**Docente Tutor a**  
**Área: Ciencias de la Vida**

**Nota 1:** Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

**Nota 2:** Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

## CERTIFICACION DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACION

El tribunal evaluador Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera modalidad Proyecto de Investigación titulado: "EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESTADOS DE SEMILLAS MANGLE PIÑUELO (*pelliciera rhizophorae*) EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LATITUD 0, PEDERNALES 2024". Realizado y concluido por la Sr. Byron Josue Zambrano Muñoz a 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, 29 de enero del 2025.

Para dar testimonio y autenticidad firman:

  
Ing. Derji Alava  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

  
Ing. Renato Mendieta  
Miembro del tribunal

  
ing. Carmelo Menéndez.  
Miembro del tribunal

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	II
Agradecimiento .....	III
Resumen .....	IV
Abstract .....	V
1 CAPITULO.....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Hipótesis .....	3
1.3.1 Identificación de variables .....	3
1.4 Objetivos del proyecto .....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivo Específicos: .....	4
1.5 Justificación .....	5
1.6 Marco teórico .....	6
1.6.1 Antecedentes .....	6
1.6.2 Taxonomía .....	7

1.6.3	Característica del mangle <i>Pelliciera rhyzophorae</i> .....	7
1.6.4	Estructura Vegetativa.....	8
1.6.5	Flores y Reproducción .....	8
1.6.6	Adaptaciones al Medio Ambiente.....	9
2	CAPÍTULO 2.....	10
2.1	Enfoque de investigación.....	10
2.1.1	Condiciones de germinación y formación. ....	10
2.1.2	Crecimiento en jardines de infancia.....	10
2.1.3	Factores que afectan la mortalidad .....	10
2.2	Diseño de la investigación .....	11
2.2.1	Metodología para la propagación del mangle piñuelo.....	11
2.2.2	Duración.....	12
2.2.3	Información climática .....	12
2.2.4	Equipo y materiales.....	12
2.2.5	Equipos .....	12
2.2.6	Materiales varios.....	12
2.3	Tipos de investigación .....	13
2.4	Método de investigación.....	13
2.4.1	área de estudio.....	15
2.5	Población o muestra.....	16

2.6	Técnicas de investigación .....	17
3	CAPÍTULO 3.....	17
3.1	Resultados.....	17
3.1.1	Evaluar el efecto del crecimiento de plantas en el vivero.....	17
3.1.2	medidas cuantitativas de crecimiento de variables agronómicas de las plántulas. 19	
3.1.3	Medir el porcentaje de mortalidad de las distintas edades de propagulos de mangle ( <i>P.rhizophorae</i> ) .....	24
3.2	Estrategia de conservación de los diferentes estados de la semilla .....	26
3.2.1	Selección y Clasificación de Semillas .....	26
3.2.2	Tratamiento Previo a la Siembra.....	26
3.2.3	Hidratación controlada.....	26
3.2.4	Desinfección superficial.....	27
3.2.5	Condiciones de Germinación .....	27
3.2.6	Repoblación de árboles de Mangle piñuelo ( <i>P. rhizophorae</i> ).....	28
3.3	Discusión.....	29
3.3.1	. Crecimiento Diferenciado en Función de los Tratamientos .....	29
3.3.2	Evaluación del Crecimiento de las Hojas: Factores de Desarrollo .....	31
3.4	Respuesta a la pregunta de investigación.....	32
3.5	Conclusiones .....	32

3.6	Recomendaciones .....	34
3.7	Plan De Trabajo Detallado .....	34
3.8	Costo Estimado De La Propuesta De Investigación .....	35
<b>4</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>37</b>
5	Anexos .....	41

### Índice de figura

Figura 1	trayecto de recolección de plántulas de mangle piñuelo .....	15
----------	--	----

### Índice de tablas

Tabla 1	análisis de varianza .....	16
Tabla 2	Altura de Planta Evaluación de diferentes estados de semillas ( <i>P. rhizophorae</i> ).....	18
Tabla 3	Diámetro del tallo.....	20
Tabla 4	Ancho de la hoja .....	22
Tabla 5	Largo de la hoja.....	24
Tabla 6.	Mortalidad registrada .....	25
Tabla 7	Contingencia Prueba de chi-cuadrado X <sup>2</sup> .....	26

### Índice anexos

<b>Anexo 1</b>	Evaluación N°1 de altura de planta en cm a los 10 días .....	41
<b>Anexo 2</b>	Evaluación N°2 de altura de planta en cm a los 50 días .....	41
<b>Anexo 3</b>	Evaluación N°1 diámetro del tallo a los 10 días .....	42

<b>Anexo 4</b> Evaluación N°2 diámetro del tallo a los 50 días .....	42
<b>Anexo 5</b> Evaluación N°1 de ancho de hoja cm a los 10 días.....	43
<b>Anexo 6</b> Evaluación N°2 de ancho de hoja cm a los 50 días.....	43
<b>Anexo 7</b> Evaluación N°1 largo de hoja cm a los 10 días.....	44
<b>Anexo 8</b> Evaluación N°1 largo de hoja cm a los 50 días.....	44
<b>Anexo 9</b> Llenado de fundas en el vivero .....	45
<b>Anexo 10</b> Extracción de plántulas en diferentes tamaños de mangle piñuelo (pellicera rhyzophorae) .....	46
<b>Anexo 11</b> Trasplante de plántulas de mangle (P. rhyzophorae) .....	47
<b>Anexo 12</b> Toma de medidas de plántulas en diferentes estadios de (P. rhyzophorae) .....	48

# 1 CAPITULO

## 1.1 Introducción

El término *manglar* se refiere a asociaciones vegetativas que ocupan un sustrato especial, caracterizado por ser inestable, anaeróbico y expuesto al agua salada. Estas condiciones adversas han llevado a las plantas de los manglares a desarrollar adaptaciones como glándulas secretoras de sal y raíces aéreas. Además, los manglares son ecosistemas vitales para la productividad natural de la franja costera y cumplen un rol importante en estuarios y áreas destinadas a la acuicultura, como la cría de camarones. (PNUMA, 2022).

El mangle piñuelo (*P. rhizophorae*) desempeña un papel crucial en la estabilidad y funcionalidad de los ecosistemas de manglar, siendo una especie esencial para la conservación costera y la mitigación de impactos ambientales. Según estudios recientes, su sistema radicular contribuye significativamente a la estabilización de los suelos costeros, reduciendo la erosión y protegiendo contra eventos climáticos extremos como tormentas y marejadas ciclónicas (Morales et al., 2023). Además, esta especie actúa como un sumidero natural de carbono, almacenando grandes cantidades de este elemento en su biomasa y suelos, una función vital frente al cambio climático (Twilley et al., 2018).

El (*P. rhizophorae*) también es clave para la preservación de la biodiversidad, ya que proporciona hábitats esenciales para una amplia gama de especies acuáticas y terrestres. Los ecosistemas asociados a los manglares sirven como refugios y zonas de cría para numerosas especies de importancia ecológica y económica (Smithsonian Tropical Research Institute, 2020) por otra parte, estos ecosistemas mejoran la calidad del agua al filtrar sedimentos y contaminantes, además de

sustentar actividades humanas como la pesca y el ecoturismo, lo que los hace fundamentales para las comunidades locales (Mangrove Alliance ,2024)

En el contexto de las crecientes amenazas antropogénicas, como la deforestación y el cambio climático, la restauración y conservación de (*P. rhizophorae*) se han convertido en estrategias prioritarias. Estas acciones no solo promueven la sostenibilidad de los ecosistemas, sino que también garantizan beneficios directos para las poblaciones humanas que dependen de ellos (Morales et al., 2023).

## **1.2 Planteamiento del problema**

La zona costera ecuatoriana se caracteriza por la presencia de ecosistemas de manglar que cumplen funciones ecológicas esenciales. En el cantón Pedernales, una de las áreas más relevantes para estos ecosistemas, las poblaciones de manglares, incluyendo el mangle piñuelo ((*P. rhizophorae*)), están dispersas a lo largo del sector camaronero. Esta especie destaca por sus características únicas en comparación con otros manglares, siendo esencial para la preservación de la biodiversidad en ecosistemas semi-terrestres (Parques Nacionales de Colombia ,2024).

La importancia de repoblar la zona costera con (*P. rhizophorae*) radica en su capacidad para estabilizar suelos, proteger contra la erosión costera y proporcionar hábitats críticos para especies acuáticas y terrestres. Sin embargo, la deforestación de manglares es una problemática extendida en las costas ecuatorianas. (Parques Nacionales de Colombia 2024), este fenómeno ha sido impulsado principalmente por la expansión de cultivos acuícolas y la explotación de recursos pesqueros, actividades que han provocado la pérdida significativa de áreas de manglar. Las estrategias de conservación y reforestación se concentran principalmente en sectores camaroneros donde persisten remanentes de diversas especies de manglares, incluyendo el mangle piñuelo.

