

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN PEDERNALES

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

Carrera de Biología



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

TEMA DE INVESTIGACION:

PRODUCCION EN VIVERO DEL MANGLE NATO (*Mora oleifera*) EN LA
ESTACION EXPERIMENTAL “LATITUD 0” ULEAM, PEDERNALES (2025)

AUTOR:

ING. KAROL MICAELA OCHOA QUINTEROS

TUTOR:

DR. LUIS ALBERTO MADRID JIMENEZ

PEDERNALES – ECUADOR

2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

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

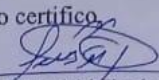
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **OCHOA QUINTEROS KAROL MICAELA**, legalmente matriculada en la carrera de Biología, periodo académico 2025-1, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "**Producción en vivero del mangle nato (*Mora oleifera*) en la Estación Experimental "Latitud 0" ULEAM, Pedernales (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 Septiembre de 2025.

Lo certifico,


Ing. Luis Alberto Madrid Jiménez, PhD

Docente Tutor

Biología

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

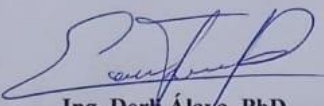
Certifica:

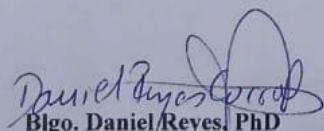
Que el trabajo de fin de carrera en la modalidad de Proyecto de investigación titulado:
"PRODUCCION EN VIVERO DEL MANGLE NATO (*Mora oleifera*) EN LA ESTACION EXPERIMENTAL "LATITUD 0" ULEAM, PEDERNALES (2025)",
realizado y concluido por la Señora: **OCHOA QUINTEROS KAROL MICAELA** ha sido
revisado y evaluado por los miembros del tribunal.

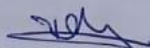
El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos
y formales suficientes para ser aprobado.

Pedernales, 5 de septiembre de 2025

Para dar testimonio y autenticidad firman:


Ing. Derli Álaya, PhD.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL


Blgo. Daniel Reyes, PhD
Miembro del tribunal


Ing. Raúl Macías, Mg
Miembro del tribunal

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **OCHOA QUINTEROS KAROL MICAELA**, con cédula de identidad No 1721174843 declaro que el presente trabajo de titulación “**PRODUCCION EN VIVERO DEL MANGLE NATO (*Mora oleifera*) EN LA ESTACION EXPERIMENTAL “LATITUD 0” ULEAM, PEDERNALES (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



Ochoa Quinteros Karol Micaela
C.I.: 1721174843

DEDICATORIA

Con mucho amor y gratitud

A Dios, por guiarme siempre en cada paso del camino, por mantenerme fuerte y firme en todo momento y darme propósitos para seguir adelante siempre con fe.

A mis padres y hermanos, por su amor y apoyo incondicional en todo momento y enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

A mi esposo, mi cómplice en cada etapa de este sueño que hoy se concreta, por su paciencia, comprensión y motivación constante. Por su compañía firme que ha sido mi refugio y mi fuerza.

Y a su familia, que me recibió con los brazos abiertos, siempre brindándome su apoyo genuino y desde el inicio haciéndome sentir parte de ellos. Gracias por convertirme en una más de ustedes.

AGRADECIMIENTO

Este documento marca el cierre de una etapa más en mi vida. Un camino lleno de desafíos, aprendizaje, pero sobre todo risas y buenos momentos que quedan grabados en mi corazón.

Quiero comenzar expresando mi más profundo agradecimiento a mis padres y hermanos, quienes han sido un pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Su apoyo constante, amor y disposición para ayudarme sin dudar, han sido una bendición que valoro infinitamente.

A mi esposo, por cuidarme con ternura, por brindarme su apoyo incondicional, amor constante y paciencia infinita en cada momento. Gracias por ser mi mano derecha, mi fuerza y el pilar que me ha permitido seguir adelante, incluso cuando el camino se tornaba difícil.

A su familia, que, con su apoyo constante y cariño incondicional, me acompañaron en cada momento, haciéndome sentir respaldada y verdaderamente parte de ellos.

A mis compañeros quienes me han demostrado su apoyo cuando los he necesitado, en especial a mis amigas Joselyn Marmolejo, Emma Andrade, y Gema Navarrete, quienes me brindaron su amistad y confianza desde el inicio y han sido mi grupo de trabajo en la universidad. A cada uno de los docentes que han formado parte de mi desarrollo y me han brindado su conocimiento.

A mis compañeros de tesis, Gema N., Engny Sánchez, y Miguel Valencia, quienes me acompañaron con dedicación y buena vibra a lo largo de todo el proceso. Compartimos aprendizajes, desafíos y más de una risa en el camino.

A mis amigas del trabajo, Diana Agualsaca, Stefy Muñoz, y Heydi Ponce, quienes, aunque ya no compartimos oficina, siguen estando presentes con su apoyo, cariño y esa amistad incondicional que no conoce horarios ni contratos. ¡Gracias por estar siempre!

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal identificar las condiciones idóneas para la producción en vivero del mangle nato (*Mora oleifera*) en la Estación Experimental “Latitud 0” de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Pedernales. Se evaluaron diferentes condiciones de luminosidad (luz natural, sarán al 65% y sombra natural) con el objetivo de determinar el ambiente más favorable para su producción en vivero y proponer un protocolo de restauración. Durante 60 días se midieron altura, diámetro del tallo y número de hojas, aplicando análisis estadísticos (ANOVA y MANOVA). Los resultados mostraron que la sombra natural favoreció el mayor crecimiento en altura y producción foliar, mientras que la sombra artificial con sarán promovió tallos más robustos; la luz directa fue la menos favorable. No se registró mortalidad, lo que evidencia buena adaptación de las plántulas al sustrato franco-limoso con moderada salinidad. El estudio reveló que las plántulas demostraron una notable adaptabilidad al entorno con alta salinidad y condiciones de humedad propias del manglar, los datos confirman que las condiciones de sombra, especialmente la natural, generan un efecto positivo y estadísticamente significativo en el desarrollo inicial de *Mora oleifera*, aportando insumos técnicos para optimizar viveros y fortalecer programas de restauración de manglares.

Palabras clave: *Mora oleifera*, Manglar, Vivero, Restauración ecológica, Crecimiento de plantas, Condiciones de sombra, Protocolo técnico.

ABSTRACT

The main objective of this research was to identify the ideal conditions for nursery production of the native mangrove (*Mora oleifera*) at the “Latitud 0” Experimental Station of the Universidad Laica Eloy Alfaro in Manabí, Pedernales. Different lighting conditions (natural light, 65% saran spp., and natural shade) were evaluated to determine the most favorable environment for nursery production and propose a restoration protocol. Height, stem diameter, and leaf number were measured over a 60-day period, using statistical analyses (ANOVA and MANOVA). The results showed that natural shade favored greater height growth and leaf production, while artificial shade with saran spp. promoted more robust stems; direct light was the least favorable. No mortality was recorded, indicating good adaptation of the seedlings to the silt-loam substrate with moderate salinity. The study revealed that the seedlings demonstrated remarkable adaptability to the high salinity and humidity conditions typical of mangroves. The data confirm that shade conditions, especially natural shade, have a positive and statistically significant effect on the initial development of *Mora oleifera*, providing technical input to optimize nurseries and strengthen mangrove restoration programs.

Keywords: *Mora oleifera*, Mangrove, Nursery, Ecological restoration, Plant growth, Shade conditions, Technical protocol.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Definición de variables	4
1.2.2 Preguntas de investigación o hipótesis	4
1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	5
1.5 MARCO TEÓRICO.....	6
1.5.1 Antecedentes	6
1.5.2 Manglar.....	7
1.5.3 Clases de manglares a nivel global.....	8
1.5.4 Para qué sirven los manglares	8
1.5.5 Importancia de los manglares	9
1.5.6 Principales amenazas de los manglares	9
1.5.7 Flora del manglar	10
1.5.8 Especies de animales del manglar	11
1.5.9 Conservación de manglares.....	12
1.5.10 Tipos fisiográficos de manglar en Ecuador	12
1.5.11 Manglares del Ecuador por provincias	13
1.5.12 Mangle nato (Mora oleifera)	14
1.5.13 Técnica para la producción de un vivero	18
1.5.14 Factores que influyen en el crecimiento de la planta	19
1.5.15 Manejo y germinación de la semilla.....	21
1.5.16 Parámetros fisiológicos que actúan en la cualidad de la panta.....	21
1.5.17 Marco Legal	23
CAPITULO 2: DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS).....	25

2.1 Enfoque de la investigación	25
2.2 Diseño de la investigación	25
2.2.1 Equipos y materiales	25
2.2.2 Tiempo de recolección de datos en vivero	26
2.3 Tipo de investigación, nivel o alcance	26
2.4 Métodos de investigación.....	27
2.4.1 Área de estudio	27
2.4.2 Caracterización de la zona.....	28
2.4.3 Primera etapa de vivero.....	28
2.4.4 Segunda etapa – Recolección y análisis de datos	29
2.4.5 Diseño del proyecto	30
2.5 Población y/o muestra	30
2.6 Técnicas de investigación	31
2.7 Operacionalización de variables.....	31
CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1 Resultados de métodos y técnicas de investigación utilizadas.....	32
3.1.1 Evaluar las condiciones óptimas de crecimiento con luz natural y dos tipos de sombra en vivero del mangle Mora oleifera en un entorno natural.....	32
3.1.2 Determinar el crecimiento biológico y agronómico de las plántulas del mangle Mora oleifera.	52
3.1.3 Proponer un protocolo técnico para la restauración de comunidades de mangle nato (Mora oleifera).....	53
3.2 DISCUSIÓN	55
3.3 Contestación a las preguntas de investigación.....	56
3.4 Plan de trabajo detallado	57
CONCLUSIÓN.....	58
RECOMENDACIÓN	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del Mangle nato	14
Tabla 2. Cuadro comparativo de especies de manglar.....	15
Tabla 3. Matriz de variables independientes y dependientes.....	31
Tabla 4. Tratamientos y variables en el tiempo estipulado.....	32

Tabla 5. <i>Estadísticos Descriptivos altura de tallo, días 0, 30 y 60</i>	33
Tabla 6. Análisis de varianza para altura tallo (cm) 0 días	34
Tabla 7. Análisis de varianza para altura tallo (cm) 30 días	34
Tabla 8. Análisis de varianza para altura tallo (cm) 60 días	35
Tabla 9. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra	37
Tabla 10. Comparaciones por parejas de Fisher: SOMBRA	38
Tabla 11. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra	38
Tabla 12. <i>Estadísticos Descriptivos diámetro a de tallo, días 0, 30 y 60</i>	39
Tabla 13. Análisis de varianza para diámetro tallo cm (sg día 0), utilizando SC ajustada para pruebas	40
Tabla 14. Análisis de varianza para diámetro tallo (cm) día 30, utilizando SC ajustada para pruebas	40
Tabla 15. Análisis de varianza para diámetro tallo (cm) 60 días, utilizando SC ajustada para pruebas	41
Tabla 16. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra	44
Tabla 17. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra	44
Tabla 18. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra	45
Tabla 19. <i>Estadísticos Descriptivos de hojas, días 30 y 60</i>	45
Tabla 20. Análisis de varianza para n.º hojas 30 días, utilizando SC ajustada para pruebas ..	47
Tabla 21. Análisis de varianza para nº hojas 60 días, utilizando SC ajustada para pruebas...	47
Tabla 22. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra	50
Tabla 23. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra	50
Tabla 24. Resumen del modelo.....	51
Tabla 25. Pruebas MANOVA para sombra	52
Tabla 26. Cronograma de actividades.....	57

Tabla 27. Costo estimado del proyecto de investigación.....	57
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de bosques de manglar a nivel global.....	8
Figura 2. Principales servicios ecosistémicos del manglar y sus amenazas	10
Figura 3. Fauna del manglar	12
Figura 4. Fisiografía del manglar	13
Figura 5. Distribución geográfica del mangle nato.....	16
Figura 6. Evaluación global.....	17
Figura 7. Estación de investigación ULEAM Pedernales.....	27
Figura 8. Distribución por tratamientos y repeticiones.....	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Intervalo de altura de tallo día 0	35
Gráfico 2. Intervalo de altura de tallo día 30	36
Gráfico 3. Intervalo de altura de tallo día 60	36
Gráfico 4. Intervalo de diámetro de tallo día 0	41
Gráfico 5. Intervalo de diámetro de tallo día 30	42
Gráfico 6. Intervalo de diámetro de tallo día 60	43
Gráfico 7. Intervalo de numero de hojas día 30	48
Gráfico 8. Intervalo de numero de hojas día 60	49

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Llenado de fundas	66
Anexo 2. Población de mangle nato en Muisne	66

Anexo 3. Transporte de plántulas nato a la finca de la Uleam	66
Anexo 4. Siembra de plántulas del nato en la finca de la Uleam	66
Anexo 5. Diseño de vivero	67
Anexo 6. Monitoreo mensual	67
Anexo 7. Cotiledones atacados por hormigas.....	67
Anexo 8. Medición de las plántulas.....	67
Anexo 9. Dos pares de hojas alargadas en forma de pluma	68
Anexo 10. Finalizando monitoreos.....	68
Anexo 11. Interacción altura-tallo 0 días.....	68
Anexo 12. Interacción de altura 30 días	68
Anexo 13. Interacción altura día 60.....	69
Anexo 14. Interacción diámetro día 0.....	69
Anexo 15. Interacción diámetro tallo día 30	69
Anexo 16. Interacción diámetro tallo día 60	69
Anexo 17. Interacción N° hojas día 30.....	70
Anexo 18. Interacción N° hojas día 60	70

CAPITULO 1: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCION

Los manglares se destacan como uno de los ecosistemas del mundo altamente productivos debido a su capacidad para generar hojarasca, detritos y compuestos orgánicos solubles, ya que, mediante estos elementos, junto con los nutrientes que son arrastrados por los ríos y el océano, son capturados por las raíces del mangle, las cuales, además de estabilizar el suelo, sirven de hogar para una fauna diversa de gran valor ecológico y económico, mientras que la materia orgánica que se genera también sirve de alimento para diversas especies marinas, como los peces (Reese, 2007).

En Ecuador, los manglares constituyen un elemento esencial e independencia nutricional para más de un millón de personas que conviven con ellos, incluyendo a aquellos que pertenecen a las comunidades autóctonas que han establecido una relación sostenible en el ecosistema, por ejemplo, la proteína animal del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y los peces del estuario que han sido parte de su dieta diaria (de la Caridad et al., 2016).

El valor ecológico de los manglares se ve reflejada en diferentes funciones: sostienen los medios de vida de las comunidades costeras mediante la pesca comercial, reciclan nutrientes, retienen sedimentos, actúan como hábitat para numerosas especies, mejoran la calidad del agua, protegen la línea costera de fuertes oleajes, proveen recursos como leña, madera, carbón y productos naturales utilizados en la construcción (Reese, 2007).

Los ecosistemas de manglar son una de las zonas que se encuentran más afectadas por las actividades humanas; afectando la seguridad alimentaria, los ingresos económicos, la conservación de la naturaleza y la estabilidad ecológica de las comunidades costeras. Este tipo de entorno acoge una amplia variedad de especies con una extensa historia evolutiva que han sufrido transformaciones radicales a través del tiempo. La expansión de actividades como la urbanización, la acuicultura y deforestación han sido la principal causa de la pérdida acelerada

de extensas áreas de manglar, así como de especies arbóreas representativas de este ecosistema, como las del género *Rhizophora*, *Avicennia* y *Mora* (McLeod & Salm, 2006).

J. M. Gaxiola (2011) recuerda que los manglares, pese a su notable capacidad de adaptarse a los cambios, se ven profundamente alterados por la acción humana. Por eso, devolverles la vitalidad empieza por replantar especies nativas: ellas no solo se aclimatan mejor a las perturbaciones, sino que también sostienen las delicadas conexiones que mantienen vivo a todo el ecosistema.

