



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

# **ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

## **TESIS DE GRADO**

### **EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MANGLE NEGRO (*Avicennia germinans*) MEDIANTE BIOFERTILIZANTES LÍQUIDOS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE  
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

#### **AUTORA**

**KAREN BRIGGITTE PADILLA MOREIRA**

#### **ASESOR**

**MGT. FREDDY HERNÁN QUIROZ PONCE**

**ESMERALDAS – AGOSTO, 2018**

## **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado el cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE-SE previo a la obtención del título de “Ingeniera en Gestión Ambiental”

Presidente tribunal de Graduación

Lector 1

MSc. Sonia Mateos Marcos

Lector 2

Blgo. Eduardo Rebolledo Monsalve

PhD. Jorge Velazco Vargas

Coordinador de la Escuela de Gestión Ambiental

MSc. Freddy Quiroz Ponce

Director de Tesis

Esmeraldas, 28 de agosto de 2018

## **AUTORÍA**

Yo, Karen Brigitte Padilla Moreira, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora y de la PUCE-ESMERALDAS.

---

**Karen Brigitte Padilla Moreira**

**C.I: 0850221003**

## **DEDICATORIA**

La vida nos da el privilegio de tomar distintas decisiones que nos permiten emprender nuevos caminos llenos de oportunidades, aspiraciones y sueños.

Sin duda alguna dedico este proyecto a Dios; quien ha sido mi guía y luz durante todo este trayecto de aprendizaje, porque su tiempo ha sido perfecto, permitiéndome ir cristalizando de a poco cada una de mis metas.

A mis padres, por ser siempre mi apoyo y fortaleza en mis momentos malos y buenos, por confiar en mí sin importar cada situación que se llegase a presentar.

A mi familia, hermanos y amigos, por ser partícipe de esta experiencia de gran importancia para mi desarrollo como profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la fuerza y el valor para culminar este proyecto.

Agradezco a mis padres Diana Moreira y David Padilla por el apoyo brindado, a mi asesor Freddy Quiroz Ponce y lectora Sonia Mateos Marcos por la constancia y dedicación.

A todos los que fueron mis profesores y compañeros en cada nivel, a mis hermanos David, Karol y Saúl por no dejarme decaer cuando más difícil se pusieron las cosas y ser partícipe en el proceso investigativo de la presente tesis, y al Sr. Fernando Díaz por permitirme realizar mi proyecto en su propiedad además de brindarme toda la ayuda necesaria y pertinente durante este proceso.

# ÍNDICE

<b>AUTORÍA</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>Objetivos</b> .....	3
Objetivo general: .....	3
Objetivos específicos:.....	3
<b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO</b> .....	4
Bases teóricas-científicas .....	4
Finca “La Fortuna” .....	4
Mangle negro ( <i>Avicennia germinans</i> ) .....	4
Área de Distribución Natural .....	5
Importancia ecológica .....	5
Taxonomía y fisiología.....	6
Requerimientos ambientales .....	7
Factores que afectan su propagación y establecimiento.....	8
Biofertilizantes líquidos.....	9
Formas de preparación .....	9
Materiales utilizados en la preparación .....	10
Preparación de biofertilizante .....	10
Viveros forestales.....	11
Importancia de la construcción del vivero.....	11
Técnicas de manejo de vivero.....	12
Antecedentes.....	13
Marco legal .....	15
<b>CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	20
Área de estudio .....	20
Caracterización de la zona de estudio .....	20
Recolección de Datos .....	21
Preparación del biofertilizante .....	21
Construcción del vivero.....	22
Recolección de semillas .....	23
Riego.....	23
Evaluación y control del crecimiento de la plántula .....	23
Diseño experimental.....	23

Análisis en laboratorio .....	27
Análisis físico – químico del agua de riego.....	27
Análisis de sustrato .....	28
Análisis de datos .....	29
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
Análisis costo-beneficio .....	37
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES .....</b>	<b>44</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Área de estudio Finca "La Fortuna" .....	20
Figura 2 Diseño de bloques al azar de los tratamientos y réplicas en el experimento..	266
Figura 3 Ubicación de las plántulas en relación al blanco y a cada tratamiento .....	27
Figura 4 Medias aritméticas para la variable altura de las plántulas (cm) en relación al blanco y los tres tratamientos. ....	32
Figura 5 Medias aritméticas para la variable diámetro de las plántulas (cm) en relación al blanco y los tres tratamientos.....	33
Figura 6 Medias aritméticas de la variable del número de hojas de las plántulas en relación al blanco y a los tres tratamientos.....	34
Figura 7 Incremento en el ancho y largo de las hojas de las plántulas en relación al blanco y los tres tratamientos. ....	35
Figura 8 Porcentajes para la variable mortalidad de las plántulas con relación al blanco y los tres tratamientos. ....	36
Figura 9 Análisis de macro y micro nutrientes.....	522
Figura 10 Continuación del análisis de macro y micro nutrientes.....	522
Figura 11 Mezcla de todos los ingredientes. ....	55
Figura 12 Tanque sellado y colocado la manguera para la emisión de gases durante el proceso de fermentación.....	55
Figura 13 Limpieza del terreno .....	556
Figura 14 Recolección de semillas .....	556
Figura 15 Llenado de fundas con el sustrato del mismo lugar. ....	57
Figura 16 Construcción del vivero, incluyendo recursos del medio .....	57
Figura 17 Remoción del sustrato y colocación de las semillas .....	588
Figura 18 Etiquetado de fundas de acuerdo al tratamiento que se le aplicó .....	588
Figura 19 Riego del biofertilizante (30%) en medidas de 11 ml por cada planta .....	599
Figura 20 Etapa de germinación de las plantas .....	59
Figura 21 Surcos en cada bloque para evitar la mezcla entre tratamientos, al momento de su aplicación.....	600
Figura 22 El uso de la malla sarán, con 25% de sombra.....	600
Figura 23 Visita del asesor Freddy Quiroz al vivero. ....	611
Figura 24 Etapa final del monitoreo. ....	611

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Descripción de los diferentes tratamientos .....	24
<b>Tabla 2</b> Descripción de las categorías de evaluación de la calidad fitosanitaria de las plantas .....	25
<b>Tabla 3</b> Diferencias significativas entre los tratamientos en relación al blanco, para cada variable monitoreada (A, D, N. An. L.y M) mediante la Prueba post hoc Dunnet .....	30
<b>Tabla 4</b> Cuadro resumen del análisis de suelo .....	311
<b>Tabla 5</b> Porcentaje de las medias aritméticas de calidad fitosanitaria de las plántulas para el blanco y los tres tratamientos. ....	37
<b>Tabla 6</b> Costo de producción de 170 litros de biofertilizante.....	38
<b>Tabla 7</b> Proyección de costos en etapa de vivero para reforestar una hectárea con una densidad de 2x2m. ....	39

## RESUMEN

El presente estudio surge como una medida de restauración, a partir de la cual se desea conocer los beneficios que aporta la aplicación de biofertilizantes en el crecimiento de las semillas de mangle negro en condiciones de vivero, por lo tanto, se construyó un vivero de mangle negro (*Avicennia germinans*) en la finca “La Fortuna”. Se utilizó un diseño de bloques totalmente al azar, el cual consistió en la división en 4 bloques de las unidades experimentales y a cada una se le aplicó un tratamiento distinto (30% biofertilizante, 50% biofertilizante y kristalon 2,5 g/l), además de introducir un grupo control. Cabe indicar que cada bloque estaba compuesto por 30 unidades experimentales, y se realizaron 3 réplicas para cada tratamiento, incluido el grupo control. Se realizó un monitoreo y control semanal de las variables número y tamaño de hojas por plántula, calidad fitosanitaria, mortalidad, altura y diámetro del tallo de las plantas, para estas dos últimas variables el monitoreo fue mensual. Los resultados mostraron que el tratamiento 1 (30% biofertilizante) alcanzó los mejores resultados para la variable altura en los tres meses de monitoreo, reportando medidas de 7,78 cm para el primer mes, 15,89 cm para el segundo mes y 17,92 cm para el tercer mes. Así mismo, para las variables diámetro, tamaño de las hojas y número de hojas el tratamiento 1 fue el que obtuvo los mejores valores. Sin embargo, para las variables de mortalidad y calidad fitosanitaria el tratamiento 3 (kristalon 2,5 g/l) reportó los resultados más elevados, es decir, al finalizar la etapa de vivero (90 días) se alcanzó un 38% en la mortalidad mientras que el 72% de las plantas estaban completamente enfermas. Por lo tanto, se concluyó que la elaboración de un biofertilizante mediante una descomposición anaeróbica, con una dosis del 30% y la aplicación semanal en vivero, fue el tratamiento más eficaz para la germinación de las semillas y desarrollo de las plantas de mangle negro.

## **ABSTRACT**

The present study emerges as a restoration measure, from which it is desired to know the benefits of the application of biofertilizers in the growth of black mangrove seeds in nursery conditions, therefore a black mangrove nursery was built (*Avicennia germinans*) in the farm "La Fortuna". A completely randomized block design was used, which consisted in the division into 4 blocks of the experimental units and each one was given a different treatment (30% biofertilizer, 50% biofertilizer and 2 kristall, 5 g / l), besides introducing a control group. It should be noted that each block was composed of 30 experimental units, and 3 replications were made for each treatment, including the control group. Weekly monitoring and control of the variables number and size of leaves per seedling, phytosanitary quality, mortality, height and stem diameter of the plants was carried out, for these last two variables the monitoring was monthly. The results showed that treatment 1 (30% biofertilizer) achieved the best results for the height variable in the three months of monitoring, reporting measures of 7.78 cm for the first month, 15.89 cm for the second month and 17, 92 cm for the third month. Likewise, for the variables diameter, size of the leaves and number of leaves, treatment 1 was the one that obtained the best values. However, for the mortality and phytosanitary quality variables, treatment 3 (kristall 2.5 g / l) reported the highest results, that is, at the end of the nursery stage (90 days) 38% mortality was reached while 72% of the plants were completely sick. Therefore, it was concluded that the preparation of a biofertilizer by anaerobic decomposition, with a dose of 30% and weekly application in nursery, was the most effective treatment for germination of seeds and development of black mangrove plants.

# INTRODUCCIÓN

## Presentación del tema

El mangle se caracteriza por ser una de las especies con mayor dominancia adaptativa funcional frente a escenarios ambientales desfavorables, ya que tiene la capacidad de subsistir en terrenos donde el agua salobre está a niveles muy altos (Arguello, 2008), y estas características se convierte en perjudicial para la mayor parte de especies vegetales cultivables (Rodríguez, Nivia, y Garzón, 2004). Si bien el manglar es reconocido como uno de los ambientes ecosistémicos de mayor producción a nivel mundial, éste ha sido afectado desde diferentes ámbitos con la finalidad de obtener un bien económico a partir de las distintas actividades que hoy en día se realizan (Reese, s.f.) como: la tala ilegal de mangle para su aprovechamiento en la producción del carbón, o con un fin empresarial basado en la instalación de piscinas camaroneras (Díaz, 2011). Así mismo las fuentes de contaminación por vertidos de alcantarillado y agua de desechos urbanos representan otro de los factores contribuyentes a la pérdida de manglar y a la modificación de su crecimiento (Garay, Marín, y Vélez, 2001).

La participación del hombre en los principales cambios ambientales que perturban a los manglares según menciona González, Sánchez, Pérez, y Obrador (2016), ha dado lugar a la desaparición de grandes extensiones de manglar y, por lo tanto, que las especies vegetales como los animales estén propensos a una extinción repentina como consecuencia de la pérdida de sus hábitats nativos. Es por ello, por lo que es de vital importancia empezar a repoblar con las especies vegetales de manglar, ya sea a través de la reposición espontánea o mediante restauración ya que, es imprescindible para que se ostente la resiliencia de manglares y por ende se dé la continuidad de sus funciones ecológicas (Reese, s.f.). La restauración de mangle negro a través de fertilizantes químicos no ha sido tan exitosa debido a que su productividad en vivero es compleja y sus plántulas tienen un crecimiento frágil (Arguello, 2008). Sin embargo, otros estudios demuestran que los biofertilizantes líquidos funcionan como generadores de nutrientes y como estimulantes, lo que permite que el crecimiento de las especies vegetales sea acelerado (Villacis y Aguilar, 2016).

Martínez, et al. (2004) citado en Arguello (2008), menciona que asimismo los biofertilizantes líquidos denominados como “biol”, son un componente líquido orgánico obtenido mediante el proceso de fermentación, el mismo que está compuesto por estiércol de vaca, agua, vegetaciones y otros materiales orgánicos. Esto demuestra que son numerosos los materiales que se pueden emplear para la preparación del biol, y sobre todo son de fácil manipulación y de bajo costo económico; además, son útiles para mejorar la nutrición vegetal, permiten incrementar la resistencia de las plantas, su capacidad de recuperación frente a situaciones de estrés abiótico y biótico, es decir, aumentan la resistencia de las plantas frente a patógenos (Morte, Gutiérrez y Dreyer, s.f.). En cuanto a la preparación del biol, existen dos formas; la aeróbica y anaeróbica (Hernández, 2013). Por consiguiente, el presente proyecto permitirá comparar el resultado de las diferentes dosis de biofertilizantes líquidos en el período de crecimiento de las semillas de mangle negro (*Avicennia germinans*) en condiciones de vivero dentro de la finca “La Fortuna”. No obstante, cabe mencionar que, durante el apogeo de camaroneras en Ecuador, se inició la deforestación de manglares con el fin de construir piscinas para el medio acuícola (Bravo, s.f.). En Esmeraldas, donde se localizan los manglares más altos del mundo, se realizan las actividades de extracción de madera principalmente de mangle negro y rojo con fines comerciales y de construcción. Por ende, tratar de reponer y mantener el equilibrio dentro del ecosistema manglar es uno de los propósitos de llevar a cabo este proyecto ya que, el ecosistema manglar es el hogar y fuente de suministro para diversas especies (Díaz, 2011).

El Ministerio del Ambiente de Esmeraldas, menciona que esta finca ubicada en el sector de Pianguapi se halla en la provincia de Esmeraldas, comprendiendo un área de 14 ha en donde podemos encontrar tres tipos de mangle: blanco, negro y rojo. Pero el aumento de asentamientos humanos, y de las zonas agrícolas a sus alrededores ha ido generando una transformación dentro del ecosistema manglar (MAE, s.f.a).

A pesar de que las especies vegetales de mangle tienen un sistema adaptativo frente a condiciones desfavorables, hay momentos en las que estas condiciones no les permiten subsistir a componentes o valores de alta salinidad. Field, 1995; Duke *et al.*, 1998 citado en Gilman, Ellison, Duke y Field (2008) indican que los intervalos de precipitaciones entre mínimas y máximas aumentarán la salinidad, lo cual generará una disminución en

la productividad además de perturbar la competencia entre especies del manglar y por ende una disminución de la zona de manglar.

De modo que, Reese menciona que el cultivo de propágulos recogidos directamente del ecosistema es beneficioso para la fase de restauración de zonas deforestadas, donde la llegada de propágulos por el medio natural es inapreciable además de que esta medida es factible y accesible debido a su bajo costo. Es decir, que resulta factible la creación de viveros porque los períodos de floración y fructificación de las especies de mangle son diferentes, mientras que con el vivero se tendrá la disponibilidad de plántulas todo el año (Reese, s.f.). Así mismo, los bioles se han convertido en una tecnología reciente que está siendo utilizada para la productividad de diferentes cultivos, además de ser un método seguro de llevar a cabo, por no poseer químicos que representan un nivel de toxicidad para el ser humano y el ambiente.

## **Objetivos**

### **Objetivo general:**

Analizar y comparar el efecto entre dos concentraciones diferentes de biol líquido, un fertilizante químico y un testigo absoluto, sobre el crecimiento y desarrollo de mangle negro en condiciones de vivero.

### **Objetivos específicos:**

- Elaborar un biofertilizante en condiciones de descomposición anaeróbica como componente activo en el desarrollo de las plántulas.
- Realizar un análisis de costo-beneficio en relación al tratamiento con mejor comportamiento dentro de todos los parámetros evaluados.
- Medir el efecto de los biofertilizantes sobre las variables de crecimiento en altura y diámetro, número y tamaño de hojas por plántula.
- Medir el porcentaje de mortalidad de las plantas en la etapa de vivero.
- Evaluar la calidad fitosanitaria de las plántulas.

## CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

### **Bases teóricas-científicas**

#### **Finca “La Fortuna”**

Esta finca está ubicada en el sector de Pianguapi, parroquia de Esmeraldas, cantón y provincia de Esmeraldas, en una isla de formación natural situada frente a la ciudad de Esmeraldas cuyos linderos son los siguientes: por el norte, unión de dos esteros del río Esmeraldas; por el sur, propiedad de Ascensión González Tamayo; por el este, estero que separa la Isla Verde; y el oeste, estero que separa la Isla Pianguapí. El predio cubre una superficie de 14 ha aproximadamente, su propietario es el Sr. Carlos Díaz Mendoza. A su vez esta área está comprendida principalmente por bosques de mangle, esteros y canales naturales, los cuáles son parte importante del proceso de regeneración de mangle negro en condiciones de vivero dentro del área de estudio.

#### **Mangle negro (*Avicennia germinans*)**

*Avicennia germinans* es una especie de manglar originaria del este de América Central, Latinoamérica, y el Caribe (SIRE, s.f.). Comprende una extensa distribución especialmente en las costas americanas, la cual tolera condiciones climáticas y edáficas que le consienten ser dominante en ambientes marginales y en zonas donde los suelos tienen altas cantidades de sal (Rodríguez, Nivia y Garzón, 2004). También muestra una evidente tolerancia a la salinidad y sombra (Yáñez, Angeles, López y Barrales, 2009) dado que, se localiza en altas concentraciones que varían desde los 40 ppm hasta los 100 ppm, como resultado de las glándulas secretoras de sal en sus hojas (González, Sánchez, Pérez y Obrador, 2016).

Sin embargo, González, Sánchez, Pérez y Obrador (2016), cuestionan acerca del crecimiento del mangle negro debido a que, a pesar de su tolerancia a la salinidad éste se desarrolla mejor en el interior del manglar, es decir, en áreas sútilmente más elevadas donde el flujo de la pleamar es menos aparente, mientras González C. (2010) indica que este tipo de mangle no soporta suelos continuamente inundados. El mangle negro es una especie clave debido, a su importancia en la preservación del suelo y control de la erosión (SIRE, s.f.). Soporta temperaturas de 22 - 28 °C, sus frutos se obtienen todo el año y pueden ser recolectados directamente de los individuos o del “suelo”, pudiendo ser

sembrados en la marisma o bien transportarse al vivero, por consiguiente, se desarrolla en estuarios de aguas tranquilas (SIRE, s.f.).

### **Área de Distribución Natural**

Los mangles en general se produjeron hace 136 millones de años en la región Indo-Malaya. Por sus frutos y semillas flotantes, sus especies se esparcieron llegando a la India, África y América. Mientras que recién hace aproximadamente entre 5 y 11 millones de años el mangle negro apareció en el Caribe y Sudamérica (CONABIO, s.f.), de igual manera cabe indicar que es el mangle negro el que se desarrolla en la mayoría de los manglares de las áreas costeras americanas. Se lo puede localizar en las costas del Golfo de México, en el norte de la Florida, Brasil, América del Norte y del Sur, México, Perú y Colombia (Jiménez y Lugo, s.f.), y se desarrolla en zonas salobres teniendo como principales componentes responsables de su existencia, a la corriente fría y cálida del mar, la acción del oleaje y concentraciones de salinidad (Jiménez y Lugo, s.f.). En Ecuador, se desarrollan desde la provincia de Esmeraldas hasta la provincia de El Oro (Arguello, 2008), por consiguiente, los bosques de mangles en Ecuador comprenden aproximadamente 157.094,28 ha y están presentes principalmente algunas especies de mangles como: *Rhizophora mangle*, y *Avicennia germinans* (MAE y FAO, 2014). Erazo (2014) menciona que el mangle negro en Ecuador es una especie en peligro de extinción, además de ser la especie de mayor altura que el resto de mangle, pudiendo subsistir en suelos inestables y ser tolerable frente a suelos salinos.

### **Importancia ecológica**

Es una especie halófila, es decir se desarrolla en condiciones salinas (CONABIO, s.f.). Sus hojas, flores y semillas representan la base de la nutrición de las comunidades que habitan a sus alrededores mientras, sus plántulas son consumidas por cangrejos (CONABIO, s.f.). Jiménez y Lugo (s.f.) menciona que este tipo de mangle es considerado como estabilizador de suelos, sus raíces neumatóforos o raíces aéreas contribuyen a la respiración en un ambiente cienagoso y pobre en oxígeno, además, de que en sus costas bordeadas y pantanos suministra un hábitat a diversos organismos marinos en etapa juvenil y especies de pájaros, mamíferos, crustáceos y peces (Díaz, 2008). Se debe tomar en cuenta que la diversidad animal y vegetal que habita en el manglar dependerá de la región geográfica donde se desarrolle (Rodríguez y Vázquez, 2013) asimismo, se debe

conocer la facilidad que tiene el manglar para preservar la calidad del recurso hídrico, la disminución de contaminación mediante la filtración de los componentes suspendidos y la absorción de nutrimentos dispersos a través de sus raíces (Arguello, 2008). Los desechos del manglar, es decir, las numerosas ramas y hojas que se despojan del mangle, proveen de nutrimentos al medio marino y se convierten en el soporte de una gran parte de los organismos marinos a través de la red trófica que está relacionada con los detritos (Redes Verdes, s.f.).

Así mismo, son utilizados como una barrera natural de protección ante la erosión de vientos y mareas además de convertirse en cuerpos receptores de aguas continentales, es decir, reciben y procesan nutrientes, permiten la captura de sólidos en suspensión, actúan como filtro biológico y contribuyen al mejoramiento de la calidad del agua (Rodríguez y Vázquez, 2013). También guardan un vínculo ecosistémico primordial con los pastizales marinos y los arrecifes de coral, los cuales actúan como pieza clave en la fase reproductiva de variedades de especies (Redes Verdes, s.f.). Por consiguiente representan un depósito de reciclaje, exportación de materia orgánica y nutrientes siendo utilizado como una zona de amortiguamiento entre el ecosistema terrestre y marino (Rodríguez y Vázquez, 2013).

### **Taxonomía y fisiología**

La *Avicennia germinans* sus nombres más comunes son mangle negro, o mangle pietro es originario del este de Latinoamérica, América Central y el Caribe (SIRE, s.f.). Alcanza una altura de 2 - 8 m de altura pero puede llegar hasta los 30 m, diámetro de 20-60 cm, con raíces neumatóforos que permiten la filtración de O<sub>2</sub> en suelos pantanosos produciendo fisuras mínimas y rojizas en la parte central de su corteza (CONABIO, s.f.). Se ubica en los sitios cenagosos más alejados de la inundación, sus hojas son perennifolio, así mismo tiene flores (*la polinización es principalmente por abejas*) y frutos (*las semillas germinan dentro del fruto cuando éste aún se encuentra adherido al árbol*) durante todo el año, dándose la dispersión de frutos por hidrocoria (SIRE, s.f.), en pocas palabras se refiere a la diseminación por medio del agua, dada preferentemente en hábitats muy húmedos o inundados (Calderón, Alán, y Barrantes, 2000). Mientras que sus hojas van cambiando paulatinamente en ciclos de alrededor de 330 días, llegando a ser una plántula realmente vivípara con un proceso de adherencia por parte de las semillas en la planta madre. Dando paso a la germinación y finalmente produciendo la formación del

propágulo (CONABIO, s.f.). Ahora bien, debido a sus características morfológicas y fisiológicas han permitido que esta especie tolere transiciones de intensidad tanto en desbordamiento como en salinidad (Rodríguez y Vázquez, 2013). Entre los componentes fisiológicos permanece un alto potencial osmótico, la evacuación mediante glándulas localizadas en las hojas, aglomeración de sales en vacuolas, sales anexadas en células hipodérmicas y jugosidad de las hojas (Arguello, 2008). Así mismo, para subsistir en escenarios inundables y tolerar las bajas cantidades de O<sub>2</sub> en los sedimentos los especímenes de manglar han desarrollado raíces aéreas, raíces arqueadas que permanecen expuestas en la etapa de bajamar, prolongándose por encima de las aguas (SIRE, s.f.). También Arguello (2008) indica que tiene raíces lenticelas y neumatóforos que permiten su estabilización en terrenos inestables y la realización de intercambio de gases. Es decir, las raíces neumatóforos son aquellas que emergen de la superficie del agua mostrando un aerénquima muy desarrollado y nemátodos que se localizan en la superficie (Anónimo, s.f.).

En cuanto a la forma, longitud y densidad de los neumatóforos, éstas dependen de las condiciones ambientales, se tiene un mejor desarrollo en especímenes adultos, mientras que las plántulas y árboles jóvenes son dependientes del aerénquima y a su vez presentan susceptibilidad a la inundación (Arguello, 2008).

### **Requerimientos ambientales**

Necesitan de una altitud que oscila entre 5-15 msnm (SIRE, s.f.) crecen en suelos arenosos, cenagosos o arcillosos, sus suelos tienen un contenido de materia orgánica del 2 al 25% pero los valores pueden llegar hasta el 58%, de tal manera que su contenido de nitrógeno es bajo, con un 0,4% aproximadamente y es tolerante a suelos cuya salinidad varía (Jiménez y Lugo, s.f.). Posee un pH alcalino, es intolerante al viento y sensible al frío; sin embargo, es la más tolerante en temperaturas bajas en comparación con las demás especies de mangle ya que, al llegar a -11°C muere (SIRE, s.f.). También influye en su mortalidad, las exposiciones por más de 48 horas en agua a temperaturas de 40°C, por consiguiente, no dependen totalmente de las lluvias para su subsistencia debido a la extracción de agua dulce que realizan a partir del mar, mediante sus glándulas excretoras de sal (SIRE, s.f.).

## **Factores que afectan su propagación y establecimiento**

A pesar de que el mangle negro es una de las especies vegetativas con características sobresalientes para crecer en escenarios de extrema salinidad, así mismo existen componentes tanto abióticos como bióticos que alteran su difusión y establecimiento.

Uno de los componentes que interviene en la propagación del mangle es la herbivoría, es decir, que sus hojas son alimento para distintos grupos de especies que son importantes dentro del ecosistema; sin embargo, las condiciones ambientales pueden convertirlos en plagas (Sanchez, et al., 2015). Por ejemplo, en Sinaloa en el 2010 la especie *Avicennia g.* estuvo amenazada por la presencia de orugas de una polilla (Sanchez, et al., 2015), produciendo una pérdida de área fotosintética, alteración en el balance de carbohidratos, en el consumo de agua y nutrientes, debilitando la estructura de la planta, reduciendo su potencial reproductivo, afectando el desarrollo y la subsistencia al aumentar la probabilidad de muerte (Herrera, Maldonado, Mendoza, y Cuevas, 2007).

Otro factor, es la turbulencia de las aguas que inhabilita el desarrollo de las raíces, además de las altas temperaturas del agua (de 39 a 40 °C) en un período de más de 48 horas, las cuales representan un riesgo mortal para las plántulas y por ende para los propágulos (Jiménez y Lugo, s.f.). Es necesario que los propágulos sean transportados en bolsas con agua para evitar la desecación por lo que, son sensibles frente a la desecación, perdiendo su viabilidad en 10 o 12 días (SIRE, s.f.). Ahora bien, la cantidad de nutrientes que se encuentran disponibles para el desarrollo de los propágulos, son contribuidos por la semilla, pero al terminarse y comenzar el desarrollo de la raíz, el crecimiento puede estar influenciado por la disposición de nutrientes (Arguello, 2008). Por consiguiente, otro de los procesos que generan nutrientes es la fijación de nitrógeno relacionada con el funcionamiento de las hojarascas, y éstas a su vez componen una fuente significativa de carbono (Martínez, Plaza y Guevara, 2014).

Igualmente, las inundaciones intervienen en el desarrollo y establecimiento del mangle, a causa de que presenta disminuciones significativas en las cantidades de O<sub>2</sub> de sus raíces, en la respiración, la prolongación y morfología de las raíces, en otras palabras, presenta una limitada tolerancia frente a situaciones de extrema inundación (Jiménez y Lugo, s.f.).

Existen otros factores que influyen en la dispersión y establecimiento del manglar como son la entrada de tensesores de tipo antrópico, la dinámica natural del ecosistema, sus métodos de zonación y el efecto de fenómenos atmosféricos (Arguello, 2008). Todos estos factores influyen al manglar; sin embargo, lo hacen, pero de modo indirecto, puesto que las principales afecciones que generan son modificaciones en los factores mencionados anteriormente, como por ejemplo la salinidad teniendo en cuenta que, fuertes precipitaciones pueden modificar el flujo de agua provocando un incremento en la salinidad del manglar y por ende la muerte de las plántulas.

### **Biofertilizantes líquidos**

Los biofertilizantes también denominados como “biol” son insumos elaborados con uno o varios microorganismos (bacterias y hongos, entre otros); además, de la fermentación de estiércol, de especies vegetales y materiales orgánicos, los mismos que pueden proveer o mejorar la disponibilidad de nutrientes de las plantas presentes en el suelo (Acuña, s.f.). Contribuyen en la etapa de la nutrición biológica de las plántulas, consintiendo un mejor uso del nitrógeno atmosférico, favoreciendo a una alta solubilidad y conductividad de nutrientes (Gonzalez y Sarmiento, s.f.).

De igual manera compone una oportunidad de desarrollar y expandir el potencial productivo de los suelos y ofrecer una buena calidad nutricional a las plantas sin agredir el medio ambiente (CEUTA, s.f.).

### **Formas de preparación**

Los métodos de elaboración de biofertilizantes líquidos dependerán de los materiales que se tengan a disposición y de la meta que se espere conseguir. En cuanto a su preparación son dos los métodos básicos que existen, clasificándolas en consideración a la fermentación de los ingredientes: anaeróbica y aeróbica.

En la elaboración anaeróbica, el tópico primordial es obtener una mezcla que se halle en un entorno independiente de  $O_2$ , ya que los microorganismos manipulados serán anaeróbicos, en pocas palabras mueren en presencia de oxígeno. Para ello, se utiliza envases cerrados en su totalidad con una válvula de seguridad, en donde se revuelve toda la mezcla hasta que sea homogénea y se deja reposar en un lugar protegido del sol y de

las lluvias (CEDECO, 2007). Por otro lado, en la preparación aeróbica, se libera mayor energía, ya que al haber más oxígeno incrementa la actividad y población de microorganismos, produciendo la descomposición de carácter aeróbico, esta preparación tiende a estar lista más rápido. Además, se requiere una agitación diaria de la mezcla para suscitar su aireación y por ende el aumento del oxígeno (CEUTA, s.f.).

### **Materiales utilizados en la preparación**

Una de las principales características en la actividad agrícola orgánica es que no hay receta estándar para la preparación de biofertilizantes líquidos, es por ello por lo que se pueden utilizar los materiales que estén a nuestro alcance y que sean de bajos costos económicos, pero lo podemos clasificar en consideración a la función que cumplan en el proceso de biofertilización. Antes de todo, lo primero es obtener el biodigestor, el cual es un envase que puede ser de madera, plástico, arcilla cocida u cemento, y su tamaño es flexible, y va a depender de la cantidad que necesitemos (CEUTA, s.f.). Aun así, en cuanto a los ingredientes básicos, el principal es el agua que funciona como diluyente; el estiércol es la biomasa con una gran cantidad de microorganismos útiles; la melaza son activadores de la reproducción de microorganismos; la materia verde contiene sustancias activas, minerales, vitaminas, hormonas y materia orgánica (CEUTA, s.f.). También es posible agregar sales minerales que sean autorizadas en la actividad agrícola con el propósito de acrecentar el contenido de micro y macro nutrientes (Arguello, 2008). Existen además otros materiales extras como los rastrojos que son: hojas, harinas de hueso, pescado, sangre, etc. para aumentar el contenido proteínico, cenizas que aportan elementos minerales, polvos de rocas, leche y sus derivados, y adhesivos ecológicos que no permiten posibles daños de tejidos por la concentración excesiva de nutrientes (CEUTA, s.f.).