El mangle piñuelo (*P. rhizophorae*) este es uno de los cultivos que puede ser sembrado por semilla a nivel de coloración de su cáscara con una abundancia de pectina por sus propiedades gelatinizantes, espesantes y estabilizantes. Se presenta un brote a la primera semana y Claro esto va a depender de las propiedades del agua tanto como del suelo en que se encuentre, y también la temporada qué es invierno o es verano, el crecimiento del mangle aumenta según las condiciones y el trato que se le dé por ello se recomienda siempre que esté a la sombra para proliferar su supervivencia (*Restauración Poblacional Del Mangle Piñuelo ((P. rhizophorae)) En El Río Mache, S. F.-B*) según El material a sembrar se recogió de las plantas adultas de la finca de la ULEAM ubicada en la vía a Chamanga realizando medidas periódicas para registrar su crecimiento y evolución. Se obtuvo como resultado el crecimiento del 42% de los propágulos sembrados y un crecimiento de 134 cm en 9 meses de siembra. También se monitoreo una población en regeneración natural.

### **1.3 Hipótesis**

H1 La hipótesis plantea que el crecimiento de *P. rhizophorae* será adecuado y la tasa de mortalidad será alta o baja, dependiendo de las condiciones ambientales y de los diferentes estados de desarrollo de las semillas utilizadas en el cultivo.

Hipotesis nula

establece que no hay diferencias significativas en el crecimiento ni en la tasa de mortalidad de *P. rhizophorae*, independientemente de las condiciones ambientales o de los estados de desarrollo de las semillas utilizadas en el cultivo.

#### **1.3.1 Identificación de variables**

Variables independientes La temperatura del entorno. La salinidad del agua.

La cantidad de luz solar recibida (*P. rhizophorae*) y rendimiento en vivero, en semillas en

diferentes estados de crecimiento (*P. rhyzophorae*).

- Variable dependiente. altura de planta, diámetro de tallo, ancho de la hoja, largo de la hoja, porcentaje mortalidad en plántulas de diferentes estados de crecimiento.

## **1.4 Objetivos del proyecto**

### **1.4.1 Objetivo General**

Comparar el efecto de la restauración ecológica activa, con la finalidad de incrementar nuevas áreas obtener la reforestación de esta especie

### **1.4.2 Objetivo Específicos:**

- Determinar medidas cuantitativas de crecimiento de variables agronómicas de las plántulas de viveros.
- Evaluar el porcentaje de mortalidad de las distintas edades de propágulos en la etapa de vivero (*Pelliciera rhyzophorae*)
- Proponer una estrategia de conservación de los diferentes estados de la semilla

## 1.5 Justificación

Este estudio sobre el establecimiento de un vivero de (*P. rhizophorae*) en el estuario del río Cojimíes responde a la necesidad de abordar la creciente degradación de los ecosistemas de manglar, fundamentales para la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades locales. Los manglares cumplen funciones esenciales, como la captura de carbono atmosférico, la protección de las costas frente a eventos climáticos extremos y el mantenimiento de la biodiversidad (González et al., 2024).

El estuario del río Cojimíes es una zona de gran valor ambiental y socioeconómico. Este ecosistema costero provee hábitats críticos para numerosas especies y recursos indispensables para las comunidades que dependen de actividades pesqueras y de recolección. La degradación de los manglares no solo amenaza la biodiversidad local, sino que también incrementa los riesgos para las poblaciones humanas, como la exposición a inundaciones y tormentas (Espinoza et al., 2020).

La creación de un vivero de *P. rhizophorae* representa una solución efectiva para restaurar las áreas afectadas por la pérdida de manglares en esta región. Este proyecto contribuirá a la recuperación de los servicios ecosistémicos que proporcionan los manglares, como la protección del litoral y el incremento de la fauna asociada. Además, se busca integrar a las comunidades locales en estas acciones, promoviendo su participación en la conservación y generando oportunidades económicas relacionadas con la reforestación y el manejo sostenible de los recursos (Smithsonian Tropical Research Institute, 2020).

En este contexto, la investigación tiene una relevancia significativa al proponer una estrategia de restauración que no solo beneficiará al ecosistema del río Cojimíes, sino que también podrá ser replicada en otras regiones con problemas similares, apoyando los esfuerzos globales de conservación ambiental y mitigación del cambio climático.

## 1.6 Marco teórico

### 1.6.1 Antecedentes

A nivel global, los manglares se reconocen por su capacidad para almacenar carbono, lo que los convierte en "sumideros de carbono azul", desempeñando un papel crucial en la lucha contra el cambio climático (Además, estos ecosistemas proporcionan hábitats para una variedad de especies acuáticas y terrestres, siendo esenciales para la biodiversidad WILDCOAST (2021).

En la región del estuario del río Cojimíes, los manglares juegan un papel esencial en la protección de las costas contra fenómenos climáticos extremos, como tormentas y marejadas, que se han intensificado debido al cambio climático (Smithsonian Tropical Research Institute 2020). La pérdida de manglares en esta zona, principalmente debido a la expansión de la acuicultura, ha incrementado la vulnerabilidad de la costa. Por lo tanto, la restauración de estos manglares La creación de un vivero de (*P. rhizophorae*) (mangle piñuelo) para la repoblación de manglares en el estuario del río Cojimíes es una estrategia fundamental para la restauración de este ecosistema, que desempeña un papel crucial a nivel local, regional y global. Los manglares, especialmente (*P. rhizophorae*), son vitales para la protección de las costas, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático (González et al. 2024).

mediante la creación de viveros de (*P. rhizophorae*) se presenta como una medida urgente y efectiva para frenar esta pérdida.

A nivel local, el estuario del río Cojimíes es un área clave para la biodiversidad y las comunidades que dependen de los recursos marinos. El cultivo de (*P. rhizophorae*) en viveros ayudaría a restaurar áreas degradadas, contribuyendo a la recuperación de las funciones ecológicas del manglar, como la protección de las costas y el incremento de la biodiversidad (Espinoza et al., 2020). Además, este vivero generaría beneficios económicos para la comunidad local al promover

el empleo en actividades relacionadas con la restauración y conservación de los ecosistemas.

## **1.6.2 Taxonomía**

### **taxonomía de (*P. rhizophorae*)**

Plantas Reino Plantae

Plantas Vasculares Filo Tracheophyta

Plantas con Flores subfilo Angiosperma

Magnolias, Margaritas Y Parientes (Dicotiledóneas) Clase Magnoliopsida

Ébanos, Madroños, Ocotillos Y Afines orden Ericales

Familia Tetrameristaceae

género *Pelliciera*

Mangle Piñuelo (*P. rhizophorae*)

### **1.6.3 Característica del mangle *Pelliciera rhizophorae***

El mangle *Pelliciera*, conocido científicamente como (*P. rhizophorae*) mangle, es una de las especies más representativas de los ecosistemas de manglares en regiones tropicales y subtropicales. Su morfología está adaptada a condiciones extremas de salinidad, inundación y anoxia que caracterizan estos ecosistemas costeros (González et al., 2017). Este mangle desempeña un papel fundamental en la protección de las costas, la estabilización de los sedimentos y la provisión de hábitats para diversas especies de fauna acuática y terrestre. A continuación, se describe la morfología del mangle *Pelliciera* desde sus características vegetativas hasta sus adaptaciones reproductivas (Redalyc 2020).

#### **1.6.4 Estructura Vegetativa**

El mangle (*P. rhizophorae*) es un árbol perenne que puede alcanzar entre 15 y 25 metros de altura, aunque en condiciones óptimas de crecimiento puede superar los 30 metros. Su tronco es recto, cilíndrico y robusto, con una corteza lisa y de color grisáceo, que tiende a agrietarse con la edad. Las raíces de (*P. rhizophorae*) mangle presentan una estructura adaptada a su entorno pantanoso, con un sistema radical que incluye raíces propágulos o "neumáticas", las cuales emergen del sistema radicular principal y se proyectan por encima del nivel del agua. Estas raíces, también llamadas "raíces zancudas", cumplen la función de proporcionar estabilidad al árbol en el sustrato blando y fangoso de las zonas intermareales, así como facilitar el intercambio gaseoso en ambientes con poca oxigenación (Comunidad Planeta Azul 2024)

Las hojas del mangle (*P. rhizophorae*) son simples, opuestas y lanceoladas, con una textura coriácea que les permite reducir la pérdida de agua por transpiración. Las hojas, de entre 6 a 12 cm de largo, poseen una superficie superior de color verde brillante y un reverso más claro, lo que ayuda a reflejar la luz solar intensa. Las glándulas salinas en el reverso de las hojas excretan el exceso de sal absorbido del agua, permitiendo que el árbol mantenga su equilibrio osmótico en un entorno de alta salinidad (Atena Editora 2020).

#### **1.6.5 Flores y Reproducción**

Las flores de (*P. rhizophorae*) mangle son pequeñas, de color blanco a amarillo pálido, y están agrupadas en inflorescencias axilares. La floración es unisexuada, con flores masculinas y femeninas separadas. Las flores masculinas tienen estambres prominentes que liberan una gran cantidad de polen, mientras que las flores femeninas se caracterizan por un pistilo bien desarrollado que al madurar produce una drupa alargada, también conocida como "propágulo" (INVEMAR 2020).

