



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

CARRERA DE GESTION AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO DEL MANGLE ROJO
(*Rhizophora mangle*) EN VIVERO Y PLANTACIÓN EN
LA PARROQUIA SALIMA - CANTON MUISNE**

**PREVIO A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERIA
EN GESTIÓN AMBIENTAL**

AUTORA

ENA KATHERINE BUCHELI ESTRADA

ASESOR

MGT. FREDDY HERNAN QUIROZ PONCE

Esmeraldas, Marzo del 2020

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCESE previo a la obtención del título de INGENIERIA EN GESTION AMBIENTAL.

Presidente Tribunal de Graduación

Lector 1

Mgt. Karla Solís Charcopa

Lector 2

PhD. Jon Molinero Ortiz

Mgt. Karla Solís Charcopa

Coordinadora de la Carrera de Gestion Ambiental

Mgt. Freddy Quiroz Ponce

Director de Tesis

Esmeraldas.....de.....de 2020

AUTORÍA

Yo, Ena Katherine Bucheli Estrada, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, autentica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigacion es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

Ena Katherine Bucheli Estrada

C.I080346913-9

AGRADECIMIENTO

El presente escrito manifiesta la culminación de un ciclo más en mi vida, una etapa universitaria colmada de múltiples momentos y experiencias inolvidables, en medio de seres extraordinarios que han sido fundamentales para llegar hasta aquí. Es así que quiero extender mi agradecimiento fraterno a todos/as, quienes me acompañaron durante toda esta hermosa etapa, gracias a su apoyo, hoy me encuentro alcanzando este gran sueño.

Especialmente quiero agradecer a Dios todo poderoso, por darme la vida, salud, fortaleza, bendecir cada uno de mis días, ser mi guía y permitirme lograr esta gran ilusión.

A mis amados padres Anita del Jesús Estrada Gracia y José Milton Bucheli Pérez, por ser mi fuente de inspiración, mi apoyo incondicional y sustento permanente para no desistir ante las adversidades.

A mis adorados abuelitos Marina Gracia y Genaro Estrada por su hermoso ejemplo de superación y perseverancia, convencida de que ellos son los más orgullosos ya que era un sueño compartido y ahora se hizo realidad.

A mí querida familia, en especial a mis tías Lilian, Sonia y Nancy, a mis primos/as Lili, Majo, Evelyn, Dina, Raimon, Adrián, Xavier y Wladimir, por su gran cariño y buenos deseos.

A mí asesor Mgt. Freddy Quiroz Ponce, gracias por su comprensión, esmero, predisposición y dedicación para la realización de este proyecto.

A mis lectores Mgt. Karla Solís Charcopa y PhD. Jon Molinero Ortiz, por su esmero y dedicación al desarrollo y revisión de mi tesis.

A mis amigos Varinia, Karito, Mayra, Kenia, Carlos y Fernando, gracias por hacer de nuestra permanencia en la universidad más agradable.

A mis amigos Thomas, Jacinto y Chili por su amistad, su apoyo incondicional y buenos vibras para que yo realice y culmine esta investigación.

A la Sra. Santa Bone presidenta de la Asociación de Producción Pesquera Artesanal Rio Salima (ASOPESARISA), por su predisposición, constancia, optimismo e importante colaboración durante todo el periodo de muestreo.

DEDICATORIA

Con gratitud, alegría y mucho amor dedico este logro principalmente a Dios, quien siempre cuida de mí, me bendice y me da fuerzas para no desistir, avanzar y lograr mis sueños.

Así mismo, dedico este logro a mi gran amor, mi vida entera, mi madre, con todo mi cariño para ella, mi mayor ejemplo y motivación, quien, con gran esfuerzo y sacrificio, me ha brindado todo su apoyo, confianza y amor incondicional, porque siempre anhelo que este sueño se convierta en realidad.

ÍNDICE

AUTORÍA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
TABLA DE FIGURAS.....	viii
ABREVIATURAS	ix
RVSMERM: Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Muisne.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION.....	1
1.1. Presentación del tema	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.4. Objetivos	5
General.	5
Específicos:	5
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Bases teóricas.....	6
Importancia de los manglares.....	6
Servicios ecosistémicos que ofrecen los manglares.....	7
Climas y tipos de suelos de los manglares del Ecuador	8
Restauración del manglar experiencias y técnicas	12
Metodologías para la reforestación de áreas de manglar	12
Experiencias	13
Parámetros fisicoquímicos	17
Agua	17
pH.....	17
Nitratos, nitritos y amonio.....	18
Fosfatos	18
Hierro	18
Suelo.....	18
Materia orgánica.....	18
Nutrientes del suelo.....	18
2.2. Antecedentes	19

2.3. Marco Legal	22
Acuerdos y resoluciones ministeriales	22
Convenios.....	22
Constitución	23
COA	23
CAPITULO II: Materiales y Métodos	25
Área de estudio	25
Fase I – Vivero.....	26
Construcción de vivero y/o parcelas	26
Recolección de propágulos.....	27
Selección de propagulos.....	27
Llenado de fundas y siembra.....	27
Riego	28
Monitoreo y control de variables	28
Fase II – Plantación.....	28
Ensayo experimental.....	28
Espaciamiento de plantación.....	28
Uso de fundas	30
Delimitación, establecimiento de parcelas y plantación de (<i>Rhizophora mangle</i>) .	31
Monitoreo y control de variables	32
Análisis de suelo	33
Análisis fisicoquímico del agua (pH, temperatura y salinidad).....	33
Análisis de datos	34
CAPÍTULO III: RESULTADOS	35
Fase I – Vivero.....	35
Fase II – Plantación.....	38
Mortalidad.....	43
Análisis de agua del área de estudio	44
Análisis de suelo del área de estudio.	44
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	47
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....	57
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS	66

TABLA DE CONTENIDO

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de los manglares	7
Tabla 2. Georeferenciación de los puntos de muestreo del área seleccionada para la reforestación	26
Tabla 3. Diseño experimental: Espaciamientos de plantación.	29
Tabla 4. Variables para análisis en vivero y plantación	32
Tabla 5. Resultados del análisis de la varianza de dos factores de las características de las plántulas durante la fase de vivero.	38
Tabla 6. Características de las plántulas en la etapa de plantación.	39
Tabla 7. Resultados del análisis de la varianza de dos factores (Semana X Distancia X Funda) de las características de las plántulas durante la fase de plantación. No existen diferencias significativas entre los niveles con el mismo superíndice.	44
Tabla 8. Parámetros físico-químicos del agua de estuario fase I y fase II.	44
Tabla 9. Análisis de suelo.....	45

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Área de Estudio: Ubicación de Parcelas de Vivero y Plantación.....	25
Figura 2. Vivero: Diseño de parcelas	28
Figura 3. Diseño Experimental: Espaciamiento de plantación.....	30
Figura 4. Diseño experimental: Uso de fundas.....	31
Figura 5. Diámetro, altura del ápice, altura del tallo, índice de mortalidad y número de hojas de las parcelas durante ocho semanas de muestreo en la fase de vivero.....	36
Figura 6. Ancho y largo de hojas del primer, segundo y tercer par de plantas durante ocho semanas en la fase de vivero.....	37
Figura 7. Diámetro, altura del ápice, altura del tallo, índice de mortalidad y número de hojas de las parcelas durante ocho semanas de muestreo en la fase de plantación.	40
Figura 8. Ancho y largo de hojas del primer, segundo y tercer par de plantas durante ocho semanas en la fase de plantación.	42
Figura 9. Resultados del análisis de la varianza de una vía con el tratamiento fundas.	43

ABREVIATURAS

AM097: Acuerdo Ministerial 097

COA: Código Orgánico de Ambiente

CONAF: Misión de la Corporación Nacional Forestal

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

FUNDECOL: Fundación de Defensa Ecológica

INIAP: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

MAE: Ministerio de Ambiente

PANE: Patrimonio de Áreas Naturales del Estado

RVSMERM: Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Muisne

SEMERNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SUIA: Sistema Único de Información Ambiental

RESUMEN

El manglar es un ecosistema que se encuentra en zonas tropicales y subtropicales, considerados como los riñones del planeta, funcionan como filtros biológicos, capaces de absorber gran cantidad de sedimentos y desechos, tienen la capacidad de limpiar el agua para que se lleven a cabo procesos hidrobiológicos importantes para otros ecosistemas. El presente estudio se llevó a cabo dentro del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Muisne, en la parroquia Sálima del cantón Muisne durante los meses de agosto del 2018 hasta julio del 2019, se hizo un análisis del comportamiento del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), a través de la reforestación en fase de vivero y plantación utilizando tres tratamientos considerando espaciamientos de plantación (1.5 m x 1.5 m, 2 m x 2 m y 2.5 m x 2.5 m) con siembra directa, siembra con fundas pequeñas (de 37 x 22 cm) y siembra con fundas grandes (de 80 x 45 cm).

Los parámetros que se midieron a lo largo del estudio durante la fase de vivero y plantación fueron: de porcentajes de mortalidad, tamaño de hojas, número de hojas, diámetro del tallo y altura de la planta. En la fase de plantación y la fase de vivero, las plantas fueron experimentando un incremento en el tamaño y número de hojas, diámetro del tallo y altura al cabo de 56 días (8 semanas) y 112 días de haberlas plantado (16 semanas), siendo en este caso la altura del tallo fue mayor en la primera y cuarta parcela, mientras que el número de hojas, diámetro y altura del ápice fue el mismo en todas las parcelas. En la fase de plantación, las plantas con fundas medianas en una distancia de 1.5 m x 1.5 m las que tuvieron mayor crecimiento de hojas con respecto al resto de tratamientos (2 m x 2 m y 2.5 m x 2.5 m) aumentando un promedio de 4 cm al cabo de 11 semanas.

Con respecto al diámetro de las plantas, hubo un aumento de 0.20 mm en un periodo de 16 semanas, así como la altura del tallo que aumentó 20 cm en un periodo de 16 semanas en todos los tratamientos y con respecto al número de hojas, el tratamiento con fundas medianas en una distancia de 1.5 x 1.5 m registró el mayor número de hojas (con un total de 14 hojas) en un tiempo de 16 semanas.

Las plantas que fueron plantadas sin fundas en el suelo obtuvieron la mortalidad más alta con un porcentaje de 45% (tratamiento sin funda en una distancia de 1.50 m x 1.50 m), 50% (tratamiento sin funda en una distancia de 2.0 m x 2.0 m) y 60% (tratamiento

sin funda en una distancia de 2.50 m x 2.50 m) durante la fase de plantación en un tiempo de 16 semanas, mientras que en la fase de vivero, las plantas que experimentaron el mayor porcentaje de mortalidad fue de 7,12% en la tercera parcela en un tiempo de 8 semanas.

Para evaluar la calidad del agua se realizaron análisis de parámetros tales como: amonio, fósforo, cromo, hierro, pH, salinidad, temperatura, nitritos, nitratos en el laboratorio EGA PUCESE. Mientras que, para evaluar la calidad de suelo del área de estudio se procedió a tomar muestras para ser evaluadas por el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). Los resultados en los parámetros fisicoquímicos en la calidad de agua indicaron que los niveles de salinidad fueron bajos, el pH fue ligeramente ácido en la fase de plantación, los niveles de cromo, hierro y amonio superan los límites máximos permisibles contemplados en el acuerdo ministerial 097 de la legislación ecuatoriana. En los resultados para la calidad del suelo se obtuvo que las concentraciones de fósforo, calcio, magnesio, azufre, zinc, hierro, manganeso y boro presentaron valores por encima de lo que requiere una planta para su crecimiento de acuerdo a los parámetros establecidos por el INIAP.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que la distancia más óptima para realizar procesos de reforestación es a 1.5 m x 1.5 m para asegurar el crecimiento de las plantas en altura, diámetro, número y tamaño de hojas y de 2 m x 2 m para incrementar el porcentaje de supervivencia de las plantas.

Palabras clave: *Rhizophora mangle*, manglar, parámetros físicoquímicos, comportamiento, distancia, vivero y plantación.

ABSTRACT

The mangrove is an ecosystem that is found in tropical and subtropical areas considered as the kidneys of the planet, because they function as biological filters capable of absorbing large amounts of sediments and wastes, with the ability to clean the water so that hydrobiological processes are carried out important for other ecosystems. The present study was carried out within the Mangrove Wildlife Refuge Estuary of the Muisne River, in the Salima parish of the Muisne canton during the months of August 2018 until July 2019, an analysis of the behavior of the red mangrove (*Rhizophora mangle*) was made, through the reforestation in the phase of living and planting using three treatments considering planting spacings (1.5 m x 1.5 m, 2 m x 2 m and 2.5 m x 2.5 m) with direct sowing, sowing with small (37 x 22 cm) covers and sowing with large covers (80 x 45 cm).

The parameters that were measured throughout the study during the nursery and planting phase were: mortality percentages, leaf size, number of leaves, stem diameter and plant height. In the planting phase and the nursery phase, the plants were experiencing an increase in the size and number of leaves, stem diameter and height after 56 days (8 weeks) and 112 days after planting (16 weeks), being in this case the height of the stem was greater in the first and fourth plot, while the number of leaves, diameter and height of the apex was the same in all the plots. In the planting phase, the plants with medium covers at a distance of 1.5 m x 1.5 m which had the highest leaf growth with respect to the rest of treatments (2 m x 2m and 2.5 m x 2.5 m) increasing an average of 4 cm after 11 weeks.

The plants that were planted directly in the soil were those that obtained the highest mortality with a percentage of 45% (treatment without cover in a distance of 1.50 m x 1.50 m), 50% (treatment without cover in a distance of 2.0 m x 2.0 m) and 60% (treatment without cover in a distance of 2.50 m x 2.50 m) during the planting phase in a time of 16 weeks, while in the nursery phase, the plants that experienced the highest percentage of mortality was 7 , 12% on the third plot in a time of 8 weeks.

To evaluate the quality of the water, analyzes of parameters such as: ammonium, phosphorus, chromium, iron, pH, salinity, temperature, nitrites, nitrates were performed in the EGA PUCESE laboratory. Whereas, to evaluate the soil quality of the study area,

samples were taken to be evaluated by the INIAP (National Institute of Agricultural Research).

The results in the physicochemical parameters in the water quality indicated that the salinity levels were low, the pH was slightly acidic in the planting phase, and the levels of chromium, iron and ammonium exceed the maximum permissible limits contemplated in the ministerial agreement 097 of Ecuadorian legislation. In the results for soil quality it was obtained that the concentrations of phosphorus, calcium, magnesium, sulfur, zinc, iron, manganese and boron presented values above what a plant requires for growth according to the parameters established by the INIAP.

According to the results obtained, it was concluded that the most optimal distance to carry out reforestation processes is 1.5 m x 1.5 m to ensure the growth of plants in height, diameter, number and size of leaves and 2 m x 2 m to increase the plant survival percentage.

Keywords: *Rhizophora mangrove*, mangrove, physicochemical parameters, behavior, distance, nursery and plantation.

INTRODUCCION

1.1. Presentación del tema

El manglar es un ecosistema que esta presente en regiones tropicales y subtropicales a nivel mundial, son considerados como los riñones del planeta, ya que funcionan como filtros biológicos capaces de absorber gran cantidad de sedimentos y desechos, capaces de limpiar el agua para dar continuidad a procesos hidrológicos importantes para la costa y el mar (Ezcurra et. al, 2009).

Está constituido por un tipo de vegetación arbórea y arbustiva halófitas, es decir que son plantas tolerantes a la salinidad, se crece en zonas estuarinas y costeras intermareales cercanas a desembocaduras de rios, donde se mezcla el agua dulce y el agua salada, generándose el agua salobre, siendo esta última donde se dan las condiciones para el desarrollo de la vegetación de mangle (Quiñonez, 2014).

El manglar es un medio de vida de gran importancia en el círculo social, económico, ambiental y cultural; es un sitio biodiverso y productivo que brinda bienes y servicios para el bienestar y desarrollo humano, animal y vegetal (Salvador, 2011). Este ecosistema constituye el eje de vida de muchos seres vivos, dado que es el sitio donde se refugian, reproducen, anidan, crecen, y alimentan. Asimismo, representan el hábitat de miles de especies como peces, moluscos, crustáceos, gasterópodos y aves; donde muchos de ellos simbolizan un valor comercial para quienes se dedican a la pesca y recolección de productos acuáticos (Salvador, 2011).

Este ecosistema actúa como un sistema natural de control de erosión del suelo e inundaciones, operan como barrera natural ante desastres naturales y protección de costas; son filtradores biológicos, funcionan como trampas de carbono, son proveedores de madera para la construcción y fuente de energía leña y carbón, por lo que poseen un elevado costo cultural y científico (Cordova, 2008).

La reforestación es un proceso en el cual se vuelve a sembrar o cultivar en una zona que ha perdido su composición florística, con la finalidad de restablecer la comunidad de plantaciones arbóreas en lugares que han sido talados, con lo cual se mantienen las funciones ambientales y se conserva la diversidad biológica siempre y cuando las tierras en donde se siembren las nuevas especies forestales no hayan perdido su productividad,

de tal modo que sea posible el desarrollo adecuado de las especies vegetales a ser reforestadas (Arroyo et. al, 2016).

A nivel mundial, se estima que el ecosistema manglar está desapareciendo en una escala de 1 a 2% por año, y esta pérdida está ocurriendo prácticamente en todos los países que poseen este ecosistema, considerando que los países en vías de desarrollo son los que poseen más del 90% de los manglares, estas alteraciones son un factor perjudicial para los servicios ecosistémicos que ofrecen los manglares, ya que al haber afectaciones en el intercambio de energía y la materia proporcionada por estos ecosistemas, también hay afectaciones a otros medios acuáticos, como es el caso de los ecosistemas marinos, en donde algunos estudios han estimado que estas alteraciones representan una pérdida de aproximadamente 4,7 millones de toneladas de pescado, sin mencionar el resto de servicios que ofrece el manglar, de los cuales no existen cálculos exactos de cuántas pérdidas pueda generar en términos ambientales y económicos (Serra et. al, 2014)

Sin embargo, este ecosistema ha sido afectado a causa de la inconciencia de los seres humanos, mediante diferentes actividades que han ido reduciendo su funcionalidad e incrementando su fragilidad o inestabilidad, que va de la mano con la contaminación, sobreexplotación de los recursos, tala excesiva del manglar para llevar a cabo la actividad acuícola - camaronicultura mediante la construcción de piscinas en zonas de manglar, lo que resulta interesante ya que este medio brinda las condiciones y beneficios para abarcar los costos de producción (Cornejo, 2014).

En el Ecuador los bosques de mangle se han ubicado a lo largo de la costa en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Galapagos, abarcando cerca de 161. 835, 035 has de cobertura de bosque de manglar, y se considera que aproximadamente existen 7 especies de mangle entre ellas la especie de mangle conocido como Nato *Rhizophora mangle*, *Rhizophora harrisonii*, *Avicennia germinans*, *Acrostichum aureum*, *Laguncularia racemosa*, *Pelliciera rhizophorae*, *Conocarpus erectus*, y de entre ellas la más común es la *Rhizophora mangle* y se estima que entre los años 1969 hasta el 2001 ha disminuido del bosque de manglar en un 27.7% de la superficie inicial del país (Winter, 1997).

Frente a esta problemática es conveniente aplicar técnicas que ayuden al manglar en su recuperación, por tales razones en el presente estudio se ha determinado llevar a cabo un proceso de reforestación de la especie *R. mangle* a través de la instalación de viveros y

plantación de esta, con la finalidad de que esta se desarrolle y sus comunidades se restablezcan en zonas donde esta especie ha perdido su productividad, como una posible solución a los problemas de degradación que el manglar ha enfrentado, de tal manera que las personas que se benefician de este ecosistema obtengan un sustento, al mismo tiempo que se asegure la conservación de las especies de flora y fauna que habitan en él (Arroyo et. al, 2016).

Ecuador alberga 41 unidades de manglar, de los cuales nueve forman parte del PANE (Patrimonio de Áreas Naturales del Estado), dentro de estas unidades, Esmeraldas posee tres manglares en territorio local considerados como áreas protegidas, cuyas unidades son: Manglares Cayapas Mataje (ubicado en Eloy Alfaro y San Lorenzo), Manglares Estuario Río Esmeraldas (ubicado en el cantón Esmeraldas) y Manglares Estuario Río Muisne (ubicado en el cantón Muisne), sin embargo desde 1969 hasta el 2001, en Esmeraldas se han perdido aproximadamente el 15% de los manglares (Erazo, 2014).