### **Preparación de biofertilizante**

Manipulando un tanque sellado, se introducen los materiales sin seguir ningún orden, para luego disolverlos con agua. Seguidamente se cubre con la tapa dejando un 10% del tanque vacío debido a la acumulación de gases que se produce, evitando la explosión del tanque, inmediatamente se introduce una manguera en la parte superior del tanque y al otro extremo de la manguera se le adiciona una botella plástica para que emane el gas y así

evitar que entre O<sub>2</sub>. Finalmente, el tanque permanece sellado de 30 a 45 días, tiempo requerido para que el biofertilizante se encuentre listo para usarse (Arguello, 2008).

## **Viveros forestales**

Los viveros forestales constituyen la primera etapa en cualquier proyecto de restauración forestal. Puntualizándose como espacios predestinados al desarrollo de plántulas forestales, en donde se les provee de todas las atenciones que sean necesarias para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación (Jimenez, 1993). Además, constituyen el cambio requerido para minimizar la degeneración de los recursos naturales y enriquecer la calidad de vida de la sociedad (Naval, s.f.). Por consiguiente, se pueden encontrar diversos tipos de viveros forestales, dependiendo del propósito con que se construyan; si es por su permanencia, pueden ser permanentes o temporales y si es por su productividad, serán plántulas en recipiente o a raíz desnuda (Naval, s.f.), y según la intencionalidad de la producción, siendo los principales tipos: viveros comerciales, su fin primordial es la venta de plántulas; viveros de investigación, su producción se destina a ensayos; viveros de producción específica, abastecen proyectos y viveros de interés social, involucran tanto fines de producción como de desarrollo social (Jimenez, 1993). Por consiguiente, cada tipo de vivero tiene un diseño y manejo ajustado a su objetivo, para la construcción del vivero se deben tomar en cuenta distintas condiciones que van desde la localización y accesibilidad del área, las especies que se van a utilizar, la disponibilidad de agua. Al igual que la topografía del suelo, condiciones climáticas y ecológicas, sombra y cercado (Jimenez, 1993).

## **Importancia de la construcción del vivero**

Su importancia radica en la necesidad de reponer algunas áreas de manglar, en donde la regeneración natural no es suficiente para reponer zonas degradadas o por el simple hecho de que las condiciones del área son desfavorables para que se dé la germinación y el desarrollo de las semillas de manera espontánea (ACOFOR, 1998). Su misión es lograr plántulas de calidad que generen una mejor uniformidad, reduciendo la fase de producción y sus costos, además de garantizar una buena subsistencia y desarrollo en el lugar en donde se trasplanten de forma definitiva (CIEFAP, 2012).

## **Técnicas de manejo de vivero**

Las plántulas de vivero son cuidadas desde la siembra de la semilla hasta que llegan a la etapa final de ser trasplantadas, para ello se deben seguir ciertas técnicas con el fin de alcanzar el manejo adecuado de las mismas.

*Selección de las Semillas:* Se debe seleccionar a los propágulos de consistencia dura, que no estén arrugados, ni que tengan ningún daño físico o alguna predación parcial. Para la especie *Avicennia germinans* se deben seleccionar las semillas de coloración pardo oscuro, preferible recogerlas del suelo (ACOFORÉ, 1998).

*Preparación de la mezcla de sustrato:* La mezcla de la tierra será a partir del suelo franco-arenoso, o suelo de manglar, o de la mezcla de estos dos sustratos (Jimenez, 1993).

*Siembra de semillas:* Se debe sembrar enterrando solo la mitad de la semilla teniendo en cuenta que la parte enterrada corresponda al sitio de la salida de la raíz. Es recomendable que se coloquen de dos a tres semillas en las bolsas (ACOFORÉ, 1998). Durante la siembra se deben tomar en cuenta dos variables (Arguello, 2008):

*Profundidad:* Las semillas necesitan de aire, calor, humedad entre otros, por ello en la técnica forestal de producción de plántulas o siembra de semillas se lo debe hacer a una profundidad comprendida o según (en el doble) del tamaño de la semilla.

*Densidad:* Dependerá de la zona que necesite la plántula para su germinación y progreso.

*Riego:* Riego diario, de preferencia con agua salobre durante toda la fase de vivero y en temporada seca deberá duplicarse el riego (ACOFORÉ, 1998).

*Mantenimiento:* Se debe realizar una limpieza periódica de malezas y remoción de elementos ajenos al vivero o de plántulas muertas (ACOFORÉ, 1998).

*Monitoreo:* Se debe controlar y llevar un registro periódico del estado fitosanitario de las plántulas y su desarrollo (ACOFORÉ, 1998).

*Estado fitosanitario:* ACOFORE (1998) establece que durante la etapa de vivero se debe identificar y controlar los cambios que vayan presentado las plántulas con respecto a su crecimiento, cantidad de hojas que producen y el tamaño de las mismas, determinar las plagas y enfermedades. Es decir, es importante realizar este control e identificación con el propósito de evitar la muerte de la planta.

Arguello (2008), afirma que las hojas por altas temperaturas tienden a secarse, los gusanos comen sus hojas, así mismo indica que la presencia de hongos patógenos y de insectos en estado larval es muy común en este tipo de cultivo, ya que los insectos en estado larval representan un mayor peligro para las plántulas porque requieren de alimentos como las hojas, raíces, retoños e incluso el tejido del tallo. Incluso según Arguello (2008) los daños que presentan las plántulas en condiciones de vivero muchas veces se debe a los insectos que se encuentran en fase adulta, un caso muy conocido es el de la hormiga arriera (*Atta spp*).

*Control de Enfermedades:* Para reducir estos riesgos se deberán tomar ciertas medidas según como establece Arguello (2008):

*Limpieza del vivero:* No se debe almacenar desechos ni malezas por largos períodos, en donde los hongos y enfermedades puedan dispersarse.

*Cuarentena:* Se realiza con el propósito de evitar enfermedades en la superficie.

*Esterilización del suelo:* Es el procedimiento que se emplea para la eliminación de insectos, nematodos, hongos e incluso de malezas, tomando en cuenta que se lleva a cabo esta actividad antes de la siembra.

*Nutrición:* La producción de plántulas requiere de importantes cantidades de nutrientes, por ello por lo que durante su desarrollo es primordial una nutrición extra. Además, se pueden hacer aplicaciones de abono orgánico o químico directamente al suelo, en la etapa de siembra, del trasplante, o bien cuando esté establecida la planta, y al follaje cuando se utilizan abonos foliares (Jiménez, 1993).

## **Antecedentes**

En 1983 se estimaron a nivel mundial 168.810 km<sup>2</sup> de zonas cubiertas por manglar, mientras que en 1997 el cálculo realizado mostró un aumento del 7,26% correspondiente

a un total de 181.077 km<sup>2</sup> como resultado de la reforestación en Asia, Australia, África Oriental y Medio Oriente (Arguello, 2008). No obstante, en América Latina y el Caribe se ha reportado un total de 37.000 km<sup>2</sup> de los manglares del mundo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016). Mientras que, en Ecuador, Bravo (s.f.) indica que de los 2.036,95 km<sup>2</sup> de manglar identificados desde 1969 se han perdido aproximadamente 563,95 km<sup>2</sup> de manglar, algo semejante ha ocurrido en la provincia de Esmeraldas en donde se ha reportado la pérdida del 15% de manglar aproximadamente (Bodero, 2005).

La desaparición continua de los manglares según mencionan Mejía, Molina, Sanjuan, Grijalba y Niño (2014), se ha dado debido al desarrollo de actividades industriales y al mal manejo de sus servicios y bienes ambientales, por tanto, se ha dado lugar a la necesidad de promover la participación activa de las personas en las etapas de reposición y conservación del manglar. Generalmente, estas etapas se centran en la manipulación de componentes abióticos como la salinidad y la inundación, a través de la reposición del sistema hídrico y transformaciones en la topografía del terreno. Mientras que los componentes bióticos son ejecutados en la fase de productividad tanto de semillas como de suspensión (Arguello, 2008). Los factores bióticos no siempre son estimados, pero tienen un impacto determinante en los aspectos correspondientes a la abundancia y progreso de las plántulas en el ecosistema manglar, por lo tanto, deben ser considerados dentro de la etapa de reposición. Estudios de mangle realizados en Yucatán, México han demostrado que los principales impactos de origen natural y antrópico que perturban sus manglares están relacionados con: la edificación de caminos y puertos, además del crecimiento de la población (Febles , Novelo y Batllori , 2009). En este aspecto Batllori et al. citado en Febles , Novelo y Batllori (2009) menciona que en este manglar se reportó una pérdida de 1,3 km<sup>2</sup>/ año entre 1948 y 1991, debido primordialmente a la modificación en el régimen hidrológico y a la hipersalinización. Así mismo, en estudios realizados en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina han reportado impactos en sus manglares como consecuencia de descargas de hidrocarburos, aguas servidas y residuos sólidos (Dirección General de Ecosistema, 2002). Al mismo tiempo la tala reiterada de mangle y el desarrollo de camaroneras han representado otro reto en la subsistencia de los manglares, convirtiéndolos en los principales factores de pérdida de manglar dentro del país colombiano (Dirección General de Ecosistema, 2002).

Bravo (s.f.) afirma que Ecuador comprende 41 áreas de manglar, con cinco sistemas hidrográficos que se van prolongando en la línea costera del país, además de resguardar un área total de 2.036,95 km<sup>2</sup>; sin embargo, el desarrollo de la industria camaronera ha generado la desaparición de 563,95 km<sup>2</sup> de manglar. Batioja (2017) corrobora que los manglares de Ecuador constituyen uno de los ecosistemas costeros más importantes, pero actividades como la industria camaronera han generado una tala feroz de mangles, como resultado del progreso excesivo y mala planificación de la industria.

Con la intención de regenerar las zonas desaparecidas de manglar surge la estrategia de reforestación, para ello es necesario conocer sus exigencias ecológicas, los efectos que se producen ante los componentes que le generan estrés, sus particularidades, y las tácticas de rehabilitación de las especies vegetales como parte de estos ecosistemas (Reese, s.f.). Por consiguiente con el fin de aplicar la estrategia de reforestación Febles, Novelo y Batllori (2009), reportaron que en el 2003 en Yucatán, México se inició el programa de restauración ambiental, construyendo un vivero de mangle (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*). Pero, una complicación que afronta el mangle es que su desarrollo en vivero es dificultoso y las plántulas en la etapa de crecimiento son frágiles. Por ello, para favorecer a la mejora de producción de mangle en condiciones de vivero según estudios realizados por Arguello (2008), en base al Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios en 2003, se demostró que los biofertilizantes actúan como fuente de nutrientes y fito estimulantes, a fin de mejorar el desarrollo del mangle negro.

### **Marco legal**

Ecuador es un Estado soberano, que nos exige proceder con transparencia, compromiso, y responsabilidad en consideración al marco jurídico establecido y respetar sus leyes con el fin de alcanzar una seguridad jurídica. Por consiguiente, se dará a conocer una breve revisión del marco legal ambiental que nos permitirá estipular las acciones ilícitas que no deben practicarse en el ecosistema manglar.

### **Manglar como un bien nacional de uso público**

El ecosistema manglar es un bien nacional de uso público, por ello no puede existir una posesión privada del mismo, SUIA (2008) indica que los manglares son intransferibles, son imprescriptibles e inembargables. El ecosistema manglar es protegido por el Estado

mediante distintas leyes, como la Ley de conservación del ecosistema manglar (FLACSO, 2002) establece en el Art. 3 que “El Estado ecuatoriano tiene derecho soberano sobre el ecosistema manglar, su zona de transición y amortiguamiento por ser un bien nacional de uso público, ubicado en la zona de playa y bahía, de mar y orillas de los ríos. Es patrimonio forestal del Estado, por lo que no es susceptible de posesión o cualquier otro medio de apropiación privada y sobre él no puede adquirirse el dominio ni ningún otro derecho real, ni aún por prescripción de propiedad privada”. Así mismo, la Ley de Agua (UTPL, 2004), en su Art. 3 declara como “bienes nacionales de uso público a todas las aguas, inclusive las que se han considerado de propiedad particular. Sus usuarios continuarán gozándolas como titulares de un derecho de aprovechamiento de conformidad con esta Ley”, mientras que la Ley Forestal (Ambiente, 2004) en su Art. 1 indica que “... los manglares, aún aquellos existentes en propiedades particulares, se consideran bienes del Estado y están fuera del comercio, no son susceptibles de posesión o cualquier otro medio de apropiación y solamente podrán ser explotados mediante concesión otorgada...”.

### **Manglar como patrimonio del Estado**

Dentro del reglamento de la Ley forestal (Congreso Nacional, 2005) se indica que “el ecosistema manglar, aun cuando su extensión cubra una propiedad privada, se considerará patrimonio del Estado, sin tener acceso a la comercialización y únicamente podrán ser manipulados a través de una autorización”. Mientras que en la constitución (Constitución, 2011), en el Art. 404 se declara que “el patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y zonificación ecológica”.

### **Manglares como bosques protectores**

En 1987, en consideración al Acuerdo Ministerial de Agricultura y Ganadería No. 238 (CCONDEM, s.f.) se denominan “como bosques protectores a 362.802 ha de tierras que comprenden zonas de manglar y zonas salinas contenidas internamente en el ecosistema manglar”. De acuerdo a (SUIA, 2008), afirma que “se han localizado cinco grandes

sistemas hidrográficos, entre los cuales abarca a los ríos de Santiago, Najurungo, Mataje y Muisne dentro de la provincia de Esmeraldas”.

Sin embargo, para que se ejecutara esta declaración se basaron en requisitos que establece La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre en el Art. 6 y en el Art. 7 se declara que “..., el Ministerio del Ambiente determinará mediante acuerdo, las áreas de bosques y vegetación protectores y dictará las normas para su ordenamiento y manejo...” (Congreso Nacional, 2005).

En el Art. 20 del Libro V de la Gestión de los Recursos Costeros se declaran “como bosques protectores a los manglares existentes en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro que fueran de dominio del Estado. Contará con la participación del Ministerio de Defensa, Consejo Nacional de Recursos Hídricos y Corporaciones de Desarrollo Regional de acuerdo con el Art. 6 de la mencionada Ley Forestal” (Libro V de la Gestión de los Recursos Costeros, s.f. citado en Batioja, 2017).

### **Manglares como ecosistemas lesionables**

El estado ecuatoriano, debido al daño producido por las instalaciones de piscinas camaroneras en zonas de uso público y comunitario, declaró a los manglares como ecosistemas altamente lesionables, de acuerdo a la Legislación Ambiental (SUIA, 2008d), en el Tomo III, Del Régimen Forestal, Libro III, dice: ”Todos los ecosistemas nativos, en especial páramos, manglares, humedales y bosques nativos en cualquier grado de intervención, por cuanto brindan importantes servicios ecológicos y ambientales, constituyen ecosistemas altamente lesionables”. Mientras que en el Art. 78 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (Congreso Nacional, 2005c) declara que “... si la tala, quema o acción destructiva, se efectuare en lugar de vegetación escasa o de ecosistemas altamente lesionables, tales como manglares..., se sancionará con una multa equivalente al cien por ciento del valor de la restauración del área talada o destruida”.

### **Conservación del manglar**

El estado regulará la conservación de los manglares de acuerdo con el Art. 406 de la Constitución del Ecuador (Constitución del Ecuador, s.f.b) que dice: “El Estado regulará

la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; los manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros”. Así mismo en el Art. 19 del Libro V de la Gestión de los Recursos Costeros se indica que “será de interés público la conservación, protección y reposición de los bosques de manglar existentes en el país, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 12 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. En consecuencia, prohíbese su explotación y tala...”. En consideración (MILIARIUM, s.f.c) al Art. 22 de la Ley de Conservación del Ecosistema Manglar, se establece que “El Ministerio del Ambiente, el Comité Nacional de Administración del Ecosistema Manglar, los organismos públicos, la comunidad..., serán los encargados de ejercer acciones individuales o conjuntas para exigir a cualquier persona sea natural o jurídica, el cumplimiento de esta Ley”.