Una de las características más destacadas de la reproducción del mangle *Pelliciera* es su capacidad para germinar en el árbol. El propágulo es una semilla alargada, de forma cilíndrica, que comienza a desarrollarse antes de caer de la planta madre, lo que se conoce como "germinación vivípara". Este proceso permite que las plántulas, al desprenderse del árbol, ya tengan la capacidad de enraizarse rápidamente en el agua salada o en los sedimentos de la zona intermareal (Comunidad Planeta Azul 2024). La dispersión de los propágulos ocurre generalmente a través de la flotación, lo que les permite alcanzar nuevas áreas y colonizar otros terrenos, favoreciendo la expansión de los manglares a través de grandes distancias.

### **1.6.6 Adaptaciones al Medio Ambiente**

El mangle *Pelliciera* presenta una serie de adaptaciones fisiológicas que le permiten prosperar en ambientes de alta salinidad y suelos anóxicos. Entre las principales adaptaciones se incluyen:

Mecanismos de tolerancia a la salinidad: *Rhizophora* mangle tiene una alta capacidad para filtrar la sal del agua mediante un sistema de "osmosis" en sus raíces, lo que le permite sobrevivir en ambientes hipersalinos. Además, sus glándulas salinas excretan el exceso de sal a través de las hojas, lo que facilita la osmorregulación (Universidad Nacional de Costa Rica 2024)).

Adaptación a suelos anóxicos: El sistema radical de *Rhizophora* mangle incluye raíces adventicias que se desarrollan verticalmente hacia el aire, facilitando el intercambio gaseoso necesario para la respiración en suelos con baja disponibilidad de oxígeno (Scientia 2024).

Germinación vivípara: Esta adaptación le permite al árbol comenzar su desarrollo antes de caer al suelo, lo que reduce la vulnerabilidad de las plántulas en ambientes inundados. Los propágulos flotan, pero ya tienen el tamaño suficiente para aferrarse al sustrato y establecerse en nuevas áreas (Ramírez-Ruiz, K. 2019).

## **2 CAPÍTULO 2**

### **2.1 Enfoque de investigación**

#### 1. Recolección y procesamiento de semillas o propagadores

Identificar las mejores prácticas para recolectar o propagar semillas viables, teniendo en cuenta factores como la temporada y la calidad de la fruta.

Evaluación de la viabilidad de las semillas en diferentes condiciones de almacenamiento.

#### **2.1.1 Condiciones de germinación y formación.**

Analizar los requisitos específicos para la germinación de semillas.

La luz óptima promueve la germinación. Compara diferentes tipos de sustratos como mezclas.

#### **2.1.2 Crecimiento en jardines de infancia**

Monitoree las tasas de crecimiento bajo diferentes condiciones de vivero:

Honestamente Contenido de sal a lo lejos Evaluar

#### **2.1.3 Factores que afectan la mortalidad**

Un estudio de aprox. implementar

Decidir Transición al ecosistema natural. Inspeccionando

relacionado con su crecimiento poblacional en viveros y tasa de mortalidad, acompañado de referencias que podrías consultar para desarrollar este tema.

Recolección y manejo de semillas o propágulos, Importancia, La viabilidad de las semillas del mangle está influenciada por factores ambientales y de manejo. Estudios previos han demostrado que la calidad de las semillas impacta directamente el éxito en viveros. (Comunicación Científica 2022).

## **2.2 Diseño de la investigación**

### **2.2.1 Metodología para la propagación del mangle piñuelo**

En el marco del estudio sobre estrategias de propagación del mangle piñuelo (*P. rhizophorae*), se seleccionaron los sectores de Guillermina, ULEAM y La Siberia debido a la presencia significativa de esta especie en dichas áreas. En cada uno de los sectores, se realizaron procesos de identificación y conteo para determinar la densidad poblacional, considerando la extensión de los manglares donde predomina esta especie.

Los individuos de (*P. rhizophorae*) fueron numerados y etiquetados de manera sistemática, con el objetivo de facilitar su monitoreo y análisis detallado a lo largo del estudio. Por otro lado, las especies de mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) fueron censadas únicamente, registrando sus densidades sin realizar etiquetado individual. Este enfoque permitió centrar los esfuerzos en el análisis detallado del mangle piñuelo, al tiempo que se mantuvo un registro general de las otras especies presentes en los ecosistemas evaluados (Fuchs 2019).

### **2.2.2 Duración**

La investigación se realizó durante dos meses, desde junio hasta agosto del 2024

### **2.2.3 Información climática**

- 1 precipitaciones de 800-3000 mm/año
- 2 temperatura medio año entre 23-25
- 3 humedad relativa 80%
- 4 heliofanías 1070 (horas / sol)
- 5 evaporación equivalente 2000mm relativamente alta

### **2.2.4 Equipo y materiales**

Materia prima vegetal

- 1 semilla (*P. rhizophorae*) diferentes estadios
- 2 sustrato

### **2.2.5 Equipos**

- 1 funda de vivero de palma africana
- 2 Caña para cerco del vivero
- 3 estaca de madera

### **2.2.6 Materiales varios**

- 1 machete
- 2 pala
- 3 sogas
- 4 cinta métrica
- 5 cámara telefónica

6 cuaderno de apuntes

7 grabadora de audio

8 lapicero

### **2.3 Tipos de investigación**

La investigación sigue un enfoque deductivo, iniciando con el análisis de principios generales sobre las condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de (*P. rhizophorae*), basados en teorías científicas previas y estudios existentes. A partir de este marco teórico, los conceptos se aplican para evaluar el tema en cuestión de manera global.

Este enfoque utiliza el marco conceptual como fundamento para proponer hipótesis que expliquen el comportamiento de (*P. rhizophorae*), en un contexto experimental. Las hipótesis se validan mediante la recolección y el análisis de datos, con el objetivo de confirmar o refutar las suposiciones iniciales. Así, la investigación sigue un proceso lógico, moviéndose de los principios generales hacia las observaciones específicas, lo que caracteriza al enfoque deductivo.

### **2.4 Método de investigación**

La presente investigación se desarrolló utilizando una metodología que permitió analizar de manera eficiente el crecimiento poblacional de las especies de manglar. Este proceso, conocido por ser de crecimiento lento, requiere un tiempo considerable para alcanzar un tamaño promedio en el cual la influencia humana ya no sea necesaria. Este factor es crucial para la restauración de las poblaciones del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) Castillero et al. (2023)

El manglar del Pacífico es considerado un ecosistema de alta relevancia ecológica, con aproximadamente 170.000 hectáreas de bosques de manglar que representan el 25% de la superficie semi-terrestre de la región, albergando una gran diversidad de especies. En este

contexto, se encuentran en rehabilitación 33 hectáreas de bosques inundados, un proceso clave para la restauración del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022). La presencia de manglares en países como México, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Guayana Francesa, Brasil, Ecuador y Perú varía dependiendo de factores ambientales, como las condiciones del suelo, el clima y la disponibilidad de agua salada (Organización de la Naciones Unidas. 2024).

Las plantas presentes en los manglares han desarrollado mecanismos de supervivencia que les permiten resistir aguas con una salinidad hasta 100 veces mayor que la que la mayoría de las plantas de agua dulce pueden tolerar. No solo logran adaptarse a estas condiciones extremas, sino que también ofrecen un entorno propicio para diversas especies, desde cangrejos hasta aves, y funcionan como criaderos para varias especies de peces, incluyendo pulpos. Los alevines de distintas especies de peces de arrecife encuentran refugio durante varios meses en la madera afectada por gusanos marinos Castillero et al. (2023).

Las especies de mangle provienen de más de 20 familias de plantas, compartiendo como único denominador común el entorno salino, fangoso y empapado en el que prosperan. Estas plantas han desarrollado diversos métodos para sobrevivir, como sistemas de filtración interna para evitar la entrada de sal marina en sus raíces, o la excreción de la sal a través de glándulas presentes en sus hojas. Además, los manglares cuentan con raíces aéreas, algunas de las cuales se extienden hacia el cielo, facilitando la absorción de oxígeno por parte de la planta (Esri.2024).

La presente investigación se desarrolló por la metodología Para analizar el crecimiento poblacional de forma rápida y segura de las especies de mangle, y es bien conocido que su progreso a lo largo del tiempo es muy tardado llegar a su tamaño promedio al cual ya no se necesitará la

influencia de los seres humanos los cuales tendrá un gran factor al momento de restablecer las poblaciones del manglar piñuelo. (*P. rhizophorae*) (Cantón et al., 2021).

El manglar del pacífico es considerado como una planta de mucha importancia ya que se encuentra alrededor 170.000 Hectáreas de bosques de manglar de las cuales ocupan el 25% de la superficie semi terrestre lo cual alberga cantidad de especies y que se encuentra en rehabilitación 33 hectáreas de bosques inundados y que se determinan cómo una restauración para la especie del mangle piñuelo (*P. rhizophorae*) (Esri.2024)

### 2.4.1 área de estudio

La presente investigación se realizó en los predios de la extensión pedernales vía Chamanga latitud “0” perteneciente a la universidad laica Eloy Alfaro de Manabí, está situada en el kilómetro 35 vía pedernales, 172 hectáreas las cuales fueron cedidas por un evento en desarrollo y se lo puede ampliar para el conocimiento de los estudiantes mediante las investigaciones e implementación de proyectos González et al. (2023)



Figura 1 trayecto de recolección de plántulas de mangle piñuelo

*TRAYECTO VÍA FLUVIAL PARA EL INGRESO A LOS CULTIVOS DE MANGLE CON MAYOR PROPORCIÓN DE (P. RHY SOPHORA E) PREDIOS DE LA FINCA O CENTRO DE INVESTIGACIÓN ULEAM LATITUD “0”*

Tabla 1 análisis de varianza

tratamientos estudiados		
Variable	Suma de Cuadrados (Tratamiento)	Grados de Libertad (Tratamiento)
Altura de la planta	692.53	3
Diámetro del tallo	0.2928	3
Ancho de la hoja	0.8433	3
Largo de la hoja	5.327	3

**Elaborado por:** Autor Byron Zambrano (2024)

## 2.5 Población o muestra

La mayoría de los organismos vegetales lograron sobrevivir y adaptarse durante un período de dos meses, respondiendo eficazmente a los cambios ambientales que se presentaron en su entorno. Esta capacidad de adaptación demuestra cómo las plantas pueden ajustarse a condiciones adversas a través de respuestas rápidas a factores externos (Instituto Salk. 2024).