El presente estudio se llevó a cabo en el Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Muisne (RVSMERM), el cual posee una extensión de 92246,35 has y fue creado el 28 de marzo del año 2003 (Bodero, 2005).

Es así que mediante leyes y acuerdos establecidos por el estado ecuatoriano se ha incorporado medidas que protegen al manglar y prohíben claramente la tala y construcción de nuevas piscinas camaroneras o cualquier actividad que pueda afectar o dañar al manglar, partiendo como base para la creación de multas y sanciones para quienes incumplan con la ley. De igual manera se han implementado herramientas de solución como la creación de áreas protegidas, programas de reforestación y de forma más cercana el empoderar a las comunidades aledañas a estos ecosistemas para que sean ellos los custodios y defensores del manglar (Cornejo, 2014).

1.2. Planteamiento del problema

A nivel mundial los problemas que enfrentan los manglares están asociados a varios factores tales como: la expansión de la ganadería extensiva, incendios provocados con el fin de cazar tortugas de agua dulce e iguanas, modificación de los flujos hídricos como producto del dragado mal diseñado, la contaminación con pesticidas y fertilizantes, derivados de actividades como la agricultura, la sedimentación proveniente de la expansión de actividades como el cultivo de palma africana y el asentamiento poblacional en zonas aledañas a estos ecosistemas (Brenner, 2018).

La inadecuada planificación u ordenamiento territorial para el desarrollo urbano es otro problema, ya que los asentamientos poblacionales y de industrias traen consigo problemas asociados como es la descarga de aguas residuales y doméstica, derrames de petróleo y sustancias industriales que generan una modificación en las condiciones naturales e hidrológicas del manglar provocando impactos que muchas veces son irreversibles, la sobreexplotación de especies con interés comercial altera la composición y la estructura de las funciones que cumplen estos ecosistemas (Díaz, 2011).

La tala indiscriminada y deforestación de zonas de manglar para la construcción e implementación de las industria camaronera (acuicultura), adquirió mayor fuerza entre los años 70 y 90, y posteriormente se se posiciona en el medio como el uno de los productos con mayor demanda en el mundo y que hasta la actualidad se mantiene (Sanchez Paez et. al, 1998). Se estima que en un cultivo semiintensivo de camarón se necesitan de 2 a 22 has de manglar para poder filtrar las concentraciones de nitrógeno y fósforo que este cultivo desecha (Díaz, 2011).

Estos cultivos acuícolas constituyen la principal amenaza para el ecosistema manglar en el Ecuador, debido a que esta actividad opera en zonas cercanas al manglar. Los impactos ambientales negativos causados por estas camaroneras estan asociados a la liberación de sus aguas de forma directa al manglar, siendo perjudiciales para muchos organismos que pertenecen o viven en este ecosistema, y por ende a los seres humanos (Winter, 1997).

1.3. Justificación

La población mundial se ve fuertemente amenazada por el deterioro del manglar, la disminución de los recursos pesqueros cada día es más vulnerable a desastres naturales, mayor contaminación, disminución de los alimentos del mar y pérdida de culturas ancestrales, a causa de la degradación de las zonas de manglar (Salvador, 2011).

Esta investigación está encaminada a determinar el comportamiento de la especie *R. mangle* a través de dos fases: vivero y plantación en la Parroquia de Sálima al Sur de la Provincia de Esmeraldas en el Cantón Muisne, deseando que este estudio se convierta en una herramienta elemental para la toma de medidas en la ejecución y planificación de programas de reforestación, restauración, y conservación del ecosistema manglar.

Los manglares al constituir un ecosistema de importancia inigualable para quienes habitan en sitios cercanos a ellos y que dependen de ellos, surge la necesidad de promover esta iniciativa de la reforestación de las áreas que están a disposición y una vez que éste vaya desarrollando sus condiciones óptimas pueda proveer de sustento y bienestar para las comunidades que dependen ellos.

Por otra parte, el sitio escogido al encontrarse dentro del RVS – MERMC es aún más importante poder desarrollar estas actividades de reforestación, con la finalidad de conservar la naturaleza, los servicios que este brinda para la sociedad, la protección y el mantenimiento de sus recursos.

1.4. Objetivos

General.

Identificar el comportamiento de la reforestación con mangle rojo (*Rhizophora mangle*) a través de las fases de vivero y plantación en la Parroquia Salima - Cantón Muisne .

Específicos:

- Valorar el comportamiento del mangle rojo durante la etapa de vivero.
- Comprobar el desarrollo del mangle rojo a campo abierto - plantación.
- Determinar la sobrevivencia y mortandad del mangle rojo en las etapas de vivero y plantación
- Realizar un análisis de suelo, parámetros fisicoquímicos del agua en las dos fases.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

Los **manglares** son bosques de marismas que generalmente se encuentran en costas protegidas en las zonas subtropicales y tropicales. Son ecosistemas de pantanos integrados por arboles leñosos situados en litorales de tropicales de suelo fangoso, plano y de aguas tranquilas (bahías, estuarios, lagunas costeras, entre otras) (Bodero, 2005).

Importancia de los manglares

Los manglares son considerados como zonas que albergan especies de interés para actividades como la pesca, ya que estos ecosistemas sirven como zonas de crianza y desarrollo de algunas especies en sus primeras etapas de vida, las raíces de los manglares son considerados como micrositios que protegen y sirven de alimento a ciertas especies como alevines, crustáceos y peces; además algunos moluscos utilizan las raíces del mangle para fijarse, estos ecosistemas son altamente productivos por la cantidad de nutrientes que poseen, los cuales son transportados a ecosistemas marinos en la franja litoral de donde son aprovechados por todo tipo de especies, incluso publicaciones de la FAO dan a conocer que el 80% de la captura mundial de peces marinos se lleva a cabo en la franja costera (Díaz, 2011).

Asimismo, los manglares sirven de hábitat para una gran diversidad de especies faunísticas, abarcando los reptiles, anfibios, aves y mamíferos en peligro de extinción, de igual manera, el ecosistema manglar provee de componentes nutritivos para las cadenas tróficas marinas y se convierten en lugares propicios para el desove de una gran diversidad de peces y mariscos, incorporando a las especies comerciales (MAE, 2014).

Estos ecosistemas son importantes debido a la cantidad de materia orgánica que generan, la cual es consumida por ciertas especies como son los macroinvertebrados marinos, de acuerdo a estudios realizados un kilómetro de manglar es capaz de sustentar pesquerías cuyo valor anual puede alcanzar altos costos económicos, se estima además que un manglar tiene la capacidad de generar al año más de 10 has de hojarasca, de la cual un gran número de especies en su etapa juvenil hacen uso, es decir, que los manglares aseguran la supervivencia de ciertas especies que lo utilizan en sus primeros estadios de vida, entre estos tenemos: langostas, camarones, róbalo, bagres, lisas, jaibas, ostiones, pargos, almejas, entre otros (Ezcurra, Aburto, & Rosenzweig, 2009).

En el contexto socioeconómico los manglares constituyen la fuente de recursos y productos de sustento para las comunidades aledañas a estos, a través de los manglares se obtienen productos forestales, carbón y materiales de construcción (Bodero, 2005).

Los manglares son ecosistemas de vital importancia dado los bienes y servicios ambientales que proporcionan, tales como: captación de grandes cantidades de carbono y fuentes de carbón oceánico (14 gr de C/m² y entre 7-15 ton de hojarasca C/ha anualmente); control de inundaciones y otros fenómenos naturales al funcionar como barrera protectora; filtración de aguas contaminadas; sirve de hábitat para una gran variedad de peces, crustáceos, moluscos, aves, reptiles y microorganismo (Urrego, 2009). Los manglares protegen a las zonas costeras de la erosión a causa del viento, las corrientes de agua, las olas, los arrecifes de coral, las rutas de navegación y las praderas marinas contra la sedimentación (Mejias Quiñonez, 2014).

Sin embargo, la deforestación se ha convertido en una latente amenaza para la supervivencia de las especies que habitan en estos y al mismo tiempo favorece a la salinización de los suelos costeros y a la erosión de las tierras (Winter, 1997).

Servicios ecosistémicos que ofrecen los manglares

Tabla 1. Servicios ecosistémicos de los manglares Vide y Briansó (2014)

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS MANGLARES	
SERVICIO	FUNCIÓN
SERVICIO DE REGULACIÓN	
Regulación de gases	Regulación de las emisiones de CO ₂ y SO ₂ emitidos a la atmósfera
Regulación del clima	Regula la temperatura global, el efecto invernadero y la precipitación
Suplemento de agua	Almacenamiento y absorción de agua
Regulación de la erosión y retención de sedimentos	Previene los deslizamientos y remueve ciertos nutrientes del medio
Barrera contra el calentamiento global	Intervienen en la regulación de la temperatura media y el aumento del mar
Regulación hidrológica	Regula los flujos hidrológicos integrados con la cuenca hidrográfica
Protección de la costa	Protege a las costas de desastres naturales como: tormentas, tsunamis, variabilidad ambiental que es controlada por la estructura de la vegetación
Formación de los suelos	Interviene en la formación de materia orgánica y en el proceso de formación del suelo
Ciclaje de nutrientes	Almacena nutrientes tales como nitrógeno y fósforo en el ciclo de nutrientes
Disipados de materia y energía	Recuperación, remoción y control del exceso de nutrientes y compuestos orgánicos (controlador de la contaminación)
Polinización	Alberga especies (por lo general insectos y mamíferos) que intervienen en la reproducción de poblaciones
Regulación de la biodiversidad	Hay interacción biológicas de los organismos con los componentes abióticos del ecosistema
SERVICIO DE HÁBITAT	

Refugio	Alberga especies migratorias y residentes
SERVICIO DE PRODUCCIÓN	
Producción de alimento	La producción que tiene el manglar es transformada en alimentos (peces, moluscos, crustáceos y actividades de subsistencia)
Producción primaria	La producción del manglar es utilizada como materia prima (madera, combustible y forraje)
Recursos genéticos	Muchos de los recursos que ofrece el manglar son utilizados como medicina, material científico, especies ornamentales y obtención de genes resistentes a las plagas.
SERVICIOS CULTURALES	
Recreación/Turismo	Dentro del manglar se llevan a cabo actividades tales como: ecoturismo, pesca deportiva, senderismo, recorridos fluviales y otras actividades al aire libre.
Paisaje	Los manglares forman el paisaje costero
Arte y cultura	Los manglares son considerados como lugares de inspiración para creaciones culturales
Espiritual	Muchas comunidades ancestrales reconocen al manglar como un lugar sagrado
Ciencia y educación ambiental	Son utilizados como lugares de desarrollo de estudios científicos para promover la educación ambiental

Climas y tipos de suelos de los manglares del Ecuador

El **clima** de la zona de manglares de Ecuador es tropical, va desde muy lluvioso al norte del Ecuador, húmedo en la zona central y seco en la zona sur (Bodero, 2005).

La **precipitación** media anual fluctúa entre 1200 y 3500 mm/año, los meses más lluviosos son enero a junio y los menos lluviosos julio a diciembre y la temperatura presenta un valor medio de 24,5 y 27,5 °C, habiendo mayores fluctuaciones en los meses más lluviosos (Bodero, 2005).

El **viento y la evaporación** intervienen en el rendimiento fisiológico de los manglares, mediante su capacidad evaporativa y su función al regular el proceso de evapotranspiración de las hojas. Los bordes que se encuentran cubierto de manglar en tierra firme están más expuestos al secado del sustrato y a considerables pérdidas evaporativas (Sanchez et. al, 1998).

El **suelo** representa el principal factor para el desarrollo del manglar, el cual se desenvuelve en suelos pantanoso-fangoso, que tolera el exceso de agua y la mínima aireación, el suelo de manglar se encuentra conformado por fragmentos de limo, materia orgánica, arcilla, entre otros medianamente salino conforme a la influencia y prioridad del agua que los inunda y cuyo contenido en agua fluctúa con la marea, con el agotamiento de los suelos de manglar, su secamiento o aireación (Sanchez Paez, Guevara Mancera, & Alvares Leon, 1998).

Los manglares tienen la capacidad de crecer diferentes sustratos incluyendo roca, limo, pantano turboso y arena (Sanchez Paez, Guevara Mancera, & Alvares Leon, 1998).

El **drenaje y aireación** de los suelos son importantes en los ecosistemas de manglar, debido a que permite el ingreso de oxígeno para la respiración de las raíces, teniendo una correspondencia directa con el drenaje del suelo, siendo altamente dependiente y variable de la textura (Sanchez Paez, Guevara Mancera, & Alvares Leon, 1998).

La **fluctuación de mareas** va entre 2-5 m. Los manglares con dominancia de *Rhizophora* suelen estar inundados diariamente, alrededor de 700 veces al año, a diferencia de *Avicennia* y *Conocarpus* los cuales son inundados la mitad del año (Winter, 1997).

Las especies de mangles que existen en el Ecuador son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, *Rhizophora harrisonii*, *Mora oleaginosa* o *Nato* y *Pelliceria rhizophorae* o Piñuelo, este último se halla en la provincia de Esmeraldas (Winter, 1997). De todas las especies de mangles existentes en el Ecuador *Rhizophora mangle* se caracteriza por abarcar o cubrir aproximadamente el 98% de las áreas de manglar en donde se encuentran:

Rhizophora mangle: Comúnmente conocido como mangle rojo, debido al color de su madera, es un árbol perenne considerado como una especie rara debido a lo restringido de su hábitat, se encuentra distribuida desde México hasta el norte de Ecuador en la costa Pacífico y de México a Brasil en la costa del Atlántico. Se localiza además en la costa oeste de África desde Angola hasta Mauritania (Muñiz et. al, 2013). Tiene flores todo el año, sin embargo su máxima floración ocurre a finales del verano, sus flores presentan tanto estructuras masculinas como femeninas y su morfología general permite la autopolinización, la cual es llevada a cabo por el viento, la dispersión de *R. mangle* es través de sus propágulos flotantes que pueden permanecer viables por periodos de hasta un año (Muñiz et. al, 2013).

Es una especie frecuente de manglar que se desarrolla en lugares inundados por agua y corrientes marinas, a su vez asociadas a la escorrentía de agua de lluvia y agua dulce. Representan una especie de gran importancia que se desarrolla en las orillas de las desembocaduras fluviales y adquieren su máximo desarrollo estructural en manglares ribereños, especialmente en regiones con nula presencia de tormentas ciclónicas (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001).

Esta especie de mangle es caracterizada por alcanzar gran tamaño, con alturas que van de 4 a 10 m. Poseen raíces aéreas y propágulos con apariencia de un lápiz. Sus raíces fulcreas o zancudas miden de 2 a 4.5 m de alto (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001).

Presenta yemas terminales angostas y verdes que terminan en punta larga, sus hojas opuestas son elípticas con ápice romo, gruesas, carnosas, verdes brillantes y con el envés de coloración verde amarillento. Sus racimos laterales alcanzan tamaños de 1 cm de largo y se encuentran integrados por 2 a 20 flores, las cuales son de color amarillo claro, con 4 sépalos gruesos, angostos y bien extendidos (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001).

El fruto de esta especie de mangle se caracteriza por su aspecto singular y con una coloración café oscuro. El tamaño del diámetro de su fruto va de 3 a 4 cm de largo por 1.5 cm, el mismo que persiste adherido. Asimismo, cada uno cuenta con una plántula en desarrollo y una radícula angosta y larga que suele alcanzar medidas de 25 cm de largo. Su corteza es de color gris clara, habitualmente lisa y con pocas fisuras. La corteza interna es de coloración rosada, amarga y su peso está compuesto por 35% de taninos (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001).

La semilla tiende a germinar en el interior del fruto cónico creando una raíz larga y ancha, de coloración verdosa, con excepción del extremo ensanchado y puntiagudo que posee un color café. En el momento que adquiere una longitud superior a los 25 cm la plántula se cae y flota en el agua antes de su arraigamiento. Tiene la cualidad de florecen y fructificar alrededor de todo el año (Winter, 1997).

Rhizophora mangle cuenta con una salinidad intersticial comprendida entre los 50 y 55 ppm en donde desarrollan rodales con poco desarrollo. Generalmente son encontradas en los bordes de los cuerpos hídricos, gracias a que cuentan con un mecanismo complejo de raíces que le brindan sostén, facilitándole los procesos de nutrición y aireación (Winter, 1997).

Al igual que la mayoría de las especies, el mangle rojo alcanza su máximo desarrollo estructural en ambientes con bajos niveles de estrés ambiental y antropogénico, es posible encontrarlo en los límites de distribución bajo condiciones inhóspitas para la gran mayoría de las especies de mangle, no obstante, su desarrollo estructural es muy inferior al encontrarlo en condiciones óptimas (Muñiz et. al, 2013).

La madera de *Rhizophora mangle* es muy pesada, dura, de textura fina con grano irregular y recto, no posee color ni sabor que la distinga, carece de anillos y es difícil de aserrar. Posee una gran durabilidad al contacto con la tierra, pero tiende a ser susceptible a la enervación de los tejidos de la madera seca (Winter, 1997).

***R. mangle* como especie sombrilla**

R. mangle es considerada como una especie sombrilla debido a varias razones: es una especie arbórea fácil de identificar, presenta una altura de 10 m o más, circunda los márgenes de las lagunas costeras, sobre todo en áreas inundables, soporta altos niveles de salinidad, alberga diversos grupos biológicos de importancia ecológica (en las copas de estos mangles viven aves, reptiles, mamíferos e insectos) y económica (Cruz, 2012). Sus raíces constituyen un importante sustrato y alimento para especies sésiles y sedentarias, además de proveer un refugio de crianza, reproducción y refugio contra la depredación, además tanto la flora como la fauna existente en *R. mangle* se consideran como especies indicadoras de sucesos naturales, ambientales y actividades humanas (Cruz, 2012).

Una **especie halófila** es aquella que se desarrolla en condiciones considerables de salinidad. Sus flores, semillas y hojas constituyen la fuente de alimentación de comunidades que habitan en sus alrededores, a la vez que sus plántulas son extenuadas por diferentes especies de cangrejo (ACOFOR, 2002).

Los factores ambientales del manglar son el suelo, temperatura, viento y evaporación, salinidad y fuentes de agua dulce, drenaje y aireación de los suelos y fluctuación de mareas (Winter, 1997).

La **actividad camaronera** se define como el conjunto de procesos destinados al cultivo y producción de camarón en cautiverio. Las camaroneras realizan dos procesos para la obtención del camarón, el primero consiste en la producción de semilla y el segundo en el engorde (Reese., 2013). Durante la producción del camarón se producen una serie de impactos que afectan gravemente a las zonas de manglar en donde se establecen las camaroneras, comenzando con la tala indiscriminada de árboles, contaminación de las fuentes hídricas por el uso de fertilizantes y bioquímicos, fragmentación de hábitats, disminución de flora y fauna, entre otros (Winter, 1997).

Una de las medidas para remediar o recuperar las áreas afectadas por la deforestación es la reforestación.

La **reforestación** es definida como la repoblación de un terreno específico con vegetación. En el ámbito de la silvicultura la reforestación es considerada como una operación dirigida a repoblar determinadas zonas que en su pasado histórico estuvieron cubiertas de bosques, los cuales fueron eliminados por diversas situaciones como la explotación de la madera, construcción de camaroneras, ampliación de áreas rurales o incendios forestales (Winter, 1997).

Restauración del manglar experiencias y técnicas

La restauración ecológica se define como el proceso en el cual se ayuda a restablecer un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, por lo tanto se da un proceso de transformación que se basa en la respuesta de los ecosistemas para generar funciones y procesos básicos, además busca darle al ecosistema un cambio de sucesión de la diversidad biológica (CONAF, Restauración ecológica en Áreas Silvestres Protegidas del Estado: Experiencias y desafíos que contribuyen a la conservación de la diversidad biológica del país., 2013)(CONAF, 2013).

Metodologías para la reforestación de áreas de manglar

Reforestación con la Metodología de Riley (MER): En esta metodología se mide la altura, número de hojas y supervivencia, salinidad, pH y nivel de inundación, es considerado como una técnica eficiente para la reforestación, establecimiento y supervivencia de especies de mangle (SEMARNAT, 2009).

Técnica de nucleación: Esta técnica consiste en la formación de microhábitats que faciliten la llegada de especies animales y vegetales, lo cual aumenta la probabilidad de interacciones entre especies, el objetivo de esta técnica es aumentar las probabilidades de del tiempo de recuperación (UICN, 2016).

Producción de planta en vivero: Es un espacio que es destinado para la reproducción y producción de plantas con fines forestales, ornamentales, frutales, medicinales, que serán utilizadas en plantaciones forestales y agroforestales, lo cual garantiza tener plantas de calidad y adaptadas al medio, que aseguran la sostenibilidad del sistema (Bonilla, Pino, & Logroño, 2014).