Mora oleifera comúnmente conocida como mangle nato, es una especie costera clave por su función ecológica como la estabilización del suelo, captura de carbono, proporciona refugio para numerosas especies marinas y filtra contaminantes mejorando la condición del agua; y su valor comercial para construcción de viviendas, fabricación de vigas, postes, muelles, producción de carbón vegetal, leña y elaboración de muebles por la larga durabilidad y resistencia a la humedad e infestación de insectos (Arboreto de Osa, 2024).

No obstante, el deterioro de su hábitat en la zona de Muisne, en la provincia de Esmeraldas ha disminuido considerablemente su presencia con relación a otras especies de manglares, donde ha sido altamente explotada debido a sus propiedades físicas - como resiliencia, longevidad y tamaño-, teniendo en consideración su importancia ecológica, el mangle nato es una especie que cada vez es más escaso en el litoral ecuatoriano, para ello es fundamental establecer parámetros adecuados para su propagación con la ayuda de viveros para su conservación y recuperación (Aveiga, 2022). Según Sánchez et al., (2018) un aspecto relevante para su cultivo es la cantidad de sombra moderada (50-70%) que influye directamente en el proceso de la fotosíntesis que es esencial en la etapa de crecimiento inicial para el desarrollo radicular y crecimiento foliar reduciendo el estrés hídrico.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La indebida tala ha provocado una alarmante disminución de especies nativas, como por el ejemplo el mangle nato, con el pasar de los años su población ha disminuido de forma considerable en Esmeraldas debido a su uso excesivo y deterioro de su hábitat natural (Aveiga, 2022). Aunque los manglares son muy importantes desde el punto de vista ecológico, económico y social para la comunidad costera de Ecuador, este hábitat está muy amenazado por las actividades humanas como la urbanización, la acuicultura y la deforestación (Blanco & Ramírez, 2021).

Mora oleífera a nivel mundial se encuentra en peligro de extinción, de acuerdo con la información de la IUCN, este mangle está en la categoría de vulnerabilidad (Duke, 2010). Este tipo de mangle de armadura pesada y duradera se considera como una de las principales fuentes de madera del trópico. Fue talada para realizar tipos de construcciones grandes, para exteriores, infraestructuras para la marina y embarcaciones (ONU-REDD, 2014).

En el estuario río Cojimíes existen lugares donde han sobrevivido pocos árboles de la tala, los cuales fueron expuestos en las décadas de los años 80 y 90 del siglo anterior (World Rainforest Movement, 2025). Es de gran interés efectuar la recuperación de las poblaciones naturales del mangle nato con la ayuda de la producción de plantas en viveros para así luego reintroducirlas a su estado natural.

La extinción de esta especie pone en peligro no solo la diversidad biológica del ecosistema de mangles, sino también la estabilidad ecológica y los recursos financieros de las comunidades que se apoyan en ella. Pese a los intentos de recuperación, todavía falta información científica y técnica acerca de la producción eficaz de *Mora oleífera* en viveros, particularmente bajo condiciones locales como las de la finca de la universidad.

1.2.1 Definición de variables

Variables dependientes

- Datos biométricos de la planta (Diámetro del tallo, altura de planta, número de hojas)

Variables independientes

- Clase de sombra (natural, artificial y luz solar directa)

1.2.2 Preguntas de investigación o hipótesis

Este estudio se centrará en las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la sombra más adecuada para el crecimiento de *Mora oleifera* en un vivero?
- ¿Qué estrategias se pueden implementar para favorecer la tasa de crecimiento inicial de las plántulas?

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.3.1 Objetivo general

Identificar las condiciones de sombra más idóneas para la producción en vivero del mangle nato (*Mora oleifera*) en la estación experimental latitud 0 Uleam, Pedernales 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar las condiciones óptimas de crecimiento con luz natural y dos tipos de sombra en vivero del mangle *Mora oleifera* en un entorno natural.
- Determinar el crecimiento biológico y agronómico de las plántulas del mangle *Mora oleifera*.
- Proponer un protocolo técnico para la restauración de comunidades de mangle nato (*Mora oleifera*).

1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

La costa ecuatoriana —incluida la franja del Chocó que abraza el norte de Esmeraldas— es un tesoro de vida: allí conviven innumerables especies en manglares, bosques y estuarios. Sin embargo, la huella humana ha ido cercenando este mosaico natural: la tala, la expansión urbana y ciertas prácticas industriales han destruido áreas críticas de manglar, dejando sin refugio a especies ya amenazadas y debilitando los servicios ecológicos que sostienen a las comunidades costeras. Frente a este escenario, y con una conciencia creciente sobre el valor de estos ecosistemas, surge la urgencia de actuar: proteger los fragmentos que aún subsisten y restaurar lo que se ha perdido (Cordero, 2024).

El ecosistema del manglar se ha visto afectado por algunas amenazas como la expansión urbanística, la contaminación y el cambio climático, lo que ha provocado que disminuya su población parcialmente, en especial la especie *Mora oleífera*, o más conocida como mangle nato (Millstein, 2024). Una de las estrategias más efectivas para garantizar la conservación de los manglares es la realización de viveros, ya que estos mangles, además de actuar como bancos de propagación para especies acuáticas, también sirven para asegurar su diversidad genética, para que en un futuro cercano realicen la reforestación y restauración de estos (Ecología, 2024).

En el Estuario Río Muisne existe una gran variedad de especies de mangle, entre las que se encuentra el mangle nato (*Mora oleífera*). Una parte importante de su población se puede observar en San Lorenzo, en la provincia de Esmeraldas. Es una especie que se encuentra en peligro de extinción, poco investigada, que necesita prioridad en los planes de conservación y gestión sostenible de los ecosistemas del mangle (Vásquez, 2007).

Las poblaciones de mangle nato en el estuario del río Cojimíes son extremadamente pequeñas, se puede observar algunos árboles en el sector de Juananú. También existen árboles pequeños en la boca del río Mache cerca al poblado de Chamanga.

Por eso la implementación del vivero en los predios de la Uleam Pedernales es de vital importancia debido a su estado vulnerable, lo que permitirá la conservación activa mediante la producción de un cultivo controlado de nuevas plantas, que será clave para recuperar el equilibrio ambiental de la zona, contribuir a su restauración ecológica y evitar la pérdida definitiva de esta especie en el estuario del río Cojimíes.

1.5 MARCO TEÓRICO

1.5.1 Antecedentes

Los manglares son un ecosistema único que crece en la confluencia de la tierra y el mar, en 123 países en regiones tropicales y subtropicales, cubren menos del 1% de la superficie forestal mundial. Estos protegen, alimentan, mejoran el agua y fijan dióxido de carbono, proporcionando hábitat a 1.533 organismos y son zonas de cría de peces de importancia comercial, contribuyendo al bienestar del medio acuático (Foro Mar de Cortés, 2024).

En nuestro país, el mangle se representa en dos ecosistemas: en la región norte con el 67.68% de área el Manglar del Chocó Ecuatorial y en la región sur con el 16.65% el Manglar del Jama- Zapotillo. El área sobrante se ubica en las provincias de Esmeraldas (14.49%) y Manabí (1.18%) (ONU-REDD, 2014).

En el Estuario Río Cojimíes, los manglares desarrollan un papel importante en la protección de las costas, actuando como barreras naturales contra fuertes oleajes y tormentas (Ecología, 2024). Según Millstein (2024) también actúan como fuente de alimento para algunas aves que viven específicamente en los bosques de manglares, brindan protección y son el hogar de varias especies acuáticas como crustáceos, peces, tiburones, rayas, reptiles, etc.

El mangle nato (*Mora oleifera*) es una especie nativa del Pacífico tropical que cumple un rol ecológico clave en los ecosistemas de manglar, al aportar sombra, fijar nitrógeno y contribuir en la estabilidad del suelo (WWF Colombia, 2022). Debido a su degradación por actividades humanas, ha sido incluido en proyectos de restauración mediante viveros forestales

y flotantes en Colombia, Ecuador y otras regiones costeras, promoviendo su recuperación junto con otras especies como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) (CVC, 2020: WWF Colombia, 2022).

1.5.2 Manglar

Según Calderón et al (2009), los manglares fueron, en antaño, considerados como bosques perjudiciales para las comunidades costeras, ya que albergan cantidades inmensas de mosquitos que se reproducen en las aguas sésiles. Para mejorar estas zonas, las personas empezaron a convertirlas en camaroneras y sectores turísticos, hasta que, en la actualidad, se dieron cuenta de su gran importancia para la sociedad, tanto ecológica como económicamente.

Los manglares son hábitats tropicales y subtropicales de aguas cálidas, abundantes en biodiversidad, que surgen de la interacción entre entornos terrestres y marinos. Son vitales para nuestra salud y bienestar en el planeta, ofreciendo servicios ambientales indispensables y jugando un rol esencial en la preservación de las especies de flora y fauna. Se hallan en América, Asia, África y Oceanía. Brasil cuenta con 20000 kilómetros cuadrados de manglar (Sánchez, 2024).

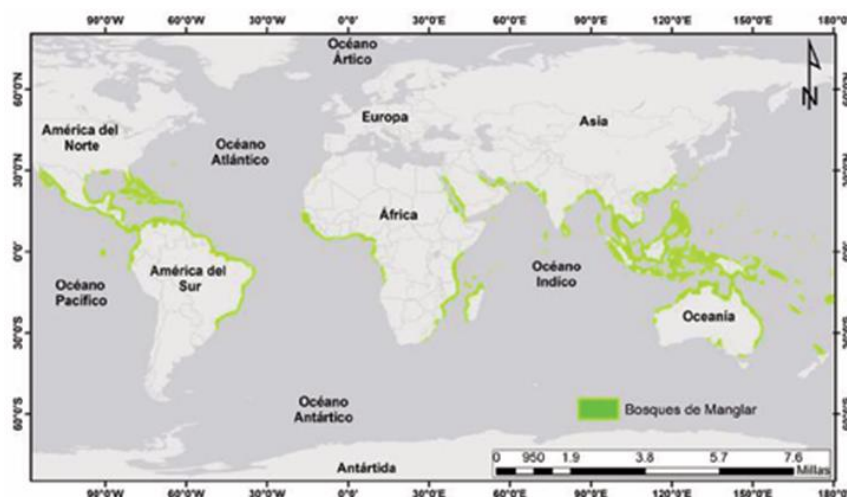
Los manglares son el hábitat de árboles y arbustos que crecen en zonas marítimas tropicales y templadas. Ocupan una superficie de 20 millones de hectáreas en todo el mundo, de las cuales entre el 35 % y el 50 % han desaparecido en los últimos 100 años, por lo general en la India y Filipinas. Los manglares viven en tierra, mar y agua dulce, y existen diferencias internas y externas entre las diferentes especies. Se han adaptado específicamente a los entornos de agua salada; por ejemplo, tienen raíces que respiran y glándulas que secretan sal. Los manglares proporcionan una fuente eficaz de alimento, un área de reproducción y un refugio para los animales acuáticos y las aves (Castro, 2024).

1.5.3 Clases de manglares a nivel global

Castro (2024) indica que, la categorización mundial de los manglares se segmenta en dos grandes grupos biogeográficos (Fig.1) de acuerdo con su variedad ecológica:

- **Grupo del Oeste:** Incluye los manglares caribeños, el golfo de México, la costa pacífica de América (desde Perú hasta México), la costa del sur de América (desde Brasil hasta Senegal), y la costa del litoral africano (desde Senegal hasta Angola). La WWF ha reconocido 40 biorregiones dentro de esta región.

Figura 1. Distribución de bosques de manglar a nivel global



Fuente: Bolívar et al., 2020

- **Oriental:** Incluye las costas del oeste de África, Madagascar, regiones del mar Rojo, el golfo de Omán, y áreas costeras del sur de Asia y Oceanía. En esta zona, regida por el archipiélago de Malasia, la WWF ha establecido 9 biorregiones de mangle.

1.5.4 Para qué sirven los manglares

Una vez entendida la relevancia de los manglares, es esencial entender su función en los ecosistemas en los que se desarrollan. Es imprescindible tener árboles de mangle para conservar los recursos naturales y la flora que estas zonas requieren para desarrollarse y florecer. No solo preservan la flora y la fauna, sino que también contribuyen a atenuar las consecuencias del cambio climático al capturar y guardar CO₂ en sus raíces. Los manglares evitan la erosión del terreno y la formación de sedimentos en las costas (Fundación Aquae, 2022).

La madera de manglares se utiliza para fines domésticos, producción de pulpa y construcción de infraestructuras y atracciones turísticas. Muchos hoteles, instalaciones deportivas y museos están contruidos en estas zonas (Briceño, 2021).

1.5.5 Importancia de los manglares

Los manglares son ecosistemas estratégicos para la sostenibilidad ambiental y el bienestar humano ya que actúan como estructuras naturales que minimizan los efectos de fenómenos climáticos severos, tales como marejadas, tormentas y procesos erosivos, protegiendo las zonas costeras habitadas, albergan una gran variedad de especies de flora y fauna, sirviendo como hábitats y zonas de crianza que fortalecen el equilibrio ecológico entre sistemas terrestres y marinos (Fig. 2) (Bordino, 2023).

Más que simples bosques costeros, los manglares son aliados clave frente al cambio climático: cada hectárea actúa como un sumidero que atrapa enormes reservas de carbono y ayuda a aliviar la carga de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Al mismo tiempo, su intrincado sistema de raíces funciona como un tamiz vivo, reteniendo sedimentos y compuestos contaminantes antes de que lleguen al mar, lo que depura el agua y refuerza la salud de los ambientes litorales (Bordino, 2023).

Los manglares representan entornos naturales de elevada fragilidad ecológica. Su deterioro incide negativamente en la biodiversidad asociada, al tiempo que afecta procesos económicos locales y provoca alteraciones en el equilibrio ambiental. Por tanto, es fundamental promover acciones de conservación y gestión responsable que permitan preservar sus funciones ecológicas esenciales y sus aportes culturales a las poblaciones costeras (Martín & Martín, 2023).

1.5.6 Principales amenazas de los manglares

Los manglares luchan contra el deterioro causado por acciones humanas, tales como la explotación forestal, el desarrollo urbano y turístico en áreas costeras, y la transformación en

territorios agrícolas y acuícolas. La transformación de manglares a cultivos y piscinas de camarón ha generado impactos económicos y ecológicos. El cambio climático representa un riesgo extra, alterando factores ambientales esenciales para el desarrollo de estos ecosistemas (Fig. 2) (Solís, 2025).

Estas amenazas provocan un declive gradual en su biodiversidad, disminuyen su capacidad para protegerse ante sucesos costeros extremos y modifican su funcionamiento, amenazando tanto el balance ecosistémico como la continuidad de las especies que viven en la zona (Bordino, 2023).

Figura 2. Principales servicios ecosistémicos del manglar y sus amenazas



Fuente: Teutli et al., 2020

1.5.7 Flora del manglar

La variedad de flora presente en los manglares es diversa y se ha ajustado a las circunstancias particulares de estos ecosistemas costeros. Existen distintas, especies vegetales herbáceas, arbustos y enredaderas además de los árboles de mangle, que aportan a su diversidad biológica. (Bordino, 2023).

Las tres especies más comunes de los árboles de mangle son: *Mangle rojo* (*Rhizophora mangle*), negro (*Avicennia germinans*) y blanco (*Laguncularia racemosa*). El mangle rojo es

una especie común con por sus raíces aéreas que se proyectan desde las ramas hasta el suelo, lo que favorece la absorción de oxígeno en terrenos de alta salinidad. *Avicennia germinans*, el llamado “mangle negro”, se instala en las zonas más elevadas de la ribera y cuenta con diminutas glándulas en sus hojas que expulsan el exceso de sal. Gracias a este mecanismo, logra sobrellevar ambientes muy salinos y prosperar donde otras especies tendrían dificultades (Ruiz, 2024).