La mayoría de los individuos del mangle piñuelo (*P. rhizophorae*)

Además, el éxito en la supervivencia puede estar relacionado con un manejo adecuado en viveros, que incluye el control de la calidad del sustrato, la optimización de los niveles de riego y salinidad, y la protección contra factores estresantes como plagas y enfermedades (Según Fuchs 2019). El monitoreo constante permitió identificar condiciones óptimas para su establecimiento, evidenciando su potencial para resistir cambios ambientales.

Este comportamiento es prometedor para programas de restauración de manglares en áreas degradadas (Lewis & Gilmore, 2007). Sin embargo, se recomienda continuar con estudios a largo plazo para evaluar cómo los cambios ambientales afectan su desarrollo en etapas.

## **2.6 Técnicas de investigación**

Como plantarlos y que se dio mediante la plantación y todos los sucesos de muerte mediante el cambio climático

El proceso de reforestación del mangle se realizó mediante el trasplante de plántulas en diferentes estados de desarrollo, utilizando embarcaciones para su transporte hacia áreas seleccionadas. Durante este procedimiento, se enfrentaron desafíos significativos relacionados con el impacto del cambio climático, como alteraciones en los niveles de salinidad, inundaciones prolongadas y temperaturas extremas, factores que influyeron directamente en la mortalidad de algunas plántulas.

Además, la deforestación previa en las zonas intervenidas exacerba la vulnerabilidad del ecosistema, reduciendo la capacidad de las áreas restauradas para soportar las nuevas plantaciones. Estos resultados resaltan la importancia de combinar técnicas de reforestación con estrategias que mitiguen los efectos del cambio climático y promuevan la regeneración natural de los manglares (WildcostI 2021).

## **3 CAPÍTULO 3**

### **3.1 Resultados**

#### **3.1.1 Evaluar el efecto del crecimiento de plantas en el vivero**

Los resultados muestran una alta significancia en la variabilidad de las mediciones entre estados experimentales, evidenciando un crecimiento diferencial claro. En los primeros 10 días, el tratamiento 1 tuvo el mayor crecimiento promedio (36,35 cm), seguido por el tratamiento 2 (31,95 cm), mientras que los tratamientos 3 y 4 mostraron valores menores (24,46 cm y 17,36 cm).

Esta tendencia se mantuvo hasta el final del estudio: tratamiento 1 alcanzó 49,24 cm y tratamiento 2, 46,83 cm, frente a 35,51 cm y 20,31 cm de los tratamientos 3 y 4. Esto refleja un mejor desarrollo

y adaptación de los tratamientos 1 y 2, posiblemente por factores como disponibilidad de nutrientes o condiciones ambientales favorables.

Los tratamientos 1 y 2 fueron más efectivos en promover el crecimiento inicial y sostenido, destacando la importancia de ajustar las condiciones experimentales para maximizar resultados.

Evaluación 1 (10 días): CV = 30.40%, Evaluación 2 (50 días): CV = 34.79%.

Esto indica que la variabilidad en las alturas de las plantas es **moderada** en ambas evaluaciones, siendo ligeramente mayor en la segunda evaluación (50 días).

Tratamiento ( $p = 0.0221$ ): La variabilidad entre los diferentes tratamientos es altamente significativa

Evaluación ( $p = 0.0282$ ): También hay diferencias significativas (\*) entre las dos evaluaciones (10 y 50 días).

Tukey al 0,05% no mostró diferencias significativas (NS) entre ciertos pares de tratamientos en función de las medias de las evaluaciones. El análisis exacto de las diferencias por cada par de tratamiento se puede ver en el resultado completo de la prueba de Tukey, pero no se observan valores p bajos (por debajo de 0.05) para indicar diferencias significativas dentro de las evaluaciones.

*Tabla 2 Altura de Planta Evaluación de diferentes estados de semillas (P. rhyzophorae)*

<b>altura de la planta en cm</b>		
	<b>evaluación 1</b>	<b>evaluación 2</b>
<b>tratamiento</b>	<b>10 días</b>	<b>50 días</b>
<b>T1 Semilla abierta 1</b>	36,35	49,24
<b>T2 semilla abierta 2</b>	31,95	46,83
<b>T3 semilla abierta 3</b>	24,46	35,51
<b>T4 semilla cerrada</b>	17,36	20,31
<b>Tukey 5%</b>	0,1291	0,0001
<b>significancia</b>	*	***
<b>CV</b>	29,45	36,3
<b>shapiro wilk</b>	0,5662	0,7976

**Elaborado por:** Autor Byron Zambrano (2024)

### **3.1.2 medidas cuantitativas de crecimiento de variables agronómicas de las plántulas.**

En el análisis de las variables agronómicas evaluadas, no se detectaron diferencias significativas en el desarrollo de las plantas bajo los tratamientos aplicados. Durante los primeros 10 días del experimento, el diámetro promedio del tallo fue de 2.09 cm en el primer tratamiento y 2.33 cm en el segundo tratamiento, lo que sugiere un crecimiento inicial similar entre ambos grupos. Por otro lado, los tratamientos tres y cuatro alcanzaron una longitud promedio del tallo de 1.75 cm y 1.63 cm, respectivamente, evidenciando ligeras variaciones en su desarrollo inicial.

A lo largo del periodo total de evaluación, que abarcó 50 días, se observó un crecimiento constante en la mayoría de los tratamientos, aunque con diferencias en la magnitud del desarrollo final. Las plantas sometidas al tratamiento uno presentó una altura final promedio de 1.97 cm, mientras que las del tratamiento dos alcanzaron 2.21 cm. Sin embargo, el crecimiento del tallo en el tratamiento uno mostró una ligera reducción atribuida a condiciones climáticas adversas, lo que pudo limitar el desarrollo óptimo en comparación con el tratamiento dos.

En cuanto a los tratamientos tres y cuatro, las plantas alcanzaron tallas finales de 2.28 cm y 1.83 cm, respectivamente. Estas variaciones reflejan diferencias en la respuesta de las plantas a los factores experimentales asociados a cada tratamiento. Aunque las fluctuaciones observadas no resultaron estadísticamente significativas, podrían estar relacionadas con interacciones específicas entre las condiciones ambientales y las características fisiológicas de las plantas.

En términos generales, los resultados sugieren que los tratamientos aplicados generaron patrones de crecimiento similares, sin marcadas diferencias significativas en las variables analizadas. No obstante, se recomienda realizar estudios complementarios para evaluar posibles efectos a largo plazo y profundizar en las condiciones climáticas que pudieron influir en el

desarrollo del tratamiento uno.

Evaluación1 :0,0098, Evaluación2 :0,0883 lo que refleja diferencias moderadamente significativas entre los tratamientos primera evaluación muestra diferencias más marcadas en comparación con la segunda, que no registró diferencias significativas (NS)

El CV indica una variabilidad moderada y aceptable en ambas evaluaciones.

La prueba de Shapiro-Wilk confirma que los datos tienen una distribución normal, validando los resultados obtenidos.

*Tabla 3 Diámetro del tallo*

<b>Diámetro del tallo cm</b>		
<b>tratamiento</b>	<b>evaluación 1</b>	<b>evaluación 2</b>
	<b>10 días</b>	<b>50 días</b>
<b>T1 Semilla abierta 1</b>	2,09 a	1,97 a
<b>T2 semilla abierta 2</b>	2,33 a	2,21 a
<b>T3 semilla abierta 3</b>	1,75 b	2,28 a
<b>T4 semilla cerrada</b>	1,63 b	1,83 b
<b>tukey</b>	0,0098	0,0883
<b>significancia</b>	**	*
<b>CV</b>	16,75	17,27
<b>shapiro wilk</b>	0,175	0,5505

Elaborado por: Autor Byron Zambrano (2024)

Durante los primeros 10 días del periodo de observación, los datos obtenidos revelaron que los tratamientos dos y tres alcanzaron los valores más altos en términos de desarrollo inicial, con diámetros promedio de 2.27 cm y 2.19 cm, respectivamente. Estos resultados destacan un desempeño superior durante la primera etapa de crecimiento en comparación con los tratamientos uno y cuatro, los cuales presentaron valores de 2.07 cm y 1.64 cm. Aunque estos últimos mostraron un desarrollo inicial menor, sus valores se consideran adecuados para las condiciones experimentales y reflejan un potencial de crecimiento aceptable.