### **Programa Socio Manglar**

A través de (Conservación Internacional, 2015) se menciona “el Acuerdo Ministerial No. 198 del 9 de julio de 2014, el cual fue diseñado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador”, con el propósito de proveer de incentivos económicos. Según Gaibor (2014) tanto “a comunidades ancestrales que subsisten de los recursos que les suministra el manglar como a las organizaciones que han firmado acuerdos de uso sustentable y custodia del manglar con el Ministerio del Ambiente”. Cabe mencionar que de acuerdo a (Gaibor, 2014) el incentivo que se proporcione dependerá “del área conservada y mejorará a las organizaciones locales a través de la aplicación de planes de manejo de las áreas concesionadas, incluyendo actividades de control, vigilancia, educación ambiental, reforestación y aprovechamiento sustentable de los recursos biológicos de los manglares”.

### **Establecimiento de viveros**

De acuerdo (Congreso Nacional, 2005) al Art. 20 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre se declara que: “El Ministerio del Ambiente, los organismos de desarrollo y otras entidades públicas vinculadas al sector, establecerán y mantendrán viveros forestales con el fin de suministrar las plantas que se requieran para forestación o reforestación y proporcionarán asistencia técnica, con sujeción a los planes y controles respectivos”. Además, en consideración al Art. 12 de la Ley de Gestión

Ambiental “son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental..., velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas...” (Congreso Nacional, 2012). La Ley de Conservación del Ecosistema Manglar coincide con lo establecido en la Ley Forestal, puesto que en su Art. 26 se declara que “El Ministerio del Ambiente..., y cualquier persona natural o jurídica de carácter nacional, sin fines de lucro, podrá establecer y mantener viveros forestales...; se utilizarán los fondos que se asignen para el efecto y los que se recauden por el pago de multas e indemnizaciones”.

## CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Este estudio se realizó en la finca “La Fortuna” propiedad del Sr. Carlos Díaz Mendoza, ubicada en el sector de Pianguapi, parroquia Esmeraldas, cantón y provincia de Esmeraldas, en una isla de formación natural situada frente a la ciudad de Esmeralda, la cual cubre una superficie de 14 hectáreas aproximadamente. A su vez está comprendida por bosques de mangle, esteros y canales naturales, los cuáles son parte importante del proceso de regeneración de mangle negro en condiciones de vivero dentro del área de estudio (Fig. 1).

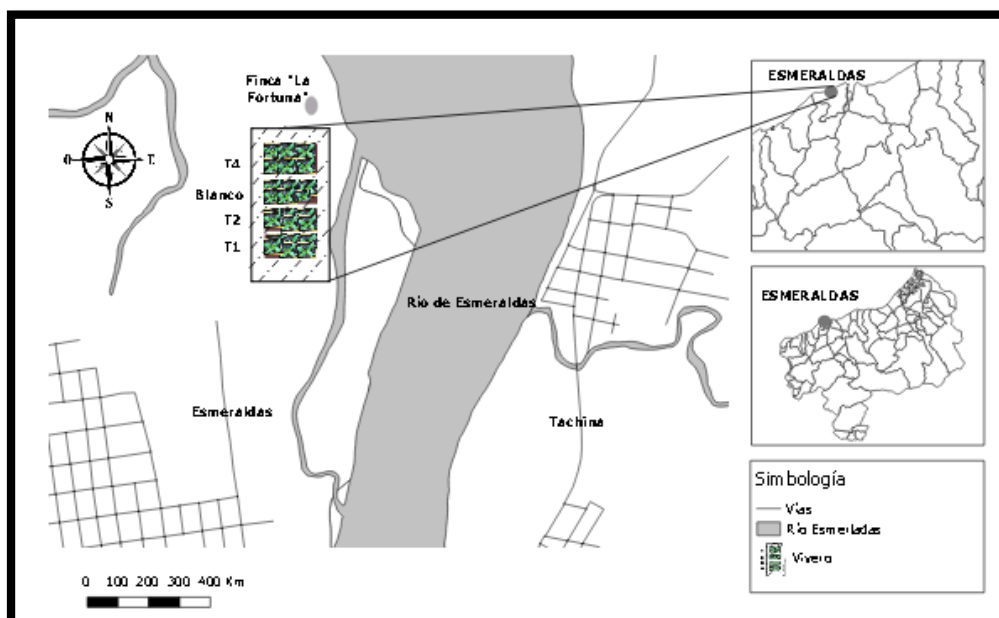


Figura 1 Área de estudio Finca "La Fortuna" (Fuente: Karen Padilla)

### Caracterización de la zona de estudio

Dentro de la finca ubicada en el sector de Pianguapi - Tachina, según Cevallos (2011), predomina el clima seco tropical con una temperatura de aproximadamente 25°C, en cuanto a su rango altitudinal de acuerdo con el MAE ( s.f.) esta área se encuentra a 0 msnm y por consiguiente Batioja (2017) menciona que la diversidad climática existente contribuye en la diferenciación de ciclos lluviosos entre enero y marzo, ciclos de transición entre los meses de mayo y junio, y ciclos secos entre los meses de julio y noviembre.

Cevallos (2011) afirma que “dentro de esta área la humedad relativa presente es de 78% promedio, con una mínima absoluta de 70% y una máxima absoluta de 87%, siendo mayo el mes de mayor humedad y diciembre el de menor humedad”. Asimismo, el entorno hidrográfico de la finca, sufre incesantes procesos de erosión y sedimentación, que según Cevallos (2011) algunos de estos procesos son el resultado de transformaciones naturales como el cambio geomorfológico de la finca pero en otros casos se deben a las actividades antrópicas.

En cuanto a las características biológicas que presenta la finca como tal, se ha podido reconocer la presencia del ecosistema manglar, y a su vez las diferentes especies de flora asociadas al manglar y colectividades de fauna nativa o migratoria. Batioja (2017) afirma que “dentro de esta área existen tres especies de manglar que son: mangle rojo (*Rhizophora harrisonii*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*)”, este último es la especie más predominante en los bordes limítrofes de la finca. Cabe recalcar que en los alrededores se encuentran asentamientos marginales.

## **Recolección de Datos**

### **Preparación del biofertilizante**

El biofertilizante que se manipuló fue preparado de acuerdo al método empleado por Jácome Arguello (2008) quien experimentó con diferentes niveles del tratamiento de biofertilizante sobre el crecimiento del mangle negro en condiciones de vivero dentro del estuario Manglaralto de la Provincia de Santa Elena.

El método de preparación fue el siguiente (Arguello, 2008): “en un tanque plástico de 200 litros se colocó 50 kg de estiércol de vaca, 5 kg de vainas de Algarrobo (*Ceratonia siliqua*) molidas, 2 kg de harina de pescado, 2 bloques de panela de hoja disueltos en agua, 1 litro de leche de vaca, ½ kg de levadura, 2 kg de zeolita y 1 kg de sal mineral y se completó el resto con agua” obteniendo una mezcla homogénea (Ver anexo 4). Por consiguiente, se procedió a colocar la tapa al tanque, y así se evitó la entrada de aire, luego se colocó una botella plástica que estuvo sujeta a la tapa del tanque mediante una manguera plástica de 60 cm aproximadamente. Esto permitió la salida de los gases que se produjeron durante

el proceso de fermentación, además para completar su ciclo se esperó aproximadamente 45 días, luego de completar su período semanalmente se movilizó la cantidad necesaria de biofertilizante hasta el vivero para aplicarle a las plantas.

### **Construcción del vivero**

Se procedió a seleccionar el sitio adecuado dentro de la finca y para ello de acuerdo con la OIMT (2005) se tomaron en cuenta ciertos criterios, tales como: la nivelación del terreno siendo este plano, la distancia del área a reforestar, la disponibilidad de agua, el origen del sustrato, la protección contra la acción directa del viento, el porcentaje (%) de luz disponible y la presencia de depredadores.

Luego de seleccionar el sitio en consideración a estos criterios, se procedió a limpiar el lugar para lo cual se empleó machete para quitar la maleza y con la ayuda del rastrillo se acumuló la maleza en un solo lugar, colocándola luego en un saco. Una vez que se limpió el sitio se inició la construcción del vivero transitorio tomando las medidas de 3 x 4,5 m, 2,5 m de alto y 60 cm de relleno (sustrato de la misma zona) aproximadamente mediante el flexómetro, seguidamente se procedió a cercar el vivero con cañas guaduas, además se hicieron divisiones de 1 m cada una y al costado de cada división surcos de aproximadamente 10 cm de ancho por 10 cm de profundidad, de tal manera que se tomó esta medida para evitar que hubiera una mezcla entre tratamientos al momento de su aplicación. Ahora bien, con la ayuda de la pala se hicieron cuatro agujeros, uno a cada extremo del vivero, colocando allí madera del medio, las mismas que sirvieron como soporte de la estructura del vivero y para la colocación de la malla de sarán, ya que esta fue ajustada a la estructura por medio de clavos de 3" con el propósito de obtener un 25 % de sombra aproximadamente, siendo éste el porcentaje óptimo de sombra según lo establecido por Arguello. Terminada la construcción del vivero, de inmediato con la ayuda de la pala se procedió a sacar el sustrato suficiente para llenar las fundas de polietileno de 9 x 14 cm y una vez que se terminó de llenar las 360 fundas se las ordenó en grupos de 30 con sus respectivas réplicas colocándolas dentro del vivero temporal, cabe mencionar que cada bloque estuvo conformado por 90 plántulas que a su vez se las ordenó en cinco columnas, cada una con 18 plántulas y separada cada columna por cintas de peligro las cuales sirvieron como soporte entre una columna y otra (Fig. 3).

## **Recolección de semillas**

El material de siembra que se recolectó fue extraído manualmente del borde del ecosistema manglar ubicado dentro de la finca mediante un recorrido terrestre. Para ello se organizaron en grupos, conforme al blanco y a los tres tratamientos que se les aplicó, además cada grupo se dividió en 30 semillas, aplicándose tres réplicas para cada tratamiento, por lo tanto, se recolectó un total de 360 semillas de mangle negro. Las semillas recolectadas fueron colocadas en las fundas de polietileno de 9x14 cm, éstas a su vez llenas de sustrato, para lo cual primero se removió el sustrato y seguidamente se introdujo la semilla a una profundidad del doble de su tamaño, en cada funda.

## **Riego**

El agua que se empleó en la fase de riego, fue la misma del ecosistema manglar que presenta la finca, para que la semilla se desarrollara en las mismas condiciones normales que presenta durante su crecimiento natural. Por lo cual, durante la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta en etapa de vivero, el riego se realizó día por medio en horas de la mañana (09:00 am).

## **Evaluación y control del crecimiento de la plántula**

A partir de la ubicación de las semillas dentro de sus fundas correspondientes, se realizó la aplicación semanal de cada uno de los tratamientos. Para el proceso de evaluación se utilizaron dos procesos, el primero el correspondiente a la evaluación semanal, en el cual se evaluaron el número y tamaño de hojas por plántula y la calidad fitosanitaria al igual que la mortalidad, contabilizando número de individuos por plántula. Y en el segundo proceso correspondió a la evaluación mensual del diámetro y altura de las plántulas, cabe indicar que se realizó la evaluación y control de esta manera, debido a que, el desarrollo de las plántulas es lento y por ende no se estimaría una variación significativa, de llegarse a registrar su crecimiento semanalmente.

## **Diseño experimental**

El diseño experimental que se realizó fue en consideración al experimento realizado por Jácome Arguello (2008), el cual aplicó diferentes dosis de tratamientos al mangle negro en condiciones de vivero. Por tanto, el experimento estuvo dado por un blanco y tres

tratamientos, para cada tratamiento se aplicaron tres réplicas, en cuanto a su manipulación ésta fue a través de un diseño de bloques totalmente al azar (Fig. 2) puesto que existían diferentes variables ambientales que podrían haber afectado en los resultados del experimento dentro del vivero construido. De tal manera que fue importante la colocación de etiquetas a cada plántula, con el fin de diferenciar que tipo de tratamiento se le aplicaba a cada una y así haber llevado un correcto control y evaluación de cada tratamiento aplicado. Cabe recalcar que las etiquetas presentaron un color de acuerdo al tipo de tratamiento y las iniciales del número de tratamiento que se aplicaba a cada plántula (Tabla 1), además la aplicación del biol y fertilizante químico para cada plántula fue de 11ml, siendo el mismo volumen cada semana. Cabe mencionar que se utilizó este volumen en base a la metodología empleada por Arguello.

En consideración al experimento que se desarrolló, para que se cumplan en su totalidad los objetivos planteados, los tratamientos que se aplicaron están descrito en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Descripción de los diferentes tratamientos*

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis</b>	<b>Volumen de riego</b>	<b>Etiqueta (color)</b>
<b>Blanco</b>	Testigo negativo (control absoluto)	0% de biofertilizante	0ml	Naranja
<b>T1</b>	Aplicaciones semanales de diluciones.	30% de biofertilizante	11ml	Verde
<b>T2</b>	Aplicaciones semanales de diluciones.	50% de biofertilizante		Morado
<b>T3</b>	Testigo positivo (fertilización química)	2,5 g/l de agua		Fucsia

\*Volumen de riego: Aplicación de 11ml para cada planta, de acuerdo a la metodología de Arguello (2008).

Las variables monitoreadas fueron:

- **Altura de planta:** Durante la etapa de vivero hasta la culminación del ensayo, se valoró mensualmente esta variable, de tal manera que con la ayuda de una regla se midió su altura desde el cuello de la raíz hasta la inserción de la última hoja verdadera.
- **Diámetro del tallo:** Durante la etapa de vivero hasta la culminación del ensayo, esta variable se estuvo valorando mensualmente, para ello se midió el diámetro mediante una forcípula, a nivel de la inserción de la primera hoja verdadera.
- **Número y tamaño de hojas por plántula:** Semanalmente se contabilizó el total de hojas y se midió su tamaño, para ello, al inicio del estudio se tomó una muestra al azar, utilizando la misma muestra en las siguientes semanas para la medición, la misma que se realizó usando una regla, midiendo su largo desde la base de la hoja hasta el ápice, mientras que el ancho se midió en la parte más ancha de la hoja sobre su haz.
- **Porcentaje de mortalidad:** Semanalmente se realizó el conteo de plántulas muertas durante la fase de vivero.
- **Calidad fitosanitaria:** Semanalmente se observaron cambios de adaptabilidad que las plántulas fueron presentando en su proceso de crecimiento durante la etapa de vivero. Cabe mencionar que para la evaluación de esta variable se utilizaron tres categorías de acuerdo a la ocurrencia y severidad del problema presentase la plántula, siendo esas categorías según Rojas (2002) las siguientes:

**Tabla 2**

*Descripción de las categorías de evaluación de la calidad fitosanitaria de las plantas*

<b>Categorías</b>	<b>Descripción</b>
<b>1= plántula completamente sana</b>	No presenta inconveniente fitosanitario visible, de buen color y vigor.
<b>2= plántula relativamente sana</b>	Presencia de problema fitosanitario, pero sin riesgo de morir y sin afectar más del 50% del área foliar o tallo.

<b>3= plántula enferma</b>	Presencia de problemas fitosanitarios en más del 50% de la plántula, tales como la pérdida del área foliar, daños severos en el tallo, es decir que afecten su desarrollo normal.
----------------------------	---

La unidad experimental estuvo comprendida por la lectura de cada variable en 30 plántulas, las mismas que estuvieron agrupadas en cuatro bloques con cuatro unidades experimentales, obteniéndose 90 plántulas por bloque (Fig. 3), con un total de 360 plántulas para el experimento. Desde la semana uno se empezó con la toma de datos de todas las variables que se plantearon como parte de los monitoreos semanales, de tal manera que éste fue el punto de referencia. Por consiguiente, una vez obtenidos todos los datos, se realizó el análisis de varianza y se trabajó con pruebas de significancia mediante el test estadístico Kruskal - Wallis con la prueba post hoc Dunnet con categoría de control. El programa utilizado fue el SPSS 15.0.

Cabe indicar que los monitoreos y toma de datos culminaron una vez que las plántulas cumplieron sus 90 días dentro de la fase de vivero de acuerdo a lo planteado anteriormente.