Dentro del mosaico de los manglares, los arbustos como *Salicornia occidentalis* sobresalen por su habilidad para prosperar en suelos extremadamente salinos, rasgo que se acentúa en las zonas de menor altitud. A su lado, las suculentas conocidas como hojas de sal (*Sesuvium portulacastrum*) no solo sobreviven, sino que incluso pueden elevar la salinidad en los estratos intermedios del manglar, contribuyendo a la compleja dinámica química del ecosistema (Ruiz, 2024).

1.5.8 Especies de animales del manglar

Los manglares se alzan como auténticos laboratorios naturales: sus suelos permanentemente inundados y saturados de sal plantean retos extremos, pero también han impulsado una sorprendente creatividad biológica. En este escenario, cada especie ha forjado adaptaciones singulares—desde raíces aéreas hasta tejidos capaces de filtrar la sal—que les permiten no solo sobrevivir, sino prosperar en un rincón tan singular del planeta. Estos entornos son hábitats esenciales para especies marinas, terrestres y anfibias, proporcionando refugio, reproducción y alimento. Existen peces, crustáceos, moluscos, reptiles, aves migratorias, mamíferos y otros invertebrados acuáticos, y algunas especies emblemáticas simbolizan el valor ecológico y el interés por la preservación de la biodiversidad (Fig. 3) (Ruiz, 2024).

Figura 3. Fauna del manglar



Fuente: Segui, 2023

1.5.9 Conservación de manglares

Proteger estos “bosques anfibios” exige mantenerlos bajo una vigilancia continua, planificar con visión de futuro el uso del suelo y, sobre todo, involucrar activamente a las comunidades que dependen de ellos. Para lograrlo, resulta imprescindible delimitar zonas de conservación, asignar recursos suficientes y respaldar todo con políticas sólidas que detengan su deterioro. Frente a la erosión costera y al impacto del cambio climático, la acción no puede esperar: de ella depende la supervivencia del manglar y de los valiosos servicios que brinda a las personas y al planeta (Segui, 2023).

1.5.10 Tipos fisiográficos de manglar en Ecuador

Manglar de borde

Se lo encuentra ubicado en la primera línea en la dirección mar-tierra, se empapan de agua salobre siempre que la marea sube soportando el golpe de las olas. El mangle dominante es el rojo *Rhizophora spp.*, donde alcanza un gran progreso gracias a los nutrientes que recibe del océano traídos por la marea (Bodero & Robadue, 1995) (Fig. 4).

Manglar ribereño

Está ubicado en el margen de los ríos, a lo largo de la mediación salina. Existen bosques puramente de nato, piñuelo y mangle negro, y bosques mixtos de nato, piñuelo, negro y jeli. En este medio la llegada de nutrientes y agua dulce hace que las estructuras de estos mangles se desarrollen de la mejor manera. La mayoría de estos bosques se encuentran en Guayaquil. El nato (*Mora oleifera*) se extiende desde Cojimíes hacia el norte y el mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophora*) se extiende hasta Bahía (Ministerio del Ambiente del Ecuador et al., 2014) (Fig. 4).

Manglar de cuenca

Estos mangles están localizados en la parte de atrás de los de ribera y borde, donde el suelo es más estable. Estos pueden ser alcanzados únicamente cuando hay aguaje fuerte permaneciendo inundados por un lapso determinado para después drenar el agua lentamente. Este tipo de bosque por lo general se lo encuentra en Esmeraldas y las especies adaptadas a esta zona son el mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle jeli (*Conocarpus erectus*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) (Fundación Aquae, 2022) (Fig. 4).

Figura 4. Fisiografía del manglar



Fuente: Grupo Jaragua, 2021

1.5.11 Manglares del Ecuador por provincias

Las áreas destinadas a la restauración de manglares en Ecuador presentan una composición vegetal diversa, con diferencias significativas entre provincias. En Esmeraldas,

se reporta una alta variedad de especies características de manglar, entre ellas *Annona glabra*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Mora oleifera*, así como múltiples representantes del género *Rhizophora* (como *R. harrisonii*, *R. mangle*, *R. racemosa* y *R. samoensis*), junto con especies menos comunes como *Pelliciera rhizophorae* y *Tabebuia palustris*. En Manabí, existen especies similares, están *Pelliciera benthamii* y *Talipariti tiliaceum*, lo cual enriquece la flora de la localidad. En Guayas predominan especies de *Rhizophora* y se mantiene también *Talipariti tiliaceum*, mientras que en El Oro se conserva una diversidad más reducida, con predominancia de *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y tres especies del mismo género *Rhizophora* previamente mencionadas (Molina Moreira et al., 2024).

1.5.12 Mangle nato (*Mora oleifera*)

Tabla 1. Taxonomía del Mangle nato

<i>Mora oleifera</i>	
Reino	Plantae
Filo	Tracheophyta
Subfilo	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Caesalpinioideae
Género	<i>Mora</i>
Especie	Mangle nato
Nombre científico:	<i>Mora oleifera</i> Ducke (Hemsl.)
Sinónimos de los nombres científicos:	<i>Mora megistosperma</i> (Pittier) Britton y Rose, <i>Dimorphandra olifera</i> Triana ex Hemsl.

Fuente: Duke, 2010

El mangle nato se distingue de otras especies de manglar por su gran tamaño superando los 30 metros de altura, por sus raíces tablares que le brindan estabilidad en suelos inundados. Sus semillas se dispersan por flotación, aunque a menor distancia que las del mangle rojo, y prefiere suelos con baja salinidad y alta disponibilidad de nutrientes. A continuación, se

presenta un cuadro comparativo entre el mangle nato, mangle rojo, mangle negro y mangle blanco.

Tabla 2. Cuadro comparativo de especies de manglar

Característica	Mangle nato (<i>Mora oleifera</i>)	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)	Mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>)	Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>)
Distribución	Presente en manglares del Pacífico de Colombia y Ecuador; especie poco común.	Amplia distribución en América tropical y subtropical.	Ampliamente distribuido en costas con alta salinidad.	Se ubica en zonas de transición entre manglar y ecosistemas terrestres.
Altura promedio	Puede superar los 30 m , siendo el árbol más alto del manglar.	Hasta 25 m.	2 – 15 m.	2 – 18 m.
Raíces	Tablares (grandes y aplanadas), que aportan estabilidad.	Zancudas (aéreas y arqueadas).	Neumatóforos verticales para intercambio gaseoso.	Tablares y algunos neumatóforos pequeños.
Hojas	Grandes, coriáceas, verde oscuro, con nervadura prominente.	Opuestas, coriáceas, envés claro.	Pequeñas, con glándulas de sal.	Ovaladas, verde claro, con secreción salina en ápices.
Semillas/propágulos	Semillas grandes que se dispersan por flotación, aunque a menor distancia que las de otras especies.	Propágulos alargados flotantes de gran alcance.	Propágulos más pequeños y flotantes.	Semillas ovoides flotantes de rápida germinación.
Condiciones ecológicas	Prefiere zonas inundadas de baja salinidad, en suelos ricos en nutrientes.	Alta tolerancia a inundación y salinidad.	Muy tolerante a suelos hipersalinos y áridos.	Moderada tolerancia, ocupa áreas intermedias.
Importancia ecológica	Aporta gran biomasa, alta captura de carbono, y soporte para fauna. Es clave en la estructura del manglar.	Protege costas y brinda hábitat a peces y crustáceos.	Resiste condiciones extremas, estabiliza suelos salinos.	Conecta manglar con ecosistemas terrestres y aporta biodiversidad.
Estado de conservación	Vulnerable en varias zonas, por tala selectiva y distribución reducida.	Preocupación menor.	Preocupación menor.	Preocupación menor.

Fuente: Autor

En comparación, el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) presenta raíces zancudas y propágulos largos flotantes, el mangle negro (*Avicennia germinans*) desarrolla neumatóforos verticales y tolera suelos hipersalinos, mientras que el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) ocupa zonas de transición con raíces tablares más pequeñas. En términos ecológicos, *Mora oleifera* aporta gran biomasa y captura de carbono, siendo clave en la estructura del manglar, aunque se encuentra vulnerable debido a su distribución limitada y la tala selectiva, mientras que las demás especies presentan menor preocupación de conservación.

Hábitat

Esta especie habita en el bosque húmedo y muy húmedo tropical (Ministerio del Ambiente del Ecuador et al., 2014), también en zonas bajas, a nivel del mar donde el agua dulce y salada se juntan como en manglares y estuarios; en desagües de ríos y guandales. En la zona atlántica crece dentro del bosque siendo esta la primera especie registrada en este lugar (iNaturalist Colombia, 2024).

Distribución geográfica

Se distribuye por la costa del Pacífico, desde Costa Rica en lugares como Parrita y Quepos hasta Sierpe y la Península de Osa (iNaturalist Colombia, 2024) hasta el noroccidente del Ecuador en la provincia verde (Ministerio del Ambiente del Ecuador et al., 2014). En Colombia está distribuido en Valle del Cauca, Chocó y Nariño (Fig. 5) (Catálogo de la biodiversidad, 2024).

Figura 5. Distribución geográfica del mangle nato



Fuente: Duke, 2010

Descripción

Mora oleifera también llamado *Mora megistosperma*, es nativo del Pacífico, esta especie es de tipo arbórea que crece cerca del ecosistema del manglar, por lo general se lo

conoce como como Alcornoque, Mora, Chaperno de suampo o el más común Nato (Aveiga, 2022).

Este árbol de corteza oscura y raíces irregulares se desarrolla en ambientes de manglares llegando a crecer hasta cuarenta y cinco metros de altura (Molina Moreira et al., 2024).

Sus raíces son tablares como las del mangle piñuelo, que le ayudan a anclarse fuerte al suelo, y por lo general se las encuentra juntas en la orilla de los ríos y estuarios (Erazo, 2014).

Sus flores son blancas en forma de espiga, posiblemente polinizadas por insectos, sus frutos o semillas son grandes parecidos a un riñón con dos cotiledones, se reproducen sexualmente, son de tonalidad café oscuro por fuera y rojizo-amarillentas por dentro. Cuando la semilla está madura puede llegar a pesar entre 300-1000 gramos.

Al desprenderse del árbol, poseen la capacidad de flotar naturalmente porque dentro de ella contienen aire lo que le ayuda a su dispersión, compuestos principalmente por una semilla que al abrirse las hormigas se comen los cotiledones. Según Aveiga (2022), menciona que sus hojas son de color verde agudo, contienen dos pares de hojas alargadas en forma de pluma tienen una longitud de 6-18 centímetros y una amplitud de 4-7 centímetros, contienen un alto porcentaje de taninos (antioxidantes y astringentes).

Pese a su tamaño, se ha utilizado en la construcción general y se distribuye desde Costa Rica hasta Ecuador. La especie ha sido clasificada como vulnerable (fig. 6), consecuencia directa de la deforestación y de la reducción progresiva de su hábitat natural, lo que compromete su viabilidad ecológica y su permanencia en el ecosistema (Arboreto de Osa, 2024).

Figura 6. Evaluación global



Fuente: Duke, 2010

Fenología

En los meses de abril y mayo se puede observar su tiempo de floración, y en los meses de agosto y septiembre el tiempo de frutos (Arboreto de Osa, 2024).

Germinación

Estas semillas al poseer dos cotiledones se desprenden entre sí para germinar, esto ocurre en el lapso de 4 a 5 semanas después de su siembra, desarrollando plantas que llegan a medir hasta 2 metros de altura en sus primeros 4 meses de existencia, de allí se mantienen con esa talla en el transcurso de 2 o 3 años, sin desprenderse de sus cotiledones ya que estos le suministran agua a la plántula hasta que ésta se degrade por completo (Aveiga, 2022).

1.5.13 Técnica para la producción de un vivero

Un vivero es mucho más que un simple invernadero: es un espacio cuidadosamente diseñado donde cada semilla encuentra el ambiente ideal para despertar y fortalecerse. Allí se aplican técnicas agronómicas precisas que guían la germinación y el crecimiento temprano de las plantas, ya sea para restaurar ecosistemas, conservar especies nativas o abastecer proyectos agrícolas. Gracias a su infraestructura —desde sistemas de riego especializados hasta equipos de control de temperatura y sustratos de calidad—, el vivero garantiza procesos eficientes y plántulas sanas que, más adelante, se convertirán en piezas clave para el entorno y la producción vegetal (Agroproyectos, 2022).

Además de sus beneficios ecológicos, esta especie contribuye activamente a la recuperación de suelos degradados, a la conservación de la biodiversidad, a la mejora de las propiedades del sustrato y al fortalecimiento del entorno natural. En este caso, el propósito del vivero es el cultivo de especies arbóreas, principalmente para la restauración de ciertas áreas forestales, promoviendo al mismo tiempo la conservación de la naturaleza. La fenología de esta especie juega a nuestro favor: genera semillas de forma prácticamente ininterrumpida, de modo que podemos recolectarlas en cualquier momento del año. Gracias a esta producción continua,

es posible mantener un flujo constante de plántulas e incorporarla sin demoras en proyectos de restauración ecológica, conservación de biodiversidad o iniciativas agrícolas (Mardela, 2021).

El diseño e implementación de un vivero forestal requieren considerar diversas características del terreno, especialmente planos, con buena exposición solar, cercanos a fuentes de agua y aislados de factores que pueden interferir con el crecimiento de las plantas. Se recomienda emplear materiales disponibles en el entorno local para la construcción del vivero, dimensionando la estructura conforme a la cantidad de plántulas previstas para su cultivo, con el fin de optimizar recursos y garantizar condiciones adecuadas para su desarrollo. La elección de las especies es crucial para conservación, y el tamaño de los recipientes para germinación es útil para compensar posibles fallos (Aveiga, 2022).

1.5.14 Factores que influyen en el crecimiento de la planta

Recolección de semilla

Para lograr una positiva restauración del mangle nato es necesario elegir las mejores plántulas que se vean frescas, sanas y que tengan un color favorable para conseguir un crecimiento óptimo y positivo (Martínez, 2024).

Remojo de semilla en agua

Antes de llevarlas al sustrato, conviene regalarles a las semillas de mangle un “chapuzón” de 24 horas en agua limpia. Este remojo ablanda la testa —esa cubierta que las protege— y reactiva los procesos metabólicos que ponen en marcha la germinación. Solo hace falta un recipiente adecuado, agua potable suficiente para cubrirlas por completo y paciencia: después de un día entero sumergidas, las semillas estarán en mejores condiciones para despertar con fuerza y enraizar con éxito (Martínez, 2024).

Preparación del sustrato

Es recomendable emplear un sustrato con adecuada capacidad de drenaje y alto contenido de materia orgánica, que favorezca el desarrollo radicular de las plántulas. Para

optimizar esta condición, puede utilizarse una combinación de arena y suelo de jardín, lo cual mejora la estructura y permeabilidad del medio de cultivo (Aveiga, 2022).

Siembra de la semilla

Finalizado el proceso de hidratación y preparada la mezcla del sustrato, cada semilla es ubicada de forma individual en depresiones superficiales previamente acondicionadas dentro del medio de cultivo, siguiendo criterios técnicos de siembra de vivero. Cada semilla se siembra a una profundidad de entre 2 y 3 centímetros. Es indispensable que queden completamente cubiertas, lo que asegura condiciones apropiadas para facilitar el proceso de germinación (Martinez, 2024; Aveiga, 2022).

Riego

Tras plantar las semillas, es crucial mantener el suelo húmedo para que las plantas se desarrollen y germinen. Realice riegos frecuentes con agua limpia para mantener niveles óptimos de humedad en el sustrato. Se debe evitar el exceso de riego, ya que el encharcamiento podría afectar negativamente el desarrollo de las semillas (Martinez, 2024).

Condiciones de sombra

Al inicio del desarrollo de las plántulas, éstas tienen que ubicarse en espacios con luz tenue o parcialmente filtrada, evitando la exposición directa a los rayos UV. Una intensidad lumínica excesiva puede alterar el equilibrio hídrico de sus tejidos y afectar su funcionamiento fisiológico. Por ello, resulta fundamental controlar el acceso a fuentes de luz intensa hasta que los tejidos vegetativos adquieran mayor tolerancia a las condiciones ambientales (FAO, 2007).