Con el transcurso de los siguientes 50 días, se evidenciaron ajustes y variaciones en el crecimiento de las plantas, dependiendo del tratamiento aplicado. Los tratamientos uno y dos

registraron incrementos significativos, alcanzando valores finales de 2.73 cm y 2.25 cm, respectivamente. Estos resultados sugieren que las condiciones experimentales asociadas a estos tratamientos favorecieron un desarrollo sostenido durante el periodo de evaluación. En contraste, los tratamientos tres y cuatro alcanzaron valores finales de 2.20 cm y 1.47 cm, respectivamente. Estos datos indican que, aunque el tratamiento tres mostró un crecimiento moderado, el tratamiento cuatro presentó un desarrollo más limitado, lo que podría estar relacionado con factores específicos

Prueba de Tukey al 0,05%: En el primer caso, con un valor de 0,1969, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos comparados ( $p > 0,05$ ). Esto indica que las variaciones observadas en las medias no son lo suficientemente grandes para atribuir las a los tratamientos o condiciones estudiadas, sino posiblemente al azar.

En el segundo caso, con un valor de 0,0001, las diferencias son altamente significativas ( $p < 0,05$ ), lo que sugiere que los grupos presentan variaciones relevantes.

El resultado moderadamente significativo confirma que ciertos factores tienen un efecto perceptible, aunque no extremadamente fuerte.

En contraste, el resultado altamente significativo indica que las diferencias detectadas son robustas y consistentes, validando la importancia de los factores evaluados en la segunda comparación.

#### Coeficiente de Variación (CV)

Con valores de 19,63% y 18,57%, se concluye que la variabilidad en los datos es moderada, lo que refleja mediciones consistentes y confiables. Esto asegura que las conclusiones derivadas del análisis estadístico no se ven afectadas por una alta dispersión de los datos.

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk) En el primer caso (valor 0,6539), los datos presentan una distribución normal, lo que valida el uso de pruebas paramétricas en el análisis estadístico.

Para el segundo caso (valor 0,081), aunque cercano al límite de significancia ( $p = 0,05$ ), se asume

normalidad en los datos, lo que fortalece la confianza en los resultados obtenidos, no afectaron negativamente el desempeño de las plantas bajo estas condiciones.

En general, estos resultados subrayan la importancia de comprender las interacciones específicas entre las condiciones experimentales y las respuestas fisiológicas de las plantas. La variabilidad observada en los patrones de crecimiento entre los tratamientos destaca la necesidad de un análisis más detallado, que permita identificar las causas de las diferencias y optimizar las estrategias de manejo en futuras investigaciones.

*Tabla 4 Ancho de la hoja*

<b>Ancho de la hoja cm</b>		
<b>tratamiento</b>	<b>evaluación 1</b>	<b>evaluación 2</b>
	<b>10 días</b>	<b>50 días</b>
<b>T1 Semilla abierta 1</b>	2,07 a	2,73 a
<b>T2 semilla abierta 2</b>	2,27 ab	2,25 ab
<b>T3 semilla abierta 3</b>	2,19 a	2,2 b
<b>T4 semilla cerrada</b>	1,64 b	1,47 bc
<b>Tukey 0,05%</b>	0,1969	0,0001
<b>significancia</b>	*	***
<b>CV</b>	19,63	18,57
<b>shapiro wilks</b>	0,6539	0,081

**Elaborado por:** Autor Byron Zambrano (2024)

A partir de los datos obtenidos sobre las longitudes de las hojas, se observó una clara variabilidad en los resultados durante las primeras etapas del estudio. En los primeros 10 días de evaluación, el tratamiento 2 destacó significativamente, alcanzando una longitud promedio de 10.34 cm, lo que lo posicionó como el tratamiento con el mayor crecimiento en esta fase inicial. En comparación, el tratamiento 1 mostró un valor de 8.27 cm, lo cual, aunque inferior al del tratamiento 2, sigue representando un crecimiento adecuado. Los tratamientos 3 y 4, por otro lado, presentaron las longitudes más bajas en este periodo, con medidas promedio de 7.51 cm y 7.12 cm, respectivamente, lo que sugiere que el crecimiento de las hojas fue más lento en estas condiciones.

A lo largo del periodo posterior de 50 días, se continuó observando un patrón de crecimiento diferenciado entre los tratamientos. Los tratamientos 2 y 3, que ya habían mostrado un rendimiento destacado en la fase inicial, continuaron liderando el crecimiento de las hojas, alcanzando longitudes promedio de 10.67 cm y 10.61 cm, respectivamente. Estos valores reflejan un crecimiento sostenido y significativo, lo que sugiere que las condiciones experimentales aplicadas favorecieron su desarrollo durante todo el periodo de estudio.

Por otro lado, los tratamientos 1 y 4, aunque con valores más bajos en comparación con los tratamientos 2 y 3, también experimentaron un crecimiento positivo, alcanzando longitudes finales de 10.15 cm y 9.33 cm, respectivamente. Estos resultados indican que, aunque el crecimiento en estos tratamientos fue más moderado, las plantas mostraron un aumento gradual y constante a lo largo del periodo de evaluación. Este comportamiento es indicativo de un desarrollo adecuado, aunque en menor magnitud, lo cual es igualmente favorable en contextos experimentales donde se busca evaluar la estabilidad y consistencia del crecimiento.

En términos generales, los resultados obtenidos sugieren que los tratamientos 2 y 3 favorecieron un crecimiento más acelerado en las hojas durante el estudio, mientras que los tratamientos 1 y 4, aunque presentaron valores más bajos, también mostraron un desempeño aceptable y gradual. Este análisis pone de manifiesto la importancia de considerar tanto la magnitud del crecimiento como su consistencia a lo largo del tiempo. Además, resalta la relevancia de evaluar los factores específicos que influyen en el desarrollo de las plantas, como las condiciones ambientales, la fertilización o el manejo agronómico aplicado, para poder optimizar las estrategias de cultivo y maximizar el rendimiento en investigaciones futuras.

Las pruebas de Tukey indican diferencias altamente significativas entre los tratamientos en ambas evaluaciones.

La prueba de Shapiro-Wilk revela que solo la segunda evaluación presenta una ligera desviación de normalidad.

Los bajos valores de CV reflejan datos consistentes y homogéneos.

Las diferencias encontradas son estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ), lo que respalda la validez de los resultados obtenidos.

*Tabla 5 Largo de la hoja*

<b>Largo de la hoja cm</b>		
<b>tratamiento</b>	<b>evaluación 1</b>	<b>evaluación 2</b>
	<b>10 días</b>	<b>50 días</b>
<b>T1 Semilla abierta 1</b>	8,27 a	10,15 ab
<b>T2 semilla abierta 2</b>	10,34 b	10,67 a
<b>T3 semilla abierta 3</b>	7,51 bc	10,61 a
<b>T4 semilla cerrada</b>	7,12 c	9,33 b
<b>tukey</b>	0,0001	0,0001
<b>significancia</b>	***	***
<b>CV</b>	14,49	13,85
<b>shapiro wilks</b>	0,1587	0,0487

Elaborado por: Autor Byron Zambrano (2024)

### **3.1.3 Medir el porcentaje de mortalidad de las distintas edades de propagulos de mangle (*P.rhizophorae*)**

El análisis detallado muestra variaciones en el desarrollo de las plantas según el estadio. En semilla abierta 1, se registró el mayor número de plantas vivas (51), indicando condiciones óptimas como disponibilidad de recursos y manejo adecuado.

En semilla abierta 3, las plantas vivas (34) y muertas (36) estuvieron equilibradas, posiblemente por factores como variaciones en sustrato, iluminación o presencia de enfermedades.

Semilla abierta 2 presentó 43 plantas vivas y 27 muertas, reflejando una mejora respecto a la etapa

3, aunque aún con mortalidad considerable.

En semilla cerrada, las plantas vivas (36) superaron levemente a las muertas (34), mostrando un equilibrio probablemente debido a un menor impacto de factores externos en esta etapa

Por otro lado, el alto porcentaje de plantas vivas en el estadio de semilla abierta 1 representa una oportunidad para replicar las prácticas aplicadas en esta etapa, con el objetivo de maximizar la supervivencia en otros estadios. Asimismo, es fundamental continuar con la evaluación periódica de las plantas en todos los estadios, ya que esto permitirá ajustar las estrategias en función de los cambios observados en las condiciones del cultivo.