Rehabilitación ecológica: Es similar a la restauración ecológica, sin embargo, en esta técnica, el propósito no es volver a determinada condición el ecosistema, sino convertir un ecosistema degradado en uno que se pueda utilizar para cumplir ciertos beneficios, es decir, regresar de una condición perturbada a una condición natural (Robin & Brown, 2014).

Barreras Vivas: Es una técnica utilizada para controlar la erosión, a través de trampas de sedimentos, aumentan la regeneración natural en ambos lados de la barrera, favorecen la acumulación de materia orgánica, aumentando la recuperación del suelo y mejoran la retención de humedad en el suelo (Calle, 2012).

Sistemas agroforestales: Es una técnica que permite la recuperación de un ecosistema, en los manglares se pueden llevar a cabo en los sitios de transición entre el ecosistema de manglar y tierra firme, en etapas tempranas el sistema necesitará de un aporte de fertilizantes para servir de apoyo nutricional al mismo, por lo general se usan estos sistemas donde hay asentamientos poblacionales (Samaniego, 2007).

Experiencias

En la tesis de maestría de Cruz & Terán (2008), se utilizó y se adaptó la metodología de Riley con la especie *Laguncularia Racemosa*, de la cual se obtuvieron resultados muy buenos, así mismo en el estudio de SEMARNAT (2009), se utilizó dicha metodología con la especie *Rhizophora Mangle* en zonas de alto oleaje donde existían diferentes niveles de inundación de lo cual se obtuvo un 50% y un 20% de supervivencia respectivamente.

En mayo del 2016 se realizó un seminario de restauración ecológica post incendio en la Reserva China Muerta en Chile, que afectó un total de 3700 has correspondientes a bosques, para lo cual la CONAF creó una unidad de restauración, no solo con el objetivo de restaurar el ecosistema después de haber pasado por un incendio sino también con la finalidad de eliminar especies exóticas, en este seminario se expusieron experiencias en restauración de bosques quemados, para lo cual se utilizó la especie *Araucaria Noithofagus*, debido a que puede restablecerse a través de semillas por regeneración vegetativa, en conjunto de otras especies del ecosistema (CONAF, 2016).

De acuerdo con las experiencias de estudios realizados en Perú acerca de la restauración ecológica, se menciona que las especies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*,

Rhizophora harrisonii son consideradas como las especies más utilizadas para fines de restauración en el manglar (Cerrón et. al, 2017).

De acuerdo a una experiencia de restauración de humedales, se recomienda que los procesos de restauración se lleven a cabo en sitios que no tengan especies invasoras, dado que estas especies son altamente competitivas y tienden a desplazar al resto de especies, razón por la que si un proyecto se ejecuta en un lugar de estos, es bastante probable que el proyecto no sea sustentable a largo plazo (Moreno, 2009).

Los **viveros forestales** representan la etapa inicial de cualquier proyecto de restauración forestal. Estableciéndose como sitios destinados al cultivo de plántulas forestales, las mismas que dispondrán de todas las condiciones y atenciones requeridas para su transporte al terreno final de plantación. De igual manera representa la variación necesaria para reducir la pérdida de los recursos naturales y mejorar la calidad de vida de la sociedad. Por tal razón se pueden identificar diferentes tipos de viveros forestales como lo son los viveros permanentes o temporales, viveros comerciales, viveros de investigación, viveros de producción específica y viveros de intención social (Jimenez, 1993).

La **siembra en vivero** inicia con el llenado de semillero o bolsas con el suelo recomendado, el mismo que puede ser suelo de manglar, suelo franco arenoso o una combinación de estos dos tipos de suelo (Ulloa, Rodríguez, Gil, & Pino, 1998)

La **plantación** es llevada a cabo mediante la movilización de las plántulas, las cuales deben efectuarse de manera cautelosa, al transportarse no deben colocarse una encima de otras, y procurar que el viento no las maltrate o incline. Para el sembrío de las plantas se recomienda que se realizan en días nublados y con marea baja, o en horas del día en donde la temperatura se eleva (Ulloa, Rodríguez, Gil, & Pino, 1998).

La reforestación directa en zonas de manglar perturbado es factible cuando las condiciones ambientales no han sido modificadas, sin embargo, se debe considerar que la distribución de los propágulos y plántulas, en áreas inundadas por la marea no corresponden en algunas ocasiones a la distribución de los adultos. La reforestación con plantas en vivero es importante porque dan una mayor probabilidad de supervivencia respecto a las plántulas que son sembradas directamente en el suelo, cuando se usan plantas de vivero es necesario pre-adaptarlas a las condiciones similares del sitio donde

se piensa sembrar, para garantizar una buena supervivencia (Verdugo, Agraz, & Benítez, 2014).

En la siembra directa se recomienda sembrar las plántulas a una altura de 60 a 100 cm por arriba del suelo para evitar la herbivoría por cangrejos y otros organismos, también corren el riesgo de ser infectados por insectos de las familias Scarabidae y Scotydae, por lo tanto se recomienda regarlas con agua ligeramente salina (Verdugo, Agraz, & Benítez, 2014).

La **siembra directa de propágulos o semillas** se basa en el establecimiento de semillas o propágulos de forma directa en el área a restaurar. La viabilidad y recomendación de este método se afianzan cuando el método cumple con las condiciones imperceptibles para su establecimiento, resultando en este caso la técnica más económica (Sanchez Paez, Guevara Mancera, & Alvares Leon, 1998).

El **trasplante** es una técnica que facilita que permite en la mayoría de los casos, el inicio de procesos de restauración con plantas activas, conformadas por un sistema radicular procedente de viveros o adquiridos de forma directa del bosque. Esta técnica es recomendable en cualquier área de manglar que cuente con las condiciones requeridas, utilizando un traslado adecuado y un manejo cuidadoso de la bola de raíz (Winter, 1997).

En terrenos que presentan inundaciones continuas o elevada dinámica hídrica personificada por las mareas o el oleaje, es recomendable la aplicación de soportes para su anclaje o tutores (Winter, 1997).

El **método de siembra** abarca la extracción de la bolsa con bola de raíz o semillero, de modo que las raíces no queden expuestas. Consiguientemente se ubica la planta en el hoyo abierto con anterioridad, y se procede al llenado con la misma tierra extraída, apisonándola lo suficientemente hasta alcanzar su estabilidad (Winter, 1997).

La **densidad** es factor de alta consideración, dado que para la protección en zonas como litorales se den utilizar altas densidades, que consiste en poco espacio entre plantas como por ejemplo espacios de 0.5 m o 1 m entre las plantas. En áreas internas o protegidas las densidades pueden ser menores como por ejemplo espacios de 1.5m a 2m entre las plantas (Winter, 1997).

La **distribución** puede efectuarse en cuadrado real o tres bolillos. La técnica de tres bolillos favorece en el desarrollo regular de la copa con mayor cobertura de superficie y se transforma en una especie de trampa de sedimentos ante la carencia de callejones prolongados que se identifican en una distribución de cuadrados (Winter, 1997).

Los **cuidados post trasplante** de la siembra de la plántula deben efectuarse al menos durante los primeros semestres, en donde se emplee un monitoreo de supervivencia y replazo de plantas muertas. Asimismo, se debe considerar la supervisión de plagas o manchas que permitan reflejar la propagación de hongos y bacterias, identificar la posibilidad de depredadores naturales y la manera de evitarlos, al igual que la eliminación de malezas para obtener mejores resultados de las plántulas (Winter, 1997).

Diámetro: El diámetro es la medida que indica el grosor del tronco de un árbol, lo cual permite diferenciar el tamaño y la edad de un árbol, además de las dinámicas del bosque, es importante conocer el diámetro de un árbol porque de esta manera se conoce la relación entre diámetro y la altura de los árboles, también es importante para las entidades al momento de adoptar medidas de aprovechamiento, restauración y protección de los componentes del bosque (Guevara & Murcia, 1998).

Distancias entre plantas: La distancia de siembra de plántulas y semillas, depende lo que se quiera lograr, si el objetivo es proteger los márgenes del manglar de procesos erosivos, se deberá sembrar una plántula cada metro, porque de esta manera las raíces podrán atenuar los efectos de la corrientes; por otro lado, si el objetivo es restablecer el bosque, se deberá sembrar cada dos metros, lo cual permitirá que una vez transcurrido unos cuantos años se logren obtener árboles similares a los que se observaban en el ecosistema inicial (Tavera, Rentería & Castaño, 2014).

Los **factores que considerar en la repoblación del manglar** son:

Las **fuentes de agua** es un factor muy importante que considerar para las áreas de repoblación, por esta razón se debe asegurar que el manglar dependa de los flujos hídricos de cada zona, contribuyendo de esta forma al lavado de sales en los suelos, dispersión de semillas, aporte de nutrientes y regulación térmica. Estas aguas pueden proceder de mareas, ríos, ciénegas, arroyos y el nivel freático, las mismas que son responsables de ocasionar inundaciones periódicas o permanentes (Winter, 1997).

La **protección** dentro de la zona a recuperar juega un papel muy importante en la lucha contra la embestida directa de las olas, los vientos fuertes, la dinámica marina y los depredadores (Winter, 1997).

La **erradicación de plantas invasoras** conlleva a eliminar plantas que generan competencias por espacio y nutrientes con el mangle, como por ejemplo el helecho *Acrostichum aureum* (ranconcha) (Winter, 1997).

La apertura o limpieza de caños se realiza en sitios obstruidos por varios flujos de agua, abriendo caños nuevos o recuperando los obstruidos, con la finalidad de habilitarlos (Winter, 1997).

Parámetros fisicoquímicos

Agua

La **temperatura** del agua no debe superar los 40°C, debido que puede ejercer efectos negativos en el establecimiento de plántulas. Las temperaturas propicias deben ser menores a 35°C (Winter, 1997).

La **salinidad y las fuentes de agua dulce** tienen gran influencia en las comunidades de manglar, especialmente por las cantidades de agua dulce, a través de las descargas de los ríos o por precipitación, elevadas concentraciones de salinidad pueden interferir en el establecimiento y desarrollo de las especies frecuentes del manglar u ocasionar la mortalidad de los árboles existentes, como se produce en los salitrales (Delgado et. al, 2013).

Cabe recalcar que la unión o alianza manglares-aguas salinas y salobres, facilitan la predominancia de las especies distintivas del manglar contra especies terrestres invasoras, valiéndose de su cualidad de especie halófitas facultativas (Sanchez et. al, 1998).

La **salinidad** debe ser registrada con la finalidad que esta no sobrepase los niveles mínimos de tolerancia que resisten las distintas especies (Winter, 1997).

pH

El intervalo de concentración adecuado pH para asegurar la supervivencia de las especies debe mantenerse en un rango de 6.5 a 8.0, fuera de este rango la diversidad se reduce por problemas de estrés (Delgado et. al, 2013).

Nitratos, nitritos y amonio

Los nitritos y nitratos son importantes para nutrir a los organismos, el nitrógeno es importante para el crecimiento de ciertas especies, como es el caso del manglar, sin embargo, niveles altos de concentración limitan su crecimiento, en el agua las diferentes transformaciones que tiene el nitrógeno determinan el tiempo que ha transcurrido después de una polución en el ecosistema acuático y la presencia de amonio en el agua indica que existe aumento microbiano y por ende contaminación reciente (Fernández & Vásquez, 2006).

Fosfatos

El fósforo en forma de ortofosfatos es un nutriente que se encuentra en los organismos fotosintetizadores, por lo tanto, un aumento de este también puede disminuir la presencia de estos en la columna de agua, su determinación es importante para procesos químicos y biológicos, además su presencia en altas concentraciones indica que existe contaminación de aguas residuales (Delgado et. al, 2013).

Hierro

La presencia del hierro en el agua indica que hay vertidos industriales ferrosos y presencia de alta concentración de materia orgánica (Valencia, 2005)(Valencia, Química del hierro y manganeso en el agua, métodos de remoción , 2005).

Suelo

Materia orgánica

La materia orgánica es un indicador de la calidad del suelo, porque influye directamente en las propiedades del suelo, tales como presencia de nitrógeno y carbono, por lo cual este factor es considerado como un componente imprescindible al momento de evaluar su calidad (Silva, 2004)

Nutrientes del suelo.

Los nutrientes del suelo dan a conocer la calidad y las condiciones que este factor presenta, sin embargo las plantas poseen diferentes requerimientos de nutrientes de acuerdo a su estructura y taxonomía, se considera que en los suelos de manglares prevalecen nutrientes tales como: calcio, manganeso, magnesio, potasio, azufre, cobre, hierro, zinc, fósforo y amoniaco, entre otros, la concentración alta de un elemento puede

favorecer o limitar el crecimiento de las plantas, así como también el aumento de un elemento puede disminuir o aumentar la concentración de otro nutriente (Molina, 2001)(Molina, Análisis de suelos y su interpretación , 2001)

2.2. Antecedentes

En el contexto mundial, durante 1983 se valoró la existencia de 168810 km² de zonas cubiertas por bosque manglar, mientras que estimaciones realizadas en 1997 han demostrado un incremento de la cobertura de manglar del 7,26%, perteneciente a un total de 181, 077 km² como consecuencia de la reforestación en los países de África Oriental, Asia, Medio Oriente y Australia. A diferencia de las estimaciones mencionadas anteriormente, en América Latina y el Caribe se ha registrado una cobertura de 3700 Km² de bosques de manglar del mundo (Arguello, 2008).

A nivel mundial se han ejecutado programas y planes de restauración de manglar, tal es el caso de la especie *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas – México, en donde se rehabilitaron 2 hectáreas de manglar, en este estudio se sembraron 19345 hipocótilos y 3019 propágulos, de los cuales después de 240 días las plántulas alcanzaron una altura de 61,5 cm y 65 cm respectivamente, al final del estudio lograron sobrevivir 15709 (Reyes, 2002).

En Ecuador investigaciones señalan que de los 2036, 95 Km² con los que contaba Ecuador desde 1969 se han degradado y perdido un total de 563,95 Km² de manglar. Un caso parecido se ha observado en la provincia de Esmeraldas en donde estudios de cartografía y SIG señalan la pérdida de un aproximado de 15% de manglar (Cornejo, 2014).

La desaparición masiva de los manglares está relaciona con el desarrollo y manejo inadecuado de las actividades industriales, sus bienes y servicios ambientales, lo que ha conllevado a la imperiosa necesidad de fomentar y promover la participación constante de las personas durante las etapas de conservación y regeneración del manglar (Cornejo, 2014).

Debido a la problemática de la pérdida de zona de manglar han surgido técnicas, herramientas y estrategias de reforestación, para las cuales se requieren conocimientos de sus sucesiones ecológicas, las consecuencias producidas antes los componentes que le producen estrés, las tácticas de reforestación y las particularidades de las especies

vegetales como segmento de estos ecosistemas (Arguello, 2008). En el año 2003 en Yucatán, México se aplicaron técnicas de reforestación, a través de un programa de restauración ambiental, en donde se construyó un vivero de mangle (Febles J. M., 2001).

El Ecuador presenta 41 unidades de manglar, aunadas a 5 sistemas hidrográficos a lo largo de la franja costera del país, cubriendo un área aproximada de 203.695 has, la industria camaronera dura la década de los sesenta era aún rudimentaria, y se establecieron sobre todo en explanadas salinas, convirtiéndose en el embrión que conduciría a la reducción de los bosques de manglar, como producto de las distintas actividades y procesos que conlleva la industria camaronera. Según datos oficiales se han desaparecido alrededor de 54.039 ha de manglar, aunque el dato esta valorización puede llegar a ser más alta (Cornejo, 2014).

En Ecuador en el año 2010 se propuso un estudio de restauración de manglar de borde en el litoral central de Ecuador con la finalidad de restablecer los procesos ecológicos de la comunidad de manglar en áreas degradadas del litoral en la costa central del Ecuador (Manabí), mediante la plantación de especies tales como: *Rhizophora harrisonii* y *Avicennia germinans*, las cuales facilitarían la colonización y con ello la conectividad del paisaje, con una duración de 5 años, dado que la restauración del manglar requiere de un tiempo prolongado para obtener buenos resultados (Medina, Román, Santana, & Salgado, 2010).

Actualmente hay un Plan de Acción Nacional (PAN), para la conservación de los Manglares del Ecuador Continental, el cual se llevó a cabo desde el año 2017 y 2018, en el cual se tomaron en cuenta cinco provincias costeras: Guayas, Santa Elena, El Oro, Manabí y Esmeraldas, para analizar la problemática que enfrentan los manglares ajustando, el plan a las realidades de cada provincia, además se involucró a varios actores locales, mediante talleres de participación, en los cuales se dialogó acerca de las posibles soluciones que se pueden aplicar para evitar problemas como la tala o deforestación de este ecosistema, por lo cual el objetivo principal de este proyecto fue ayudar a los gobiernos participantes a fortalecer las políticas y programas que incluyan el cuidado, recuperación, protección y aprovechamiento sostenible de los manglares, así como también contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que subsisten de los recursos del manglar (Carvajal & Santillán, 2019).

En la provincia de Esmeraldas se han efectuado varios estudios relacionados con la evaluación y reforestación con mangle rojo en las zonas de manglar que han sido deterioradas, tal es el caso de estudio realizado en 1997 bajo el tema de Análisis de crecimiento y sobrevivencia de una plantación de *Rhizophora mangle* con diferentes espaciamientos hasta los 24 meses en el cantón de Muisne (Cornejo, 2014).

En este estudio se obtuvieron resultados de crecimiento en sobrevivencia y altura de los árboles de *Rhizophora mangle* en las 16 parcelas experimentales. Los árboles de la plantación experimental presentaron un promedio de crecimiento de 35 cm por año, por lo que se consideró que el crecimiento fue un poco lento. En cuanto a la mortandad de la plantación registran la existencia de muerte de la especie durante los primeros seis meses. Entre los principales factores que afectaron a la sobrevivencia de *Rhizophora mangle* fue la presencia del crustáceo *Gionopsis pulchra* (tasquero), considerado como una de las especies más destructivas de la plantación, dado que se alimentaban de la carnosidad de los propágulos recién plantados (Cornejo, 2014).

A nivel local, podemos destacar investigaciones de mangles del género *Rhizophora*, como lo fue la realizada en Atacames en el año 2001 (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001). En donde se evaluó el comportamiento del *Rhizophora harrisonii* en plantaciones y viveros en el estuario del río Atacames, provincia de Esmeraldas (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001). Para las plantaciones y viveros se adecuó un área de 48 m², para el cultivo de plántulas en tres parterres de 1m x 4m sobre el nivel del suelo (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001). Los resultados de esta investigación señalaron que durante los 80 días de germinación en las platabandas existió una generación de hojas por plántula de 3.07, 5.95 y 6.68 en cada uno de los tres parterres respectivamente (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001). El promedio de supervivencia en este estudio estuvo entre 75.71 y 93.75 a los 120 días de la iniciación del proyecto (Prado Erazo & Prado Erazo, 2001).

En el cantón Muisne hasta la década de los años 80, la asociación de carboneros se dedicaba a la extracción de madera de la especie *Rhizophora sp. Mangle Rojo* y *Avicennia sp. Mangle Negro* para la elaboración de carbón, para lo cual se elaboró un proyecto denominado Programa Costero de Ecuador (Bodero, 2005).

En enero del 2003, FUNDECOL firmó un acuerdo en conjunto con las comunidades del manglar y el Ministerio del Ambiente, en cuanto a la Administración, Manejo y

Custodia del Ecosistema Manglar del cantón, por lo cual el manglar de Muisne fue decretado como Refugio de Vida Silvestre formando parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, como antecedentes de la pérdida de más del 85% de este ecosistema, se planteó la necesidad de implementar un proyecto de manejo del manglar, lo cual implica no sólo la conservación del ecosistema sino también realización de actividades que no alteren los recursos naturales y se conviertan en una alternativa para las poblaciones locales (Sánchez N. , 2003).

2.3. Marco Legal

Acuerdos y resoluciones ministeriales

El Refugio de Vida Silvestre de manglares del estuario del río Muisne, fue creado mediante Acuerdo Ministerial 080 del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) el día 13 de junio del año 2003, por deferencia de la Fundación de Defensa Ecológica, FUNDECOL .

A través de la Resolución Ministerial No. 056 del 28 de enero de 2011, en su artículo se estima que la pérdida de bienes y servicios, además de los costos de restauración por tala, aprovechamiento, alteración o destrucción de este ecosistema generan una cantidad de \$ 89273,01 por ha (Carvajal & Santillán, 2019).