La distribución de los tratamientos en los diferentes bloques estuvo dada de la siguiente manera:

<b>Rep.1</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>Blanco</b>
<b>Rep. 2</b>	<b>Blanco</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>
<b>Rep. 3</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>Blanco</b>	<b>T2</b>

*Figura 2 Diseño de bloques al azar de los tratamientos y réplicas en el experimento (Fuente: Karen Padilla).*

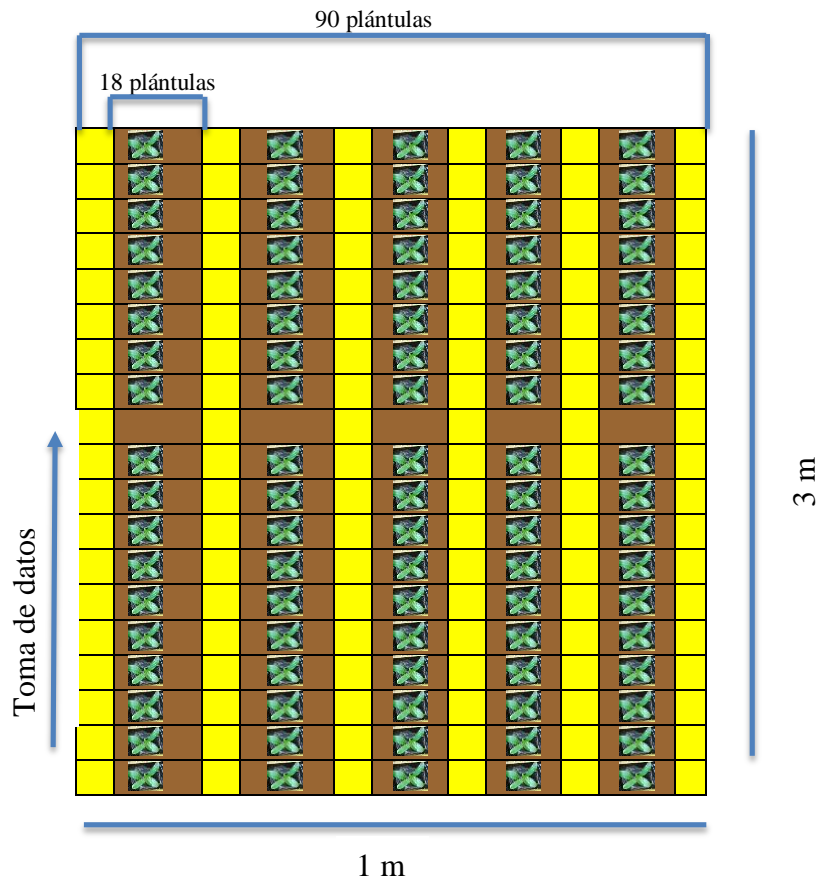


Figura 3 Ubicación de las plántulas por tratamiento. (Fuente: Karen Padilla)

## Análisis en laboratorio

### Análisis físico – químico del agua de riego

El agua que se estuvo manipulando para el riego de las semillas de mangle negro en el transcurso de la fase de vivero, fue la misma del ecosistema manglar ubicado dentro de la finca (Pianguapi). Para lo cual se midió las variables del estado del agua *in situ*, midiendo: temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH, sólidos disueltos totales (ppm), y conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), cabe mencionar que para realizar estas mediciones el Laboratorio de la Escuela de Gestión Ambiental (EGA) de la PUCE Esmeraldas se encargó de facilitar el equipo Milwaukee MI 805, el cual se utilizó para medir las variables ya mencionadas. La variable de oxígeno disuelto ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ ), se midió mediante el equipo Milwaukee MW 600. Estos equipos fueron correctamente calibrados antes de su manipulación en campo y asimismo las variables se midieron antes de la recolección de semillas de tal manera que esta acción no influyó en los resultados de la toma de muestra.

## **Análisis de sustrato**

El sustrato que se utilizó fue el mismo del que se extrajeron las semillas del mangle negro, fue necesario utilizar este mismo sustrato debido a que solamente se deseaba obtener el efecto benéfico del biofertilizante. De tal manera, que si se fuese agregado un sustrato elaborado en base a arcilla, materia orgánica o ceniza, entre otros, podría generar una intervención tanto positiva como negativa durante el crecimiento de la plántula.

Es por ello, por lo que se realizó un análisis de la calidad del suelo una semana después del experimento completo, tomando las muestras en consideración a los requisitos del laboratorio de suelos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP) ubicado en el cantón Yaguachi, en la provincia del Guayas, de tal manera que se tomó una muestra (1 kg de sustrato) por cada tratamiento. Para el envío se colocó cada muestra en doble funda plástica debidamente cerrada y cada una con su etiqueta correspondiente colocando: nombre del propietario, número de muestra y tipo de tratamiento, luego inmediatamente se envió al laboratorio INIAP en Guayas por medio de Servientrega.

Cabe mencionar que se caracterizaron químicamente los siguientes parámetros:

- pH (potencial de hidrógeno)
- Nitrógeno (N)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)
- Calcio (Ca)
- Magnesio (Mg)
- Azufre (S)
- Hierro (Fe)
- Cobre (Cu)
- Manganeso (Mn)
- Zinc (Zn)
- Boro (B)
- Materia orgánica (MO)
- Suma de bases

## Análisis de datos

Para el análisis descriptivo se trabajó con las hojas de cálculo de excel, las mismas que generaron las gráficas de las diferentes variables, con el fin de observar los cambios que se dieron durante todo el monitoreo a partir las medias de altura, diámetro del tallo de la planta, número de hojas, tamaño de la hoja, mortalidad y calidad fitosanitaria de la planta en consideración al blanco y los tres tratamientos que se aplicaron.

Posteriormente, se aplicó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, debido a que este método, estuvo acorde a las condiciones que presentaban los datos, de tal manera que esta prueba permitió comparar los tres tratamientos y el blanco, tomando en cuenta que las distribuciones presentaban normalidad, pero no igualdad de varianzas. Además de que esta prueba según (ASA, 2012) también es aplicable “cuando las desviaciones típicas de los distintos grupos presentan diferencias entre sí”.

Para esta prueba se plantean dos hipótesis (ASA, 2012):

**H<sub>0</sub>**: Las k medianas son todas iguales

**H<sub>1</sub>**: Al menos una de las medianas es diferente

Asimismo, se calcularon los rangos para cada tratamiento y el blanco, asignando el rango según el orden que ocupaba el tratamiento o el blanco en el conjunto total de los datos.

Se aplicó la prueba de Dunnett, la misma que se basa en la comparación de la media del grupo control con las medias de los tres tratamientos (30% biol, 50% y kristalon 2,5 g/l). Cabe indicar de acuerdo con (Fallas, 2012) este método “no requirió que la prueba F del análisis de varianza sea significativa para aplicarla”. La fórmula para la prueba de Dunnett es (Fallas, 2012):

$$\text{Diferencia crítica: } d_r (\text{CME dentro de grupos} / n)^{0,5}$$

En donde,

- El valor de  $d_r$  se obtienen de la tabla de Dunnett y corresponde a:  $t_{D\alpha / 2; k, v}$  ;
- K es el número de tratamientos (incluido el control), y
- V los grados de libertad del CME (cuadrado medio debido al error).

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se evaluaron 360 plántulas de mangle negro, distribuidas en tres bloques, donde se les aplicaron tres tratamientos diferentes y se compararon con un blanco (90 plántulas por tratamiento y un cuarto bloque de 90 plántulas que hacen referencia al blanco), durante tres meses. Los resultados obtenidos para las variables altura, diámetro, número, tamaño de hojas y mortalidad indicaron variaciones entre los tres tratamientos y respecto al blanco. Siendo el Tratamiento 1 (30% de biofertilizante) el que presentó una mejor tendencia de medias de crecimiento mensual en cuanto a la variable de altura empezando con una media de 7,78 cm el primer mes, 15,89 cm segundo mes y 17,92 cm el tercer mes. Sin embargo, para la variable diámetro no se observaron cambios, manteniéndose constante para el blanco y los tres tratamientos en 0,3 cm. En cuanto a la variable número de hojas, a partir del segundo mes en el blanco y en el tratamiento 3 (fertilizante químico) se reportó un aumento de dos hojas, a diferencia del tratamiento 1 y tratamiento 2 (50% de biofertilizante) con un aumento de 3 hojas. Sin embargo, en el tercer mes el mayor aumento del número de hojas lo alcanzó el tratamiento 1 con un valor de 4 hojas, mientras que el blanco y el tratamiento 2 reportaron 3 hojas, por otra parte el tratamiento 3 apenas alcanzó una hoja. Así mismo, la variable del tamaño de hojas fue variable para cada tratamiento siendo la media del ancho de la hoja proporcional al largo de la misma. Además de reportarse al culminar el estudio un 38% de mortalidad para el tratamiento 3 (Fig. 8).

**Tabla 3**

*Diferencias significativas entre los tratamientos en relación al blanco, para cada variable monitoreada (A, D, N, An, L y M) mediante la Prueba post hoc Dunnet*

		A1	A2	A3	D1	D2	D3	N1	N2	N3	An1	An2	An3	L1	L2	L3	M1	M2	M3
<b>T1</b>	<b>Blanco</b>	*	*	*	N.S.	*	*	*	*	*	*	N.S.	*	*	*	*			N.S.
<b>T2</b>	<b>Blanco</b>	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.			N.S.
<b>T3</b>	<b>Blanco</b>	*	*	*	*	*	*	N.S.	N.S.	*	N.S.	*	*	N.S.	*	*			*

\* Significancia  $p < 0,05$   
 A1= Altura  
 An= Ancho de la hoja  
 1= primer mes

N.S.= No significativo  
 D= Diámetro del tallo de la planta  
 L= Largo de la hoja  
 2= segundo mes

T= Tratamiento  
 N=Número de hojas  
 M= Mortalidad de la planta  
 3= tercer mes

**Tabla 4**

*Cuadro resumen del análisis de suelo*

Parámetro	Unidad	Blanco	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento
			1	2	3
<b>pH</b>		7,1 N	7,4 N	7,4 N	7,3 N
<b>NH<sub>4</sub></b>		15 B	21 M	13 B	8 B
<b>P</b>		15 M	16 M	15 M	26 A
<b>K</b>		170 A	150 M	160 A	220 A
<b>Ca</b>		698 B	725 B	728 B	666 B
<b>Mg</b>	<b>µg/ml</b>	734 A	776 A	739 A	715 A
<b>S</b>		35 A	24 A	17 M	24 A
<b>Zn</b>		3,4 M	3,9 M	3,4 M	3,3 M
<b>Cu</b>		15 A	14,1 A	12,5 A	13,2 A
<b>Fe</b>		43 A	25 M	31 M	56 A
<b>Mn</b>		24 A	14 M	20 A	24 A
<b>B</b>		0,87 M	0,82 M	0,79 M	0,88 M
<b>M.O.</b>	<b>%</b>	2,8 B	3,7 M	3,2 M	1,48 B
<b>K</b>	<b>meq/100ml</b>	0,37 M	0,35 M	0,38 M	0,69 A
<b>Ca</b>		3,49 B	3,63 B	3,64 B	3,33 B
<b>Mg</b>		6,04 A	6,39 A	6,08 A	5,88 A
<b>Bases</b>		10,47	11	10,71	10,25
<b>Ca/Mg</b>		0,58 B	0,57 B	0,60 B	0,57 B
<b>Mg/K</b>		6,45 M	6,45 M	6,18 M	5,71 M
<b>Ca+Mg/K</b>		10,18 B	10,12 B	9,87 B	8,94 B

\*N= neutro

B= bajo

M=medio

A= alto

Niveles de referencia			
(µg/ml)			
NH <sub>4</sub> = 20 – 40	P= 10 – 20	K= 78 – 156	Ca= 800-1600
Mg= 121,5 – 243	S= 10 – 20	Zn= 2 – 7	Cu= 1 – 4
Fe= 20 – 40	Mn= 5 – 15	B= 0,5 – 15	Cl= 17 – 34
M.O. (%)= 3,1 – 5	Ca/Mg= 2 – 8	Ca/Mg= 2 – 8	(Ca+Mg)/K=12,5 – 50
K (meq/100ml)= 0,2 – 0,4	Ca (meq/100ml)= 4 – 8	Mg (meq/100ml)= 1 – 2	

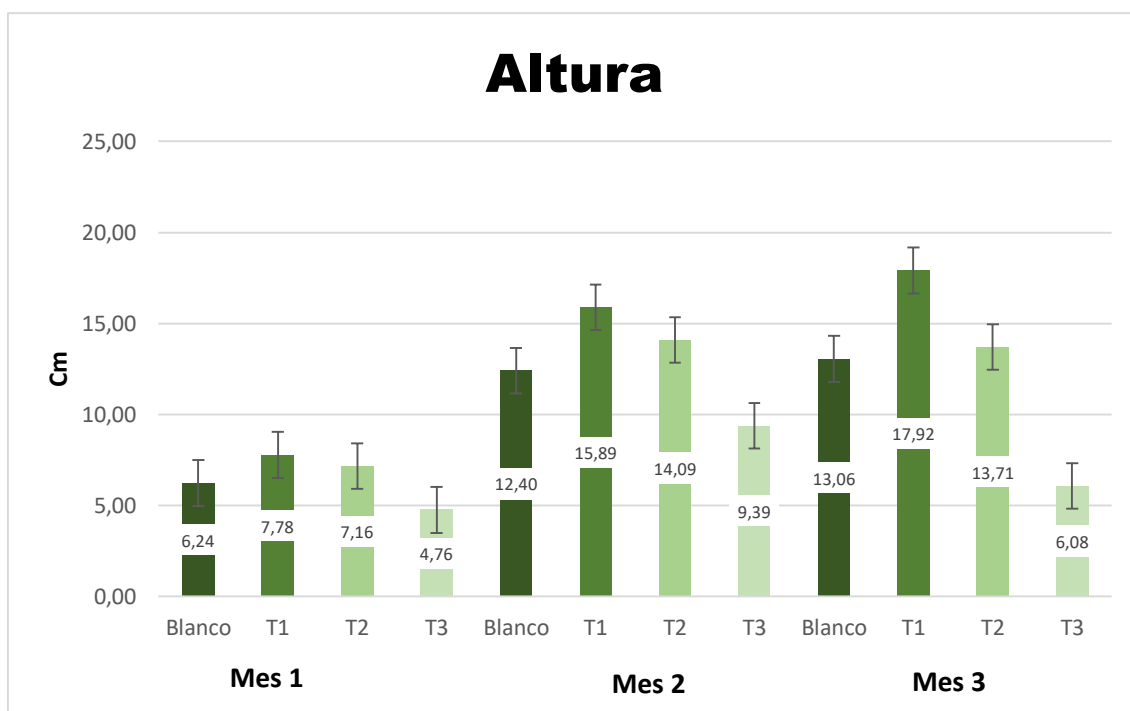


Figura 4 Medias aritméticas para la variable altura de las plántulas (cm) con relación al blanco y los tres tratamientos.

\*Blanco= (Grupo control), T1= (30% de biol), T2= (50% de biol), T3 = (Kristalon 2,5g/l)

El tratamiento 1, para la variable altura reportó los mejores resultados ya que, se observó un mayor promedio de crecimiento con este tratamiento, en los tres meses de monitoreo con medidas comprendidas entre 7,78 cm para el primer mes, 15,89 cm para el segundo mes y 17,92 cm para el tercer mes (Fig. 4). Cabe resaltar que el test de Dunnett arrojó diferencias significativas entre el tratamiento 1 y el blanco para los tres meses de muestreo con valores ( $p=0,001$ ;  $p=0,000$ ;  $p=0,000$ ). Además, para el tratamiento 3 los resultados obtenidos indicaron el crecimiento más bajo para las plantas, en los tres meses consecutivos (4,76 cm; 9,39 cm; 6,08 cm), observándose diferencias significativas con relación al grupo control ( $p=0,002$ ;  $p=0,001$ ;  $p=0,000$ ).