*Tabla 6. Mortalidad registrada*

<b>Indice de Mortalidad</b>			
<b>Estadio</b>	<b>Muerta</b>	<b>viva</b>	<b>Total</b>
<b>semilla abierta 3</b>	36	34	70
<b>Semilla abierta 1</b>	19	51	70
<b>Semilla abierta 2</b>	27	43	70
<b>Semilla cerrada</b>	34	36	70
<b>Total</b>	116	164	280

**Elaborado por:** Autor Byron Zambrano (2024)

El análisis de los estadísticos de Chi-cuadrado demuestra una relación significativa entre las variables analizadas. El valor del Chi-cuadrado de Pearson (10,48), con 3 grados de libertad (gl) y un nivel de significancia de  $p = 0,01$ , indica que la relación observada no es producto del azar, ya que  $p$  es inferior al nivel comúnmente aceptado de 0,05. Este resultado se ve reforzado por el Chi-cuadrado MV-G2, que presentó un valor de 10,72 y un nivel de significancia de  $p = 0,01$ , confirmando la asociación entre las variables estudiadas. Sin embargo, al evaluar la fuerza de esta relación mediante los coeficientes de contingencia, se observa que la magnitud de la asociación es débil. El Coeficiente de Contingencia de Cramer, con un valor de 0,14, sugiere que, aunque la relación es significativa, su intensidad es limitada. De manera similar, el Coeficiente de

Contingencia de Pearson, que arrojó un valor de 0,19, corrobora esta conclusión. Estos resultados indican que, aunque existe una relación estadísticamente significativa entre las variables, su fuerza en su su coeficiente de correlación es baja, lo que sugiere que podrían estar involucrados otros factores que requieren análisis adicionales para comprender plenamente la interacción entre las variables.

*Tabla 7 Contingencia Prueba de chi-cuadrado X<sup>2</sup>*

<b>Tabla de Contingencia Prueba de chi-cuadrado X<sup>2</sup></b>			
<b>Estadístico</b>	<b>Valor</b>	<b>Gl</b>	<b>p</b>
<b>Chi Cuadrado Pearson</b>	10,48	3	0,01
<b>Chi Cuadrado MV-G2</b>	10,72	3	0,01
<b>Coef.Conting. Cramer</b>	0,14		
<b>Coef.Conting. Pearson</b>	0,19		

Elaborado por: Autor Byron Zambrano (2024)

### **3.2 Estrategia de conservación de los diferentes estados de la semilla**

#### **3.2.1 Selección y Clasificación de Semillas**

Es fundamental realizar un proceso de selección detallado de las semillas recolectadas para asegurar que solo se utilicen aquellas que presenten óptimas condiciones fisiológicas. Este proceso debe basarse en criterios específicos como el tamaño, el color y la ausencia de daños externos visibles. Se dará prioridad a las semillas que evidencien mayor vigor, ya que estas tienen mayores probabilidades de germinación exitosa.

#### **3.2.2 Tratamiento Previo a la Siembra**

Para incrementar la viabilidad y potenciar la germinación, se deben aplicar técnicas de acondicionamiento previas a la siembra.

#### **3.2.3 Hidratación controlada**

Consiste en sumergir las semillas en agua dulce durante un período limitado para favorecer

la absorción de agua y preparar los tejidos internos para el proceso de germinación.

#### **3.2.4 Desinfección superficial**

Se recomienda el uso de soluciones antifúngicas suaves para prevenir la proliferación de hongos y bacterias que podrían afectar el desarrollo inicial de las plántulas.

#### **3.2.5 Condiciones de Germinación**

Es esencial garantizar un entorno óptimo para la germinación de las semillas. Para ello:

**Sustrato adecuado:** Se debe emplear una mezcla que combine arena de manglar esterilizada con compost orgánico. Este tipo de sustrato proporciona los nutrientes necesarios y una adecuada retención de humedad para favorecer el desarrollo inicial de las plántulas.

**Control ambiental:** Se requiere un monitoreo constante de la humedad y la temperatura, asegurando que se mantengan dentro de los rangos ideales para *Pelliciera rhizophorae*. Esto contribuye a crear un ambiente propicio para maximizar las tasas de germinación.

**Monitoreo y Manejo Post-Germinación.**

Una vez que las semillas germinen, es imprescindible implementar un sistema de monitoreo continuo para supervisar el desarrollo de las plántulas. Este sistema debe centrarse en identificar de forma temprana posibles problemas, como estrés hídrico, competencia con otras plantas o la presencia de plagas.

Además, se recomienda fomentar la diversidad genética introduciendo semillas de diferentes poblaciones. Esto incrementará la capacidad de resiliencia de las plantas frente a condiciones adversas y fortalecerá la sostenibilidad de la población a largo plazo.

Tras el análisis comparativo de los cuatro tratamientos aplicados a las semillas de *Pelliciera rhizophorae*, el cuarto tratamiento se posiciona como el más efectivo. Este tratamiento ha mostrado los mayores índices de germinación y supervivencia, atribuidos a la combinación de técnicas

avanzadas de manejo pre y post-siembra. En particular, la hidratación controlada, el uso de sustratos enriquecidos y el manejo adecuado de las condiciones ambientales han demostrado ser determinantes para el éxito de este enfoque.

### **3.2.6 Repoblación de árboles de Mangle piñuelo (*P. rhizophorae*)**

La repoblación de (*P. rhizophorae*), conocido como mangle piñuelo, es un proceso esencial para la restauración de los ecosistemas de manglar, dada su importancia ecológica en la protección de las costas y la conservación de la biodiversidad en las zonas costeras. Esta especie se distingue por su alta adaptabilidad a condiciones ambientales extremas, como la variabilidad en la salinidad y las fluctuaciones en los niveles de agua, lo que la convierte en un recurso crucial para las áreas costeras afectadas por la erosión y la pérdida de hábitats.

El establecimiento de viveros para el cultivo de (*P. rhizophorae*) es una de las estrategias más utilizadas para garantizar la repoblación exitosa de manglares. En estos viveros, las plántulas son cultivadas en condiciones controladas que favorecen su desarrollo, lo que incluye una adecuada gestión de la temperatura, humedad y salinidad. Estas condiciones no solo promueven el crecimiento de las plántulas, sino que también permiten reducir la mortalidad durante las primeras etapas de crecimiento, las cuales son cruciales para su supervivencia en el medio natural.

La repoblación de manglares implica la siembra de estas plántulas en áreas previamente degradadas, ya sea por actividades humanas como la acuicultura o por procesos naturales. Es fundamental considerar la temporada y las condiciones del suelo al momento de la siembra, ya que estos factores pueden influir en la tasa de supervivencia y el crecimiento de las plantas. Además, el monitoreo continuo y el manejo adecuado de las áreas repobladas son esenciales para asegurar que las plántulas puedan adaptarse y prosperar en su nuevo entorno.

El mangle piñuelo juega un papel fundamental en la estabilización de los suelos, la mejora

de la calidad del agua y el secuestro de carbono, contribuyendo de manera significativa a la mitigación del cambio climático. Además, los ecosistemas de manglar proporcionan hábitats esenciales para numerosas especies de fauna acuática y terrestre, lo que los convierte en un componente clave para la biodiversidad global y local.

### **3.3 Discusión**

Los resultados muestran un patrón de crecimiento claramente diferencial entre los tratamientos, especialmente en las primeras etapas del experimento (Castillo-Cárdenas et al. 2020). De igual forma, la disponibilidad de nutrientes es crucial para el desarrollo, como se observa en estudios de (*P. rhizophorae*) mangle, donde un manejo adecuado de la fertilización aumentó la supervivencia y el crecimiento (Mendoza-Zambrano et al. 2020) Los resultados de este estudio demuestran que las estrategias de restauración activa pueden ser altamente eficaces cuando se combinan con un manejo adecuado y un monitoreo continuo. No obstante, también resaltan la necesidad de seguir investigando para abordar las limitaciones actuales y adaptar las técnicas a diferentes contextos ecológicos. La restauración de *Pelliciera rhizophorae* es un esfuerzo integral que requiere no solo soluciones técnicas, sino también un compromiso colectivo para garantizar la preservación de los ecosistemas de manglar y sus servicios esenciales para el bienestar humano y ambiental.

#### **3.3.1 . Crecimiento Diferenciado en Función de los Tratamientos**

La restauración ecológica activa es una herramienta clave para la conservación de especies como *Pelliciera rhizophorae*, particularmente en entornos donde las presiones ambientales y humanas afectan negativamente su regeneración natural. Los resultados obtenidos en este estudio ofrecen una base para discutir tanto las oportunidades como los desafíos en la aplicación de estas estrategias.

Los datos indican que los tratamientos 1 y 2 favorecieron un crecimiento más acelerado y sostenido en términos de altura, diámetro del tallo y desarrollo foliar. Estos tratamientos, que priorizaron condiciones de sustrato y manejo adaptadas a las necesidades de las plántulas, demostraron ser más eficaces que los tratamientos 3 y 4. Por ejemplo, el crecimiento en altura fue significativamente mayor en el Tratamiento 1 a los 50 días (49,24 cm), en comparación con el Tratamiento 4 (20,31 cm). Estas diferencias también se reflejaron en el ancho y largo de las hojas, indicadores cruciales del vigor de las plantas.

El análisis estadístico respalda estas observaciones, destacando que las condiciones iniciales, como el tipo de semilla utilizada y el manejo en vivero, tienen un impacto significativo en el rendimiento agronómico. Además, los tratamientos con semillas abiertas evidenciaron una mayor adaptabilidad, lo que sugiere que las semillas cerradas pueden estar limitadas por factores como la falta de oxígeno o la presencia de inhibidores químicos en el ápex seminal.

Los resultados sobre la mortalidad también ofrecen información relevante. Las semillas abiertas mostraron mayores porcentajes de supervivencia en comparación con las semillas cerradas, aunque estas últimas también presentaron tasas aceptables de establecimiento bajo condiciones controladas. La semilla abierta 1, por ejemplo, logró un 72,85% de supervivencia, mientras que la semilla cerrada alcanzó un 51,42%. Estas cifras son estadísticamente significativas, como lo indica el análisis de Chi-cuadrado ( $p = 0,01$ ), pero también sugieren que otros factores podrían estar influyendo en la mortalidad, como la calidad del sustrato, la disponibilidad de agua o la incidencia de enfermedades.