El Acuerdo Ministerial No. 198 del 9 de julio de 2014 fue diseñado con el propósito para suministrar de incentivos económicos tanto a las comunidades como a las organizaciones que han suscripto acuerdo de custodia y de uso sustentable de manglar con el Ministerio Ambiente. Es importante recalcar que el incentivo a proveer dependerá del área conservada y optimación a las organizaciones locales mediante la elaboración y aplicación de planes de manejo de las zonas concesionadas, integrando actividades de vigilancia, control, reforestación, educación ambiental y uso sustentable de los recursos biológicos del ecosistema manglar.

En el Acuerdo Ministerial 097 se exponen los límites máximos permisibles en agua, aire y ruido para la concentración de ciertos nutrientes, en este caso las tablas 1 y 2 del acuerdo se refieren a los rangos permitidos para el consumo humano y doméstico de agua y para la conservación y preservación de la vida de la flora y fauna respectivamente.

Convenios

El tratado de Ramsar es un convenio que busca la cooperación internacional para la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos, tomando en cuenta que el manglar de Muisne también forma parte de este convenio, puesto que es un área protegida

El convenio sobre la Diversidad Biológica determina los temas que son producto de la gestión, políticas y manejo para el sistema de áreas protegidas.

Constitución

El artículo 405 de la Constitución Ecuatoriana aprobada el 20 de octubre de 2008 señala que el sistema nacional de áreas protegidas deberá garantizar el mantenimiento de las funciones ecológicas y la conservación de la Biodiversidad. Este sistema estará integrado por el subsistema estatal, comunitario y privado, autónomo descentralizado, y su regulación y dirección estará a cargo del Estado. El estado será el encargado de repartir los recursos económicos correspondientes para el sustento financiero del sistema, y promoverá la participación de los pueblos, comunidades y nacionalidades que ancestralmente han estado viviendo en las áreas protegidas en su gestión y administración.

De acuerdo con lo estipulado por el SUIA en el 2008, el ecosistema manglar es un bien nacional de uso público, por tal razón no debe ni deberá existir una posesión privada del mismo (MAE, 2008). Los manglares son ecosistemas protegidos por el Estado a través de las diferentes leyes, como la ley de conservación del ecosistema manglar, la misma que en su artículo 3 estipula que “El Estado ecuatoriano tiene derecho soberano sobre los manglares, su zona de amortiguamiento y transición al constituirse en un bien nacional de uso público, formado en la zona de mar, playa, bahía y orillas de los ríos (MAE, 2008).

COA

Art. 40 (literal 2). Se declara como área protegida a los manglares, humedales, páramos, bosques tropicales, nublados y secos, ecosistemas marinos y costeros entre otros, además los ecosistemas antes mencionados deberán considerarse como ecosistemas frágiles y amenazados.

Art 89. (Literal 2). El Patrimonio Forestal Nacional está formado por formas de vegetación no arbórea tales como manglares, bosques, páramos y moretales.

Art 99. En este artículo se indica que los páramos, moretales y manglares son objeto de conservación del estado y del público, por lo tanto, se prohíbe su alteración, tala y cambio de suelo.

Art 103. El ecosistema es considerado un bien del estado, por lo tanto, no se puede comercializar, no es objeto de posesión, solo puede ser aprovechado sosteniblemente mediante una concesión otorgada por el ministerio rector del ámbito pesquero, las comunidades ancestrales podrán solicitar custodia de uso sostenible del manglar para su subsistencia, aprovechamiento y comercialización.

Art 104. Las actividades permitidas en el ecosistema manglar incluyen el fomento a la vida silvestre, actividades no tradicionales, científicas y artesanales, turismo y actividades de recreación en el lugar.

Art 119. En el manglar se impulsarán proyectos o programas de reforestación con fines de restauración y conservación, en general en las áreas que se encontraban en proceso de degradación.

Art. 275. Garantizar la protección para los ecosistemas considerados como hábitats críticos especialmente para los manglares, los arrecifes, ecosistemas coralinos, zonas de cría y desove.

Art 284. El estado deberá entregar incentivos para la conservación de los bosques, incluidos los manglares, páramos y otras formaciones vegetales nativas, siempre y cuando el fin se de conservación y protección de estas áreas.

Art. 318 Se sancionará a aquellos que quemen., destruyan o afecten los ecosistemas frágiles o bosques naturales tales como páramos, humedales, manglares, moretales, ecosistemas marinos y costeros, cuya infracción está amparada en el artículo 320 del COA, en donde se menciona que se multará económicamente a quien infrinja la ley.

CAPITULO II: Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente trabajo de investigación fue realizado durante los meses de agosto de 2018 y julio de 2019, en la parroquia Salima, ubicada al sudoeste del cantón Muisne, al sur de la provincia de Esmeraldas. La parroquia Salima dispone de una población de 1107 habitantes (57% hombres y 43% mujeres) dedicada principalmente a actividades productivas de agricultura, pesca y recolección de recursos del manglar, abarca una extensión geográfica de 117 km², comprende un clima tropical con una temperatura promedio de 25.2 °C, existen aproximadamente 200 has de manglar, área que es utilizada como medio de vida de gran parte de la población (GAD PARROQUIAL DE SALIMA, 2019).

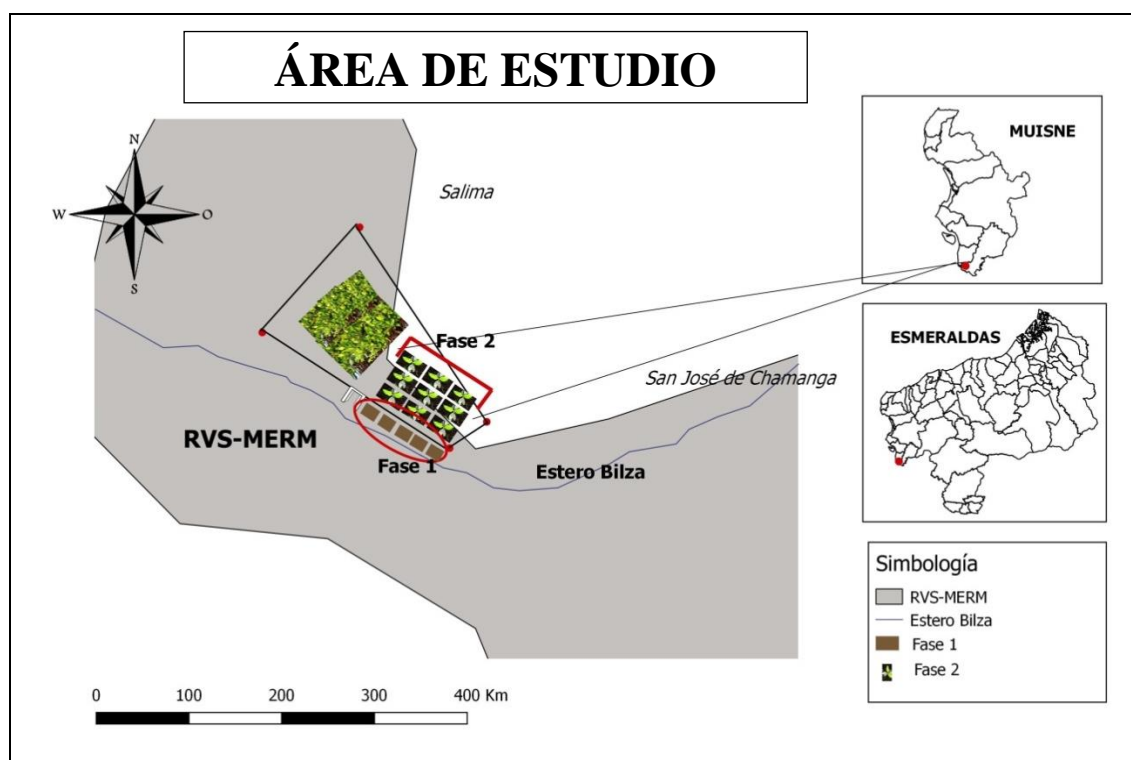


Figura 1. Área de Estudio: Ubicación de Parcelas de Vivero y Plantación

Reconocimiento del área y selección de sitio para ejecución del proyecto.

Previo a la ejecución del proyecto se llevaron a cabo dos recorridos por el área de manglar de Salima, lo que permitió realizar el reconocimiento del área y seleccionar el espacio necesario para la realización del experimento; el área escogida dispone de una superficie de 2 has y aproximadamente hace 5 años este espacio había sido utilizado para fines productivos de la actividad acuícola (Fig. 1). En la selección del área se

valoraron algunas recomendaciones realizadas en su manual comunitario de reforestación de mangle, en el cual expuso, que se deben considerar ciertos aspectos como la disponibilidad de agua para riego, que el área sea de preferencia plana, con condiciones de sombra y sol (Escalona Luttig, Bonifacio Cortes, & Ruiz , 2009).

Las coordenadas del área seleccionada para la reforestación son las siguientes Tabla 2.

Tabla 2. Georreferenciación de los puntos de muestreo del área seleccionada para la reforestación

Puntos	X	Y
1	0615949	0031857
2	0615909	0031829
3	0615707	0031952
4	0615812	0032064

Fase I – Vivero

Construcción de vivero y/o parcelas

El vivero fue construido mediante las recomendaciones de Escalona, Cortés & Ruiz (2009), el cual indica que los viveros que van a ser usados para reforestación deben ser contruidos lo más cerca posible del sitio donde se va a plantar, considerando la disponibilidad de agua para facilitar la labor de riego, que la nivelación del terreno sea de preferencia plana, la protección contra la acción directa del viento y el porcentaje de luz.

Previo a la construcción del vivero se realizó una minga de limpieza del lugar, donde se requirió de machetes para cortar y retirar la maleza, con la ayuda de rastrillos se amontono en un solo sitio la basura y luego se la recogió en sacos. Una vez que se eliminó la maleza del lugar, se procedió a cimentar la estructura de las parcelas, con un flexómetro se tomaron las medidas de 1,7 m de largo x 1,5 m de ancho sobre el suelo, además se realizaron divisiones de 50 cm entre parcela y parcela, posteriormente se procedió a cercar las parcelas con materiales del medio, caña guadua y estacas de madera, también se utilizó clavos y martillos, con una cavadora, se excavo cuatro agujeros en los extremos de cada una de las parcelas para ubicar las estacas y dar soporte a las estructuras, se construyeron cinco parcelas en total (Fig. 2) las cuales

fueron debidamente identificadas con letreros de madera de 20 cm de ancho x 20 cm de largo (Bonilla, Pino & Logroño, 2014).

Recolección de propágulos

Se realizó la colecta de los propágulos durante dos días, mediante recorridos fluviales, para lo que se requirió de una embarcación que permitió el traslado de cinco personas hacia los sitios aledaños del área de manglar para la recolección de las semillas, algunas fueron obtenidas directamente de los árboles de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y otros que estaban caídos, en la recolección se usaron gavetas y sacos; una vez culminada cada faena de colecta, las semillas eran dejadas dentro de sacos, los cuales fueron amarrados y anclados a arboles donde había flujo de agua para evitar posible deshidratación (Guevara, 1998).

Selección de propagulos

En la selección de los propágulos se consideraron algunas características, los propágulos seleccionados tenían entre 22 y 44 cm de largo, de consistencia dura, con ápice o plumilla desarrollada; durante la selección de los propágulos no se consideraron aquellos propágulos que presentaron mordeduras, quiebres o arrugas (Escalona, Cortés & Ruiz, 2009).

Llenado de fundas y siembra

Esta actividad se la efectuó con la ayuda de cinco personas, se utilizaron fundas de polietileno de 9 cm de ancho x 14 cm de largo, perforadas para evitar la retención del agua, con una pala se procedió a sacar y amontonar el sustrato (franco – arenoso) necesario para llenar las fundas, en total se llenaron 1615 fundas, una vez que se terminó de llenar las fundas con sustrato, se las dividió en 5 grupos de 323 fundas, cabe indicar que cada parcela estuvo conformada por 323 plántulas (INATEC, 2016).

Una vez las fundas llenas de sustrato, se continuo con la siembra de 1615 propágulos de mangle dentro de las fundas, se insertó un solo propágulo por funda, el cual era sembrado por el lado de la parte marrón a una profundidad de 5 a 7 cm, debidamente etiquetada, cuyas etiquetas plásticas indicaban el número de la parcela y el número de la planta (Fig. 2) (INATEC, 2016).



Figura 2. Vivero: Diseño de parcelas

Riego

El agua que se utilizó para el riego de las plántulas provenía de un cauce que se dividía del canal del río principal, el cual facilitó el acceso de agua hasta el sitio donde se ubicó el vivero, que a su vez permitía el ingreso de agua hasta la piscina (sitio de la plantación), de tal forma que el lugar fue conveniente ya que los propágulos fueron regados bajo la dinámica de las mareas (Ulloa, Rodríguez, Gil, & Pino, 1998).

Monitoreo y control de variables

Una vez finalizado todo el proceso de construcción e implementación del vivero, se procedió a realizar monitoreos con una unidad de muestra o muestra significativa de 81 plántulas por parcela (efecto borde), los monitoreos se los realizó cada 15 días, con la ayuda de dos personas residentes de Salima, las cuales fueron previamente capacitadas, dando seguimiento a las variables de mortalidad, sobrevivencia de los propágulos, diámetro, altura de las plántulas, el número y tamaño de las hojas (Guevara, 1998).

Fase II – Plantación

Una vez concluida la fase de vivero, se realizó una minga en el área a reforestarse, utilizándose machetes, rastrillos y sacos para realizar la limpieza.

Ensayo experimental

Espaciamiento de plantación

El primer ensayo experimental que se realizó en la presente investigación, fue basado en el diseño empleado por Prado & Prado (2001), el cual utilizó tres espaciamientos de plantación de 1.5 x 1.5 m², 2 x 2 m² y 2.5 x 2.5 m², de cada espaciamiento se realizaron 3 repeticiones, ubicadas al azar (Fig. 3), se plantó un total de 1482 plantas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), en una superficie de 6.000 m².

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en este estudio se emplearon los mismos espaciamientos de siembra en una superficie de 6.210 m², donde se plantó un total de 1425 plantas de mangle rojo *Rhizophora mangle*. Los tratamientos se describen a continuación.

Tratamiento (T1), se empleó un espaciamiento de plantación de 1.5 m x 1.5 m, en el cual se realizaron 3 repeticiones (parcelas) y se plantó 741 plantas en total, 247 plantas por cada repetición (Tabla 3).

Tratamiento (T2), se empleó un espaciamiento de plantación de 2.0 m x 2.0 m, en este se efectuaron 3 repeticiones (parcelas) y se plantó 417 plantas en total, 139 plantas por cada repetición (Tabla 3).

Tratamiento (T3), se empleó un espaciamiento de plantación de 2.5 m x 2.5 m, se emplearon 3 repeticiones (parcelas) y se plantó 267 plantas en total, 89 plantas por cada repetición (Tabla 3).

Tabla 3. Diseño experimental: Espaciamientos de plantación.

Tratamientos	Espaciamiento	Repeticiones	Plántulas/ parcelas	Plántulas/ Tratamientos
T1	1.50 m x 1.50 m	3	247	741
T2	2.0 m x 2.0 m	3	139	417
T3	2.50 m x 2.50 m	3	89	267
Total				1425

Nota: T1: Tratamiento 1; T2: Tratamiento 2; T3: Tratamiento 3; m: metros

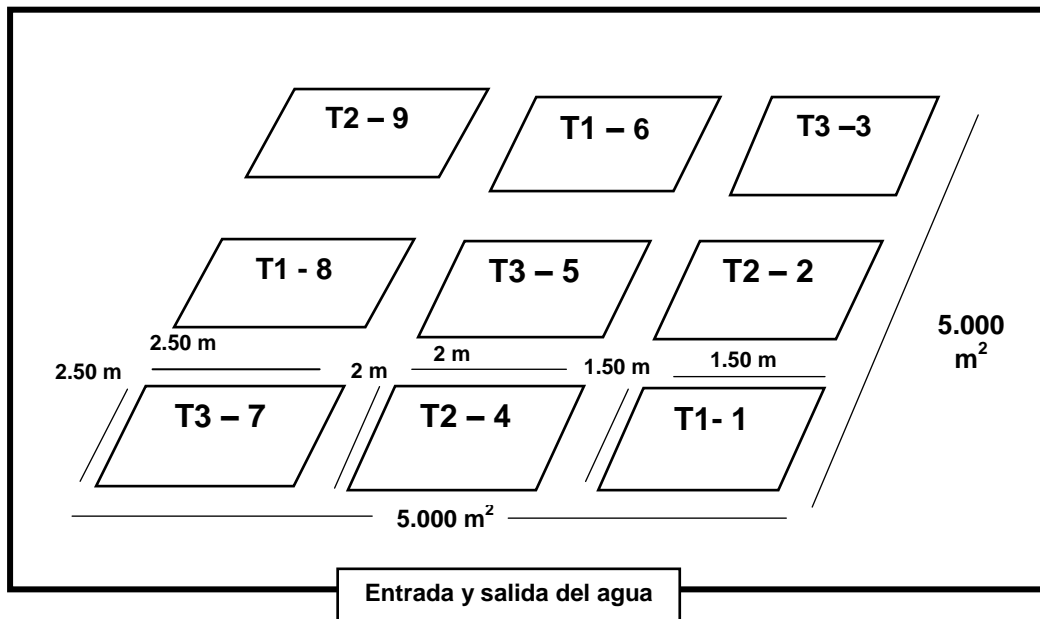


Figura 3. Diseño Experimental: Espaciamento de plantación

Uso de fundas

El segundo ensayo experimental se lo realizó considerando la práctica realizada (comentario personal) por Luis Reyes & Toribio Balda (2008), los cuales reforestaron una superficie de 3 has en una piscina camaronera, con mangle rojo (*Rhizophora mangle*), empleando diferentes formas de plantacion de los propágulos, plantación de forma directa y usando dos tamaños de fundas, de 80 x 45 cm y de 37 x 22 cm. Por tanto, el ensayo estuvo dado por siembra directa sin fundas y con fundas, fundas pequeñas de 37 x 22 cm y fundas grandes de 80 x 45 cm. El uso de fundas fue realizado, considerado la distribución inicial de las parcelas en el ensayo de espaciamento de plantación (Fig. 4), por cada réplica de los tres espaciamentos de plantación se probó un modelo de uso de funda, parcelas 1, 2 y 3 fueron plantadas con fundas grandes (Fg), parcelas 4, 5 y 6 fueron plantadas con fundas pequeñas (Fp) y parcelas 7, 8 y 9 fueron plantadas sin funda (Sf) (Fig. 4).

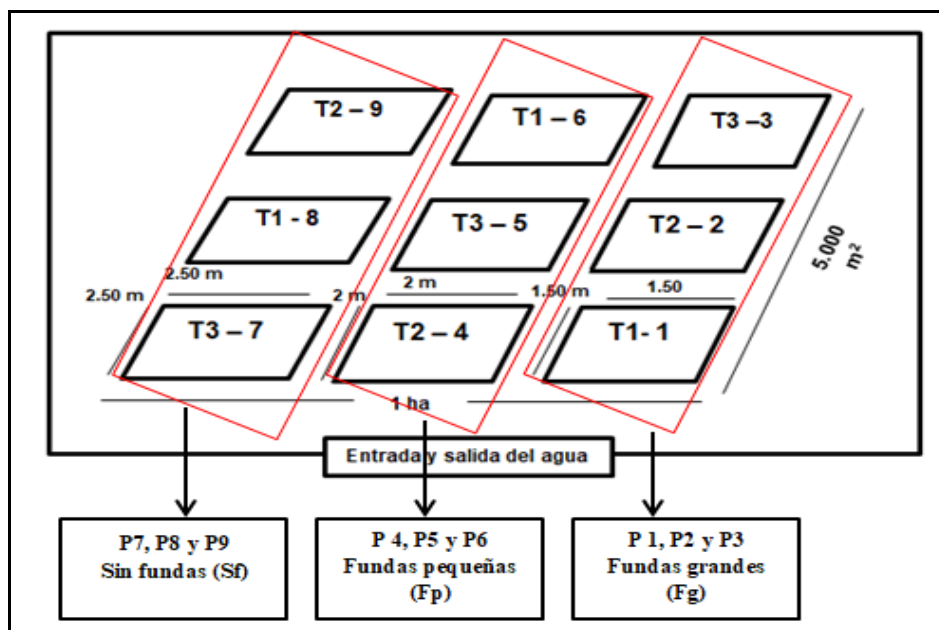


Figura 4. Diseño experimental: Uso de fundas

Delimitación, establecimiento de parcelas y plantación de (*Rhizophora mangle*)

Para la delimitación y establecimiento de parcelas se utilizó piola y cinta métrica, que permitieron realizar las mediciones correspondientes en los tres espaciamientos de plantación, luego con pequeñas estacas se fue señalando el punto de siembra de cada planta, las parcelas estuvieron separadas a una distancia de 2 m, la superficie usada por cada replica en el espaciamiento de 1,5 m x 1,5 m fue de 555,75 m², en el de 2 m x 2 m la superficie usada fue de 560 m² y en el espaciamiento de 2,5 x 2,5 la superficie fue de 550 m² (ACOFORÉ, 2002).