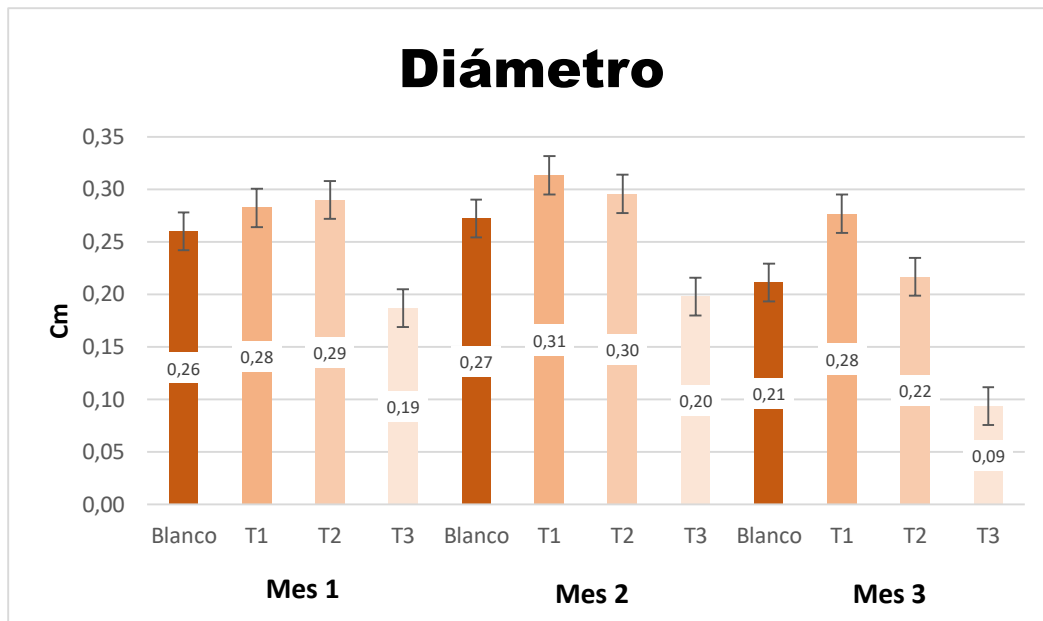


Figura 5 Medias aritméticas para la variable diámetro de las plántulas (cm) con relación al blanco y los tres tratamientos.

\*Blanco= (Grupo control), T1= (30% de biol), T2= (50% de biol), T3 = (Kristalon 2,5g/l)

La variable diámetro reportó los mejores resultados con el tratamiento 1, excepto en el primer mes donde el tratamiento 2 por un cm de diferencia logró el mejor resultado con un valor de 0,29 cm. Los dos siguientes meses el tratamiento 1 alcanzó los mejores resultados respecto al blanco y los otros tratamientos, con 0,31 cm para el segundo mes y 0,28 cm para el tercer mes (Fig. 5). Por otro lado el test de Dunnett arrojó diferencias significativas entre el tratamiento 1 y el blanco para el segundo y tercer mes del muestreo con valores ( $p=0,029$ ;  $p=0,002$ ). Asimismo, para el tratamiento 3 los resultados obtenidos señalaron la existencia de un menor grosor para el tallo de las plantas en los tres meses consecutivos (0,19 cm; 0,20 cm; 0,09 cm), apreciándose diferencias significativas con relación al grupo control ( $p=0,000$ ;  $p=0,000$ ;  $p=0,000$ ).

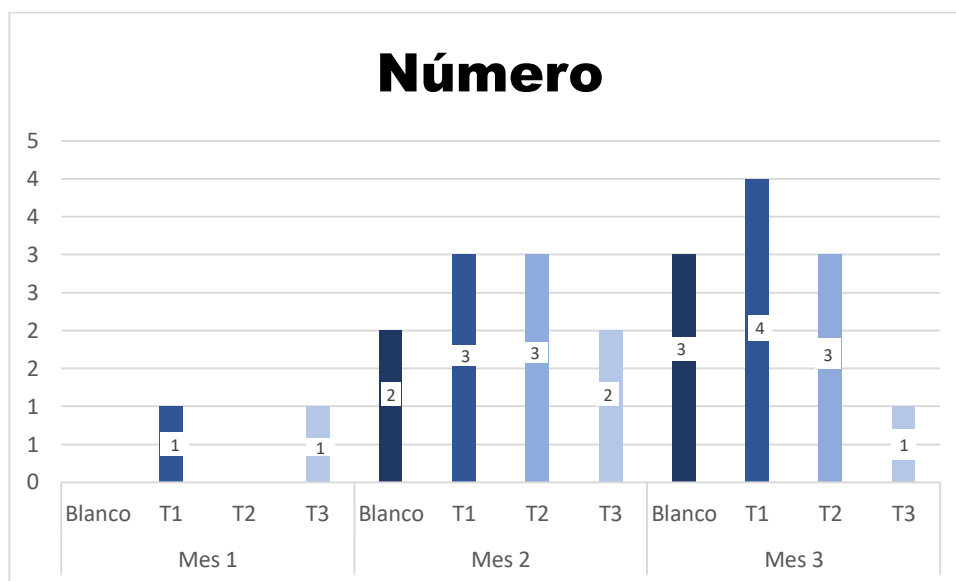


Figura 6 Medias aritméticas de la variable número de hojas de las plántulas con relación al blanco y los tres tratamientos.

\*Blanco= (Grupo control), T1= (30% de biol), T2= (50% de biol), T3 = (Kristalon 2,5g/l)

La variable número de hojas, presentó aumentos en los tres meses consecutivos, para el primer mes el tratamiento 1 y tratamiento 3 empezaron con una hoja, mientras que para el segundo mes en el blanco y en el tratamiento 3 se reportó un aumento de dos hojas, a diferencia del tratamiento 1 y tratamiento 2 con un aumento de 3 hojas. Sin embargo, en el tercer mes el mayor aumento del número de hojas lo alcanzó el tratamiento 1 con un valor de 4 hojas, mientras que el blanco y el tratamiento 2 reportaron 3 hojas, por otra parte el tratamiento 3 apenas alcanzó una hoja (Fig. 6). No obstante, el test de Dunnett arrojó diferencias significativas entre el tratamiento 1 y el blanco para los 3 meses consecutivos del monitoreo con valores ( $p=0,029$ ;  $p=0,000$ ;  $p=0,000$ ). Cabe indicar, que debido a un incremento negativo del tratamiento 3 en el tercer mes, se apreciaron diferencias significativas en relación al grupo control ( $p=0,001$ ) en el tercer mes.

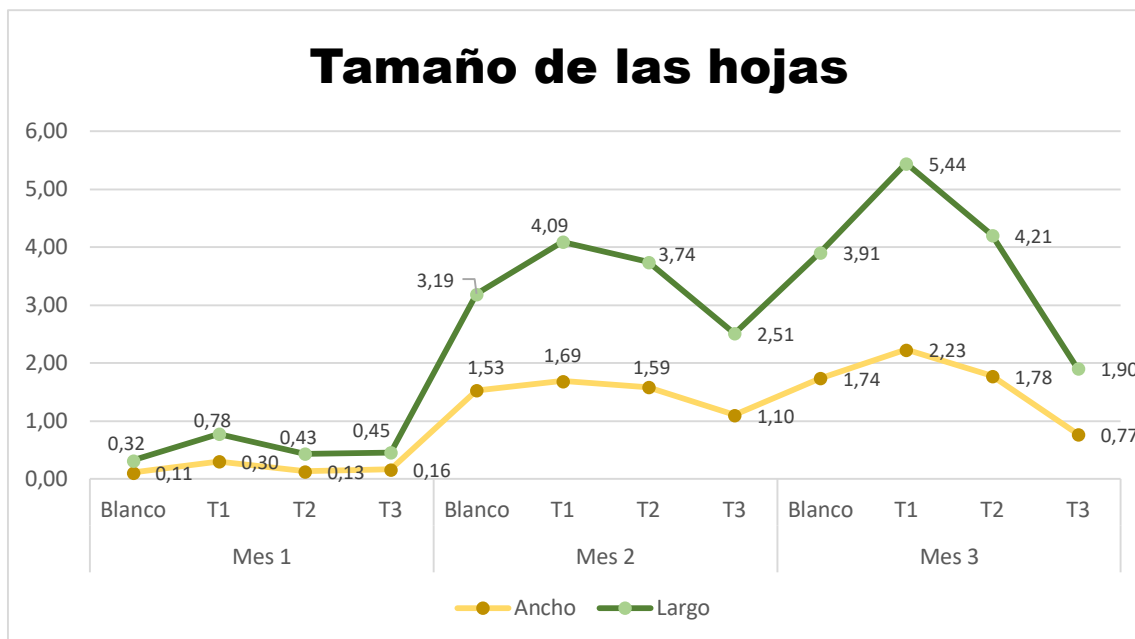


Figura 7 Medias aritméticas del ancho y largo de las hojas de las plántulas para el blanco y los tres tratamientos.

\*Blanco= (Grupo control), T1= (30% de biol), T2= (50% de biol), T3 = (Kristalon 2,5g/l)

La variable del tamaño de hojas, con el tratamiento 1 alcanzó los mejores resultados en los tres meses consecutivos para el ancho de la hoja, reportando para el primer mes un valor de 0,30 cm, para el segundo mes alcanzó 1,69 cm y para el tercer mes reportó 2,23 cm. Así mismo para el largo de la hoja el tratamiento 1 alcanzó los mejores resultados, reportando medidas comprendidas entre 4,09 cm para el segundo mes y 5,44 cm para el tercer mes (Fig. 7). Con respecto al test de Dunnett, éste arrojó diferencias significativas para el ancho de la hoja entre el tratamiento 1 y el blanco para el primer y segundo mes del monitoreo con valores ( $p=0,000$ ;  $p=0,001$ ), y para el tercer mes se observaron diferencias significativas entre el blanco y el tratamiento 3 con un valor de ( $p=0,000$ ). No obstante, para el largo de la hoja se evidenciaron diferencias significativas entre el tratamiento 1 y el blanco en los tres meses consecutivos, arrojando valores entre ( $p=0,000$ ;  $p=0,007$ ;  $p=0,000$ ), además se observó diferencias significativas en el primer mes entre el tratamiento 2 y el blanco con un valor de  $p=0,027$ . El tratamiento 3 presentó el menor tamaño de hojas en el segundo y tercer mes del monitoreo, mostrando medidas del ancho para el segundo mes de 1,10 cm y 0,77 cm para el tercer mes, y para el largo de las hojas sus valores estuvieron dados entre 2,51 cm y 1,90 cm. No obstante, se

observaron diferencias significativas en relación al grupo control ( $p=0,005$ ;  $p=0,000$ ;  $p=0,000$ ).

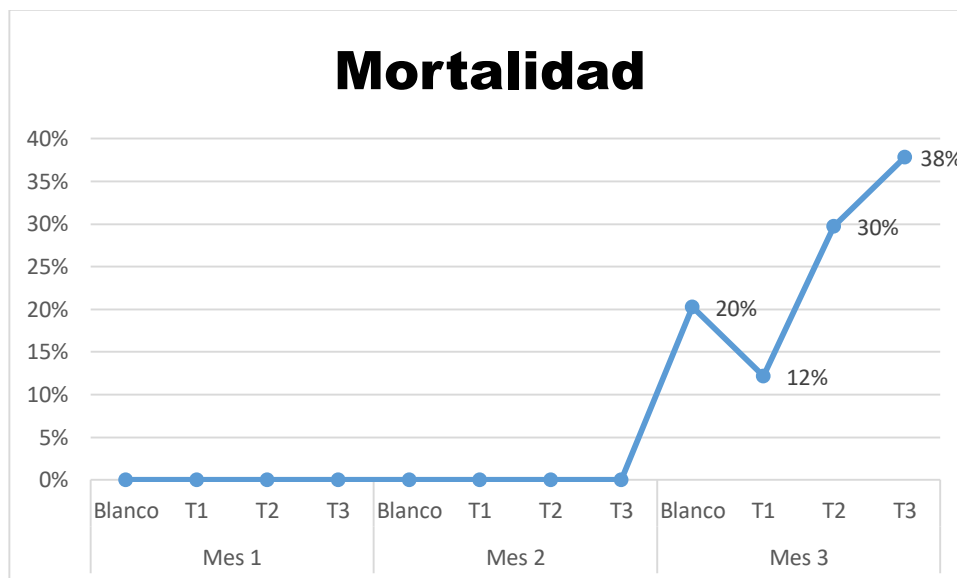


Figura 8 Porcentajes para la variable mortalidad de las plántulas con relación al blanco y los tres tratamientos.

La variable mortalidad de las plantas, con el tratamiento 3 reportó los resultados más altos a partir del tercer mes, cabe indicar que durante el primer y segundo mes no se observaron muertes de las plantas; sin embargo, para el tercer mes (Fig. 8), con este tratamiento se evidenció un mayor porcentaje de mortalidad de las plantas, alcanzando un porcentaje de 38%. Por otro lado, el test de Dunnett arrojó diferencias significativas entre el tratamiento 3 y el blanco en el tercer mes del monitoreo con un valor de ( $p=0,041$ ). Cabe mencionar, que el tratamiento 1 obtuvo el menor índice de mortalidad en el mes tres, alcanzado un porcentaje de 12% sin manifestarse ninguna diferencia significativa en relación al grupo control.

**Tabla 5**

*Porcentaje de las medias aritméticas de calidad fitosanitaria de las plántulas para el blanco y los tres tratamientos.*

Meses		Mes 1			Mes 2			Mes 3		
Tratamiento	Categorías de la calidad fitosanitaria	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		Blanco	100%	0%	0%	77%	9%	14%	43%	23%
	T1	100%	0%	0%	84%	13%	2%	54%	29%	17%
	T2	100%	0%	0%	97%	0%	3%	51%	19%	30%
	T3	100%	0%	0%	59%	3%	38%	11%	17%	72%

\*Categorías de la calidad fitosanitaria

1= plántula completamente sana

2= plántula relativamente sana

3= plántula enferma

En cuanto a la variable de calidad fitosanitaria, los mejores resultados se observaron en el primer mes (Tabla 5), de acuerdo con las categorías mencionadas en la metodología (1= plántula completamente sana; 2= plántula relativamente sana; 3= plántula enferma). No obstante, en el segundo mes para el tratamiento 2 se observó un valor de 97% de plántulas completamente sana; mientras que, en el tercer mes, el tratamiento 1 lideró el porcentaje de las plántulas completamente sanas con un valor del 54%. Sin embargo, el tratamiento 3, en el segundo y tercer mes se manifestó como el tratamiento con mayor porcentaje de plántulas enfermas, los porcentajes estuvieron comprendidos entre el 38% para el segundo mes y 72% para el tercer mes.

### **Análisis costo-beneficio**

El análisis costo- beneficio ejecutado consiste en una comparación de los costos que implica la reforestación de una hectárea con una densidad de 2x2m (2500 plántulas) aplicando biofertilizante y fertilizante químico (Tabla 6), con la finalidad de que el agricultor evalúe las propuestas. El análisis dio como resultado que los costos de reforestación con la aplicación de biofertilizante son USD \$106,80 en comparación con la aplicación de fertilizante químico con USD \$4,50 (Tabla7), lo que significa que el agricultor puede reforestar una hectárea de mangle con aproximadamente 336 l de biofertilizante lo que equivale a la elaboración de 2 tanques de biol, garantizando el crecimiento y supervivencia de sus plantas ya que, de acuerdo a los valores reportados

con el 30% de biol las plantas durante la etapa de vivero alcanzaron un 12% de mortandad (Fig. 8) y apenas un 17% de plantas consideradas como enfermas (Tabla5). Es decir, que la inversión que se haga es compensada con el producto final al culminar la etapa de vivero, además en las siguientes producciones el agricultor se ahorraría un 48% (\$25,50) de la inversión inicial por la producción cada 170 l de biofertilizante (1 tanque) ya que, tanto el tanque como la manguera se pueden reutilizar. Si bien es cierto, con la aplicación del fertilizante químico se ahorraría \$102,30. Sin embargo, no existe una garantía del crecimiento y supervivencia de las plantas puesto que los resultados alcanzados por el fertilizante químico, arrojaron valores de 32% de mortandad y un 72% de plantas enfermas.