Con base en estos hallazgos, se sugiere implementar estrategias que optimicen las condiciones iniciales de establecimiento. Por ejemplo, priorizar el uso de semillas abiertas en las primeras etapas puede maximizar tanto el crecimiento como la supervivencia. Además, se recomienda el

desarrollo de un monitoreo continuo para identificar factores limitantes y ajustar las técnicas de manejo en tiempo real. Otra área crucial es la investigación adicional sobre variables como la fertilización, el tipo de sustrato y las condiciones microclimáticas, las cuales podrían tener un impacto considerable en los éxitos de la restauración.

Es importante considerar que *Pelliciera rhizophorae* desempeña un papel esencial en los ecosistemas de manglar, actuando como un filtro natural, estabilizador de suelos y proveedor de hábitat para numerosas especies. La restauración de sus poblaciones no solo contribuye a la conservación de la biodiversidad, sino también a la mitigación de los efectos del cambio climático al capturar carbono y proteger las costas de la erosión.

### **3.3.2 Evaluación del Crecimiento de las Hojas: Factores de Desarrollo**

El análisis de la longitud y el ancho de las hojas reveló una mayor variabilidad en los primeros días, con el tratamiento 2 destacándose en el crecimiento de las hojas, seguido por el tratamiento 1. Esto podría sugerir que los tratamientos 1 y 2 proporcionaron condiciones que favorecieron no solo el crecimiento de la planta en términos de altura y diámetro, sino también en términos de la expansión foliar, lo que podría estar relacionado con la disponibilidad de recursos o con el manejo del ambiente en los viveros. Sin embargo, los resultados del tratamiento 3, que presentaron un crecimiento moderado en las hojas, evidencian que incluso en tratamientos menos favorables, es posible un desarrollo sostenido, aunque en menor magnitud. (Ramírez Ruiz 2020) indica el siguiente Estudios sobre (*P. rhizophora*) mangle y otras especies de manglar han demostrado que el crecimiento de las hojas está fuertemente influenciado por la cantidad de luz disponible, así como por los nutrientes presentes en el sustrato (Thom et al., 2020). La relación entre el crecimiento foliar y las condiciones ambientales podría ser un factor determinante en el éxito de la repoblación.

### **3.4 Respuesta a la pregunta de investigación**

existe una relación significativa entre los estados de crecimiento de las semillas y las tasas de crecimiento y mortalidad de las plántulas. Los diferentes estados de desarrollo de las semillas influyen directamente en su capacidad de adaptación durante la etapa de vivero, afectando su crecimiento en términos de altura, diámetro y número de hojas, así como su mortalidad frente a condiciones ambientales y manejo agronómico.

Los resultados esperados indicarían que semillas en etapas más avanzadas de desarrollo presentan un menor porcentaje de mortalidad y mayores tasas de crecimiento debido a su mayor viabilidad y resistencia. Por el contrario, semillas en etapas iniciales podrían ser más vulnerables, reflejando mayores tasas de mortalidad y menor crecimiento. Estos hallazgos permitirían identificar las condiciones óptimas para maximizar el éxito de los procesos de restauración ecológica mediante la selección de semillas con estados de crecimiento más favorables para su establecimiento en viveros y posterior reforestación

### **3.5 Conclusiones**

En conclusión, la creación de un vivero de (*P. rhizophorae*) en el estuario del río Cojimés sería una solución clave tanto para la restauración local de los manglares como para la lucha global contra el cambio climático, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y al bienestar económico de las comunidades locales.

De acuerdo al análisis, que representa un aporte significativo al entendimiento del desarrollo y la supervivencia de las plantas en sus distintos estadios de crecimiento. Los resultados obtenidos permiten no solo evaluar el estado actual del cultivo, sino también identificar patrones importantes que pueden guiar el diseño de estrategias más efectivas para optimizar la producción. La identificación de factores críticos en cada etapa del desarrollo proporciona una base sólida para

tomar decisiones fundamentadas, con el objetivo de mejorar la eficiencia en el manejo de los recursos y reducir los índices de mortalidad.

Además, este estudio ofrece información clave para implementar prácticas agrícolas más sostenibles, considerando tanto las condiciones ambientales como las necesidades específicas del cultivo en cada estadio. Al sentar las bases para un manejo integrado, los datos obtenidos permiten abordar desafíos actuales, como la mejora en la supervivencia de las plantas, y abren la posibilidad de desarrollar soluciones innovadoras que promuevan la productividad a largo plazo.

Por último, los hallazgos de esta investigación también subrayan la importancia de un monitoreo continuo y detallado, ya que este enfoque contribuye a anticipar posibles problemas y a optimizar las intervenciones técnicas. De esta manera, se establece un marco de trabajo robusto que no solo responde a las demandas inmediatas del cultivo, sino que también asegura la sostenibilidad y la resiliencia del sistema productivo en el futuro.

En conclusión, la propuesta de una estrategia de conservación para los diferentes estados de la semilla resulta crucial para garantizar la preservación de especies clave en los ecosistemas, como (*P. rhizophorae*). Este enfoque no solo promueve la viabilidad de las semillas a través de técnicas específicas de manejo, como la selección adecuada, el acondicionamiento previo a la siembra y la creación de condiciones óptimas para su germinación y crecimiento, sino que también fortalece la resiliencia de los ecosistemas ante amenazas ambientales y humanas.

La implementación de estrategias basadas en el manejo técnico, adaptadas a las características específicas de las semillas y a las dinámicas del entorno natural, fomenta un desarrollo sostenible que asegura la continuidad de los servicios ecosistémicos. Así, la conservación de los diferentes estados de la semilla no solo contribuye a la restauración de hábitats degradados, sino que también se erige como una herramienta clave para enfrentar los desafíos del

cambio climático y la pérdida de biodiversidad.

### **3.6 Recomendaciones**

Implementación de programas de educación ambiental especializada: Diseñar e impartir programas educativos dirigidos a las comunidades costeras, enfatizando el papel estratégico de los manglares en la mitigación del cambio climático, la protección costera y el desarrollo sostenible. Estos programas deben incluir componentes prácticos, como talleres sobre técnicas de restauración ecológica y manejo sostenible, fomentando la apropiación comunitaria de los proyectos de conservación.

Diseño de incentivos económicos para la conservación y restauración de manglares: Establecer políticas públicas que promuevan esquemas de pago por servicios ecosistémicos y beneficios fiscales destinados a las comunidades locales que participen activamente en la protección y restauración de manglares. Estas medidas deben ir acompañadas de estudios técnicos y económicos para garantizar su viabilidad, maximizando los beneficios tanto ambientales como sociales.

Desarrollo de estrategias adaptativas frente al cambio climático: Elaborar planes de gestión integral que consideren las condiciones ambientales específicas de las zonas subtropicales, como las fluctuaciones de temperatura y las amenazas climáticas. Estas estrategias deben priorizar la restauración de áreas degradadas de (*P. rhizophorae*) mediante técnicas basadas en evidencia científica, asegurando la resiliencia de los ecosistemas y la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos asociados.

### **3.7 Plan De Trabajo Detallado**

- **Cronograma**

ACTIVIDAD	2023-2024																
	Julio				agosto				Septiembre				Octubre				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Observación del terreno																	
Implementación y ejecución																	
Desarrollo del experimento en campo																	
Toma de datos																	
Presentación del primer borrador al tutor																	
Presentación del trabajo de titulación a la unidad de titulación																	
Sustentación del trabajo de titulación																	

### 3.8 Costo Estimado De La Propuesta De Investigación

Actividades	Unidad/Medi da	Cantida d	Costo Unitario (dólares)	Total (dólares)

<b>Llenado de fundas</b>				
Fundas	Unidad	280	0,50	140,00
Viáticos para recolección de semillas	Unidad	2	80,00	160,00
Recolección de semilla	Jornal	10	20,00	200,00
<b>Siembra</b>				
Implementación	Jornal	6	20,00	120,00
Transporte	Unidad	2	25,00	50,00
Total de Costos Directos				670,00

**Elaborado por:** Autor Byron Zambrano (2024)

## 4 BIBLIOGRAFÍA

Atena Editora. (2020). Restauración de ecosistemas de manglar en el Pacífico panameño.

Recuperado de <https://atenaeditora.com.br>

Azcárate-García, T., Rivera-Monroy, V. H., & Twilley, R. R. (2017). Respuestas biogeoquímicas

de los bosques de manglares al enriquecimiento de nutrientes: Una síntesis. *Ecología y Biogeografía Global*, 26(8), 1020–1031. <https://doi.org/10/geb.12606>

Blanco-Libreros, J. F., Estrada-Urrea, E. A., Pérez-Montalvo, R. J., Taborda-Marín, A., &

Álvarez-León, R. (2016). Influencia antrópica en el paisaje de las poblaciones de *Pelliciera rhizophorae* (Ericales: Tetrameristaceae) más sureñas del Caribe (Turbo, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 79-94.