La plantación se ejecutó en un lapso de cinco días, durante marea baja, con la ayuda de ocho personas, los cuales estuvieron divididos en tres grupo (un grupo estuvo conformado por dos personas y los otros dos grupos conformados por tres personas cada uno), se realizó esta distribución con la finalidad de organizar las diferentes actividades a realizarse en la plantación, el primer grupo estuvo conformado por tres personas y se encargó de llenar las fundas medianas y grandes con sustrato e ir colocando dentro de cada funda una planta de mangle del vivero, el segundo grupo conformado por dos personas, estuvo encargado de la movilización de las plantas, para facilitar la movilización de las plantas se las ubico dentro de gavetas y se las traslado desde el vivero hasta las parcelas de plantación y el tercer grupo conformado por tres personas, estuvo encargado de plantar cada una de las plantas (ACOFORÉ, 2002). En la plantación se requirió de palas para cavar los hoyos para sembrar las plantas, luego

antes de colocar las plantas en los hoyos, con la ayuda de pequeños cuchillos de mano se abrió la parte inferior de la funda de tal manera que no se fuera a impedir el desarrollo de las raíces de las plantas, una vez puesta la planta en el hoyo se aplasto un poco para asegurar que la planta quedara estable y así compactar el suelo, cada planta fue debidamente etiquetada, cuyas etiquetas plásticas, indicaban el número de la parcela y el número de la planta (Escalona Luttig, Bonifacio Cortes, & Ruiz , 2009).

Monitoreo y control de variables

Culminada la siembra de las plantas de mangle se procedió a realizar monitoreos con una unidad de muestra o muestra significativas de 36 plantas por parcelas (efecto borde), los monitoreos se los realizo cada 15 días, con la ayuda de dos residentes locales las cuales fueron previamente capacitadas, dando seguimiento a las variables de mortalidad y sobrevivencia de los propágulos, diámetro y la altura de las plantas, el número y tamaño de las hojas (Guevara Mancera, 1998).

Tabla 4. Variables para análisis en vivero y plantación

Variables monitoreadas	
Sobrevivencia y mortalidad	Fue monitoreada cada 15 días mediante el conteo de plántulas durante las fases de vivero y plantación, al finalizar cada fase (vivero y plantación) se determinó el número total de plantas que murieron.
Tamaño y número de hojas por plantas	Este parámetro fue evaluado cada 15 días, las muestras tomadas se las realizo una a una de las hojas por cada planta de la unidad maestra (vivero 81 plántulas y en plantación 36 plantas), para la medición se utilizó regla para determinar el ancho en la parte más gorda o ancha de la hoja y el largo que se dio midiendo desde la base hasta el ápice de la hoja.
Diámetro del tallo	Este parámetro fue valorado mediante una forcípula, fue medida en la planta, al nivel de la base del tallo y se monitoreo cada 15 días.
Altura del tallo	Esta variable se monitoreo cada 15 días durante toda la investigación, para su valoración se necesitó de regla y cinta métrica, la medición se la realizo desde la base

	del tallo hasta donde se encuentra la inserción del ápice.
Altura del ápice o plumilla	Fue valorada cada 15 días, para su medición se utilizó regla, la medición se realizó desde la inserción del ápice al tallo, en, hasta la punta o parte terminal del ápice (Sanchez Paez, Guevara Mancera, & Alvares Leon, 1998).

Análisis de suelo

Se realizaron cuatro análisis de suelo durante toda la investigación, los análisis uno y dos fueron realizados durante la fase de vivero, la primera muestra fue recolectada del sustrato con el que fueron llenadas las fundas para la siembra de los propágulos de mangle rojo en el vivero, luego la segunda muestra fue recolectada al final de la etapa del vivero, se obtuvo a partir de la recaudación de pequeñas porciones de suelo de las diferentes fundas de las plántulas de las cinco parcelas del vivero, todas las pequeñas porciones fueron puestas en un balde plástico limpio, donde se realizó la homogenización de las submuestras, luego tomo del balde una porción de 1kg y se la coloco en una funda de ziploc, la muestra fue debidamente etiquetada y enviada al laboratorio para su respectivo análisis. Los análisis tres y cuatro fueron realizados durante la fase de plantación, la tercera muestra fue colecta al inicio la plantación y la cuarta muestra se recolecto al finalizar la etapa de monitoreo de la plantación, ambas muestras fueron tomadas al azar, en forma de zigzag, con la ayuda de una pala se realizaron cinco hoyos en formas de V, a una profundidad de 30 cm, la profundidad de los hoyos cavados para tomar las submuestras de suelo fueron medidos con una cinta métrica (Drouet, 2019), de cada hoyo se obtuvieron pequeñas porciones de suelo que luego fueron depositadas en un balde plástico limpio para su respectiva homogenización, terminada la homogenización se transfirió a una funda ziploc la cantidad de 1kg, las muestras fueron debidamente etiquetada y enviadas al laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP del cantón Yaguachi en la provincia del Guayas (INIAP, 2018).

Análisis fisicoquímico del agua

También se realizaron cuatro análisis de agua, a la par de la toma de muestras de suelo; las dos primeras muestras fueron tomadas del cauce que permitía la llegada de agua hasta el vivero y las dos siguientes muestras fueron tomadas del agua que ingresaba a la piscina, las muestras fueron llenadas en botellas plásticas debidamente etiquetadas y trasladadas al laboratorio de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE, donde se analizaron los parámetros de pH, salinidad, temperatura, fosforo, cromo, hierro, nitrito, nitrato y amonio (Bonilla, Pino, & Logroño, 2014) .

Análisis de datos

Los datos fueron ingresados en hojas de cálculo de Excel, mismas que permitieron generar las gráficas de las diferentes variables, con las cuales se pudo analizar los posibles cambios que se produjeron durante el tiempo de monitoreo, tanto de altura, diámetro, número de hojas, tamaño de las hojas y mortalidad de las plantas tanto en fase de vivero como en plantación considerando los tratamientos de fundas y densidad de siembra.

Para determinar las diferencias significativas en la fase de vivero se realizó un análisis de varianza ANOVA de dos factores (semanas x parcelas), con cada una de las variables monitoreadas en cada parcela. Para determinar las diferencias significativas en la fase de plantación se realizó un análisis de varianza ANOVA de tres factores (semanas x distancia de siembra x uso de fundas) con cada una de las variables monitoreadas excepto la mortalidad que se analizó con una ANOVA de dos factores (distancia de siembra x uso de funda). Cuando los análisis de varianza fueron significativos, mediante análisis de Turkey HSD se determinaron las comparaciones múltiples entre los tratamientos.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos del comportamiento de la especie *R. mangle* en las fases de vivero y plantación que se llevó a cabo en la Parroquia Sálima – Cantón Muisne.

Fase I – Vivero

Según indica la figura 5 el diámetro (literal A) y la altura del ápice (literal B) de las plantas fue el mismo en las cinco parcelas en un tiempo de ocho semanas, en cuanto a la altura de las plantas, se puede observar que la altura de las plantas aumentó semanalmente hasta alcanzar los 16 cm (figura 5).

La altura del tallo (literal C) experimentó un incremento diferenciado en las cinco parcelas porque de acuerdo con la figura 4 las plantas de las parcelas 1 y 4 tuvieron el crecimiento más alto, dado que inicialmente las plantas tenían una altura de tallo de 25 cm, pero en la octava semana se observa que la altura alcanzó 28 cm, es decir, que creció tres centímetros más. Mientras que las plantas de la quinta parcela tuvieron menor altura del tallo con un valor de 27 cm.

Con respecto al grado de mortalidad (literal E) más en la tercera parcela se obtuvo el mayor número de plantas muertas con un número de 23 en un tiempo de ocho semanas (figura 5), mientras que en la cuarta parcela hubo el menor número de plantas muertas con un valor de 15 al término de las ocho semanas de haberlas plantado. El número de hojas (literal D) de las plantas también fue el mismo en todas las parcelas en las ocho semanas, pues como se observa en la figura 5, a las ocho semanas las plantas aumentaron cuatro hojas.

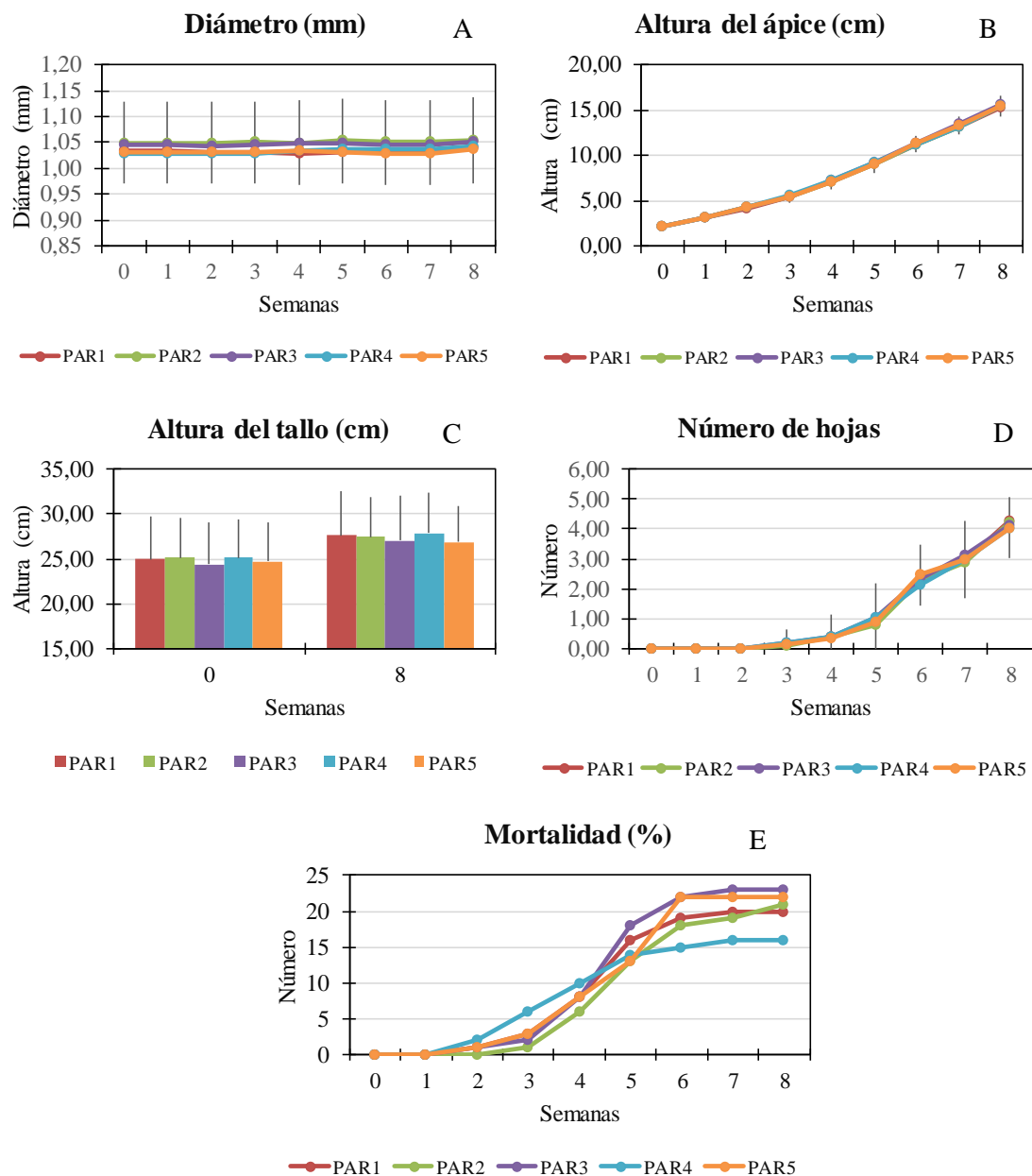


Figura 5. Diámetro, altura del ápice, altura del tallo, índice de mortalidad y número de hojas de las parcelas durante ocho semanas de muestreo en la fase de vivero.

Nota: par (parcela)

Todas las parcelas experimentaron un ancho de 2.5 cm y largo de 6 cm (figura 6) en el primer par de hojas al final de las ocho semanas. Del mismo modo en el segundo par de hojas, el ancho y largo fue exactamente el mismo en todas las parcelas con valores de 1.5 cm y 3.5 cm respectivamente.

En el tercer par de hojas el ancho y largo de las hojas fue menor que en el primer y segundo par, por cuanto el ancho y largo en todos los casos fue de 0.23 cm y 0.50 cm respectivamente (figura 6).

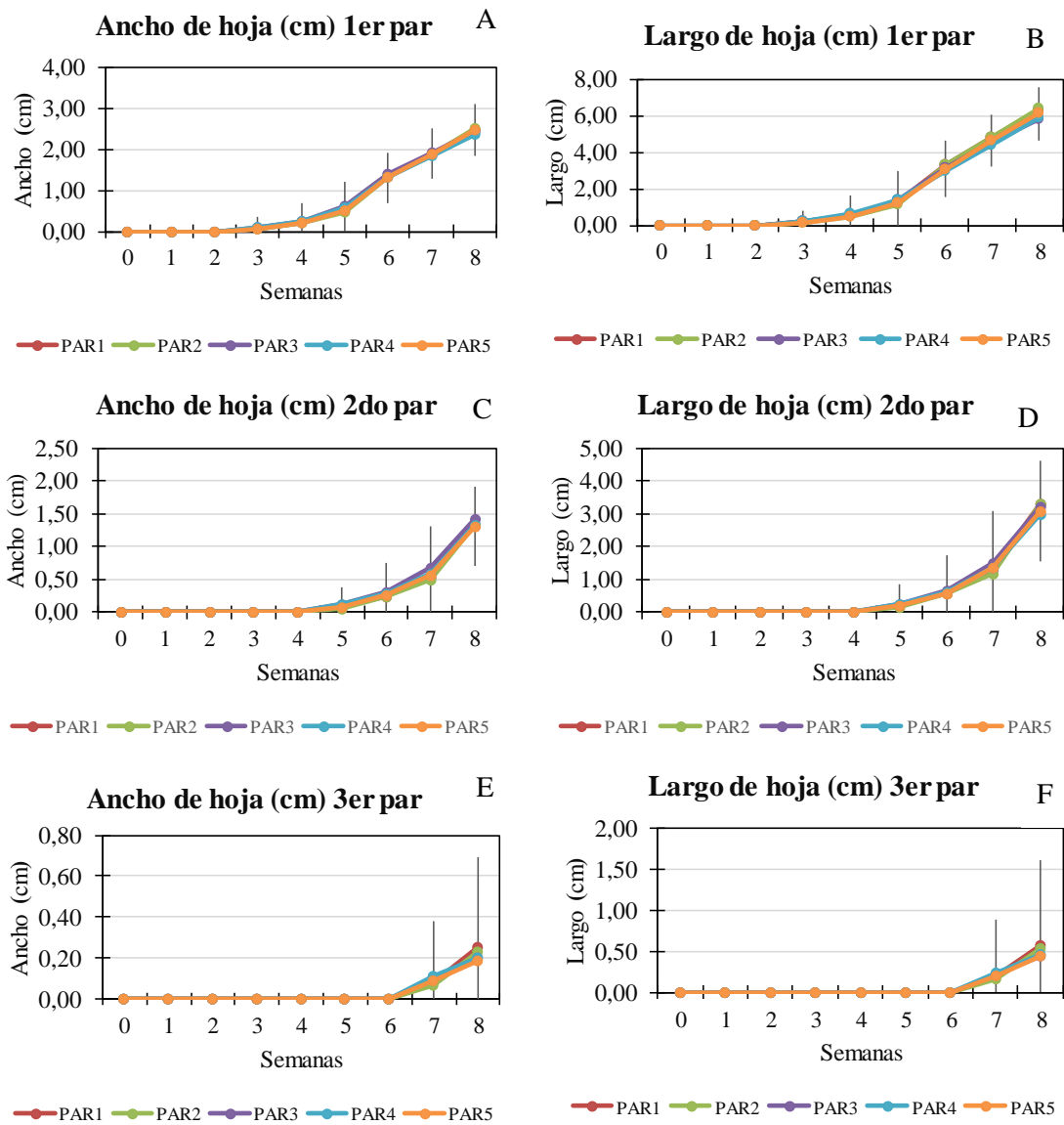


Figura 6. Ancho y largo de hojas del primer, segundo y tercer par de plantas durante ocho semanas en la fase de vivero.

Nota: cm (centímetro); par (parcela)

*No existen diferencias significativas en el diámetro de las plántulas a lo largo del tiempo (ANOVA de dos factores, $F_{8,3168} = 0.30$, $p = 0.966$), pero se observaron diferencias significativas entre las parcelas (ANOVA de dos factores, $F_{4,3168} = 7.72$, $p = 3.44 \times 10^{-6}$). El diámetro de las plántulas en las parcelas P5, P1 y P4 fue menor que en las parcelas P3 y P2 (Tukey HSD, $p < 0.05$).

Del mismo modo el ápice de las hojas de las plantas tuvo diferencias significativas entre parcelas (ANOVA de dos factores, $F_{4,3168} = 4.21$, $p = 0.002$). El ápice en la parcela P1 fue menor al de las parcelas P5, P2, P3, P4 (Tukey HSD, $p < 0.05$).

Con respecto al resto de variables como se puede observar en la tabla 3 no existen diferencias significativas entre ninguno de los factores (Tukey HSD, $p > 0.05$).

Tabla 5. Resultados del análisis de la varianza de dos factores de las características de las plántulas durante la fase de vivero.

	Factores	F	p	Comparaciones múltiples
Diámetro (cm)	SEMANA	$F_{8,3168} = 0.30$	$p = 0.966$	P5 ^a P1 ^a P4 ^a P3 ^b P2 ^b
	PARCELA	$F_{4,3168} = 7.72$	$p = 3.44 \times 10^{-6}$	
	SEMANA x PARCELA	$F_{32,3168} = 0.06$	$p = 1$	
Ápice (cm)	SEMANA	$F_{8,3168} = 14283$	$p < 2 \times 10^{-16}$	P1 ^a P5 ^{a,b} P2 ^{a,b} P3 ^b P4 ^b
	PARCELA	$F_{4,3168} = 4.21$	$p = 0.002$	
	SEMANA x PARCELA	$F_{32,3168} = 0.53$	$p = 0.986$	
Tallo (cm)	SEMANA	$F_{1,697} = 53.11$	$p = 8.55 \times 10^{-13}$	
	PARCELA	$F_{4,697} = 0.78$	$p = 0.539$	
	SEMANA x PARCELA	$F_{4,697} = 2.40$	$p = 0.976$	
Número de Hojas	SEMANA	$F_{8,3165} = 12318$	$p = < 2 \times 10^{-16}$	
	PARCELA	$F_{4,3165} = 0.581$	$p = 0,676$	
	SEMANA X PARCELA	$F_{32,3165} = 0,572$	$p = 0.975$	
Ancho de hojas del 1 par (cm)	SEMANA	$F_{8,3168} = 692.045$	$p = < 2 \times 10^{-16}$	
	PARCELA	$F_{4,3168} = 0.136$	$p = 0,969$	
	SEMANA X PARCELA	$F_{32,3168} = 0,329$	$p = 1$	
Largo de hojas del 1 par (cm)	SEMANA	$F_{8,3168} = 692.213$	$p = < 2 \times 10^{-16}$	
	PARCELA	$F_{4,3168} = 1.072$	$p = 0.369$	
	SEMANA X PARCELA	$F_{32,3168} = 0.774$	$p = 0.814$	
Ancho de hojas del 2 par (cm)	SEMANA	$F_{8,3170} = 313.944$	$p = < 2 \times 10^{-16}$	
	PARCELA	$F_{4,3170} = 1.015$	$p = 0.398$	
	SEMANA X PARCELA	$F_{32,3170} = 0.294$	$p = 1$	
Largo de hojas del 2 par (cm)	SEMANA	$F_{8,3171} = 275.507$	$p = < 2 \times 10^{-16}$	
	PARCELA	$F_{4,3171} = 0.026$	$p = 0.963$	
	SEMANA X PARCELA	$F_{32,3171} = 0.153$	$p = 1$	
Ancho de hojas del 3 par (cm)	SEMANA	$F_{8,3174} = 49.135$	$p = < 2 \times 10^{-16}$	
	PARCELA	$F_{4,3174} = 0.149$	$p = 0.398$	
	SEMANA X PARCELA	$F_{32,3174} = 0,132$	$p = 1$	
Largo de hojas del 3 par (cm)	SEMANA	$F_{8,3174} = 47.671$	$p = < 2 \times 10^{-16}$	
	PARCELA	$F_{4,3174} = 0.34$	$p = 0.998$	
	SEMANA X PARCELA	$F_{32,3174} = 0.051$	$p = 1$	

Nota: cm (centímetro); Letras sombreadas indican diferencias significativas entre parcelas.