**Tabla 6**

*Costo de producción de 170 litros de biofertilizante*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
Tanque (55 gal)	1	\$25,00	galones	\$ 25,00
Manguera (60cm)	1	\$0,50	cm	\$0,50
Botella plástica	1	-	l	-
Estiércol	50	-	kg	-
Vainas algarrobo	5	-	kg	-
Harina de pescado	1	\$2,00	kg	\$2,00
Panela	2	\$3,50		\$7,00
Levadura	½ kg	\$0,80	kg	\$1,60
Zeolita	2	\$3,00	kg	\$0,20
Sal mineral	1	\$7,50	kg	\$1,50
Leche	1	\$0,60	l	\$0,60
<b>Total</b>				<b>38,40</b>

<b>Transporte de insumos</b>	<b>Precio</b>
Tanque (55 gal)	\$5,00
Estiércol	\$5,00
Panela, levadura, zeolita, leche y sal mineral,	\$5,00
<b>Total</b>	<b>\$15,00</b>

**Total de inversión de la producción de 170 l de biofertilizante = \$53,40**

Costo del litro de biofertilizante = \$0,31

1litro (biofertilizante) = 90 plántulas

28 litros (biofertilizante) = 25000 plántulas

**Total de inversión por la adquisición del fertilizante químico = \$4,50**

1 litro (fertilizante químico) = 90 plántulas

28 litros (fertilizante químico)= 25000 plántulas

**Tabla 7**

*Proyección de costos en etapa de vivero para reforestar una hectárea con una densidad de 2x2m.*

<b>Cantidad Plántulas</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Semanas</b>	<b>Costo</b>
2500	2 tanques de biofertilizante	12	\$106,80
2500	1 funda de fertilizante químico (1kg)	12	\$4,50

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos al término del presente estudio recomiendan que las plántulas desarrolladas en la etapa de vivero mediante la aplicación semanal de dosis de 30% de biofertilizante, representan una alternativa eficaz para la restauración de mangle negro.

Respecto al crecimiento del mangle negro en condiciones de vivero, el tratamiento 1 reportó un mayor promedio de altura, en los tres meses de estudio, finalizando el estudio con un promedio de altura de 17,92 cm, lo cual difiere con los resultados obtenidos por (Arguello, 2008) quién trabajó de igual manera con mangle negro en la etapa de vivero, aplicando dosis del 30% de biofertilizante. Sin embargo, la media de la variable altura fue la más baja en comparación al blanco y los demás tratamientos, alcanzando una medida de 11,26 cm al culminar la etapa de vivero.

Por otra parte, para la variable altura existen diferencias significativas entre el 30% de biol y el blanco con un valor de  $p=0,000$ . Estudios similares, como el de Arguello (2008), afirman que para la variable altura se reportó diferencia significativa ( $p=0,000$ ) entre el grupo control y el 30% de biol aplicado al mangle negro. Cabe indicar que la aplicación del fertilizante en las plantas resultó no tan favorable debido a que su promedio de altura fue el más bajo en comparación al blanco y los demás tratamientos, alcanzando un valor de 6,08 cm al finalizar el estudio, mientras que según Arguello (2008) la aplicación del fertilizante para la variable altura obtuvo resultados favorables alcanzando un valor de 14,87 cm en el tercer mes de la etapa de vivero.

En cuanto a la variable diámetro, con el 30% de biol al culminar el estudio, reportó un mayor promedio del diámetro con un valor de 3 mm. Sin embargo, Arguello (2008) menciona que la dosis del 70% de biol es la más apropiada para obtener un mejor resultado en cuanto al diámetro del tallo de las plantas (*Avicennia germinans*) alcanzando una medida de 12,63 mm en el último mes de estudio. No obstante, las diferencias significativas encontradas entre el blanco y el 30% de biol para el último mes fue de ( $p=0,002$ ); a diferencia de la significancia obtenida en el estudio de Arguello, en el cual no existió una diferencia significativa frente al grupo control ( $p=0,455$ ) para esta dosis, indicando que la más efectiva resultó ser el 70% de biol y la de resultados más bajos el 30% de biol.

De acuerdo a los valores del incremento del número de hojas, el 30% de biol obtuvo una mayor emisión foliar alcanzando un promedio de 4 hojas, es decir, su incremento medio el tercer mes fue de 0,58 hojas, por el contrario el estudio de Arguello (2008) señala al 30% de biol, como el tratamiento de menor número de hojas y sin la existencia de diferencia significativa en relación al grupo control ( $p=0,663$ ), mientras que en el presente estudio en el tercer mes se obtuvieron diferencias significativas entre el 30% de biol y el grupo control ( $p=0,000$ ). Cabe recalcar que el número de hojas presenta una relación directamente proporcional con el nudo de la plántula, por ello para cada tratamiento se evidenció un número diferente de emisión foliar. Rosales (2013) afirma que en un estudio realizado en Guatemala, Municipio de La Gomera, se evaluó el número de hojas de las plántulas de mangle negro y se determinó, que efectivamente el número de hojas aumenta en relación al número de nudos de la planta, es decir, que la emisión foliar se duplica por cada nudo.

Con respecto a la mortalidad de las plantas en los primeros dos meses no se presencié ninguna pérdida, sin embargo, para el tercer mes se reportó un 38% de plantas muertas en el tratamiento 3, la pérdida de estas plantas se le atribuye en su totalidad a la caída de sus hojas y tallo débil, según Mendoza (2008) todo esto como resultado del déficit de  $\text{NH}_4^+$  y el alto valor de K en el sustrato (Anexo 1), lo cual coincide con alto porcentaje de plantas enfermas que presenta este tratamiento en relación a la variable de calidad fitosanitaria.

Cabe indicar que en la variable de calidad fitosanitaria, en el primer mes se observaron plantas completamente sanas de acuerdo a la categoría planteada en la metodología (Tabla 2), tanto para el blanco como para los tres tratamientos. Sin embargo, a partir del segundo mes se empezó a observar cambios en la calidad fitosanitaria, culminando el tercer mes de monitoreo el tratamiento 1 con el valor más alto de plantas completamente sanas, alcanzando un 54%, este valor se le atribuye a los resultados que obtuvo el sustrato en el que se desarrollaron las plantas ya que, su valor para  $\text{NH}_4^+$ , K y P reportó valores dentro del límite permisible (Anexo 1). Es así que Mendoza (2008) señala que el “ $\text{NH}_4^+$  beneficia el desarrollo vegetativo de las plantas, y otorga el color verde a las hojas, además su presencia se ve favorecida por los valores óptimos de potasio y fósforo que presente la planta”. Ciertamente el tratamiento 1 alcanzó valores que oscilan dentro de

los valores permitidos tanto de K como para P. Becerra, Navia, y Nústez (2007) afirman que “el P es importante para el crecimiento vegetativo de las plantas”.

No obstante se observó que en ciertas plantas las puntas de sus hojas no estaban teniendo un desarrollo normal, esto se evidenció en los tres tratamientos y el blanco, ídem a los casos anteriores Landazuri (2005) atribuye “estos cambios de las hojas a la deficiencia de calcio, convirtiendo las puntas y ápices de las hojas en gelatinosas”, lo cual coincide con los resultados del análisis de suelo, debido a que el valor de Ca de los tres tratamientos y del blanco está por debajo de los valores permitidos (Anexo 1). Otra característica que se evidenció en las hojas fue el color café de sus bordes, (PROMIX, 2018) atribuye “estas peculiaridades a la toxicidad del hierro cuando se presenta en exceso durante el desarrollo de las plantas”.

Aun así, el tratamiento 3 reportó un 72% de plantas enfermas, de tal manera que Rodríguez (2004) afirma que “el déficit del  $\text{NH}_4^+$  ocasiona una coloración amarillenta de las hojas, y su caída prematura”, evidentemente el aumento de plantas enfermas para del tratamiento 3 se debe a una deficiencia de  $\text{NH}_4^+$  (Anexo 1). No obstante (Becerra, Navia y Nústez, 2007) indican que “un valor alto de K en el sustrato produce un bajo desarrollo de las plantas quedando pequeñas por la reducción de los entrenudos, y a su vez se tornan débiles sus tallos, y ramas”, por lo tanto, estas condiciones son atribuibles a las plantas del tratamiento 3 ya que, su valor de K supera el límite permisible (Anexo 1). En cuanto a los parámetros físicos - químicos del flujo de agua, el pH del agua utilizada para el riego de las plántulas alcanzó un valor de 8,05. De acuerdo con Rossalino (2015), se considera dentro del rango normal para los ecosistemas manglar. Por otro lado, Cupil (2015) afirma que las aguas con niveles de oxígeno disuelto mayores a  $4 \text{ mgO}_2/\text{l}$  son consideradas aceptables para la vida de la gran mayoría de especies dentro del ecosistema manglar. Lo cual coincide con el valor reportado para oxígeno disuelto dentro de este estudio ya que, alcanzó  $7,01 \text{ mgO}_2/\text{l}$ .

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

La elaboración de un biofertilizante mediante una descomposición anaeróbica, fue eficaz para la germinación de las semillas y desarrollo de las plantas de mangle negro (*Avicennia germinans*), aplicando semanalmente dosis de un 30% de biof (tratamiento 1).

Económicamente es más viable la aplicación de biofertilizante, lo que permite que el agricultor produzca plantas de buena calidad con aplicaciones que son amigables con el ambiente y a su vez son garantizadas para su reforestación.

En el desarrollo de mangle negro en condiciones de vivero se observaron diferencias significativas, en cuanto a la aplicación de diferentes dosis de biofertilizante y el fertilizante químico. De tal manera que el tratamiento 1 (30% de biofertilizante) registró un mayor promedio de altura, diámetro, número y tamaño de hojas. Sin embargo, el tratamiento 3 (kristalon 2,5 g/l) reportó un menor promedio en cuanto a la altura, diámetro, número y tamaño de hojas.

En relación al tamaño de las hojas no se encontraron estudios que proporcionaran la información suficiente para generar discusión.

Por otro lado, el porcentaje de mortalidad fue mayor para las plantas que se les aplicó el tratamiento 3 (kristalon 2,5 g/l), alcanzando un 38% al finalizar el tercer mes de monitoreo.

Finalmente, al concluir el monitoreo se observó un 54% de plántulas completamente sanas, correspondientes al tratamiento 1 (30% de biof) y un 72% de plántulas enfermas correspondientes al tratamiento 3 (kristalon 2,5 g/l).

## **CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES**

Para los proyectos de reforestación de mangle negro (*Avicennia germinans*) en etapa de vivero, se sugiere la aplicación de biofertilizantes con dosis del 30%, para producir material vegetal de buena calidad que garantice un mejor desarrollo de las plantas, y de las diferentes actividades de reforestación.

Es necesario que se inicien más estudios que abarquen temas de germinación de semillas en especial de mangle negro y aplicando procesos pre-germinativos con la aplicación de biofertilizantes, incluyendo distintas dosis que nos permitan generar una línea base para futuros estudios.

## REFERENCIAS

- ACOFORE. (1998). Manual sobre técnicas de vivero y restauración de áreas de manglar del caribe colombiano. Obtenido de [http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD171%2091/pd171-91-p2-s1-4%20rev2\(F\)%20s.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/PD171%2091/pd171-91-p2-s1-4%20rev2(F)%20s.pdf)
- Acuña, O. (s.f.). El uso de biofertilizantes en la agricultura. Centro de Investigaciones Agronómicas, 2511-3062.
- Ambiente. (2004). *Ley Forestal y de Conservación de áreas naturales y de vida silvestre*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-Forestal-y-de-Conservacion-de-Areas-Naturales-y-Vida-Silvestre.pdf>
- Anónimo. (s.f.). Raíz. Obtenido de <file:///C:/Users/CORE%20i5/Downloads/1802202696.Apunte%20de%20Raiz.pdf>
- Asamblea Nacional. (2011). Obtenido de <http://ppless.asambleanacional.gob.ec/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/1fa4a665-b533-4bac-9648-a8c7c2f5549c/Proyecto%20de%20Ley%20Org%20C3%A1nica%20de%20Conservaci%C3%B3n%20y%20Restauraci%C3%B3n%20del%20Ecosistema%20Manglar%20Tr.%2085013.pdf>
- Arguello, D. (2008). Comparación de la acción de diferentes dosis de Biofertilizantes Líquidos (biol) sobre el Crecimiento de Mangle en Condiciones de Vivero. (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Del Litoral). Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../1/Tesis%20Arguello%20Jacome.doc>
- ASA. (2012). *Anova un factor y Kruskal-Wallis*. Obtenido de [https://previa.uclm.es/profesorado/mdsalvador/58109/teoria/anova\\_un\\_factor-lectura.pdf](https://previa.uclm.es/profesorado/mdsalvador/58109/teoria/anova_un_factor-lectura.pdf)
- Batioja, C. (2017). Análisis de la gestión administrativa del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas, Provincia de Esmeraldas. (Tesis de grado previo a la obtención del título de Magister). Universidad Católica del Ecuador- Sede Esmeraldas. Recuperado 19 de mayo de 2017, de

<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/997/1/BATIOJA%20CHARCOPA%20CLARA%20RAQUEL.pdf>

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). Medio Ambiente y Biodiversidad: prioridades para la conservación del capital natural y la competitividad de América Latina y el Caribe. Obtenido de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7885/Medio-ambiente-y-biodiversidad-Prioridades-para-la-conservacion-del-capital-natural-y-la-competitividad-de-America-Latina-y-el-Caribe.PDF?sequence=2>
- Becerra, L., Navia, S., & Núñez, C. (2007). Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar 'Criolla Guaneña' en el departamento de Nariño. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 51-60.
- Bodero, A. (2005). El bosque de manglar de Ecuador. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/890048/Concepto+Del+Manglar%20C%20C3%81reas+A+Nivel+Global+Y+En+Ecuador%20C%20Modificaciones+Ocurridas+Durante+Las+%C3%9Altimas+Tres+D%C3%A9cadas.pdf/895e7778-a39b-49ec-b992-d8e50ecb2cfa;jsessionid=y3xdoXR8rtHa>
- Bravo, E. (s.f.). La industria camaronera en Ecuador. Obtenido de <http://www.edualter.org/material/sobirania/enlace7.pdf>
- Calderón, J., Alán, E., & Barrantes, U. (2000). Estructura, dimensiones y producción de semilla de malezas del trópico húmedo. *Agronomía Mesoamericana*, 31.39.
- CCONDEM. (s.f.). Obtenido de <http://www.ccondem.org.ec/tempcon.php?c=865>
- CEDECO. (2007). Preparación de Biol, un biofertilizante o abono líquido fermentado. Obtenido de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1775>
- CEUTA. (s.f.). Tecnologías apropiadas. Obtenido de Prácticas como la utilización de biofertilizantes constituyen una oportunidad de
- Cevallos, G. (2011). *Inversión turística sustentable en el Estuario del Río Esmeraldas*. Obtenido de <http://repositorio.iaen.edu.ec/bitstream/24000/3820/1/MONOGRAF%C3%8DA%20IAEN.pdf>
- CIEFAP. (2012). Producción de plantas en viveros forestales. Obtenido de [http://ciefap.org.ar/documentos/pub/Produc\\_plantas\\_viv.pdf](http://ciefap.org.ar/documentos/pub/Produc_plantas_viv.pdf)
- CMAP. (2000). Áreas Protegidas: Beneficios más allá de las fronteras. Obtenido de [https://cmsdata.iucn.org/downloads/wcpainaction\\_sp.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/wcpainaction_sp.pdf)

- CONABIO. (s.f.). Mangle negro. Obtenido de [http://www.biodiversidad.gob.mx/v\\_ingles/species/especies\\_priori/fichas/pdf/mangleNegro.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/v_ingles/species/especies_priori/fichas/pdf/mangleNegro.pdf)
- Congreso Nacional. (2005). Ley forestal y conservación de áreas naturales y silvestres. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/ley-forestal.pdf>
- Congreso Nacional. (2012). Ley de Gestión Ambiental. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Conservación Internacional. (2015). Obtenido de <http://conservation.org.ec/boletines/secrea-el-programa-socio-manglar-10-julio-2014/?frame=0>
- Constitución del Ecuador. (s.f.). Obtenido de <http://www.cristorey.edu.ec/frontEnd/Image/Constitucion.pdf>
- Cupil, A. (2015). *Calidad del agua mediante el análisis fisicoquímico, demanda bioquímica y química de oxígeno en los humedales de Tumilco, Veracruz, México*. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/42334/CupilDiazAlan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, 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 lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai*, 355-369.
- Díaz, J. (2008). Importancia ecológica, económica y social de los manglares. Obtenido de <https://biota.wordpress.com/2008/04/06/importancia-ecologica-de-los-manglares-de-juan-diaz/>
- Dirección General de Ecosistema. (2002). Ecosistemas de manglar en Colombia. Obtenido de <http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0253/MMA-0253.pdf>
- Erazo, A. (2014). *Uso estratégico del manglar para el desarrollo turístico en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2476/1/T-UC-0004-16.pdf>
- FAO. (1999). Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/gepnms.pdf>