Cuidado y trasplante

Cuando las plántulas alcanzan un nivel de crecimiento adecuado, caracterizado por superar los 5 cm de altura y contar con un sistema radicular activo, es necesario prepararlas para su traslado. Esta fase debe realizarse replicando las características del ecosistema de manglar, incluyendo suelos con cierto nivel de salinidad, constante humedad y vegetación

circundante. Es importante monitorear continuamente el estado de cada planta, asegurando su hidratación, protección frente a agentes externos y una adaptación gradual al nuevo ambiente (Guía Cartagena, 2016).

1.5.15 Manejo y germinación de la semilla

Las plantas tienen dos caminos para multiplicarse: el sexual, a partir de semillas, y el asexual, mediante estacas, brotes u otros fragmentos vegetativos. En el vivero, el éxito comienza con una buena elección de semillas: deben estar íntegras, sin daños y con toda su carga genética intacta. Manipularlas con cuidado se traduce en plántulas fuertes y productivas. También conviene conocer sus dones naturales: si las semillas germinan por sí mismas, no hará falta recurrir a tratamientos como la escarificación o la estratificación; bastará con brindarles las condiciones adecuadas para que despierten y crezcan con vigor (FAO, 2007).

1.5.16 Parámetros fisiológicos que actúan en la cualidad de la planta

Para evaluar la calidad de una plántula en vivero, es necesario considerar aspectos morfológicos y funcionales que indiquen su potencial de adaptación. Entre los indicadores más utilizados están el diámetro del cuello radicular, la altura total, el grosor del tallo, el número de hojas formadas y su estado sanitario. Estos elementos permiten anticipar cómo se comportará la planta tras el trasplante, estimando su vigor, tolerancia al estrés y capacidad de sobrevivir en condiciones naturales (MarViva et al., 2013).

Altura (cm)

La altura de una planta está determinada por su capacidad fotosintética y su superficie de transpiración, lo que permite a las plantas más altas competir de manera más eficaz (Aveiga, 2022), para medir cuanto ha crecido la planta se usa el sistema métrico -metros o centímetros- (Ritchie et al., 2021).

Diámetro del cuello

El diámetro es una medida más importante de la calidad, más importante que el grosor. Se recomienda un diámetro mayor del cuello radicular original para mejorar la supervivencia de las plántulas. Para plantas en vivero, un diámetro superior a 0.44 cm es recomendable. El diámetro determina la fortaleza de las raíces y contribuye a la supervivencia de las plantas, y árboles con diámetros superiores a 10 mm son más resistentes a insectos y altas temperaturas (Rengifo & Mamani, 2018).

Biomasa

La cuantificación de biomasa en plantas puede realizarse mediante dos métodos fundamentales: la determinación del peso seco y la cuantificación del volumen. Para estimar el peso seco, se retiran cuidadosamente los órganos y tejidos que no formarán parte del análisis; luego, el volumen de la muestra se determina por desplazamiento de agua, un método sencillo y preciso que revela el espacio real que ocupa el material estudiado (Ritchie et al., 2021).

Calidad fitosanitaria

En un vivero forestal, la calidad fitosanitaria es la brújula que orienta la salud de las plántulas. Este indicador revela qué tan expuestas están a hongos, bacterias u otros patógenos, en función del manejo técnico y del ambiente que las rodea. Cuando la humedad se dispara, las bandejas están demasiado juntas, las prácticas de riego son descuidadas o la infraestructura no ventila bien, la CF se resiente. El resultado puede ser un brote de enfermedades que frena el crecimiento o, en el peor de los casos, arruina todo el lote. Por eso, vigilar y ajustar estos factores no es un lujo, sino la clave para producir plantas vigorosas y listas para prosperar fuera del vivero (Aveiga, 2022).

Supervivencia y mortalidad

La evaluación del hábitat y el manejo técnico de especies vegetales son fundamentales en la restauración ecológica. Factores como la calidad del vivero, el almacenamiento y el

cuidado post-trasplante influyen directamente en la supervivencia y adaptación de las plantas, permitiendo diseñar estrategias más efectivas para la conservación y monitoreo del ecosistema (Marviva et al., 2013).

1.5.17 Marco Legal

Constitución de la república del Ecuador

La normativa ecuatoriana, respaldada por acuerdos internacionales, promueve la conservación del patrimonio natural al reconocer su valor ambiental, histórico y cultural. En este marco, se establece la obligación de proteger las áreas naturales—tanto públicas como privadas—ante las amenazas derivadas de la actividad humana. Además, se exhorta a las entidades públicas y privadas a emplear tecnologías sostenibles y aplicar medidas que prevengan el deterioro de los ecosistemas, resguardando la biodiversidad y el material genético como recursos estratégicos de atención prioritaria estatal (Aveiga, 2022).

Tratados y Convenios Internacionales

Ecuador ha tejido una red de compromisos internacionales para proteger sus “bosques azules”. El Ministerio del Ambiente, con respaldo diplomático de la Cancillería, toma la batuta en la aplicación de convenios clave: CITES salvaguarda especies amenazadas, la Convención Ramsar vela por humedales de importancia mundial, el Protocolo de Nagoya cuida los recursos genéticos y el Convenio sobre la Diversidad Biológica articula metas de conservación más amplias. En conjunto, estos instrumentos refuerzan el marco legal nacional y garantizan que la salud de los manglares —y de las especies que albergan— siga siendo una prioridad de Estado (Carvajal & Santillán, 2019).

Código Orgánico del Ambiente

El Código Orgánico del Ambiente (COA) es un instrumento legal esencial en el contexto ambiental de Ecuador, orientado a la protección y a la utilización responsable de los recursos naturales. El COA, al reconocer la vulnerabilidad de los ecosistemas y promover el

crecimiento integral de la sociedad, impone regulaciones rigurosas contra la deforestación de áreas delicadas como los manglares, contribuyendo a la conservación y el avance de tecnologías sustentables en respuesta al cambio climático (Aveiga, 2022).

Decretos ejecutivos

El Decreto Ejecutivo No. 1391, promulgado el 15 de octubre de 2008, puso en marcha acciones orientadas a la recuperación de áreas de manglar invadidas ilegalmente por operaciones camaroneras. A partir de este instrumento jurídico, se han reforestado exitosamente 3.078,18 hectáreas, labores que han recibido la validación formal por parte de la Subsecretaría de Gestión Marina y Costera (SGMC), según lo expresa Carvajal y Santillán en el año 2019.

Acuerdos ministeriales

La Resolución Ministerial No.30 del 17/05/2017, reconoce que los ecosistemas de mangle bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) constituyen bienes públicos y se integran oficialmente a la Red de Áreas Marinas Costeras Protegidas del territorio nacional. Las Resoluciones Ministeriales N. 129 y 144 Los Acuerdos de Uso Sustentable y Custodia del Manglar (AUSCM) habilitaron a las comunidades ubicadas en áreas próximas a los manglares para administrar de manera responsable estos territorios (Aveiga, 2022).

Resoluciones ministeriales

La Resolución Ministerial No. 056, emitida el 28 de enero de 2011, fija en su primer artículo el valor económico asociado a la degradación de los bienes y servicios ambientales, así como al proceso de restauración de los manglares. En caso de tala, uso indebido, modificación o destrucción de estos ecosistemas, se establece un monto de USD 89.273,01 por hectárea como compensación estimada para su recuperación (Carvajal & Santillán, 2019).

CAPITULO 2: DESARROLLO METODOLÓGICO (MATERIALES Y MÉTODOS)

2.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación corresponde a un enfoque cuantitativo, ya que busca comprender, a partir de la recolección, medición y análisis de datos numéricos relacionados con variables morfológicas de la especie *Mora oleifera*, así como parámetros fisicoquímicos del lodo en condiciones de vivero, para conocer cuáles son las condiciones más adecuadas para su propagación.

Se realizó una investigación observacional-no experimental, con el objetivo de analizar el efecto de la luminosidad y sombra sobre el desarrollo inicial de las plántulas, considerando tanto su comportamiento biológico como agronómico. Mediante el uso de herramientas estadísticas, se analizaron los resultados alcanzados, generando datos fiables que resultaron esenciales para elaborar un protocolo técnico de restauración. Todo esto con el objetivo de la preservación de esta especie, su ecosistema costero y restauración de manera sostenible.

2.2 Diseño de la investigación

Se usó MANOVA, un modelo matemático que amplía el ANOVA para examinar múltiples variables dependientes simultáneamente, teniendo en cuenta la relación entre ellas, lo que facilitó establecer qué tipo de sombra es mejor para el crecimiento de las plantas. Se realizaron tres tratamientos (T1 sin sombra) (T2 con 65%) (T3 sombra natural), con el fin de identificar las mejores condiciones para la producción en vivero para el mangle nato.

2.2.1 Equipos y materiales

Materia prima vegetal

- Semillas germinadas (*Mora oleifera*)
- Sustrato (lodo)

Equipos

- Fundas de vivero de palma africana de 14x16

- Estacas
- Multiparámetros
- Sarán 65%

Equipos varios

- Bote
- Machete
- Soga
- Cinta métrica
- Balanza
- Mochila
- Cámara de teléfono
- Cuaderno
- Esferos
- Etiquetas
- Botas
- Gorra
- Agua

2.2.2 Tiempo de recolección de datos en vivero

Esta investigación se realizó durante los meses de mayo y junio del 2025.

2.3 Tipo de investigación, nivel o alcance

Este estudio adopta una metodología no experimental de carácter cuantitativo, teniendo en cuenta la luz natural y el tipo de sombra (sarán 65% y sombra natural) para observar su efecto en el desarrollo de plántulas de *Mora oleifera*, y un enfoque deductivo de carácter bibliográfico, ya que se basa en teorías científicas previas y estudios existentes.

Este método se fundamenta en una base teórica para formular las preguntas de investigación que buscan entender el comportamiento de *Mora oleifera*, en un contexto no experimental. Estas preguntas de investigación fueron verificadas a través de la recolección y estudio de datos para corroborar las respuestas. De tal modo, la investigación se llevó a cabo analizando el razonamiento adaptativo, desde un enfoque general hasta uno particular, lo que caracteriza un enfoque deductivo.

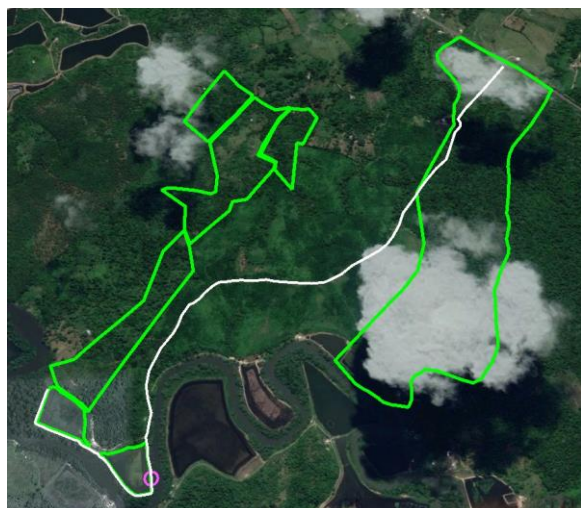
2.4 Métodos de investigación

Esta investigación acoge un enfoque no experimental, aunque se controlan de manera variada los niveles de sombra y luminosidad para conocer la influencia del desarrollo inicial de la planta. De forma complementaria, se usa el método descriptivo para el registro y análisis de las características morfológicas observadas durante el proceso de crecimiento.

2.4.1 Área de estudio

Este estudio se realizó en la propiedad privada Estación Experimental Latitud Cero, dominio de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicada en el recinto Eloy Alfaro Km 35 vía Chamanga, en las coordenadas latitud $0^{\circ}15'08''\text{N}$ y longitud $79^{\circ}52'55''\text{W}$ de la parroquia Cojimíes, cantón Pedernales, en la provincia de Manabí (Fig. 7).

Figura 7. Estación de investigación ULEAM Pedernales



Fuente: Google Earth (Realizado por el Autor)

Nota: Las áreas marcadas de color verde representan los predios de la Universidad.

2.4.2 Caracterización de la zona

La Estación experimental Latitud “0”, se encuentra ubicada en un entorno de estuario con ecosistemas de manglar, la influencia de las cuencas hidrográficas de los ríos Mache y Cojimíes (Pastrán, 2020, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, 2020).

Los suelos de esta área se caracterizan por su elevada salinidad, limitada capacidad de fertilidad-reflejada en un bajo índice de intercambio catiónico (CIC), y capacidad de intercambio catiónico efectivo (CICE)- y una composición predominantemente limo-arcillosa, lo que provoca un drenaje deficiente. Estas condiciones afectan negativamente al desarrollo del mangle piñuelo (Zambrano et al., 2024; Zambrano et al., 2025).

Este espacio cumple una función esencial como plataforma para el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias, enfocadas en temas como la restauración de ecosistemas, la biodiversidad biológica, la protección ambiental y el impulso al ecoturismo, aportando significativamente al desarrollo local del cantón Pedernales (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, 2020; Pastrán, 2020).

2.4.3 Primera etapa de vivero

Selección del lugar para el vivero

Para la selección del lugar del vivero, se tomó en cuenta la topografía del sitio para el desarrollo del estudio, considerando el relieve del lugar, disponibilidad de agua, exposición de luz, sustrato. Todo esto dependiendo del hábitat natural del mangle nato.

Una vez seleccionado el lugar se realizó la limpieza de la zona, cortando la maleza con una moto guaraña y machete. Después se procedió a la realización del vivero ubicando dos marcos rectangulares de madera para ubicar por separado las plantas con sarán y luz natural. Para ubicar el sarán se hicieron cuatro agujeros donde se colocaron las estacas. De la misma manera se realizó el marco rectangular de caña para el vivero en la sombra natural.

Llenado de fundas

Una vez realizado el vivero se procedió al llenado de las fundas de polietileno 14x16 cm con lodo (sustrato), identificadas numéricamente del 1 al 5 por cada tratamiento, obteniendo 15 fundas con sustrato.

Recolección de semillas de mangle nato

Las plántulas se recolectaron en el mes de abril, en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje, sector la Tola, en la provincia de Esmeraldas, Ecuador. Seleccionando las mejores de manera general según su contextura física. Tuvimos la ayuda del personal administrativo y de vigilancia del Área Protegida.

Siembra de las plántulas

Tras la recolección, las plántulas fueron trasladadas e implantadas en el vivero al día siguiente, garantizando la continuidad del proceso de propagación.

Riego

Dado que el vivero fue instalado en una zona que tiene influencia por el flujo de marea, el riego no se podía controlar manualmente. La disponibilidad de agua quedaba sujeta al ciclo natural de las mareas, permitiendo el acceso al recurso aproximadamente dos veces al día, según el horario en que alcanzaba el área de vivero.

2.4.4 Segunda etapa – Recolección y análisis de datos

Recolección de Datos

Durante la recolección de datos se realizaron mediciones periódicas de las variables dependientes, utilizando herramientas adecuadas como cinta métrica, cuaderno y esfero para anotar las medidas del diámetro y altura de tallo y número de hojas.

Análisis de datos

Se empleó el modelo multivariado MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) que permitió examinar de manera simultánea las variables dependientes, considerando las

correlaciones existentes entre ellas, permitiendo evaluar qué tipo de tratamiento es mejor para el crecimiento o desarrollo de las plantas.

2.4.5 Diseño del proyecto

El vivero se realizó en el mes de abril del 2025, con medidas 1.50x1.80 cm. Los tratamientos que se utilizaron fueron: T1 luz natural, T2 con sarán 65% y T3 sombra natural (árboles), un solo tipo de suelo de manglar y un tipo de funda de vivero y tres variables morfológicas: diámetro, altura de tallo y número de hojas. Con 5 repeticiones (plantas) cada uno.