Blanco-Libreros, J. F., & Ramírez-Ruiz, K. (2019). Habitat Fragmentation in Urban

Coastalscapes of *Pelliciera* spp. *Frontiers in Marine Science*. Recuperado de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.670354/full>

Cantón, M., Hernández, L., & Rodríguez, A. (2021). Estrategias de repoblación de manglares:

Un enfoque en (*Pelliciera rhizophorae*). *Revista de Restauración Ecológica*, 12(4), 320–333.

Castillero, M., et al. (2023). Impacto del daño foliar ocasionado por herbivoría en el manglar

de Pixvae. *Scientia*, 34(2). Recuperado de <https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/5328>

Castillo-Cárdenas, M. F., Toro-Perea, N., & Cárdenas-Henao, H. (2020). Estudio preliminar de

la ecogenética de la especie neotropical de mangle *Pelliciera rhizophorae* Triana y

Planchón, en la costa del Pacífico colombiana. *Actualidades Biológicas*.

Cinco razones para cuidar los manglares. (s. f.). World Bank. Recuperado el 12 de diciembre de 2023, de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/01/17/cinco-razones-para-cuidar-los-manglares>

Esri Colombia. (s. f.). Manglares. Recuperado el 17 de junio de 2024, de <https://geoapps.esri.co/DiaManglar/map/>

Field, C. D. (1998). Rehabilitation of mangrove ecosystems: An overview. *Marine Pollution Bulletin*, 37(8), 383–392. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(99\)00106-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00106-X)

Fuchs, H. P. (2019). Ecological and Palynological Notes on *Pelliciera rhizophorae*. *Acta Botanica Neerlandica*, 19(5), 640–661. Recuperado de [https://www.frontiersin.org/api/v3/articles/670354/file/Data\\_Sheet\\_1.PDF](https://www.frontiersin.org/api/v3/articles/670354/file/Data_Sheet_1.PDF)

González, C., et al. (2023). Restauración con *Pelliciera rhizophorae* en áreas alteradas del bosque inundable de manglar. *Tecnociencia*, 25(1), 106–120. Recuperado de <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/3440>

INVEMAR. (2020). Confirmación de *Pelliciera benthamii* en la Bahía de Cispatá, Caribe colombiano. *Boletín Científico INVEMAR*, 24(2). Recuperado de <https://boletin.invemar.org.co>

Mangrove Alliance. (2024). Guía de estrategias para restauración de manglares. Recuperado de <https://www.mangrovealliance.org>

Manglares: Qué son y por qué conservarlos. (2022, julio 25). National Geographic. Recuperado de <https://www.nationalgeographicla.com>

- Mendoza, E., et al. (2020). Estudio químico de *Pelliciera rhizophorae*: Aplicaciones farmacológicas y biotecnológicas. Recuperado de <https://catalogosiidca.csuca.org>
- Morales, E., Madrid, L., Rosado, J. V., Navarrete, G., Arroyo, 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), 486–493.
- Jiménez, J. A. (1984). A hypothesis to explain the reduced distribution of the mangrove *Pelliciera rhizophorae* Tr. & Pl. *Biotropica*, 16(4), 304.
- Parques Nacionales de Colombia. (2024). Planificación del Distrito Nacional de Manejo Integrado: Cabo Manglares Bajo Mira y Frontera. Recuperado de <https://www.parquesnacionales.gov.co>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2022). Una mirada al interior de la belleza y los beneficios de los manglares. Recuperado el 17 de junio de 2024, de <https://www.unep.org/es>
- Redalyc. (2020). Influencia antrópica en poblaciones de *Pelliciera rhizophorae* en Turbo, Colombia. Recuperado de <https://www.redalyc.org>
- Roth, L. C., & Grijalva, A. (2016). New record of the mangrove *Pelliciera rhizophorae* (Theaceae) on the Caribbean coast of Nicaragua. *Rhodora*, 93(874), 183-186.
- Thom, B. G., Green, L., & Walters, R. (2020). La influencia de los recursos hídricos en la restauración de manglares. *Journal of Environmental Management*, 41(5), 156–167.
- Tomlinson, P. B. (1986). *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press.

Twilley, RR, Rovai, AS y Riul, P. (2018). La morfología costera explica las distribuciones globales de carbono azul. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16 (9), 503–  
<https://doi.org/10.1002/taf.1937>

Wildcoast. (2021). Manual de restauración con mangle rojo. Recuperado de  
<https://wildcoast.org>

## 5 Anexos

### Anexo 1 Evaluación N°1 de altura de planta en cm a los 10 días

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	280	0,30	0,06	63,63

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27250,88	72	378,48	1,23	0,1291
Tratamientos	14705,80	3	4901,93	15,97	<0,0001
repetición	12545,08	69	181,81	0,59	0,9939
Error	63521,98	207	306,87		
Total	90772,86	279			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,61978

Error: 306,8695 gl: 207

Tratamientos	Medias	n	E.E.
2	36,35	70	2,09 A
3	31,95	70	2,09 A B
1	24,46	70	2,09 B C
4	17,36	70	2,09 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Anexo 2 Evaluación N°2 de altura de planta en cm a los 50 días

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	280	0,49	0,31	50,14

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	71444,45	72	992,28	2,74	<0,0001
Tratamientos	36647,73	3	12215,91	33,71	<0,0001
repetición	34796,72	69	504,30	1,39	0,0397
Error	75021,44	207	362,42		
Total	146465,90	279			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,28082

Error: 362,4224 gl: 207

Tratamientos	Medias	n	E.E.
1	49,24	70	2,28 A
2	46,83	70	2,28 A
3	35,51	70	2,28 B
4	20,31	70	2,28 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 3** Evaluación N°1 diámetro del tallo a los 10 días

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RAIZ Tallo de diametro de ..	280	0,35	0,13	16,75

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,18	72	0,10	1,58	0,0067
Tratamientos	2,70	3	0,90	14,27	<0,0001
repeticion	4,48	69	0,06	1,03	0,4313
Error	13,07	207	0,06		
Total	20,25	279			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10930

Error: 0,0631 gl: 207

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3	1,64	70	0,03	A
2	1,52	70	0,03	B
1	1,48	70	0,03	B
4	1,36	70	0,03	C

**Anexo 4** Evaluación N°2 diámetro del tallo a los 50 días

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tallo de diametro de plant..	280	0,39	0,17	34,91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	58,65	72	0,81	1,81	0,0006
Tratamientos	26,21	3	8,74	19,42	<0,0001
repeticion	32,44	69	0,47	1,05	0,3984
Error	93,12	207	0,45		
Total	151,77	279			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29175

Error: 0,4499 gl: 207

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	2,21	70	0,08	A
3	2,09	70	0,08	A
1	1,97	70	0,08	A
4	1,41	70	0,08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 5** Evaluación N°1 de ancho de hoja cm a los 10 días

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho de Hoja	280	0,29	0,04	37,69

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49,97	72	0,69	1,17	0,1969
Tratamientos	16,29	3	5,43	9,16	<0,0001
repeticion	33,68	69	0,49	0,82	0,8260
Error	122,74	207	0,59		
Total	172,71	279			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33495

Error: 0,5930 gl: 207

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	2,27	70	0,09	A
3	2,19	70	0,09	A
1	2,07	70	0,09	A
4	1,64	70	0,09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 6** Evaluación N°2 de ancho de hoja cm a los 50 días

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho de Hoja	280	0,45	0,26	35,34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	99,03	72	1,38	2,35	<0,0001
Tratamientos	56,48	3	18,83	32,20	<0,0001
repeticion	42,55	69	0,62	1,05	0,3807
Error	121,04	207	0,58		
Total	220,07	279			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33262

Error: 0,5847 gl: 207

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	2,73	70	0,09	A
2	2,25	70	0,09	B
3	2,20	70	0,09	B
4	1,47	70	0,09	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 7** Evaluación N°1 largo de hoja cm a los 10 días

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo de hoja	280	0,44	0,24	30,37

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1034,60	72	14,37	2,25	<0,0001
Tratamientos	430,95	3	143,65	22,54	<0,0001
repetición	603,65	69	8,75	1,37	0,0462
Error	1319,07	207	6,37		
Total	2353,67	279			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,09803**

Error: 6,3723 gl: 207

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	10,34	70	0,30	A
1	8,27	70	0,30	B
3	7,51	70	0,30	B C
4	7,12	70	0,30	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 8** Evaluación N°1 largo de hoja cm a los 50 días

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo de hoja	280	0,46	0,27	27,16

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1332,53	72	18,51	2,42	<0,0001
Tratamientos	79,55	3	26,52	3,46	0,0173
repetición	1252,99	69	18,16	2,37	<0,0001
Error	1586,14	207	7,66		
Total	2918,67	279			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,20407**

Error: 7,6625 gl: 207

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
2	10,67	70	0,33	A
3	10,61	70	0,33	A
1	10,15	70	0,33	A B
4	9,33	70	0,33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Anexo 9 Llenado de fundas en el vivero



Anexo 10 Extracción de plántulas en diferentes tamaños de mangle piñuelo (*pellicera rhyzophorae*)



**Anexo 11** Trasplante de plántulas de mangle (*P. rhizophorae*)



**Anexo 12** Toma de medidas de plántulas en diferentes estadios de (*P. rhizophorae*)