Fase II – Plantación

El diámetro aumentó de forma significativa a lo largo del periodo de plantación (Tabla 6), se observaron efectos significativos en el espaciamiento de plantación y del uso de fundas. El diámetro de las plántulas fue significativamente mayor en el espaciamiento de plantación de 2 x 2 m y en el tratamiento con funda pequeña, pero las diferencias en todos los casos fueron pequeñas.

El ápice de las plantas también mostró diferencias significativas en los espaciamientos de plantación y uso de fundas (sin funda, funda pequeña y funda grande). Con respecto al tallo, se encontró diferencias significativas entre plantas con funda grande - funda pequeña y entre las que estaban sin funda – funda pequeña. Es conveniente mencionar que para las tres variables (diámetro, ápice y tallo) el factor semana si tiene diferencias significativas por cuanto las plantas crecieron en el transcurso del tiempo.

Tabla 6. Características de las plántulas en la etapa de plantación.

	Factores	F	p	Comparaciones múltiples
Diámetro (cm)	SEMANA	$F_{16,4019} = 55.73$	$p < 2 \times 10^{-16}$	
	DISTANCIA	$F_{2,4019} = 15.49$	$p = 1.99 \times 10^{-7}$	DIST1 ^a DIST2 ^a DIST3 ^b
	FUNDA	$F_{2,4019} = 47.67$	$p < 2 \times 10^{-16}$	SF ^a FG ^b FP ^c
Ápice (cm)	SEMANA	$F_{16,4012} = 17214.829$	$p < 2 \times 10^{-16}$	
	DISTANCIA	$F_{2,4012} = 220.107$	$p < 2 \times 10^{-16}$	DIST1 ^a DIST2 ^b DIST3 ^c
	FUNDA	$F_{2,4012} = 954.692$	$p < 2 \times 10^{-16}$	SF ^a FP ^b FG ^c
Tallo (cm)	SEMANA	$F_{16,4013} = 0.097$	$p = 1$	
	DISTANCIA	$F_{2,697} = 14.623$	$p = 4.70 \times 10^{-7}$	DIST1 ^a DIST2 ^b DIST3 ^a
	FUNDA	$F_{2,697} = 11.395$	$p = 1.16 \times 10^{-5}$	SF ^a FP ^b FG ^a

*Nota: DIST (Distancia); SF (Sin funda); FP (Funda pequeña); FG (Funda grande).

En la figura 7, se puede observar que el diámetro de las plantas aumentó 0.20 mm en un periodo de 16 semanas en todos los tratamientos aplicados, la altura del ápice tuvo un incremento de 15 cm a 55 cm de altura en un periodo de 16 semanas en el espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m sin fundas. La altura del tallo de las plantas experimentó un aumento en todos los tratamientos, pero en este caso las de fundas pequeñas con espaciamiento de plantación de 1.5 m x 1.5 m fue el que obtuvo la mayor altura en comparación al resto de tratamientos, mientras que en el número de hojas obtuvo un número de 14 hojas en el tratamiento de espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m con fundas grandes.

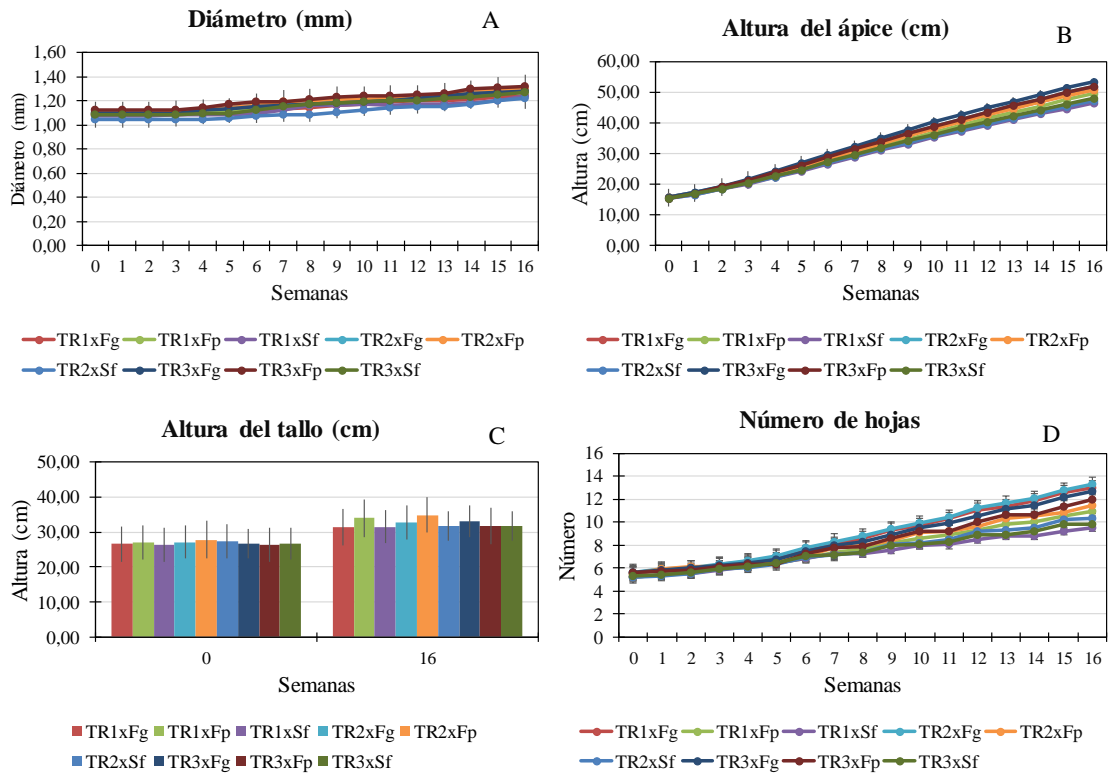


Figura 7. Diámetro, altura del ápice, altura del tallo, índice de mortalidad y número de hojas de las parcelas durante ocho semanas de muestreo en la fase de plantación.

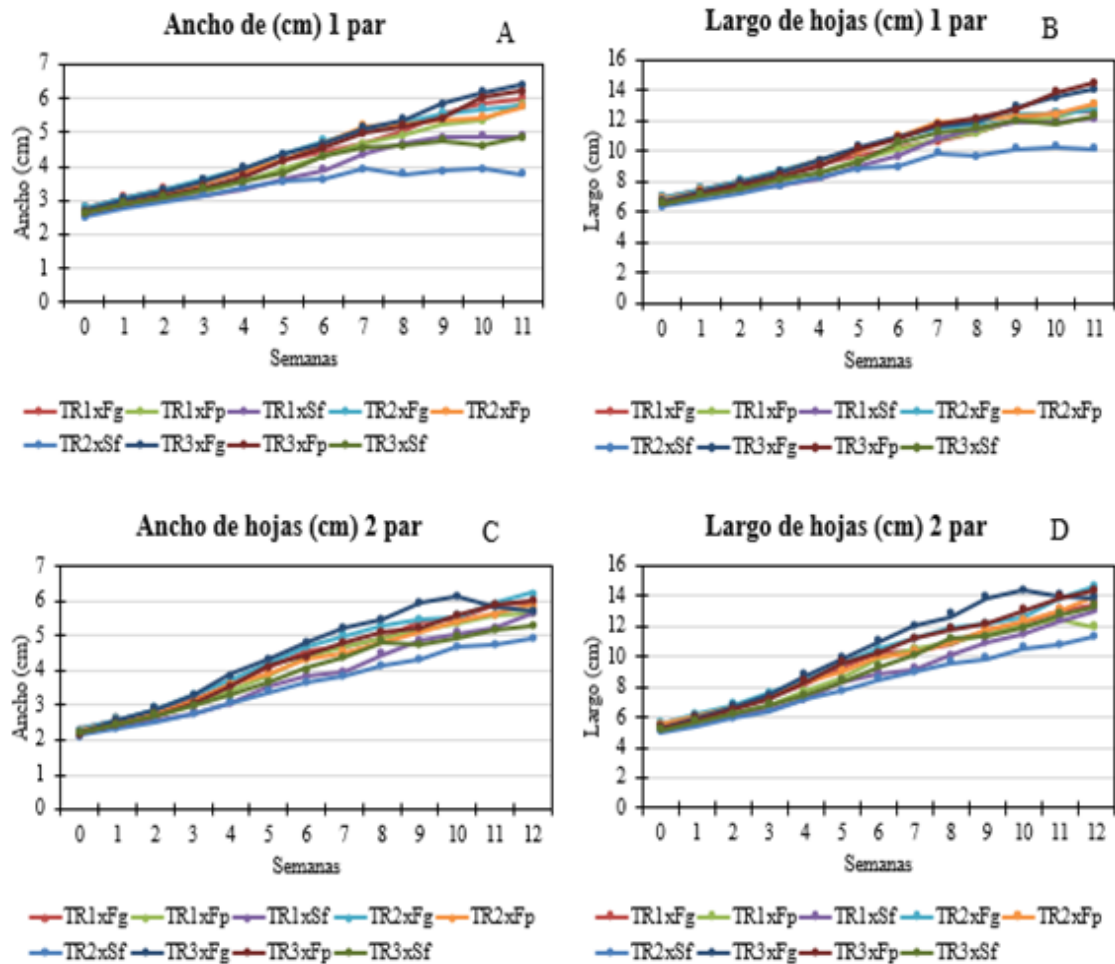
Nota: cm (centímetro); TR1 (Tratamiento 1 – distancia de 1.5 m x 1.5 m); TR2 (Tratamiento 2 – distancia de 2 m x 2 m); TR3 (Tratamiento 3 – distancia de 2.5 m x 2.5 m); Fg (Funda grande); Fp (Funda pequeña); Sf (Sin funda).

En cuanto al ancho de hojas (Figura 8) se observa que los dos primeros pares de hojas alcanzaron un ancho comprendido entre los 3 cm y 6 cm, donde el tratamiento con fundas pequeñas fue el que tuvo las hojas más anchas en el estudio, mientras que las plantas plantadas sin funda alcanzaron la menor anchura.

El tercer y cuarto par alcanzaron una anchura comprendida entre 4 cm y 6 cm de lo cual en el espaciamiento de plantación de 1.5 m x 1.5 m, con fundas grandes las hojas fueron las más anchas, mientras que en las plantas sin funda con espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m las hojas fueron las menos anchas. En el quinto y sexto par de hojas el ancho fue menor, porque obtuvo valores comprendidos entre 2.5 cm a 3.5 cm, siendo en este caso las plantas con fundas grandes y espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m las que obtuvieran las hojas más anchas y las que no tenían funda con espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m las que presentaran las hojas menos anchas.

Con respecto al largo de hojas, a lo largo del estudio se puede notar que los dos primeros pares alcanzaron un valor comprendido entre 10 cm y 14 cm. Los siguientes

dos pares alcanzaron valores de 10 cm a 16 cm y por último el quinto y sexto par alcanzó un largo que está en valores que comprenden desde 5 cm a 8 cm, de los cuales el tratamiento sin fundas con espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m es el que obtuvo el menor valor a lo largo del estudio y el espaciamiento de plantación de 1.5 m x 1.5 m sin fundas, obtuvieron el valor más alto.



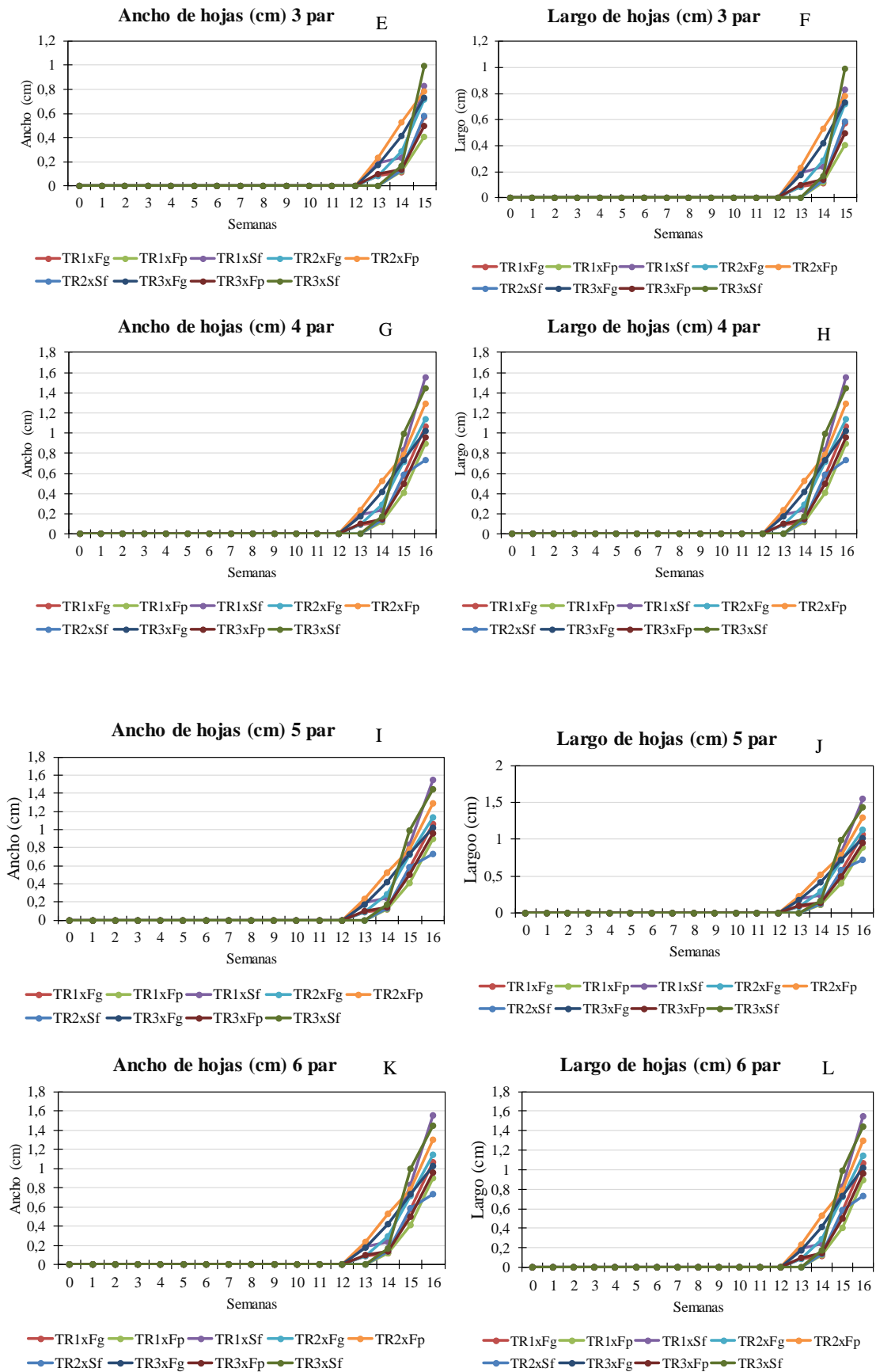


Figura 8. Ancho y largo de hojas del primer, segundo y tercer par de plantas durante ocho semanas en la fase de plantación.

Nota: cm (centímetro); TR1 (Tratamiento 1 – distancia 1.5 x 1.5 m); TR2 (Tratamiento 2 – distancia 2 m x 2 m); TR3 (Tratamiento 3 – 2.5 m x 2.5 m); Fg (Funda grande); Fp (Funda pequeña); Sf (Sin funda)

Mortalidad

De acuerdo con la figura 9, los tratamientos en los cuales las plantas fueron sembradas directamente en el suelo sin fundas, fueron los que experimentaron mayor mortalidad alcanzando porcentajes de 45% (sin funda – con espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m), 50% (sin funda – con espaciamiento de plantación de 2.5 m x 2.5 m) y 60% (sin funda – con espaciamiento de plantación de 1.5 m x 1.5 m). Mientras que los tratamientos que obtuvieron menor porcentaje de mortalidad fueron los que tenían fundas grandes con espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m y de 1.5 m x 1.5 m, en los cuales el porcentaje fue de 18%.

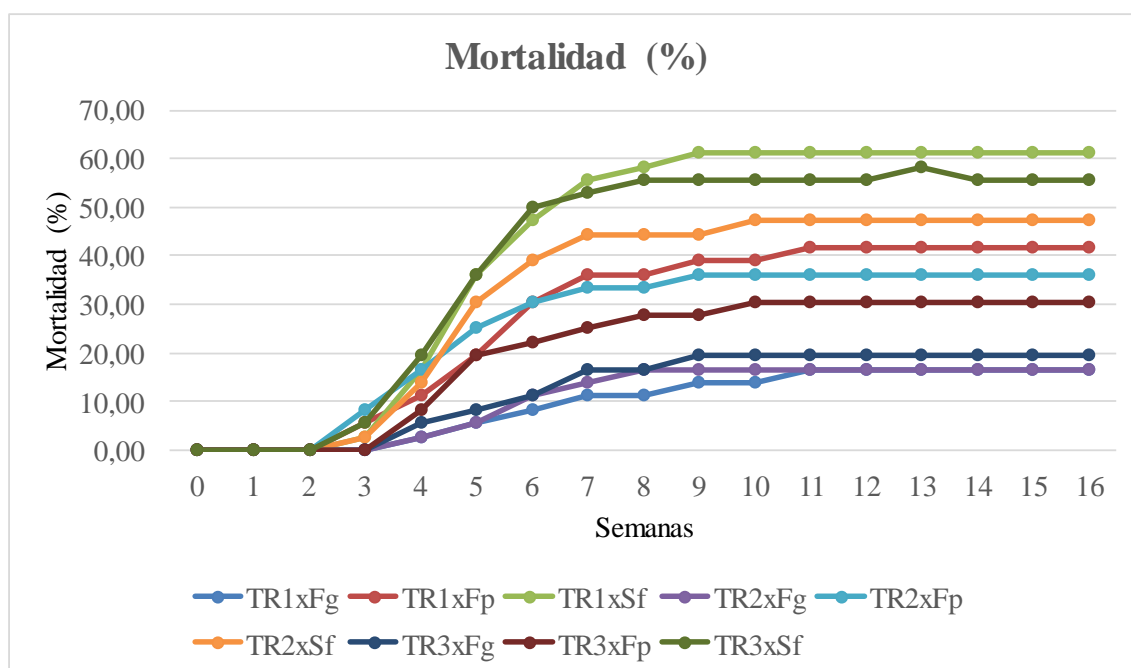


Figura 9. Resultados del análisis de la varianza de una vía con el tratamiento fundas.

Nota: TR1 (Tratamiento 1 – distancia de 1.5 m x 1.5 m); TR2 (Tratamiento 2 – distancia de 2 m x 2 m); TR3 (Tratamiento 3 – distancia de 2.5 m x 2.5 m); Fg (Funda grande); Fp (Funda pequeña); Sf (Sin funda)

En la tabla 7 se observa que hubo diferencias significativas del grado de mortalidad de las plantas al hacer las comparaciones con el uso de fundas (funda grande, funda pequeña y sin funda) y los espaciamientos de plantación (1.5 m x 1.5 m, 2 m x 2 m y 2.5 m x 2.5 m) puesto que ANOVA de dos factores $F_{2,6} = 50.44$; $p = 0.000177$.

Tabla 7. Resultados del análisis de la varianza de dos factores (Semana X Distancia X Funda) de las características de las plántulas durante la fase de plantación. No existen diferencias significativas entre los niveles con el mismo superíndice.

	Factores	F	p	Comparaciones múltiples
Mortalidad	DISTANCIA	$F_{2,6} = 0.71$	$p = 0.932$	
	FUNDA	$F_{2,6} = 50.44$	$p = 0.000177$	FG ^a FP ^b SF ^c

*Nota: SF (Sin funda); FP (Funda pequeña); FG (Funda grande)

Análisis de agua del área de estudio

Se tomaron muestras de agua del refugio para determinar la calidad del agua durante las dos fases.