Los tratamientos se detallan en un gráfico de la siguiente manera: tipos de sombra T1, T2 y T3 y repeticiones o plantas (Fig. 8)

Figura 8. Distribución por tratamientos y repeticiones



Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Se registraron parámetros en los viveros como, variables dependientes e independientes para identificar las mejores condiciones de crecimiento.

2.5 Población y/o muestra

En el T1 (luz natural), T2 (sarán 65%) y T3 (sombra natural) se ubicaron cinco plántulas por cada tratamiento, quince organismos en total en el vivero.

2.6 Técnicas de investigación

Para obtener los datos del estudio se usó la técnica de observación sistemática y medición directa para la identificación de variables. Usando herramientas métricas para el diámetro y altura de planta, usando un modelo estadístico para garantizar la fiabilidad y comparabilidad de los datos obtenidos. Se incluyó documentación fotográfica continua para reforzar el registro visual del comportamiento vegetal.

2.7 Operacionalización de variables

Tabla 3. *Matriz de variables independientes y dependientes*

Variable	Tipo	Definición Operacional	Herramienta	Medición
Luminosidad/Sombra	Independiente	Nivel de exposición a la luz	Observación visual	Natural, Sarán, Sombra natural
Diámetro del tallo	Dependiente	Grosor del tallo de la plántula	Cinta métrica	Centímetros (cm)
Altura de planta	Dependiente	Altura vertical desde la base hasta la punta	Cinta métrica	Centímetros (cm)
Número de hojas	Dependiente	Total, de hojas completamente desarrolladas	Observación visual	Conteo directo
Adaptabilidad	Dependiente	Capacidad de adaptación de plántulas	Observación visual	Observación visual directa

Fuente: Autor

CAPITULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados de métodos y técnicas de investigación utilizadas

3.1.1 Evaluar las condiciones óptimas de crecimiento con luz natural y dos tipos de sombra en vivero del mangle *Mora oleifera* en un entorno natural.

Para los resultados se usó MANOVA y el análisis estadístico descriptivo, comparando sombras con las variables morfológicas de las plantas (Tabla. 3). La siguiente tabla expone el efecto de diversos tipos de sombra sobre el desarrollo del mangle nato, evidenciado a través de indicadores morfológicos como la altura de la planta, el número de hojas formadas y diámetro de tallo. Estos datos permiten analizar su comportamiento fisiológico frente a distintas condiciones de sombra.

Tabla 4. *Tratamientos y variables en el tiempo estipulado.*

TRATAMIENTO	BLOQUE (PLANTAS)	ALTURA TALLO (CM) 0 DIAS	ALTURA TALLO (CM) 30 DIAS	ALTURA TALLO (CM) 60 DIAS	DIAMETRO TALLO (CM) 0 DIAS	DIAMETRO TALLO (CM) 30 DIAS	DIAMETRO TALLO (CM) 60 DIAS	Nº HOJAS 30 DIAS	Nº HOJAS 60 DIAS
LUZ NATURAL	1	26	69	69	4	4	4,3	16	16
LUZ NATURAL	2	36	37	34	5	6	6	0	0
LUZ NATURAL	3	44	49	30	5	5,5	5	4	0
LUZ NATURAL	4	39	30	30	5	6	6,5	0	0
LUZ NATURAL	5	8	40	80	5	5	6,5	0	24
SARÁN 65%	1	34	44	98	5,8	7	7,5	20	10
SARÁN 65%	2	17	28	96	4,5	5	5	16	13
SARÁN 65%	3	28	36	77	4,6	6	6,5	0	14
SARÁN 65%	4	61	69	68	5	6	6	0	0
SARÁN 65%	5	65	72	85	5	6	6	0	0
SOMBRA NATURAL	1	80	153	156	5	5	5,5	14	12
SOMBRA NATURAL	2	11	89	112	4	5	5	20	30
SOMBRA NATURAL	3	50	52	65	4,8	5	5	0	0
SOMBRA NATURAL	4	76	114	116	5	5	5	4	0
SOMBRA NATURAL	5	35	95	99	5	5	5	0	20

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural (sol directo); T2: con sarán (65%); T3: sombra natural (copas de árboles)

Estadísticos Descriptivos de la altura de tallo de los días 0, 30 y 60

Tabla 5. *Estadísticos Descriptivos altura de tallo, días 0, 30 y 60*

		Media	Error Típico de la Media	Desviación típica
ALTURA TALLO (CM) 0 DIAS	Luz natural	30,60	6,369	14,24
ALTURA TALLO (CM) 0 DIAS	Sarán 65%	41,00	9,407	21,04
ALTURA TALLO (CM) 0 DIAS	Sombra natural	50,40	12,886	28,81
ALTURA TALLO (CM) 30 DIAS	Luz natural	45,00	6,731	15,05
ALTURA TALLO (CM) 30 DIAS	Sarán 65%	49,80	8,834	19,75
ALTURA TALLO (CM) 30 DIAS	Sombra natural	100,60	16,512	36,92
ALTURA TALLO (CM) 60 DIAS	Luz natural	48,60	10,741	24,02
ALTURA TALLO (CM) 60 DIAS	Sarán 65%	84,80	5,669	12,68
ALTURA TALLO (CM) 60 DIAS	Sombra natural	109,60	14,665	32,79

Fuente: Autor

La tabla de estadísticos descriptivos muestra que la sombra natural favoreció el mayor crecimiento de los tallos en todos los tiempos, especialmente en los primeros 30 días, cuando las plantas prácticamente duplicaron su tamaño; sin embargo, presentó gran variabilidad entre individuos, lo que indica un desarrollo desigual. El Sarán 65 % se comportó como un tratamiento intermedio, con un crecimiento más progresivo y un repunte notable en la segunda etapa, logrando además la mayor uniformidad en las plantas gracias a su baja dispersión (Tab. 4). En contraste, la luz natural ofreció el menor crecimiento y la mayor irregularidad en los

resultados, lo que evidencia que la exposición directa al sol no es la condición más favorable para el establecimiento inicial de los tallos.

Análisis de varianza (ANOVA): Altura del tallo y sombra: primeras observaciones

El análisis de varianza (ANOVA) realizado al inicio del experimento (día 0) reveló que las diferentes intensidades de sombra no ejercieron un efecto estadísticamente significativo sobre la altura del tallo ($p = 0,398$). Aunque las medias mostraron ligeras variaciones entre tratamientos, estas diferencias no alcanzaron relevancia estadística. En otras palabras, durante esta etapa temprana las plántulas aún no manifiestan una respuesta morfológica clara frente al gradiente de sombra aplicado (tabla 2).

Tabla 6. *Análisis de varianza para altura tallo (cm) 0 días*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
SOMBRA	2	980,9	980,9	490,5	1,00	0,398
Error	12	5902,4	5902,4	491,9		
Total	14	6883,3				

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

A los 30 días, el efecto del tratamiento sombra fue significativo ($p = 0,009$), con un estadístico F de 7,19. Esto indica que la sombra influyó de manera importante en la altura del tallo. Las plantas bajo ciertos niveles de sombra crecieron significativamente más que otras (tabla 3).

Tabla 7. *Análisis de varianza para altura tallo (cm) 30 días*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
SOMBRA	2	9492	9492	4745,9	7,19	0,009
Error	12	7920	7920	660,0		
Total	14	17412				

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Para el día 60, el efecto del tratamiento sombra se mantiene significativo ($p = 0,007$), con un valor F de 7,79. Esto confirma que las diferencias en la altura del tallo entre los

tratamientos son estadísticamente significativas en esta fase de la investigación. La persistencia de este patrón a lo largo del tiempo respalda la idea de que la sombra afecta de manera consistente el crecimiento en altura de las plántulas, probablemente como mecanismo de compensación luminosa (tabla 4).

Tabla 8. *Análisis de varianza para altura tallo (cm) 60 días*

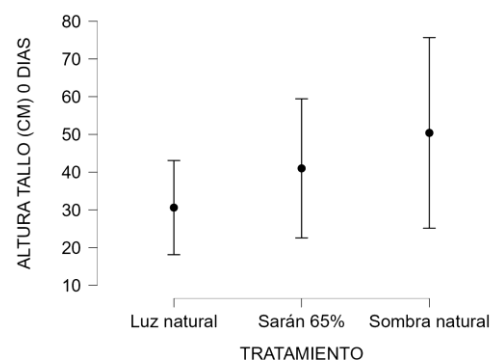
Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
SOMBRA	2	9411	9411	4705,4	7,79	0,007
Error	12	7251	7251	604,3		
Total	14	16662				

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Intervalos de la altura de tallo de los días 0, 30 y 60

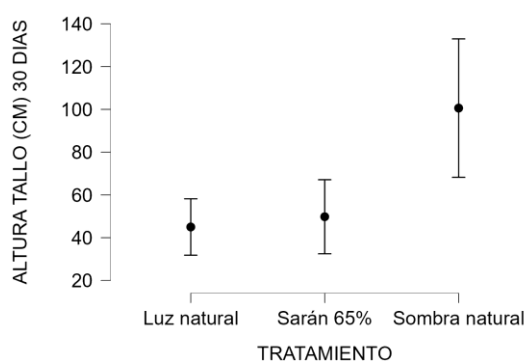
Gráfico 1. Intervalo de altura de tallo día 0



Fuente: Autor

El gráfico evidencia que las plantas iniciaron con alturas distintas según el tratamiento: la sombra natural mostró el mayor valor promedio (≈ 50 cm) pero con gran dispersión entre individuos, el Sarán 65 % presentó un promedio intermedio (≈ 41 cm) con variabilidad moderada, mientras que la luz natural tuvo el promedio más bajo (≈ 31 cm) aunque con mayor uniformidad (Graf. 1). Esto refleja que, desde el día 0, las condiciones de partida no fueron iguales, siendo la sombra natural la más ventajosa en altura inicial, aunque también la menos homogénea en su población.

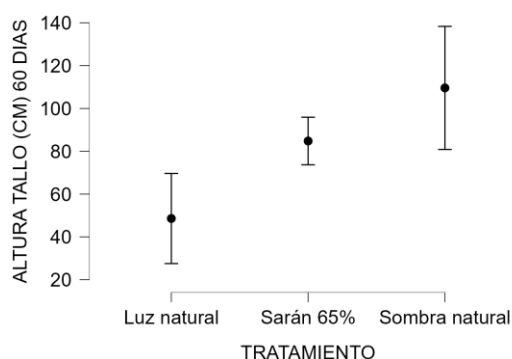
Gráfico 2. Intervalo de altura de tallo día 30



Fuente: Autor

El gráfico de 30 días muestra diferencias claras entre los tratamientos: las plantas bajo sombra natural alcanzaron la mayor altura promedio (≈ 100 cm), con una amplia dispersión que refleja un crecimiento vigoroso pero desigual entre individuos (Graf. 2). En cambio, los tratamientos de luz natural y Sarán 65 % presentaron promedios mucho más bajos, cercanos a los 45–50 cm, con variabilidad moderada, lo que indica un crecimiento más estable pero menos acelerado. En conjunto, el gráfico evidencia que a los 30 días la sombra natural impulsa un desarrollo inicial sobresaliente, aunque a costa de menor uniformidad, mientras que el Sarán y la luz directa mantienen ritmos de crecimiento más lentos y equilibrados.

Gráfico 3. Intervalo de altura de tallo día 60



Fuente: Autor

El gráfico de 60 días refleja con claridad la tendencia final de los tratamientos (Graf. 3). Las plantas bajo **sombra natural** alcanzaron el mayor promedio de altura (cerca de 110 cm), aunque con una dispersión amplia que indica diferencias notables entre individuos. El

Sarán 65 % se ubicó en una posición intermedia con alrededor de 85 cm, mostrando además barras de error más cortas, lo que evidencia un crecimiento más uniforme y estable. En contraste, la **luz natural** quedó rezagada con un promedio cercano a 50 cm y una variabilidad considerable, confirmando que la exposición directa al sol limita el desarrollo. En conjunto, el gráfico confirma que la sombra natural impulsa el mayor crecimiento absoluto, mientras que el Sarán garantiza un desempeño más equilibrado y homogéneo, siendo ambas condiciones superiores al sol directo.

Comparaciones pareadas de Fisher (LSD 95 %) para la altura del tallo – Día 0

En el arranque del experimento, todos los tratamientos comparten la misma letra (A), señal de que no existen diferencias significativas entre ellos. Aunque se vislumbra una leve tendencia ascendente desde la primera hasta la tercera intensidad de sombra, la influencia de esta variable aún no alcanza relevancia estadística en esta fase inicial.

Tabla 9. *Comparaciones por parejas de Fisher: sombra*

SOMBRA	N	Media	Agrupación
3	5	50,4	A
2	5	41,0	A
1	5	30,6	A

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Día 30

El tratamiento con SOMBRA 3 se diferencia significativamente de los otros dos (2 y 1), que permanecen en el mismo grupo (B).

A partir de los 30 días, el resultado de la sombra se vuelve más evidente, con un crecimiento elocuentemente mayor en las plantas bajo sombra 3, lo que podría estar asociado a un hábitat más favorable o menor estrés lumínico.

Tabla 10. *Comparaciones por parejas de Fisher: SOMBRA*

SOMBRA	N	Media	Agrupación
3	5	100,6	A
2	5	49,8	B
1	5	45,0	B

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Día 60

SOMBRA 3 y SOMBRA 2 forman el mismo grupo (A), diferenciándose de SOMBRA 1 (B).

El efecto acumulado del tratamiento de sombra es más pronunciado a los 60 días. Aunque SOMBRA 3 mantiene el mayor promedio, ya no se diferencia estadísticamente de SOMBRA 2, pero ambas superan significativamente al tratamiento 1.

Tabla 11. *Comparaciones por parejas de Fisher: sombra*

SOMBRA	N	Media	Agrupación	
3	5	109,6	A	
2	5	84,8	A	
1	5	48,6		B

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Día 0. Sin sorpresas: Al arrancar el experimento, las diferencias en altura son mínimas y estadísticamente irrelevantes ($p \approx 0,398$), algo totalmente previsible en una fase en la que las plántulas aún no han sentido el efecto del gradiente lumínico.

Día 30. La sombra intensa toma la delantera: Treinta días después, las plantas ubicadas en Sombra 3 se disparan por encima del resto y registran un crecimiento significativamente mayor. Es la primera señal clara de que la sombra puede estimular el alargamiento del tallo.

Día 60. Ventaja para la sombra media y alta: A los sesenta días, tanto Sombra 2 como Sombra 3 superan con holgura a Sombra 1, lo que confirma que una intensidad de sombra media o alta potencia el desarrollo en altura.

Estadísticos Descriptivos de diámetros de tallos de los días 0, 30 y 60

Tabla 12. *Estadísticos Descriptivos diámetro a de tallo, días 0, 30 y 60*

		Media	Error Típico de la Media	Desviación típica
DIAMETRO TALLO (CM) 0 DIAS	Luz natural	4,800	0,200	0,447
DIAMETRO TALLO (CM) 0 DIAS	Sarán 65%	4,980	0,229	0,512
DIAMETRO TALLO (CM) 0 DIAS	Sombra natural	4,760	0,194	0,434
DIAMETRO TALLO (CM) 60 DIAS	Luz natural	5,660	0,437	0,976
DIAMETRO TALLO (CM) 60 DIAS	Sarán 65%	6,200	0,406	0,908
DIAMETRO TALLO (CM) 60 DIAS	Sombra natural	5,100	0,100	0,224
DIAMETRO TALLO (CM) 30 DIAS	Luz natural	5,300	0,374	0,837
DIAMETRO TALLO (CM) 30 DIAS	Sarán 65%	6,000	0,316	0,707
DIAMETRO TALLO (CM) 30 DIAS	Sombra natural	5,000	0,000	0,000

Fuente: Autor

El análisis del diámetro del tallo muestra que los tratamientos partieron prácticamente iguales al día 0, con promedios cercanos a los 5 cm, lo que asegura una base homogénea para la comparación. A los 30 días, el Sarán 65 % comenzó a destacar con un mayor engrosamiento (6,0 cm), seguido por la luz natural (5,3 cm), mientras que la sombra natural se mantuvo sin variación apreciable (5,0 cm) (Tab. 5). Finalmente, a los 60 días, el Sarán consolidó su ventaja alcanzando 6,2 cm, frente a los 5,7 cm de la luz natural y los 5,1 cm de la sombra natural. Esto refleja que, a diferencia de la altura, donde la sombra natural fue la más beneficiosa, en el grosor del tallo el Sarán 65 % resultó el tratamiento más favorable, garantizando un crecimiento constante y tallos más robustos y homogéneos, lo cual es clave para la resistencia estructural de las plantas.