- Fallas, J. (2012). *Análisis de varianza*. Obtenido de [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis\\_de\\_varianza\\_2012.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/analisis_de_varianza_2012.pdf)
- FLACSO. (2002). *Ecosistema manglar*. Obtenido de <http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=7888>
- Febles, J., Novelo, J., & Batllori, E. (2009). Pruebas de reforestación de mangle en una ciénaga costera semiárida de Yucatán, México. *Scielo*, 65-86. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712009000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712009000300004)
- Gaibor, M. (2014). Obtenido de <http://conservation.org.ec/wp-content/uploads/2014/12/Socio-Manglar.pdf>
- Garay, J., Marín, B., & Vélez, A. (2001). Contaminación marino-costera en Colombia. Colombia: Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia.
- Gilman, Ellison, Duke, & Field. (2008). Información Técnica Sobre Manglares: una Base de Datos. Obtenido de ELAW: <http://mangroves.elaw.org/es/node/72>
- González, L., Sánchez, S., Pérez, Á., & Obrador, J. (2016). Supervivencia y crecimiento de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) en plantaciones reforestadas y regeneración natural. *Redalyc*, 2769-2782.
- González, C. (2010). Ecumar. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-767/encumarmanglar.pdf>
- González, E., & Sarmiento, G. (s.f.). Biofertilizantes. Obtenido de [http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/ifig/Biofertilizantes\\_Seminario\\_Final\\_Sarmiento\\_Edith.pdf](http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/ifig/Biofertilizantes_Seminario_Final_Sarmiento_Edith.pdf)
- Hernández, F. (31 de Mayo de 2013). Manual de la elaboración de Biol. Obtenido de Slide Share: <https://es.slideshare.net/frederys1712/manual-de-elaboracin-del-biol>
- Herrera, J., Maldonado, Y., Mendoza, L., & Cuevas, P. (2007). Patrones de herbivoría en *Avicennia germinans*: Importancia de la defensa química y calidad nutricional. *BIOLÓGICAS*, 72-80.
- Jiménez, J., & Lugo, A. (s.f.). *Avicennia germinans*. Obtenido de <file:///C:/Users/CORE%20i5/Downloads/Avicenniagerminans.pdf>
- Jiménez, F. (junio de 1993a). Viveros Forestales para producción de planta a pie de repoblación. Obtenido de [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_06.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf)

- Landazuri. (2005). *Conozca la deficiencia del calcio*. Obtenido de [http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/360BFC4309AEC1C806256B84006E90A4/\\$file/Conosca+la+deficiencia+de+calcio.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/360BFC4309AEC1C806256B84006E90A4/$file/Conosca+la+deficiencia+de+calcio.pdf)
- MAE. (s.f.). Protege Ecuador, la responsabilidad es de todos.
- MAE. (s.f.). Sistema Nacional de las áreas protegidas del Ecuador. Obtenido de <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/refugio-de-vida-silvestre-manglar-del-estuario-de-r%C3%ADo-esmeraldas>
- Martínez, Á., Plaza, C., & Guevara, G. (2014). Aporte de hojarasca del mangle negro (*Avicennia germinans*) en el Caribe colombiano. Scielo, 1909-2474.
- Mendoza. (2008). *Nutrientes del suelo*. Obtenido de <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Nutrientes%20del%20suelo.pdf>
- Mejía, Molina, San Juan, Grijalba y Niño (2014). Bosque de manglar: un ecosistema que debemos cuidar. Obtenido de [http://observatorioirsb.org/cmsAdmin/uploads/cartilla-manglar-28pg-\(1\)\\_001.pdf](http://observatorioirsb.org/cmsAdmin/uploads/cartilla-manglar-28pg-(1)_001.pdf)
- MILIARIUM. (s.f.). Ley de conservación del ecosistema manglar. Obtenido de <http://www.miliarium.com/paginas/leyes/internacional/Ecuador/General/LeyManglar.asp>
- (Morte, Gutiérrez, & Dreyer, s.f.). Naval, M. (s.f.). El Vivero Forestal. Obtenido de <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-viveroforestal.pdf>
- PROMIX. (2018). *Rol del hierro en el cultivo de plantas*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-hierro-en-el-cultivo-de-plantas/>
- OIMT. (2005). *Proyecto de conservación y repoblación de áreas amenazadas del bosque de Manglar del Pacífico Panameño*. Obtenido de [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2456/Technical/informe%20de%20criterios%20re poblacion.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2456/Technical/informe%20de%20criterios%20re poblacion.pdf)
- Redes Verdes. (s.f.). Obtenido de <http://redesverdes.weebly.com/manglares-1.html>
- Reese, R. D. (s.f.). Obtenido de [http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C12/F0C5/C677/9324/2525/C0A8/D218/7C8F/Reese\\_Ronald.pdf](http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C12/F0C5/C677/9324/2525/C0A8/D218/7C8F/Reese_Ronald.pdf)
- Rodríguez, M. (2004). *Elementos esenciales y beneficiosos*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/143458034.pdf>

- Rodríguez, M., & Vázquez, A. (2013). CONABIO. Obtenido de [http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares\\_gral\\_web.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares2013/pdf/Manglares_gral_web.pdf)
- Rodríguez, A., Nivia, J., & Garzón, J. (2004). Características estructurales y funcionales del manglar de *avicennia germinans* en la bahía de Chengue (Caribe Colombiano). *Scielo*, 223-244.
- Rojas, F. (2002). Metodología para la evaluación de la calidad de plántulas de ciprés (*cupressus lusitanica* mill.) en vivero. *Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 75-81. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/629/62980109.pdf>
- Rosales, M. (2013). *Evaluación del desarrollo de las especies de mangle Laguncularia racemosa y Avicennia germinans, en la etapa de vivero de la finca Manglares, La Gomera Escuintla. Diagnóstico y Servicios en el Programa de Investigación de Ecosistemas del Instituto Privad*. Obtenido de <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2016/02/Maria-Alejandra-Rosales-Mayorga-1.pdf>
- Rossalino, M. (2015). *Estructura del mangle y la asociación con características físicoquímicas de agua y suelo en Tumilco, Municipio de Tuxpan*. Obtenido de <https://www.uv.mx/pozarica/mca/files/2012/10/MARIELBEATRIZROSSALINO.pdf>
- Sánchez, S., Sánchez, F., Hernández, G., Zamora, L., Sardiñas, O., Rivera, C., & Toruño, P. (2015). Volumen maderable de mangle negro (*Avicennia germinans* L.) impactado por herbivoría de Anacamptodes sp. en Cárdenas. Tabasco. *Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 115-133.
- SIRE. (s.f.). *Avicennia germinans*. Obtenido de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/888Avicennia%20germinans.pdf>
- SUIA. (s.f.a). Áreas protegidas del Ecuador socio estratégico para el desarrollo. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346525/Areas+Protegidas+del+Ecuador.pdf/390b099f-6f57-4d38-bf17-cea3a138caf5>
- UTPL. (2004). *Ley de Aguas*. Obtenido de [https://www.utpl.edu.ec/obsa/wp-content/uploads/2012/09/ley\\_aguas.pdf](https://www.utpl.edu.ec/obsa/wp-content/uploads/2012/09/ley_aguas.pdf)
- Villacis, P. I., & Aguilar, T. E. (Agosto de 2016). Comportamiento agronómico de cinco variedades de café (*Coffea arabica* L.), sometido a diferentes aplicaciones

foliares de biol. Santo Domingo, Ecuador:

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11296/1/T-ESPE-002795.pdf>

Yañez, L., Ángeles, G., López, J., & Barrales, S. (2009). Variación a anatómica de la madera de *Avicennia Germinans* en la laguna de la Mancha, Veracruz, México. *Redalyc*, 7-15.

# ANEXOS

## ANEXO 1: Análisis de suelo

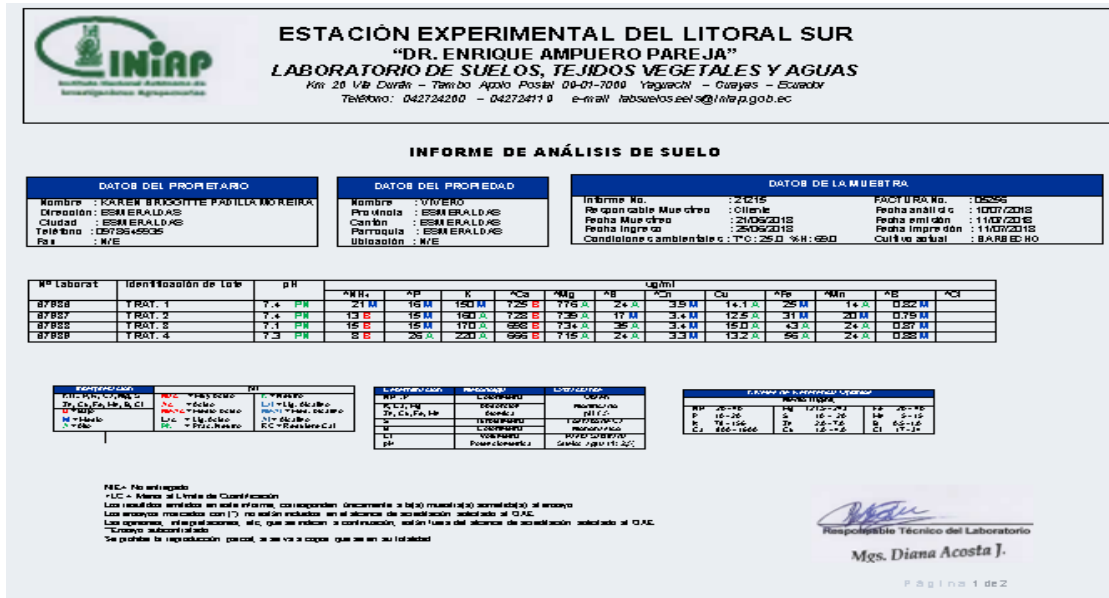


Figura 9 Análisis de macro y micro nutrientes

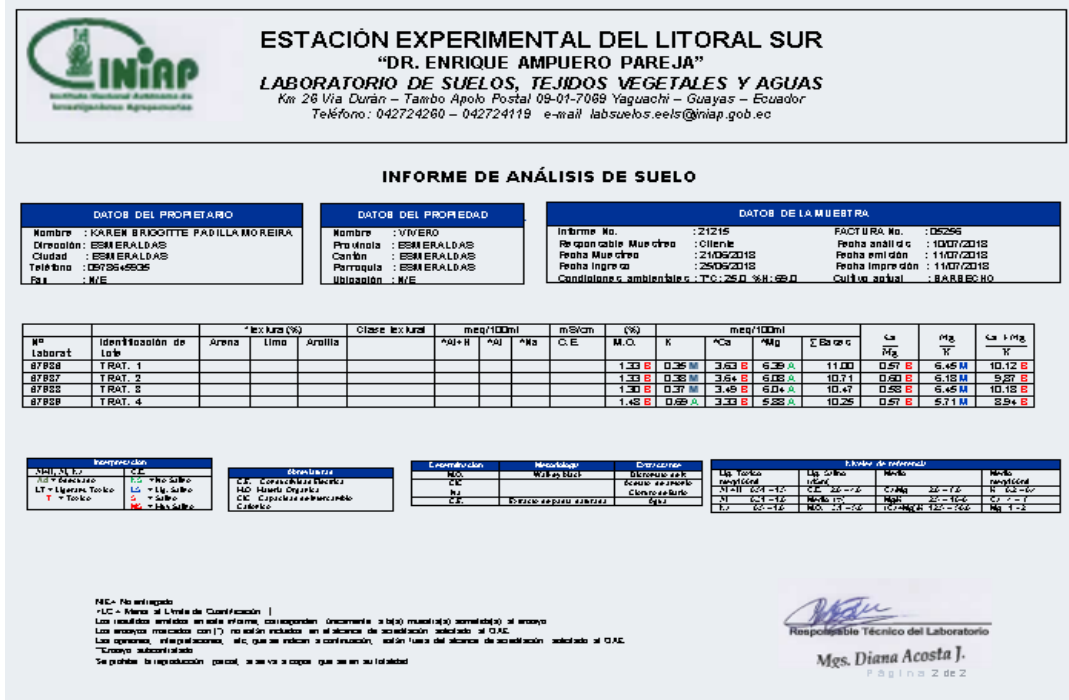


Figura 10 Continuación del análisis de macro y micro nutrientes

## ANEXO 2: Análisis físico-químico del agua

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Temperatura	°C	27,5
pH	μ	8,05
Sólidos disueltos totales	ppm	2000
Conductividad	μS/cm	3999
Oxígeno disuelto	mgO <sub>2</sub> /L	7,1

Realizado por la tesista Karen Padilla Moreira, mediante la ayuda de los equipo Milwaukee MI 805 y Milwaukee MW 600, los mismo que fueron suministrados por el Laboratorio de EGA de la PUCE Esmeraldas.



**ANEXO 4:** Elaboración del biofertilizante



*Figura 11 Mezcla de todos los ingredientes.*

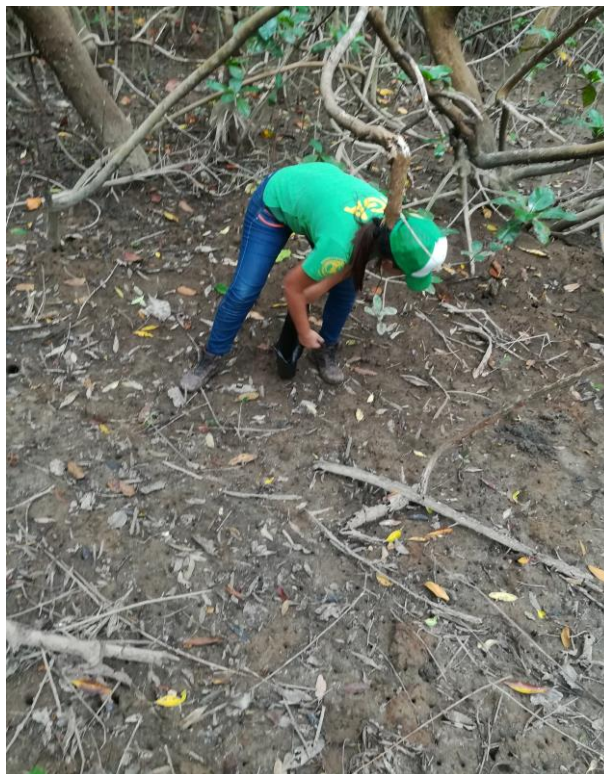


*Figura 12 Tanque sellado y colocado la manguera para la emisión de gases durante el proceso de fermentación*

**ANEXO 5:** Preparación del terreno



*Figura 13 Limpieza del terreno*



*Figura 14 Recolección de semillas*

**ANEXO 6: Construcción del viveros**



*Figura 15 Llenado de fundas con el sustrato del mismo lugar.*



*Figura 16 Construcción del vivero, incluyendo recursos del medio*



*Figura 17 Remoción del sustrato y colocación de las semillas*



*Figura 18 Etiquetado de fundas de acuerdo al tratamiento que se le aplicó*

**ANEXO 7: Control y monitoreo de las plantas**



*Figura 19 Riego del biofertilizante (30%) en medidas de 11ml por cada planta*



*Figura 20 Etapa de germinación de las plantas*



*Figura 21 Surcos en cada bloque para evitar la mezcla entre tratamientos, al momento de su aplicación*



*Figura 22 El uso de la malla sarán, con 25% de sombra.*



*Figura 23 Visita del asesor Freddy Quiroz al vivero.*



*Figura 24 Etapa final del monitoreo.*