Como se observa en la tabla 8 a lo largo del estudio todos los parámetros fisicoquímicos obtuvieron mayor concentración en la primera fecha de muestreo durante la etapa de vivero a excepción del nitrato y la salinidad. Mientras que, en la segunda fecha de muestreo durante el periodo de plantación, los parámetros que obtuvieron la mayor concentración fueron: temperatura, pH, hierro, salinidad, nitritos, hierro, nitratos y amonio.

Tabla 8. Parámetros físico-químicos del agua de estuario fase I y fase II.

Parámetros fisicoquímicos	Vivero		Plantación	
	Etapa 1		Etapa 2	
Temperatura °C	27,50	25,10	24,90	26,40
Salinidad ppm	6%	3%	5%	4%
pH	6,80	6,72	6,95	6,96
P (ppm)	0,98	0,96	1,70	1,58
Cr (ppb)	11,00*	10,00*	15,00*	7,00*
Fe (ppm)	0,30	0,27	0,24	0,36*
Nitritos (ppm)	0,02	0,02	0,02	0,02
Nitratos (ppm)	5,00	6,00	6,00	6,30
Amonio (ppm)	0,37*	0,36	0,28	0,43*

Nota: ppm (partes por millón); pH (Potencial Hidrógeno); P (Fósforo); Cr (Cromo); Fe (Hierro); Valores sombreados indican valores más altos para cada etapa; valores con asteriscos indican que el parámetro sobrepasa los límites máximos permisibles contemplados en las tablas 1 y 2 del Acuerdo Ministerial 097 de la legislación ecuatoriana.

Análisis de suelo del área de estudio.

Las muestras de suelo fueron enviadas al INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) para su posterior análisis.

Los parámetros fisicoquímicos en el suelo tuvieron mayor concentración en la segunda fecha de muestreo durante la etapa de vivero, excepto en los valores de: pH, amonio, potasio, azufre, zinc, hierro y materia orgánica. Mientras que en la etapa de plantación los valores que obtuvieron el valor más alto fueron: cromo en la primera fecha de muestreo y pH, amonio, materia orgánica y la suma de bases y relaciones catiónicas en la segunda fecha de muestreo (tabla 9), además se observa que en el suelo predominó una textura franco - arenosa durante la fase de vivero y plantación de acuerdo a los análisis proporcionados por el INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias).

Tabla 9. Análisis de suelo.

Análisis de suelo	Vivero		Plantación	
	Parámetros	Etapa 1	Etapa 2	
pH	7.90	7.80	6.30	6.60
NH4	9.00	6.00	24.00	43.00
P	40.00*	45.00*	12.00	10.00
K	914.00*	842.00*	1645.00*	1229.00*
Ca	1520.00*	1775.00*	1892.00*	1855.00*
Mg	2070.00*	2120.00*	3796.00*	2397.00*
S	497.00*	486.00*	2269.00*	1202.00*
Zn	4.80	4.50	14.70*	7.70
Cu	6.70	7.60	4.40	2.80
Fe	265.00*	226.00*	100.00*	46.00*
Mn	29.00*	112.0*	78.00*	51.00*
B	0.90*	8.00*	11.60*	6.80*
M.O	1.50	1.00	6.20	7.20
Ca	7.60	8.88*	9.46*	9.28*
Mg	17.04*	17.45*	31.24*	19.73*
Bases	26.98	28.48	44.92	32.15
Ca/Mg	0.45	0.51	0.30	0.47
Mg/K	7.27	8.08	7.41	6.26
Ca+Mg/K	10.51	12.19	9.65	9.20
Textura	Arena	57.00	56.00	58.00
	Limo	20.00	21.00	19.00
	Arcilla	21.00	23.00	23.00
Clase Textual	Franco-Arenoso	Franco-Arenoso	Franco-Arenoso	Franco-Arenoso

Nota: pH (Potencial hidrógeno); NH4 (Amonio); P (Fósforo); K (Potasio); Ca (Calcio); Mg (Magnesio); S (Azufre); Zn (Zinc); Cu (Cobre); Fe (Hierro); Mn (Manganeso); B (Boro); M.O (Materia orgánica); Mg (Magnesio); Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K (Relaciones catiónicas); Letras sombreadas y en negrita indican valores más altos en cada fase; Valores con asteriscos indican concentraciones por encima de los límites

máximos permisibles de acuerdo al INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) y tabla 2 del AM 097 (Acuerdo ministerial) de la legislación ecuatoriana.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Comportamiento de las plantas de *Rhizophora mangle* durante la etapa de vivero y la etapa de plantación

De manera general las plantas experimentaron un crecimiento en la altura del ápice, altura del tallo y número de hojas al término de 8 semanas de monitoreo. El diámetro no experimentó un aumento significativo y el índice de mortalidad fue mayor en la fase de plantación. Así mismo el largo y ancho de hojas experimentaron un aumento transcurridas ocho semanas después de haber sido sembradas. Estos hallazgos concuerdan con el estudio de Sánchez et. al (2002), en donde se hizo un seguimiento al comportamiento de las especies *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* y tras hacer un análisis del comportamiento en cuanto al desarrollo de las plantas se pudo observar que a medida que transcurrió el tiempo, las plántulas experimentaron un aumento de altura del tallo, aumento de hojas y ápice, siendo en este caso el mangle rojo (*R. mangle*) quien obtuviera los mejores resultados con una supervivencia de 83%.

Sin embargo, a diferencia de este estudio, las plántulas de la especie *R. mangle* estuvieron la mayor parte del tiempo bajo condiciones de sombra, así como la ausencia de influencia mareal que pudieran remover las plántulas, por dichas razones su desarrollo en la etapa de vivero y plantación fueron altamente positivos (Sánchez et. al, 2002). Además, *R. mangle* es una especie que presenta un buen grado de adaptación al medio, su alta tolerancia a la salinidad, así como a sitios altamente perturbados la convierten en una especie resistente en comparación a otras especies de mangle (ACOFOR, 2002).

En la presente investigación las plantas experimentaron un crecimiento diferente, puesto que se sembró una parte de las plántulas directamente en el suelo, mientras que el resto fueron sembradas en fundas pequeñas y grandes. Las plantas que estuvieron expuestas mayor tiempo al suelo del manglar demoraron más tiempo en crecer, mientras que las plantas que se encontraban en bolsas plásticas tuvieron crecimiento más rápido debido al tiempo de exposición en el suelo, concentración de nutrientes y condiciones ambientales del suelo en ambos casos. El estudio de Tavera (2012), indica que las especies de mangle requieren buenas condiciones edáficas para tener la disponibilidad de nutrientes necesaria para su crecimiento, por lo general el tipo de suelo adecuado

para estas especies es de tipo arenoso. En el presente estudio el tipo de suelo que se obtuvo fue de origen franco – arenoso, sin embargo, la concentración de nutrientes del suelo excedió los límites máximos permisibles e influyeron negativamente en el crecimiento y asimilación de nutrientes adecuado por parte de las plántulas que estaban directamente en el suelo de manglar.

Un estudio que se realizó en Chiapas, México en el año 2004 afirma que la temperatura es un factor determinante del tamaño de los propágulos, indicando que en los lugares cálidos suelen llegar a medir hasta 25,5 cm, mientras que en lugares más fríos la longitud puede alcanzar los 16 cm, en este estudio los propágulos tuvieron un tamaño de hasta 27 cm. Con respecto al crecimiento de las plántulas se pudo observar que hubo un crecimiento a lo largo del tiempo (aproximadamente 112 días), durante la fase de plantación, lo cual concuerda con el estudio de indica que el proceso de crecimiento de las plántulas es prolongado hasta los 87 días, luego de ese tiempo las reservas de los nutrientes se comienzan a agotar y la velocidad de crecimiento empieza a disminuir, y con ello la falta de nutrientes conlleva a la muerte de las plantas (Tovilla, Román, Simuta, & Linares, 2004).

Estudios realizados en otros manglares de Guatemala y México indican que la reforestación de mangle por lo general se lleva a cabo mediante la siembra directa de propágulos y plantas generadas en vivero, en el año 2006 se logró reforestar 1680 has de mangle, en este caso las especies más utilizadas han sido: *L. racemosa*, *A. germinans* y *R. mangle*, pero para llevar a cabo esta técnica es necesario hacer análisis genéticos que permitan conocer el estado de las plantas a ser sembradas, así como las zonas donde se realiza la plantación (Arroyo et. al, 2016; Muñoz et. al, 2013). En el presente estudio en la fase de plantación, la reforestación de la especie *R. mangle* también se hizo considerando la plantación directa, al momento de hacer la selección de los propágulos se consideró a aquellos que estuvieran sanos y los sitios fueron escogidos tomando en cuenta la disponibilidad de sombra y agua.

Con respecto al diámetro, altura del ápice y número de hojas fue mayor en el espaciamiento de plantación de 2 m x 2 m con fundas grandes. Estos resultados concuerdan con el estudio de Winter (1997), en el cual se obtuvo un incremento de altura de las plantas al cabo de 24 meses dando a conocer que este es el mejor espaciamiento que se utiliza para acelerar la altura de las plantas de la especie *R. mangle*.

Otros autores sugieren que el espaciamiento ideal de plantación está comprendido entre los 2,5 m x 2,5 m y 3 m x 3 m, porque no solo se asegura el incremento de la altura de la planta sino también, el aumento de porcentaje de supervivencia de las especies de *R. mangle* (SEMARNAT (2009), Rojas (2012)).

Mortalidad y supervivencia durante la etapa de vivero y la etapa de plantación

En el presente estudio se utilizaron tres espaciamientos de plantación diferentes: 1.5 m x 1.5 m, 2 m x 2 m y 2,5 m x 2.5 m, en donde el espaciamiento más óptima de plantación que se obtuvo fue de 2 m x 2 m con el uso de fundas grandes, por cuanto el porcentaje de mortalidad fue menor en dicho tratamiento en la fase de plantación, lo cual se debe a la distancia que hubo entre los tallos, la especie *R. mangle* necesita espacio para sus copas por ende a una distancia de 2 m x 2 m hubo una distancia conveniente y las plantas no murieron, por cuanto éstas no estaban juntas (Basáñez, Serrano, Cuervo, & Cárdenas, 2016). Sin embargo, en el estudio de Winter (1997), realizado en el cantón Muiste el porcentaje de mortalidad fue menor al haberse utilizado un espaciamiento de 3 m x 3 m indicando que el mejor espaciamiento está entre los 2.5 m x 2.5 m y los 3 m x 3 m con respecto a la supervivencia de las plantas de la especie *R. mangle*.

En el Proyecto de Conservación y Repoblación de Áreas Amenazadas en el Bosque de Manglar del Pacífico Panameño con la especie *R. mangle* en la que se restauraron 500 hectáreas de bosque de manglar se utilizó una densidad de siembra de 1.5 x 1.5 m, 2 m x 2 m y de 3 m x 3 m, de lo cual se pudo concluir que la distancia de siembra más óptima es de 2 m x 2 m y de 3m x 3 m para asegurar la supervivencia de las plantas en un 65%, del mismo modo se indica que ambos espaciamientos generan un microclima favorable para la supervivencia de las plantas dado que en el espaciado de 2 m x 2 m era mayor al espacio que había entre los tallos de los mangles por ende, las plantas tuvieron mejor porcentaje de supervivencia que cuando estuvieron más juntas (Arias et. al, 2007).

Las plántulas que fueron sembradas en la fase de plantación en este estudio tuvieron mayor índice de mortalidad que aquellas que fueron sembradas en la fase de vivero, lo cual se debe a la calidad del suelo, pues como se ha mencionado anteriormente la mayoría de los parámetros que se analizaron tuvieron altas concentraciones, por lo tanto las plántulas que estuvieron expuestas al suelo de manera directa tuvieron mayor mortandad.

La siembra directa con la especie *R. mangle* (mangle rojo) se ha realizado en la provincia de Esmeraldas, tal es el caso de un proyecto de reforestación que se llevó a cabo en la Isla Esmeraldas, del cantón Muisne frente a la Parroquia Daule, de lo cual se reforestó tres hectáreas de piscina, con la finalidad de invertir menos tiempo y disminuir los costos que supondría hacerlo con otras técnicas de reforestación, sin embargo después de haber realizado la reforestación a través de la siembra directa la mayoría de los propágulos murieron tanto en la fase de vivero como en la fase de plantación razón por la que en el presente estudio se decidió utilizar fundas plásticas medianas y grandes, las mismas que fueron llenadas con suelo del manglar y una vez que salieron las primeras hojas se dio paso al proceso de trasplante en la piscina que fue el sitio utilizado para la reforestación, siendo en este caso las fundas plásticas grandes en donde se obtuvieran mejores resultados, de esta manera las plantas tuvieron mayor porcentaje de supervivencia, que cuando fueron plantadas directamente al suelo y en fundas plásticas pequeñas (Reyes & Balda, 2008).

De acuerdo a un estudio realizado en la Reserva Ecológica Tuxpán en México, el porcentaje de supervivencia de las plántulas de la especie *R. mangle* fue de 80,60% durante la fase de plantación, sin embargo factores como la insolación, la elevación del terreno y la frecuencia en la que las plántulas estuvieron expuestas a inundaciones (en lugares donde las inundaciones son menos frecuentes el grado de mortandad es mayor) generó mortandad en las mismas (Basáñez et. al, 2016; Garcés, 2014).

Otros autores dan a conocer que bajo condiciones de sombra y agua dulce se ha registrado mayor porcentaje de supervivencia de las plántulas (Tovilla & Orihuela, 2002; Flores & Benítez, 2006; Febles et. al, 2009). Las afirmaciones anteriores concuerdan con esta investigación, tomando en cuenta que las plántulas estuvieron más expuestas al sol en la segunda fase, es decir, la fase de plantación, mientras que en la fase de vivero las plántulas tuvieron menor grado de mortalidad debido a la presencia de más espacios con sombra.

Autores como Ramos et al, 2004, Benítez, 2007 y Rossalino, 2015 indican que la salinidad es otro de los elementos que puede limitar el desarrollo de las especies vegetales, en este caso la especie *R. mangle*, lo cual le impide la absorción de nutrientes, sin embargo en los resultados del presente estudio, tanto en la fase de plantación como en la de vivero los niveles de salinidad fueron bajos y se encuentran dentro de los límites que esta especie de mangle puede tolerar.

Un estudio realizado en un área de manglar degradada en México da a conocer que el proceso de reforestación no solo tiene que ver con las especies a reforestar sino también con la disponibilidad de nutrientes características de cada especie de mangle, implica la recuperación de las entradas y salidas de agua, producto de contaminación, para que el proceso de adaptación sea más rápido, en este caso la salinidad es un factor capaz de determinar la composición de especies que se pueden desarrollar en un determinado lugar, puesto que hay especies de mangle más tolerantes a este parámetro, se indica además que la salinidad debe presentar valores de entre 1 a 37 ppm para que la especie *R. mangle* y otras especies de mangle se desarrollen en condiciones óptimas (Cárdenas, 2014). Del mismo modo Méndez & Jiménez (2014), indican que la salinidad es un factor indicador de la altura y área basal de las especies de mangle, determinando de esta manera el tipo de mangle.

Otro factor que alteró la sobrevivencia de los especímenes fue el ataque de plagas en las semillas del mangle en la etapa de selección de semillas, de las cuales se identificaron dos plagas diferentes: *Coccotrypes rhizophorae* (gorgojo) y *Namalycastis* (gorgojo). La especie *Rhizophora mangle* es propensa a ser atacada por diferentes tipos de plagas no solamente a nivel de su semilla, sino también en las hojas, tallos y propágulos, conforme a los resultados obtenidos en el presente estudio las plagas que se han identificado, atacaron los propágulos que se seleccionaron para la etapa de vivero y plantación, dentro de este grupo algunos autores han identificado algunas especies asociadas a este tipo de mangle de las cuales se encuentra el gorgojo barrenador (*Coccotrypes rhizophorae*) y gorgojo del género *Namalycastis* que han sido identificados en el presente estudio, adicional a estos se encuentran: el saltamontes de antenas largas del género *Tettigoniidae*, Neréidos (poliquetos y anélidos), que son considerados como parásitos capaces de dañar las raíces adventicias generando la muerte de los propágulos y plántulas (Castillo, 2001; Pólit, 2016; Arteaga y Londoño, 2015; Chamorro et. al, 2017).

El estudio de Chamorro et. Al, (2017) realizado en el manglar de Tumulco – México da a conocer que la infestación de plagas por parte de los mangles se debe también a factores ambientales tales como: salinidad, nivel de inundación, humedad e iluminación, porque muchas de estas especies se sienten atraídas por la luz, por ende es más usual que las plántulas que se encuentran en áreas alteradas o zonas expuestas al sol la mayoría del tiempo presenten mayor cantidad de plagas, por tal motivo es entendible

que en la fase de plantación las plántulas hayan experimentado un incremento de la mortalidad. Así mismo, en el estudio de Muñiz et. al (2013), realizado en un manglar de México se indica que el éxito en las técnicas de reforestación realizadas en otras reservas ecológicas de México ha sido muy bajas (de 30% a 60% de supervivencia) lo cual está relacionado con factores ambientales (pH, salinidad, factor de inundación, elevación topografía, nutrientes y sombra) o biológicos (características genéticas entre los organismos).

Además, en los procesos de reforestación es conveniente que las condiciones del suelo que va a ser utilizado para aplicar la técnica no haya perdido su capacidad productiva, de modo que sea posible el desarrollo de las especies a través de plantaciones forestales, sistemas agroforestales, entre otros, lo cual corrobora los resultados de mortalidad obtenidos en la fase de plantación, puesto que las condiciones del suelo presentaron alteraciones en la concentraciones de los nutrientes, por ende en el proceso de plantación hubo un incremento de la mortalidad (Arroyo et. al, 2016).

Calidad del suelo y agua

De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo constatar que los valores de temperatura, salinidad, pH, nitritos y nitratos se encuentran dentro de los rangos permisibles para la preservación de la flora y fauna que consta en la tabla 2 en el acuerdo ministerial 097 (AM097) (Anexo 1) de la legislación ecuatoriana. Del mismo modo los niveles de fosfatos que si bien no tienen una comparación con las tablas del AM 097 (Anexo 1), al hacer una comparación con la legislación colombiana se indica que los niveles de fosfatos no deben exceder de 5 ppm (Sarmiento, 2011).

Los límites hierro, cromo y amonio registrados en el primer muestreo durante la fase de vivero y durante la segunda fecha de muestreo en la etapa de plantación sobrepasan el límite máximo permisible, porque en zonas aledañas al manglar se encuentran camaroneras abandonadas y presencia de desechos sólidos razón por la que la mayoría de los parámetros están por encima de los límites máximos permisibles (Valencia, 2006). En el plan de manejo de manejo de uso y custodia del manglar de la parroquia Sálma, se indica que entre las principales amenazas que enfrentan los pobladores y asociaciones que viven de los recursos del manglar se encuentran: presencia de camaroneras abandonadas (que descargaban de manera directa el agua que se utilizaba en los procesos de limpieza y cosecha y con ello afectan a los organismos que habitan

en el manglar), riesgos ecológicos (uso de químicos para la captura de peces por parte de pescadores foráneos y contaminación por desechos sólidos) (Salas, 2018).

En cuanto a los análisis de suelo, los valores de pH y cobre están dentro de los valores aceptables de concentración, mientras que los valores de Azufre (S) y Boro (B) se encuentran por encima de los límites máximos permisibles presentes en la tabla 1 del AM 097 (Anexo 2) acerca de los criterios de calidad del suelo.

En el estudio de Méndez & Jiménez (2014), se menciona que el suelo en el que se desarrolla la especie *R. mangle* se caracteriza por tener pH ácido, además existe una relación directa entre el pH ácido y el contenido de Azufre (S) y boro (B), bajo estas condiciones *R. mangle* es considerada una especie tolerante a las perturbaciones ambientales y modificación del ecosistema, sin embargo los valores obtenidos en el presente estudio se consideran por encima de lo que la especie puede tolerar, cuyos valores deben ser de 10 a 20 para el caso del azufre y de 0,5 a 1,0 para el caso del boro. La afirmación anterior corrobora los resultados obtenidos en el presente estudio por cuanto los valores más altos de azufre se obtuvieron en la fase de plantación, donde las concentraciones de pH fueron más ácidas respecto a la fase de vivero, siendo la fase de plantación donde hubo el mayor porcentaje de mortalidad de las plantas.