Análisis de varianza (ANOVA) para el diámetro del tallo (cm) bajo diferentes niveles de sombra

En la evaluación inicial, no se detectó un efecto estadísticamente significativo del tratamiento sombra sobre el diámetro del tallo ($p = 0,734$). Las medias obtenidas fueron muy similares entre tratamientos, lo que sugiere que, en esta etapa, las plantas aún no han manifestado diferencias fisiológicas atribuibles a las condiciones de luminosidad.

Tabla 13. *Análisis de varianza para diámetro tallo cm (sg día 0), utilizando SC ajustada para pruebas*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
SOMBRA	2	0,1373	0,1373	0,06867	0,32	0,734
Error	12	2,6000	2,6000	0,21667		
Total	14	2,7373				

Fuente: autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

A los 30 días, se observa una tendencia hacia la significancia ($p = 0,073$), lo que indica que el efecto de la sombra comienza a manifestarse sobre el diámetro del tallo, aunque sin alcanzar el umbral de significancia estadística ($\alpha = 0,05$). Esta diferencia incipiente puede estar relacionada con adaptaciones fisiológicas al microambiente, como cambios en la distribución de recursos entre altura y grosor.

Tabla 14. *Análisis de varianza para diámetro tallo (cm) día 30, utilizando SC ajustada para pruebas*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
SOMBRA	2	2,633	2,633	1,3167	3,29	0,073
Error	12	4,800	4,800	0,4000		
Total	14	7,433				

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

A los 60 días, el tratamiento sombra sigue sin generar diferencias estadísticamente significativas en el diámetro del tallo ($p = 0,125$). Sin embargo, se aprecia una mayor dispersión

en las medias y un incremento en el valor de la suma de cuadrados del tratamiento, lo cual sugiere variabilidad biológica, aunque no confirmada estadísticamente.

Tabla 15. *Análisis de varianza para diámetro tallo (cm) 60 días, utilizando SC ajustada para pruebas*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
SOMBRA	2	3,025	3,025	1,5127	2,48	0,125
Error	12	7,312	7,312	0,6093		
Total	14	10,337				

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

A diferencia de la variable “altura del tallo”, el diámetro mostró menor sensibilidad al tratamiento de sombra durante las tres evaluaciones.

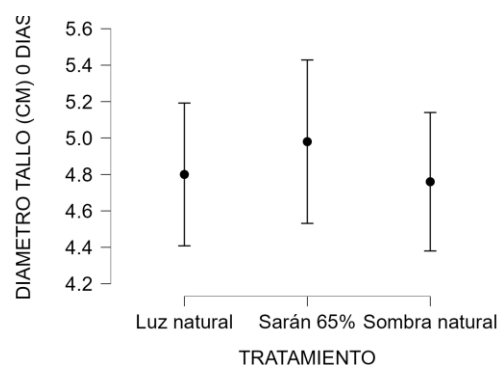
La falta de significancia puede explicarse por el comportamiento morfológico compensatorio: bajo condiciones de sombra, muchas especies priorizan la elongación sobre el engrosamiento del tallo, como respuesta adaptativa para captar más luz (Gommers et al., 2013).

Aunque se observó una tendencia hacia la significancia a los 30 días, se requeriría un mayor tamaño muestral o tiempo de evaluación prolongado para confirmar si este patrón es constante.

El patrón sugiere que el diámetro del tallo no es un buen indicador primario del efecto del sombreado en esta especie o fase de desarrollo, a diferencia de la altura del tallo.

Gráficos de intervalo de diámetros de tallos de los días 0, 30 y 60

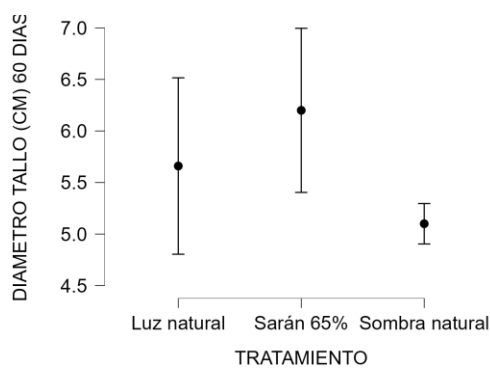
Gráfico 4. Intervalo de diámetro de tallo día 0



Fuente: Autor

El gráfico del diámetro del tallo al día 0 muestra que las tres condiciones de tratamiento (**luz natural, Sarán 65 % y sombra natural**) partieron prácticamente iguales, con promedios cercanos a los 5 cm. Las barras de error son muy similares y se superponen entre sí, lo que confirma que **no existieron diferencias significativas en el grosor inicial del tallo** (Graf. 4). Esto significa que, a diferencia de la altura donde sí hubo variación en el punto de partida, en el diámetro todas las plantas comenzaron desde una base homogénea, lo que permite evaluar con mayor objetividad el efecto de los tratamientos en las etapas posteriores.

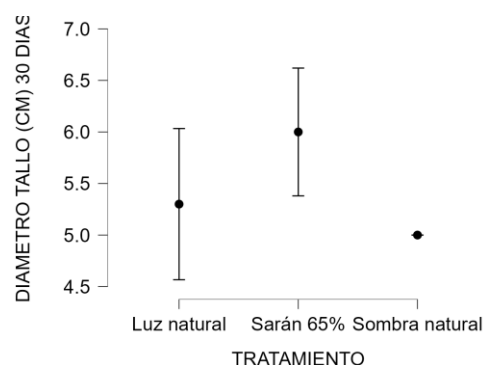
Gráfico 5. Intervalo de diámetro de tallo día 30



Fuente: Autor

El gráfico del diámetro del tallo a los 30 días refleja un comportamiento diferenciado entre los tratamientos (Graf. 5). El Sarán 65 % muestra el mayor diámetro promedio ($\approx 6,0$ cm), con una variabilidad moderada, confirmando que esta condición favorece el engrosamiento del tallo en etapas tempranas. La luz natural alcanza un valor intermedio ($\approx 5,3$ cm), aunque con una dispersión más amplia, lo que indica respuestas menos homogéneas entre plantas. En contraste, la sombra natural presenta el menor valor ($\approx 5,0$ cm) y prácticamente sin variabilidad, lo que evidencia un crecimiento más uniforme pero limitado en grosor. En conjunto, el gráfico sugiere que a los 30 días el Sarán empieza a consolidarse como la mejor opción para favorecer tallos más robustos, mientras que la sombra natural, aunque ventajosa en altura, restringe el desarrollo en diámetro.

Gráfico 6. Intervalo de diámetro de tallo día 60



Fuente: Autor

El gráfico del diámetro del tallo a los 60 días muestra una clara diferencia entre tratamientos (Graf. 6). El Sarán 65 % alcanzó el mayor grosor promedio ($\approx 6,2$ cm), con variabilidad moderada, lo que lo posiciona como la condición más favorable para obtener tallos más robustos. La luz natural logró un diámetro intermedio ($\approx 5,6$ cm), aunque con una dispersión más amplia, lo que indica respuestas desiguales entre plantas. En contraste, la sombra natural presentó el menor diámetro ($\approx 5,1$ cm) y con baja variabilidad, lo que significa que las plantas crecieron de forma más uniforme, pero con un grosor limitado. En conjunto, este resultado confirma que el Sarán 65 % no solo promueve un engrosamiento superior, sino que también garantiza un equilibrio entre crecimiento y homogeneidad, a diferencia de la sombra natural, que, aunque favoreció la altura, limitó la robustez del tallo.

Análisis por pares de Fisher (LSD) para el factor SOMBRA en el diámetro del tallo (cm) en los días 0, 30 y 60

Día 0 – Diámetro del tallo (cm)

No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de sombra al día 0, ya que todas las medias comparten la letra A.

Esto concuerda con el valor de $p = 0,734$ obtenido en el ANOVA, indicando que el efecto de la sombra aún no era evidente en esta fase inicial de la investigación.

Tabla 16. *Comparaciones por parejas de Fisher: sombra*

SOMBRA	N	Media	Agrupación
2	5	4,98	A
1	5	4,80	A
3	5	4,76	A

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Día 30 – Diámetro del tallo

A los treinta días, las plántulas cobijadas bajo Sombra 2 continúan liderando el ranking: su diámetro medio se mantiene claramente por encima del registrado en Sombra 3, con una diferencia estadística marcada (letras distintas en la prueba LSD). Por su parte, Sombra 1 se queda en un punto intermedio y no difiere de forma significativa ni de la sombra moderada ni de la intensa. Esta posición “neutral” sugiere que, para este parámetro, las plántulas toleran bien la luz parcial de Sombra 1 o que, sencillamente, el diámetro del tallo no es tan sensible a los matices luminosos que ofrece este nivel de cobertura.

El valor de $p = 0,073$ del ANOVA respalda esta tendencia hacia la significancia, sugiriendo que la sombra comienza a ejercer un efecto relevante en esta etapa.

Tabla 17. *Comparaciones por parejas de Fisher: sombra*

SOMBRA	N	Media	Agrupación
2	5	6,0	A
1	5	5,3	A B
3	5	5,0	B

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Día 60 – Diámetro del tallo (cm)

Al igual que a los 30 días, Sombra 2 se mantiene como el tratamiento más efectivo para aumentar el diámetro del tallo, diferenciándose significativamente de Sombra 3.

Sombra 1 vuelve a ubicarse en una posición intermedia, sin diferencias estadísticamente claras con respecto a los otros dos tratamientos.

Aunque el valor de $p = 0,125$ en el ANOVA indica que las diferencias no alcanzan significancia global, las comparaciones por pares evidencian una separación clara entre el mejor (Sombra 2) y el peor (Sombra 3) tratamiento.

Tabla 18. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra

SOMBRA	N	Media	Agrupación	
2	5	6,20	A	
1	5	5,66	A	B
3	5	5,10	B	

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

A lo largo de todo el ensayo, Sombra 2 se confirma como la aliada ideal para engrosar el tallo: en cada evaluación mantiene el diámetro más amplio. En contraste, Sombra 3 se queda rezagada y, desde el día 30, su valor es estadísticamente menor que el de Sombra 2. Esta brecha, que se hace más nítida con el paso del tiempo, apunta a un efecto acumulativo de la sombra sobre el desarrollo radial del tallo: cuanto más avanza el experimento, más claro se vuelve qué nivel lumínico estimula —o limita— la expansión celular.

Estadísticos Descriptivos de número de hojas de los días 30 y 60

Tabla 19. Estadísticos Descriptivos de hojas, días 30 y 60

		Media	Error Típico de la Media	Desviación típica
Nº HOJAS 30 DIAS	Luz natural	4,000	3,098	6,928
Nº HOJAS 30 DIAS	Sarán 65%	7,200	4,454	9,960
Nº HOJAS 30 DIAS	Sombra natural	7,600	4,020	8,989
Nº HOJAS 60 DIAS	Luz natural	8,000	5,060	11,314
Nº HOJAS 60 DIAS	Sarán 65%	7,400	3,092	6,914

Tabla 19. *Estadísticos Descriptivos de hojas, días 30 y 60*

		Media	Error Típico de la Media	Desviación típica
N° HOJAS 60 DIAS	Sombra natural	12,400	5,810	12,992

Fuente: Autor

El análisis descriptivo del número de hojas muestra diferencias interesantes entre tratamientos y tiempos (Tab. 6). A los 30 días, las plantas bajo sombra natural alcanzaron el mayor promedio (7,6 hojas), seguidas muy de cerca por el Sarán 65 % (7,2 hojas), mientras que la luz natural quedó bastante rezagada con apenas 4,0 hojas en promedio. Esto evidencia que tanto la sombra natural como el Sarán favorecieron una mayor producción foliar en la etapa temprana, aunque con alta variabilidad en los resultados.

Al llegar a los 60 días, el comportamiento cambió: la sombra natural volvió a destacar con un incremento marcado hasta 12,4 hojas, consolidándose como la condición más favorable para la generación de follaje. En contraste, la luz natural mostró un avance moderado hasta 8,0 hojas, y el Sarán 65 % prácticamente no varió respecto al mes anterior, con 7,4 hojas en promedio.

En conjunto, los datos sugieren que la sombra natural es la condición más ventajosa para estimular la producción de hojas en el tiempo, mientras que el Sarán mostró un efecto positivo inicial pero luego se estancó. La luz natural, por su parte, resultó ser la condición menos eficiente en este aspecto, aunque sí mostró una tendencia de crecimiento sostenido, aunque lenta.

Día 30 – Número de hojas

Al cumplirse el primer mes, el ANOVA deja claro que la sombra no movió la aguja en la producción foliar: con un $p = 0,778$ (muy por encima del umbral de 0,05) no hay señal de un efecto real del tratamiento. Además, el $F = 0,26$ refleja que la mayor parte de la variabilidad responde al “ruido” experimental y no a la sombra aplicada. En otras palabras, a los 30 días, las plántulas crearon prácticamente el mismo número de hojas sin importar la cobertura lumínica.

Esto sugiere que, durante los primeros 30 días, las diferencias en el número de hojas entre los distintos niveles de sombra fueron mínimas y probablemente atribuibles al azar o a factores no controlados.

Tabla 20. *Análisis de varianza para n.º hojas 30 días, utilizando SC ajustada para pruebas*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
SOMBRA	2	38,93	38,93	19,47	0,26	0,778
Error	12	912,00	912,00	76,00		
Total	14	950,93				

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Día 60:

A los 60 días, los datos confirman lo que ya se insinuaba en las primeras evaluaciones: el número de hojas permanece prácticamente igual sin importar cuánta sombra reciban las plántulas. El ANOVA respalda esta constatación con un $p = 0,729$ y un $F = 0,32$, valores que dejan claro que las diferencias observadas entre tratamientos son menores que la propia variabilidad interna del experimento. En otras palabras, el gradiente de sombra no logró mover la aguja en la producción foliar durante todo el periodo de estudio.

Tabla 21. *Análisis de varianza para n.º hojas 60 días, utilizando SC ajustada para pruebas*

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
SOMBRA	2	74,53	74,53	37,27	0,32	0,729
Error	12	1378,40	1378,40	114,87		
Total	14	1452,93				

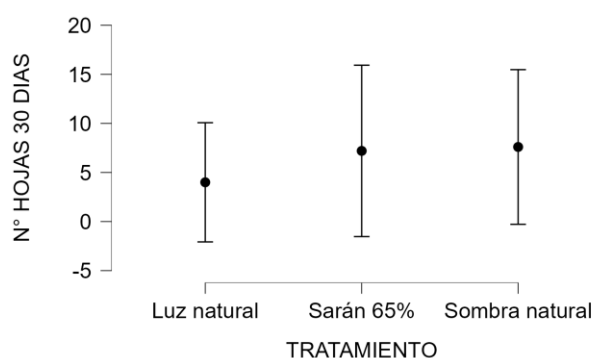
Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Durante el desarrollo de la investigación, la aplicación de distintos niveles de sombra no tuvo un impacto significativo sobre el número de hojas, ni a los 30 ni a los 60 días. En otras palabras, la cantidad de hojas se mantuvo prácticamente intacta a pesar de los distintos niveles de sombra, al menos dentro de las condiciones ambientales y el periodo evaluado en este estudio.

Gráficos de intervalo de número de hojas de los días 30 y 60

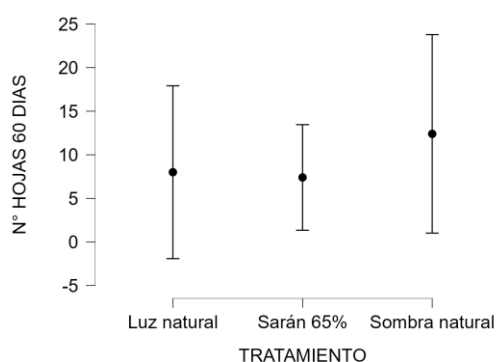
Gráfico 7. Intervalo de numero de hojas día 30



Fuente: Autor

El gráfico del número de hojas a los 30 días muestra una clara diferencia entre tratamientos. Las plantas bajo sombra natural y Sarán 65 % presentaron los mayores promedios ($\approx 7-8$ hojas), mientras que las de luz natural quedaron rezagadas con apenas unas 4 hojas en promedio. Las barras de error son amplias en los tres tratamientos, lo que refleja una alta variabilidad en la respuesta de las plantas; sin embargo, se observa que tanto la sombra natural como el Sarán favorecieron una mayor producción foliar inicial en comparación con la exposición directa al sol (Graf. 7). En conjunto, el gráfico sugiere que el microambiente protegido, ya sea natural o artificial, estimula la emisión temprana de hojas, lo que aporta ventajas para el crecimiento y la fotosíntesis en etapas iniciales.

Gráfico 8. Intervalo de numero de hojas día 60



Fuente: Autor

El gráfico del número de hojas a los 60 días evidencia un cambio marcado entre los tratamientos (Graf. 8). Las plantas bajo sombra natural alcanzaron el promedio más alto (≈ 12 hojas), con barras de error amplias que reflejan una variabilidad considerable, pero confirmando que esta condición fue la más favorable para la producción foliar. La luz natural mostró un crecimiento intermedio (≈ 8 hojas), aunque con gran dispersión, lo que indica que no todas las plantas respondieron de igual forma al sol directo. En contraste, el Sarán 65 % se mantuvo prácticamente estancado respecto a los 30 días, con un promedio cercano a 7 hojas y menor variabilidad, lo que sugiere que esta condición estabilizó el crecimiento, pero limitó la emisión de nuevas hojas. En conjunto, el gráfico confirma que a largo plazo la sombra natural potencia la generación de follaje, mientras que el Sarán asegura uniformidad, pero restringe la respuesta, y la luz directa ofrece un desarrollo moderado con resultados desiguales.

Prueba LSD de Fisher en N° de hojas días 30 y 60

La prueba de comparaciones múltiples mostró que, tanto a los 30 como a los 60 días, todas las plántulas bajo Sombra 1, Sombra 2 y Sombra 3 compartieron la misma letra (A). En la práctica, esto significa que el número de hojas fue prácticamente igual en los tres tratamientos, por lo que la cobertura lumínica no marcó diferencias significativas en la formación foliar. Este resultado evidencia que, dentro de las condiciones y el periodo evaluados,

no es posible distinguir un nivel de sombra más beneficioso que otro con base en la producción de hojas.

Esto coincide con los resultados del ANOVA ($p = 0.778$).

Aun así, visualmente se puede observar una tendencia creciente desde sombra 1 a 3, pero no lo suficientemente marcada como para ser significativa.

Tabla 22. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra

SOMBRA	N	Media	Agrupación
3	5	7,6	A
2	5	7,2	A
1	5	4,0	A

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

Nuevamente, todas las medias comparten la misma letra (A) → no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Sin embargo, la diferencia de medias es más notoria que a los 30 días, especialmente el tratamiento 3 (12,4) frente a los otros dos (8,0 y 7,4).

Este resultado concuerda con el ANOVA ($p = 0.729$), que tampoco detectó significancia estadística.

Tabla 23. Comparaciones por parejas de Fisher: sombra

SOMBRA	N	Media	Agrupación
3	5	12,4	A
1	5	8,0	A
2	5	7,4	A

Fuente: Autor

Nota: T1: luz natural; T2: con sarán; T3: sombra natural

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de sombra en el número de hojas, ni a los 30 ni a los 60 días.

A pesar de esto, el tratamiento de sombra 3 mostró las medias más altas en ambos periodos, sugiriendo un posible efecto positivo en la producción de hojas, que podría confirmarse con mayor tamaño de muestra o menor variabilidad.

Estudio Multivariado de Varianza (MANOVA) para el Factor SOMBRA

Para evaluar el efecto del tratamiento SOMBRA sobre las variables de crecimiento (como número de hojas y diámetro del tallo) de manera conjunta, se aplicó una prueba MANOVA, lo cual permite analizar múltiples variables dependientes simultáneamente, considerando sus correlaciones internas.

Resultados principales del modelo:

S (error estándar residual): 10,7176

R-cuadrado (R^2): 5,13 %

R^2 ajustado: 0,00 %

Estos resultados dejan claro que nuestro modelo aporta muy poco para entender las variaciones en las respuestas estudiadas. Un R^2 ajustado cercano a cero significa que, incluso corrigiendo por el número de factores incluidos, el modelo no explica mejor la variabilidad que si no tuviéramos ningún predictor. En otras palabras, el tratamiento de sombra, analizado por separado en cada variable, apenas influye en el comportamiento de las plántulas.

Tabla 24. *Resumen del modelo*

S	R-cuad.	R-cuad.
(ajustado)		
10,7176	5,13%	0,00%

Fuente: Autor

A pesar de que los análisis de varianza univariados (ANOVA) por separado no mostraron significancia estadística en algunas variables de crecimiento (como el número de hojas o diámetro del tallo individualmente), los resultados de la prueba MANOVA permiten concluir que el tratamiento de sombra ejerce un efecto significativo cuando se consideran simultáneamente varias variables de crecimiento.

Este resultado es clave, ya que sugiere que los efectos del tratamiento pueden manifestarse de forma conjunta o combinada, aunque no sean evidentes al analizar las variables de forma aislada.

Tabla 25. *Pruebas MANOVA para sombra*

	Estadística de prueba				
Criterio	GL	F	Núm	Denom	P
De Wilks	0,01804	4,028	16	10	0,015
Lawley-Hotelling	16,86806	4,217	16	8	0,023
De Pillai	1,65959	3,656	16	12	0,014
De Roy	14,22825				

s= 2 m= 2,5 n= 1,5

Fuente: Autor

Nota: GL: Grados de libertad; F: Prueba de Fisher; Num: numerador; Denom: Denominador P: probabilidad de error

Mortalidad

No se presentó mortalidad en las plantas. Todas las plantas tuvieron una buena supervivencia y adaptabilidad al ambiente, Esta capacidad de adaptabilidad demuestra que las plantas de mangle nato se pueden ajustar a condiciones adversas en factores externos.

3.1.2 Determinar el crecimiento biológico y agronómico de las plántulas del mangle *Mora oleifera*.

Para la obtención del resultado de este objetivo se tomó en cuenta los análisis fisicoquímicos de suelo obtenidos por Zambrano et al. (2024). Estos parámetros nos dan una aproximación de cómo funciona el aspecto interno y morfológico de la planta en la fase inicial de crecimiento.

En el cual los sustratos analizados presentan una textura Franco-limosa con proporciones equilibradas de arcilla, limo y arena, con una conductividad eléctrica media superior a 6 dS/m, esto indica el nivel moderado de salinidad presente. Se encuentra entre 3% y 4.5% de materia orgánica, lo cual contribuye de manera positiva en los procesos fisiológicos como retener el agua y los nutrientes esenciales disponibles para su debido crecimiento.

Con base a estos resultados, se puede inferir que el comportamiento agronómico observado de las plántulas responde de manera positiva para adaptarse al hábitat del manglar, que se identifican por tener suelos salobres, drenaje escaso y un gran contenido orgánico. La adaptación positiva de las plántulas se ve reflejado en los tres tratamientos de sombra que se realizaron y sus variables de altura, número de hojas y diámetro de tallo que sirven como indicadores de energía para que la especie se establezca en una zona abierta.

3.1.3 Proponer un protocolo técnico para la restauración de comunidades de mangle nato (*Mora oleifera*).

Para la producción del mangle nato (*Mora oleifera*) en vivero primero es necesario tener conocimiento del hábitat natural de la especie ya que lo que se quiere es obtener un resultado positivo. El siguiente protocolo técnico es una propuesta basada en la experiencia adquirida durante el desarrollo del presente estudio y en la revisión de prácticas previas de restauración de mangle nato en el litoral ecuatoriano.

Ubicación y preparación del vivero

El proceso inicia con la elección del lugar del vivero que es en la finca de la Universidad, muy cerca del estuario y con un clima similar al del manglar. Ahí acondicionamos el espacio para permitir la entrada controlada de agua de marea y construimos barreras que filtran el sol intenso y protegen a las plántulas de otros factores externos. De este modo, recreamos un pequeño refugio donde las plantitas pueden asentarse y crecer con confianza.

Recolección de plántulas

La recolección manual de plántulas de *Mora oleifera* en estado temprano de desarrollo, es llevada a cabo en el sector de La Tola, en la provincia de Esmeraldas. Este sitio fue escogido por presentar una población vigorosa y naturalmente establecida de la especie. Al recolectar las plántulas, buscamos siempre las más vigorosas: aquellas con raíces firmes, sin daños

visibles y un aspecto saludable, cuidando de no alterar demasiado el entorno natural donde crecieron.

Transporte de plántulas

Para el traslado, aprovechamos una camioneta amplia: acomodamos cada plántula con suficiente espacio para que no se aplasten ni sufran estrés, mantuvimos la caja a la sombra y rociamos ligeramente su entorno para conservar la humedad. Así nos aseguramos de que llegaran al sitio de destino en las mejores condiciones.

Llenado de fundas

Para preparar las unidades de cultivo, se utilizaron fundas plásticas llenas completamente con lodo del mismo sitio donde se ubicó el vivero. Este material posee propiedades que favorecen la retención de humedad, además de aportar los nutrientes y condiciones físicas adecuadas para el crecimiento inicial de las plántulas.

Siembra de plántulas

La siembra se realizó colocando cada plántula en el centro de la funda, asegurando que el sistema radicular quedara totalmente cubierto. Al plantar las plántulas, se enterró suavemente hasta un tercio de sus cotiledones: así absorben mejor los nutrientes y ganan firmeza en el sustrato, sin apretar demasiado la tierra para que las raíces puedan respirar con tranquilidad.

Riego

El riego, lejos de ser un aspersor rutinario, sucedía de manera natural: cada marea subía el agua salobre hasta el vivero, recreando ese vaivén típico del manglar. De este modo, las plantas vivían inmersas en un ambiente húmedo y algo salino, tal como lo exige *Mora oleifera* para crecer con salud y vigor.

Cuidado y monitoreo

Durante todo el periodo en vivero se aplicó un seguimiento continuo a las plántulas, evaluando visualmente su estado y registrando datos sobre su crecimiento, como altura, número

de hojas y diámetro del tallo. Este monitoreo permitió ajustar las prácticas de manejo, asegurar la vitalidad de los ejemplares y garantizar su aptitud para futuras acciones de restauración en campo.

3.2 DISCUSIÓN

La sombra natural en un manglar es la sombra que ofrecen las copas de los árboles al cubrir el suelo y a las plantas jóvenes que crecen debajo. Estos árboles funcionan como un filtro que suaviza la luz del sol, ayuda a mantener la frescura del ambiente y conserva la humedad tanto en el aire como en el sustrato. Gracias a esta cobertura, las plántulas de especies como *Mora oleifera* pueden desarrollarse con menos estrés, ya que no están expuestas directamente al sol ni a la pérdida rápida de agua.

La investigación mostró que las plántulas de *Mora oleifera* respondieron favorablemente bajo condiciones de sombra natural en comparación con la luz solar directa y serán al 65%. Esto es consistente con estudios previos que han indicado que condiciones de sombra moderada pueden estimular un crecimiento vigoroso en etapas iniciales debido a la protección contra estrés por radiación directa y la reducción de pérdida de agua por evapotranspiración (Blanco-Libreros & Ramírez-Ruiz, 2021).

Se encontró también que la textura franco-limosa del sustrato, junto con niveles adecuados de materia orgánica y salinidad moderada, favorecieron notablemente la adaptabilidad inicial de las plántulas al hábitat salino y húmedo, respaldando resultados similares obtenidos por Zambrano et al. (2024).

Estos hallazgos resaltan la importancia de seleccionar condiciones específicas de sombra y composición del sustrato para lograr un desarrollo óptimo en programas de restauración ecológica (Aveiga Conde, 2022).

3.3 Contestación a las preguntas de investigación

¿Cuál es sombra más adecuada para el crecimiento de *Mora oleifera* en un vivero?

La sombra natural cerca de otros mangles es la mejor forma para que pueda crecer ya que no recibe luz directa gracias a las demás especies. Esta condición facilita la conservación de humedad en las hojas y el sustrato, minimizando la pérdida hídrica por evapotranspiración, y evita daños fisiológicos que pueden ser ocasionados por la exposición directa al sol, especialmente en las etapas iniciales del crecimiento.

Estar cerca de otras plantas como los mangles, no solo proporciona sombra que regula la luz y la temperatura, sino que también contribuye a mantener la humedad del aire y del suelo, a enriquecer el sustrato mediante la caída de hojarasca y a favorecer procesos subterráneos como la actividad de raíces y microorganismos asociados.

Por otro lado, la sombra artificial (sarán al 65%) mostró resultados inferiores debido a que posiblemente restringe de manera parcial el espectro luminoso, limitando ciertos procesos fisiológicos y metabólicos esenciales para el crecimiento adecuado de la plántula. En definitiva, ofrecer a las plántulas un dosel de sombra natural se traduce en un crecimiento más fuerte y armonioso, con menos estrés. Esto se refleja claramente en tallos más altos y un follaje más abundante.

¿Qué estrategias se pueden implementar para favorecer la tasa de crecimiento inicial de las plántulas?

Es recomendable situar el vivero en un lugar donde tenga sombra natural ya sea debajo arboles u otro tipo de sombra, teniendo en cuenta el riego que se puede realizar por medio de las mareas o manualmente. Teniendo en cuenta los monitoreos de crecimiento para evitar depredadores, enfermedades o plagas que puedan afectar su crecimiento.

3.4 Plan de trabajo detallado

Cronograma

Tabla 26. Cronograma de actividades

	2025											
	ABRIL				MAYO				JUNIO			
ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Observación del terreno												
Realización del vivero												
Llenado de fundas												
Siembra en vivero												
Toma de datos												

Fuente: Autor

Plan de trabajo

Tabla 27. Costo estimado del proyecto de investigación

Actividad	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Limpieza del área de estudio	2	\$ 35,00	\$ 70,00
Listones de madera	5	\$ 4,00	\$ 20,00
Cañas	3	\$ 3,00	\$ 9,00
Fundas	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Llenado de fundas	2	\$ 30,00	\$ 60,00
Flete carro	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Recolección de semillas	2	\$ 30,00	\$ 60,00
Pasaje bus	5	\$ 4,00	\$ 20,00
Bote	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Alimentos	5	\$ 3,00	\$ 15,00
Pirola	1	\$ 3,50	\$ 3,50
Botas	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Sarán	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Cinta métrica	1	\$ 0,50	\$ 0,50
Machete	1	\$ 5,00	\$ 5,00
Balanza	1	\$ 9,00	\$ 9,00
TOTAL			\$ 500,00

Fuente: Autor

CONCLUSIÓN

El estudio permitió concluir claramente que las condiciones de sombra natural proporcionan el entorno más favorable para el crecimiento inicial de *Mora oleifera* en viveros, debido a que ofrece una regulación óptima de la intensidad lumínica y térmica, minimizando el estrés fisiológico.

Bajo esa tenue cubierta vegetal, las plántulas respondieron con un crecimiento armónico y sólido: sus tallos se alargaron y el follaje ganó densidad en comparación con los demás tratamientos. Al analizar su desarrollo, quedó en evidencia su capacidad para adaptarse al entorno del manglar. Gran parte de ese éxito radica en el sustrato franco-limoso, rico en materia orgánica, que mantuvo la humedad justa y liberó los nutrientes justo cuando las plantas más los necesitaban, impulsando un comienzo vigoroso y equilibrado.

Finalmente, se formuló un protocolo técnico basado en los resultados obtenidos en este trabajo de investigación el que constituye una herramienta valiosa para futuros proyectos de restauración ecológica del mangle nato, estableciendo procedimientos claros que asegurarán un mayor éxito en la conservación y recuperación de esta especie vulnerable, fortaleciendo las acciones de restauración en la región costera ecuatoriana y contribuyendo así a mantener la biodiversidad y estabilidad de estos importantes ecosistemas.

Viendo los buenos resultados de la producción en viveros, la siembra en lugares del estuario de Cojimíes, se supone que también deberá tener éxito.

RECOMENDACIÓN

Se recomienda seguir empleando sombra natural en viveros destinados a *Mora oleífera*, debido a los resultados positivos observados en su desarrollo.

Para maximizar el crecimiento inicial y asegurar una buena adaptabilidad, utilizar sustratos con adecuada proporción de limo, arena y arcilla, además de materia orgánica abundante.

Implementar y aplicar rigurosamente el protocolo técnico propuesto, monitoreando continuamente el desarrollo de las plántulas para ajustar el manejo según sea necesario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroproyectos. (2022). Viveros, manual de diseño y organización [PDF]. Agroproyectos.
<https://agroproyectos.org/viveros-manual-diseno-y-organizacion/>
- Arboreto de Osa. (2024). *Mora oleifera*. Recuperado el 20 de noviembre de 2024, de <https://osa-arboretum.org/plant/mora-oleifera/>
- Aveiga Conde, K. R. (2022). Efecto de la fertilización con bioles en diferentes sustratos sobre el crecimiento de Mangle Nato (*Mora oleifera*) (Doctoral dissertation, Ecuador-Pucese-Escuela de Gestión Ambiental).
- Blanco-Libreros, J. F., & Ramírez-Ruiz, K. (2021). Manglares amenazados en el Antropoceno: fragmentación del hábitat en paisajes costeros urbanos de Pelliciera spp. (Tetrameristaceae) en el norte de América del Sur. *Fronteras de las Ciencias del Mar*, 8, 670354.
- Bodero, A., Q., & Robadue, D., Jr. (1995). Estrategia para el Manejo del Ecosistema de Manglar en el Ecuador [Book]. In Ochoa, M. (Ed.), *Manejo Costero Integrado en Ecuador*.
https://www.crc.uri.edu/download/8YearsSpanish_7_Manglares.pdf
- Bolívar-Anillo, H. J., Anfuso Melfi, G., Chacón Abarca, S., Badillo Romero, M. D., Villate Daza, D. A., & Serrano, M. C. (2020). Eventos naturales y actuaciones antrópicas: Impactos sobre los bosques de manglar de América del Sur.
- 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>
- Briceño, G., V. (2021). Manglares | Qué son, características, tipos, para qué sirven, fauna, flora, clima. Euston96. <https://www.euston96.com/manglares/>
- Calderón, C., Aburto, O., & Ezcurra, E. (2009). El valor de los manglares. *Biodiversitas*, 82(1), 2-6.
- Carvajal R. y X. Santillán. 2019. Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Manglares del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente de Ecuador, Conservación Internacional Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

(UNESCO) y la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Proyecto Conservación de Manglar en el Pacífico Este Tropical. Guayaquil, Ecuador. Castro, M. (2024). Manglares. Lifeder. <https://www.lifeder.com/manglares/>

Catálogo de la biodiversidad (2024). *Mora oleifera* Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://catalogo.biodiversidad.co/file/567c1230f289f5a40c0cd34d>

Cordero, J. Guía de Manglares del Ecuador.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2020). Entrega de viveros flotantes con plántulas de mangle nato y rojo. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=NIgdGxs7Wgo>

de la Caridad Rodríguez, C. G., León, G. A. A., & Calderón, F. G. C. (2016). La gestión ambiental empresarial, su función frente a los cambios climáticos globales. Camaroneras, caso: manglares de Ecuador. Universidad y Sociedad, 8(3 (E)).

Duke, N. 2010. *Mora oleifera*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T178858A7629292. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T178858A7629292.en>

Ecología. (2024). Manglares: Clave en la Lucha Contra el Cambio Climático. Ecosistemas. <https://diarionoticias.pe/ecosistemas/la-importancia-de-los-manglares-en-la-mitigacion-del-cambio-climatico/>

Erazo Álvarez, A. (2014). Uso estratégico del mangle para el desarrollo turístico en el cantón San Lorenzo, Provincia de Esmeraldas. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ea199f30-8510-4dfc-98c2-d53f7ea60fd0/content>

FAO. (2007). La silvicultura de manglares. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/4/v5200s/v5200s09.htm>

- Foro Mar de Cortés. (2024). ONU Ambiente lanza un llamado urgente para proteger los manglares - Foro Mar de Cortés. <https://foromdc.org/ecosistemas/onu-ambiente-lanza-un-llamado-urgente-para-proteger-los-manglares/>
- Fundación Aquae. (2022). Qué es un manglar y para qué sirve. Tipos - Fundación Aquae. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/los-manglares-que-son-tipos-importancia/>
- Gaxiola, J. M. (2011). Una revisión sobre los manglares: características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: Caso sistema laguna de Topolobampo. *Ra Ximhai*, 7(3), 355–369.
- Gommers, C. M. M., Visser, E. J. W., St Onge, K. R., Voosenek, L. A. C. J., & Pierik, R. (2013). Shade tolerance: when growing tall is not an option. *Trends in Plant Science*, 18(2), 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.09.008>
- Grupo Jaragua, Inc. (2021). Zonación de especies de mangle. Serie «Manglar ES vida, futuro, protección». Santo Domingo: Grupo Jaragua, Inc.; Seacology. Recuperado de: <https://bvearmb.do/handle/123456789/2351>
- Guía para la producción de material vegetal en Cartagena. (2016). Tomo III - Anexo 2: Producción de material vegetal. EPA Cartagena. <https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2016/06/tomo-iii-anexo-2-guia-para-la-produccion-de-material-vegetal-en-la-ciudad-de-cartagena.pdf>
- iNaturalist Colombia. (2024). Mangle Nato (*Mora oleifera*). Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://colombia.inaturalist.org/taxa/440806-Mora-oleifera>
- Mardela, G. M. J. (2021). Estudio Del Comportamiento De Tres Especies De Mangle En Condiciones De Vivero (Doctoral dissertation, Ecuador-PUCESE-Escuela de Gestión Ambiental).
- Martín, & Martín. (2023). Los manglares son bosques de árboles y arbustos que crecen en las. Características. <https://www.caracteristicas.pro/manglares/>

- Martinez, I. (2024). Cómo se siembran semillas de mangle para su cultivo. Blog Jardín.
<https://blogjardin.online/ornamental/crecimiento-de-mangles/>
- MarViva, Patrimonio Natural & EN PUJA. (2013). Manual para el desarrollo de actividades de recuperación de manglar. <https://marviva.net/wp-content/uploads/2022/08/RECUPE1.pdf>
- McLeod, E., & Salm, R. V. (2006). Manejo de manglares para la resiliencia al cambio climático (Vol. 64). Glándula: Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).
- Millstein, S. (2024). Los manglares combaten el cambio climático, pero la cría de camarones los amenaza. Sientient. <https://sientientmedia.org/es/los-manglares-combaten-el-cambio-climatico-pero-la-cria-de-camarones-los-amenaza/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Cornejo, X., Unidad Técnica Mae / FAO UN-REDD, Tapia Núñez, L., Peña, P. P., Prieto, F., Hubenthal, A., Díaz, L. F., Valverde, Á., Morales, C., Segura, D., Herrera, M. B., Cueva, K., Encalada, M., Aguirre, C., Toledo, M. D., Santiana, J., Muñoz, L., & Armijos, J. (2014). Árboles y Arbustos de los Manglares del Ecuador. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55818.pdf>
- Molina Moreira, N., Rodríguez, M. G., & Macías Tulcán, M. (2024). Guía de Manglares del Ecuador (By Natascha Ortiz Yáñez; Fernando Espinoza Fuentes, Ed.). <https://uees.edu.ec/descargas/libros/2024/guia-de-manglares-del-ecuador.pdf>
- ONU-REDD, O. R. (2014). Árboles Y Arbustos De Los Manglares Del Ecuador.
- Pastrán, F., & Madrid, L. (2020). Multidisciplinariedad desde el microcurrículo hacia la investigación en escenario alternativo. *Refcale*, 8(2), 76–93.
- Reese, R. (2007). Restauración Ecológica de los manglares en la Costa del Ecuador. Maestría en Ecología) Universidad San Francisco de Quito. Recuperado de: <http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C12/F0C5C,677>.

- Rengifo Cardenas, S. Á., & Mamani Loayza, R. F. (2018). Evaluación de la calidad fisiológica de semillas de Shihuahuaco (*Dipteryx micrantha* Harms) de bosques de terraza alta de dos procedencias, a través de la prueba de envejecimiento acelerado.
- Ritchie, G. A., Jr., Landis, T. D., Dumroese, R. K., & Haase, D. L. (2021). Manual de Viveros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor Volumen 7. In *Manual De Viveros Para La Producción De Especies Forestales En Contenedor* (Vol. 7, pp. 22–100).
- Ruiz, M. (2024). ¿Qué es un manglar? Flora, fauna y ejemplos. Bio Space. <https://www.biospace.es/manglar/>
- Sánchez, J. (2024). Qué es un manglar y sus características. *ecologiaverde.com*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-manglar-y-sus-caracteristicas-1682.html>
- Sánchez, L. G., & Carrión, J. A. P. (1997). Aspectos funcionales del arraigo. La calidad fisiológica de la planta forestal. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (4), 27-33.
- Sánchez, M., Rodríguez, A., & Molina, D. (2018). Respuestas fisiológicas de plántulas de manglar bajo condiciones controladas de luz. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(1), 29–37
- Segui, P. (2023, December 19). Manglar; Qué es, fauna y tipos de manglares. OVACEN. <https://ecosistemas.ovacen.com/bioma/manglar/>
- Teutli Hernández, C., Herrera-Silveira, J. A., Cisneros-de la Cruz, D. J., & Roman-Cuesta, R. M. (2020). Guía para la restauración ecológica de manglares: lecciones aprendidas. CIFOR.
- Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. (2020). Programas y proyectos asociados a la Estación Experimental “Latitud 0”. [Informe Institucional].
- Vásquez, I. (2007). Propuesta de zonificación para la conservación del ecosistema manglar y el desarrollo sostenible en el refugio de vida silvestre del Estuario del río Muisne (Esmeraldas, Ecuador).
- World Rainforest Movement. (2025). Ecuador: en defensa del manglar Org.uy. Retrieved July 19, 2025, from <https://www.wrm.org.uy/es/articulos-del-boletin/ecuador-en-defensa-del-manglar>

- WWF Colombia. (2022). Restauración ecológica con mangle nato: comunidades y clima unidos por los manglares. Recuperado de <https://www.wwf.org.ec/?389132%2FRestauracion-de-manglares-dia-del-medio-ambiente>
- WWF Ecuador. (2024). Restauración de manglares: Día del medio ambiente. Recuperado el 14 de octubre de 2024, de <https://www.wwf.org.ec/?389132/Restauracion-de-manglares-dia-del-medio-ambiente>
- Zambrano, T., 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.
- Zambrano, F., Zamora Macías, P. S., & Macías Chila, R. R. (2025). Evaluación de parámetros físicos del suelo para la siembra del híbrido OxG en la Estación Experimental Latitud 0 del occidente del Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(1), 353–365.

ANEXOS

Anexo 1. Llenado de fundas



Anexo 2. Población de mangle nato en Muisne



Anexo 3. Transporte de plántulas nato a la finca de la Uleam



Anexo 4. Siembra de plántulas del nato en la finca de la Uleam



Anexo 5. Diseño de vivero



Anexo 6. Monitoreo mensual



Anexo 7. Cotiledones atacados por hormigas



Anexo 8. Medición de las plántulas



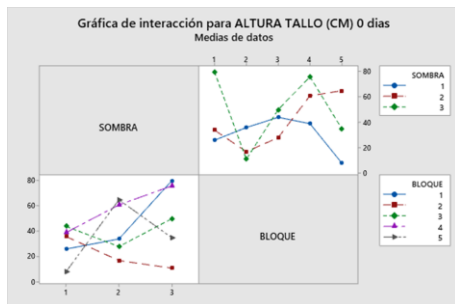
Anexo 9. Dos pares de hojas alargadas en forma de pluma



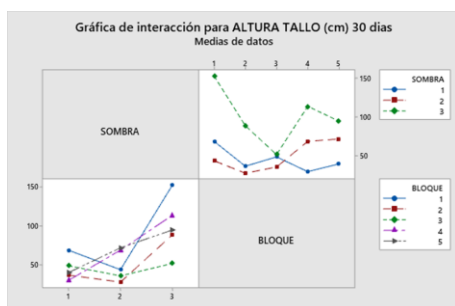
Anexo 10. Finalizando monitoreos



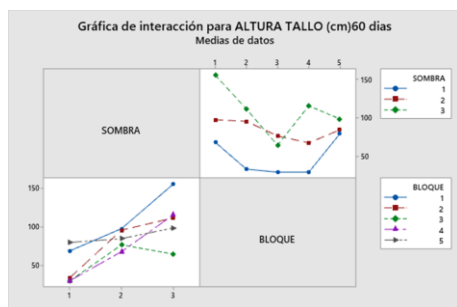
Anexo 11. Interacción altura-tallo 0 días



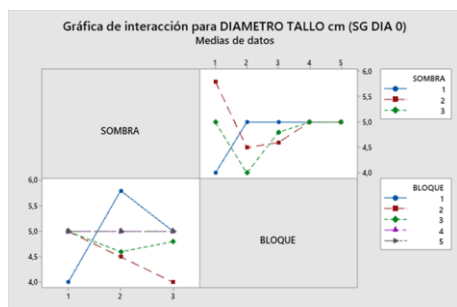
Anexo 12. Interacción de altura 30 días



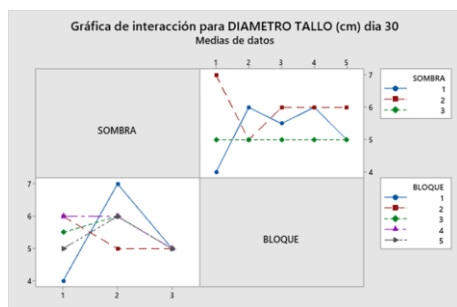
Anexo 13. Interacción altura día 60



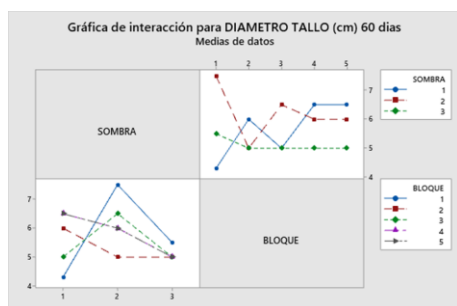
Anexo 14. Interacción diámetro día 0



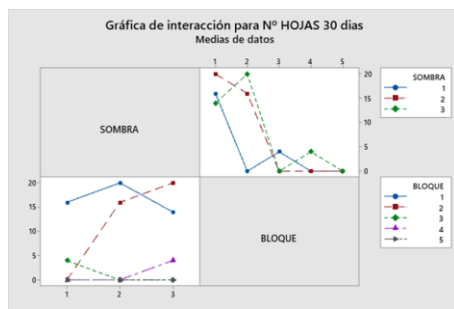
Anexo 15. Interacción diámetro tallo día 30



Anexo 16. Interacción diámetro tallo día 60



Anexo 17. Interacción N° hojas día 30



Anexo 18. Interacción N° hojas día 60