De acuerdo a los niveles óptimos de macro y microelementos para el crecimiento de las plantas los niveles de Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn), Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) sobrepasan los niveles máximos permisibles establecidos por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP) (Anexo 3), lo cual indica que el suelo del manglar de la reserva presenta un alto grado de contaminación, así lo mencionan Huertos & Romero (2008), quienes exponen que las altas concentraciones de metales en el suelo pueden generar consecuencias en las tasas de crecimiento y asimilación de nutrientes por parte de las plantas, adicional a esto los mismos autores da a conocer que los suelos cuya textura es arenosa carecen de una capacidad de fijación y por ende tienden a contaminarse con mayor rapidez en el nivel freático.

Las altas concentraciones de nutrientes registradas en el presente estudio concuerdan con un estudio realizado en la ciénaga de Santa Marta en Colombia, en donde se indica que los órganos de la especie *R. mangle* pueden acumular grandes concentraciones de nutrientes y metales pesados como: cadmio, cobre, zinc, magnesio, fósforo, nitrógeno,

hierro y manganeso, por lo general en la raíz, tallo y tronco, además se menciona que las plantas más jóvenes son quienes por lo general tienden a acumular altas concentraciones de estos nutrientes, que en algunos casos servirán para su crecimiento, pero en excesivas concentraciones conllevan a la muerte de las plantas, por lo cual es entendible que las plantas experimentaran mayor mortalidad en la etapa de plantación que en la fase de vivero (Naranjo & Troncoso, 2008).

Sin embargo las concentraciones de los nutrientes no dependen solamente de una fuente o actividad antropogénica, en algunos casos depende de las propiedades físicas y químicas del suelo, como por ejemplo el pH, salinidad y contenido de materia orgánica, indican que los suelos con baja salinidad, pH ácido y alto contenido de materia orgánica conlleva a la alta retención de nutrientes y con ello la permanencia de estos en suelo aumenta de manera progresiva, así lo indica un estudio realizado en la ciénaga de Santa Marta en Colombia (Campos, 2010).

Al mismo tiempo los suelos arenosos son pobres en materia orgánica, debido a la alta mineralización producto del exceso de aireación, por ende, para tener una capacidad de retención más alta, es necesario adicionar más contenido arcillo- húmico que le de mayor capacidad de retención de agua (Larios, 2014). La afirmación anterior concuerda con el presente estudio, puesto que la textura del suelo que tuvo más predominio fue el de tipo franco arenoso, los valores registrados durante la fase de vivero fueron bajos, mientras que en la etapa de plantación los valores de materia orgánica fueron óptimos, así lo menciona Larios (2014), en un estudio donde se da a conocer que valores de materia orgánica comprendidos entre 0 – 1,75 son valores bastante bajos.

De acuerdo a resultados obtenidos en un manglar de Xalapa en México indica que los manglares son precursores de materia orgánica dependiendo del tipo de especie de mangle debido al proceso de degradación de la hojarasca, en este caso en la especie *R. mangle* el proceso de degradación es mucho más lento que en las especies *A. germinans* y *L. racemosa*, razón por la cantidad de materia orgánica suelen ser bajas (Yáñez, Twilley, & Lara, 2003).

Adicional a lo anterior un suelo franco – arenoso posee baja actividad microbiana, razón por la que tiende a ser más ácido, carece de nutrientes que lo convierte en un tipo de suelo poco fértil y en ciertas ocasiones es necesario adicionar materia orgánica o estiércol para que pueda proveer los nutrientes que las plantas necesitan para poder

prosperar, en el presente estudio si bien la cantidad de materia orgánica fue mayor en la fase de plantación, las condiciones del suelo como por ejemplo, pH y alta concentración de nutrientes producto de actividades antropogénicas se convirtieron en un factor contraproducente para la especie *R. mangle* (Flores et. al, 2013).

En la fase de plantación en cambio, los valores obtenidos de materia orgánica fueron óptimos ya que estuvieron por encima de 5, lo cual concuerda con el estudio de Rossalino (2015), en donde se menciona que los suelos de los manglares suelen ser ricos en materia orgánica que se debe principalmente a la presencia de hierro, potasio y zinc, sin embargo suelen carecer o poseer un exceso de otros macronutrientes y micronutrientes y de esta manera se convierte en un factor limitante para el desarrollo y crecimiento adecuado de las plantas. Al igual que en este estudio, en la investigación realizada por Drouet (2019), en la reserva ecológica Manglares Estuario del Río Esmeraldas, los nutrientes del suelo obtuvieron altas concentraciones por varios factores entre ellos: las zonas de manglar que están en contacto con los asentamientos poblacionales, la mala disposición de desechos sólidos y descarga de aguas domésticas al manglar, disminuyendo las posibilidades de crecimiento y regeneración de las especies de mangle incluida la especie *R. mangle*, así mismo la cantidad de materia orgánica fue mayor en las zonas alejadas de los asentamientos poblacionales debido a la poca perturbación a la que están expuestas.

Del mismo modo en el estudio de Figueroa & Álvarez (2011), la textura que se obtuvo en un manglar de Tumaco fue franco arenoso, donde se expone que este tipo de textura se debe al hecho de que el manglar está más expuesto al oleaje razón por la que presenta un alto grado de erosión.

La mayoría de los nutrientes tuvieron alta concentración a lo largo del estudio excepto los niveles de amonio, pH y cobre que tienen niveles normales de concentración, esto se debe principalmente a los efectos que han provocado las camaroneras que se instalaron aledañas al Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario del Río Muisne. Martínez, (2007), afirma que la explotación camaronera trae consigo graves consecuencias tales como: pérdida de acidez de los suelos, por lo cual es difícil que especies de mangle vuelvan a replantarse, pérdida de nutrientes o alteración de los mismos al utilizarse sustancias químicas para el mantenimiento de la camaronera y limitada capacidad del ecosistema para absorber ciertas cantidades de carbono, tras encontrarse en condiciones ambientales diferentes a las iniciales.

La afirmación anterior concuerda con el presente estudio porque los altos niveles de fósforo que se obtuvieron se deben a las filtraciones de altos contenidos de fósforo que las camaroneras desechan para llevar a cabo el cultivo semi-intensivo de camarón y a la presencia de fertilizantes con fuentes de fósforo (Molina, 2006).

En cuanto a las relaciones catiónicas y contenido de bases intercambiables, se constató que el suelo aún conserva una alta fertilidad, de acuerdo con un estudio acerca del análisis de suelo de la Universidad de Costa Rica entre más alto es el contenido de calcio y magnesio, mejor es la fertilidad del suelo. Además afirma que valores comprendidos entre 5 – 12 cmol/l indican que el suelo posee una fertilidad media y si estos valores son superiores la fertilidad es alta, así mismo se menciona que existe un efecto antagonista entre los cationes de calcio y magnesio con los de potasio, es decir, que la disponibilidad de uno limita la disponibilidad del otro (Molina, 2006).

En el estudio de Arroyo et. al (2016), realizado en un manglar de Guatemala se menciona que el método de reforestación con una sola especie de mangle, en este caso *R. mangle* con la siembra directa de los propágulos o plántulas germinadas en vivero, en la mayoría de los casos se han llevado a cabo sin tomar en cuenta las características físicas y topográficas del área, razón por la que las plántulas han tenido un éxito de supervivencia relativamente bajo, sobre todo cuando estas han experimentado problemas de inundaciones. Esta afirmación concuerda con este estudio, porque para los resultados obtenidos en las muestras de suelo a través del INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) (Anexo 3) se obtuvieron después de haber llevado a cabo el estudio, dando a conocer que el suelo del área que se utilizó para sembrar las plántulas presenta altas concentraciones en la mayoría de los nutrientes y como se ha mencionado anteriormente, factores como la salinidad, pH e inundación también juegan un papel importante en la supervivencia de las plantas, razón por la que en la etapa de plantación las plántulas murieron.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

- Los espaciamientos de plantación que presentaron mejores condiciones para plantar *R. mangle* en el presente estudio fueron de 1.5 m x 1.5 m y de 2 m x 2 m, por cuanto el porcentaje de mortalidad que se obtuvo fue de 18%, al mismo tiempo que la altura del ápice de las plantas, como el tamaño, número, largo y ancho de hojas, también fue mayor al haber plantado la especie con distancias de 1.5 m x 1.5 m y 2 m x 2 m.
- En la fase de plantación las plantas de mangle tuvieron mayor porcentaje de mortalidad que en la etapa de vivero, alcanzando un porcentaje de 60% en las plantas que fueron plantadas de forma directa (sin fundas), lo cual se debe a la influencia de factores como: salinidad, grado de inundación, concentración de nutrientes, ataque de plagas y pH.
- La calidad de agua del manglar presenta niveles altos de cromo, hierro y amonio que sobrepasan los límites máximos permisibles contemplados en el acuerdo ministerial 097 de la legislación ecuatoriana lo cual se debe a actividades humanas (presencia de desechos sólidos) y la presencia de sustancias, producto de piscinas camaroneras abandonadas en zonas aledañas al refugio.
- Las condiciones edáficas del refugio muestran que existe alta concentración de calcio, azufre, boro, magnesio, manganeso, fósforo, hierro, zinc y potasio según los resultados otorgados por el INIAP, lo cual se debe a varios factores tales como: la presencia de desechos sólidos, sustancias químicas utilizadas por camaroneras aledañas al manglar y a la concentración de pH ligeramente ácida que conlleva a la permanencia de boro, azufre, hierro y zinc.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un seguimiento a las plántulas que han sobrevivido tras hacer la presente investigación, puesto que la zona en la que se ha llevado a cabo el estudio es un área altamente intervenida debido a la presencia de camaroneras abandonadas.
- Se tiene que vincular a la comunidad aledaña al manglar a participar en futuros proyectos que guarden relación con la reforestación del manglar y con ello contribuir a la conservación del ecosistema, al mismo tiempo que se puede hacer uso de los bienes y servicios que ofrece y de los cuales muchas personas dependen, al mismo tiempo es conveniente contar con los saberes y experiencias personales de los residentes locales para aplicar técnicas de reforestación.
- Se recomienda a las autoridades encargadas del cuidado del ambiente, así como la población en general denunciar cualquier actividad que ponga en peligro la conservación del manglar, a través de sanciones por parte del Ministerio de Ambiente para evitar el uso de sustancias que alteren el estado inicial del manglar.
- Es conveniente continuar haciendo proyectos de reforestación con otras especies de mangle, para hacer un seguimiento de su comportamiento tanto en etapa de vivero como en etapa de plantación y con ello contribuir a la recuperación del manglar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOFORE. (2002). Manual sobre técnicas de vivero y restauración de áreas de manglar del caribe colombiano. *Ministerio del Medio Ambiente*, 1-28.
- Arguello, D. (5 de 11 de 2008). Recuperado el 12 de 07 de 2018, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/.../1/Tesis%20Arguello%20Jacome.doc>
- Arias, J., Castillo, M., Fahy, P., Tejada, T., Noya, C., Berdiales, J., . . . Sáez, M. (2007). Proyecto de conservación y repoblación de áreas amenazadas del bosque del Manglar del Pacífico Panameño - Fases I y II. *Autoridad Nacional del Ambiente*, 1-78.
- Arroyo, G., Rufino, J., Díaz, B., López, J., Morales, A., Soberanis, H., & Ramírez, M. (2016). Restauración ecológica participativa del ecosistema de manglar en la reserva natural de usos múltiples Monterrico. *Universidad de San Carlos de Guatemala: Programa Universitario de Investigación*, 1-21.
- Arteaga, C., & Londoño, M. (2015). Neréidos (Nereidae, Polichaya, Annelida) asociados a raíces de mangle rojo, *Rhizophora mangle*, en islas San Andrés y Providencia, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 1-22.
- Basáñez, A., Serrano, A., Cuervo, L., & Cárdenas, S. (2016). Ensayos de reforestación con plantas de mangle en la reserva ecológica del complejo termoeléctrico "Presidente Adolfo López Mateos" Tuxpan, Veracruz. *Polibotánica*, 1-11.
- Beltrán, S. T. (2009). Restauración del manglar mediante la regeneración natural y reforestación en la Laguna "La Cerca". Tlacotalpan, Ver. .
- Benítez, P. (2007). Forestación artificial con mangles en islas de dragados en una región semiárida de México. *Instituto Politécnico Nacional: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas*, 1-123.
- Bodero, A. (2005). El bosque de Manglar de Ecuador. *Ministerio del Ambiente*, 1-14.
- Bonilla, C., Pino, M., & Logroño, J. (2014). Guía Técnica: Manejo de viveros forestales. *Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo*, 1-20.
- Brenner, L. (2018). Los impactos ambientales de las políticas públicas en los manglares de Chiapas, México: Una consecuencia de la falta de integración de la política ambiental. *Gestión y política pública*, 1-31.
- Brown, R. R. (2014). Rehabilitación Ecológica del Manglar. Manual de campo para Rehabilitadores. *Copyleft*.
- Calle, Z. (2012). Métodos y técnicas para la restauración de bosques. *Laboratorio de Ecología y Restauración Forestal*, 1-134.

- Campos, N. (2010). Evaluación de ecosistemas de manglar con diferente cobertura en cuanto a los procesos de retención, absorción y acumulación de metales pesados (Cr, Cd, Pb, Zn y Cu). *Universidad Nacional de Colombia*, 1-79.
- Cárdenas, S. (2014). Ensayos de reforestación en un área degradada de manglar en el sitio Ramsar No. 1602. *Universidad Veracruzana: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 1-111.
- Carvajal, R., & Santillán, X. (2019). Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Manglares del Ecuador Continental. *Ministerio del Ambiente del Ecuador, Conservación Internacional Ecuador, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)*, 1-80.
- Castillo, P. (2001). Evaluación de las principales plagas del "mangle rojo" (*Rhizophora mangle*) "mangle salado" (*Avicennia germinans*) y "mangle blanco" (*Laguncularia racemosa*) en Tumbes, Perú. *Universidad Nacional de Tumbes, Perú*, 1-6.
- Cerrón, J., Castillo, J. d., Mathez, S., & Tomas, E. (2017). Lecciones aprendidas de experiencias de restauración en el Perú. *SERFOR*, 1-124.
- Chamorro, I., Pech, J., & Basáñez, A. (2017). Propágulos de *Rhizophora mangle* (*Rhizophoraceae*) barrenados por *Coccotrypes rhizophorae* (*Coleoptera: Curculionidae*) en el manglar de Tumilco, Veracruz, México. *Revista biológica tropical*, 1-10.
- CONAF. (2013). Restauración ecológica en Áreas Silvestres Protegidas del Estado: Experiencias y desafíos que contribuyen a la conservación de la diversidad biológica del país. *Ministerio de Agricultura*, 1-20.
- CONAF. (2016). Experiencias sobre restauración ecológica post incendios. *Universidad Austral de Chile*, 1-5.
- Constitución. (12 de 04 de 2008). Constitución de la República del Ecuador. Recuperado el 12 de 05 de 2018, de <http://www.cristorey.edu.ec/frontEnd/Image/Constitucion.pdf>
- Cordova, A. (2008). *Investigación para la rehabilitación Hidrodinámica y la Restauración en Manglar en zonas del Estado de Sinaloa*. México: Iné.
- Córdova, A. (2008). *Investigación para la rehabilitación Hidrodinámica y la Restauración en Manglar en zonas del Estado de Sinaloa*.
- Cornejo, X. (2014). **ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LOS MANGLARES DEL ECUADOR.**
- Cruz, V. D. (2012). *Rhizophora Mangle* Linnaeus, 1753 como especie sombrilla y razón biológica para la protección y restauración de la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *BIOCYT*, 1-12.

- Delgado, L., Reyes, J., Guevara, O., Andrade, D., Escobar, W., Rincón, L., . . . Gallo, E. (2013). Plan de Gestión Ambiental Regional del Tolima 2013 -2023. *CORTOLIMA*, 1-201.
- Díaz, J. (2011). Una revisión sobre los manglares: Características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénico y su marco jurídico: Caso Sistema Lagunar de Topolobampo. *Ra Zimhai*, 1-17.
- Drouet, A. (2019). Evaluación del estado actual de la regeneración natural del bosque del manglar del Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Esmeraldas. *Pontificia Universidad Católica sede Esmeraldas: Escuela de Gestión Ambiental*, 1-66.
- Erazo, A. (2014). Uso estratégico del mangle para el desarrollo turístico en el cantón San Lorenzo, provincia de Esmeraldas . *Universidad Central del Ecuador: Facultad de Ciencias Agrícolas, Carrera de Turismo Ecológico*, 1-168.
- Escalona Luttig, I., Bonifacio Cortes, P., & Ruiz , M. (2009). La reforestación de los manglares en la costa de Oaxaca - Manual Comunitario. *SEMARNAT*.
- Ezcurra, E., Aburto, O., & Rosenzweig, L. (2009). Los riñones del mundo: ¿por qué debemos proteger los manglares de México? *Investigación ambiental*, 1-5.
- FAO. (2003). Preguntas frecuentes sobre la reciente evaluación de los manglares.
- Febles, P., López, N., & Batllorí, E. (2009). Pruebas de reforestación de mangle en una ciénaga semiárida de Yucatán, México. *Madera y Bosques*, 1-10.
- Fernández, M., & Vásquez, Y. (2006). Origen de los nitratos (NO₃) y nitritos (NO₂) y su influencia en la potabilidad de las aguas subterráneas . *Minería y Geología*, 1 - 10.
- Figueroa, L., & Álvarez, R. (2011). Evaluación de suelos de mangla en dos localidades en la ensenada de Tumaco, Pacífico Colombiano. *Archivos de Ciencias do Mar*, 1-9.
- Flores, J., Valero, C., Osuna, P., Corral, B., Shukla, a., & Salazar, E. (2013). Textura del suelo y tipo de agua de riego en la disponibilidad de fósforo de estiércol bovino. *Redalyc: Tierra Latinoamericana*, 1-11.
- Flores, V., & Benítez, D. (2006). Creación y restauración de ecosistemas de manglar: principios básicos . *Gobierno Municipal de Japala, Veracruz - Instituto de Ecología* , 35-42.
- Francisco Javier Flores-Verdugo, C. M.-H.-P. (s.f.). *CREACiÓN Y RESTAURACiÓN DE ECOSISTEMAS DE MANGLAR: PRINCIPIOS BÁSICOS*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2018, de file:///C:/Users/Mi%20PC/Downloads/CreacionYRestauracionDeEcosistemas.pdf
- GAD PARROQUIAL DE SALIMA. (23 de Junio de 2019). Obtenido de <http://salima.gob.ec/>

- GADPS. (28 de enero de 2018). *GAD PARROQUIAL DE SALIMA*. Obtenido de <http://salima.gob.ec/>
- Garcés, O. (2014). Patrones de crecimiento y mortalidad de los propágulos de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* para proceso de restauración en la desembocadura del río Ranchería - La Guajira. *Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras*, 1-80.
- Guevara Mancera, e. a. (1998). *CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS MANGLARES DEL PACIFICO COLOMBIANO*. Santa Fe - Bogota: Heliodoro Sanchez, Omar A Guerrero, Ricardo Alvarez León.
- Guevara, O., & Murcia, G. (1998). Estudio de la dinámica de los bosques de manglar del pacífico colombiano. *OIMT*, 1-24.
- Huertos, E., & Romero, A. (2008). Contaminación de suelo por metales pesados. *Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química. Apartado 553. Universidad de Sevilla. Sevilla 41071*, 1-13.
- INATEC. (2016). *MANUAL DEL PROTAGONISTA, VIVERO Y SEMILLERO*. MAG, INTA, IPSA.
- INEC. (25 de Diciembre de 2001). *Cantón Muisne*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantonaes/Esmeraldas/Fasciculo_Muisne.pdf
- INIAP. (11 de Agosto de 2018). MUESTREO DE SUELOS PARA ANALISIS QUIMICOS. *Tríptico para la toma de muestras de suelo*. Yaguachi, Guayas.
- Jaime, S. Z. (2018). *PLAN DE MANEJO PARA EL USO Y CUSTODIA DE 196,86 HECTAREAS DE MANGLAR POR PARTE DE LA ASOCIACION DE PRODUCCION PESQUERA ARTESANAL RIO SALIMA ASOPESARISA*.
- Jenny Alexandra Rodríguez-Rodríguez, José Ernesto Mancera-Pineda, & Juan Manuel Rodríguez-P. (2016). Validación y aplicación de un modelo de restauración de manglar basado en individuos para tres especies en la Ciénaga Grande de Santa Marta.
- Jimenez, J. &. (12 de 04 de 1993). Recuperado el 12 de 06 de 2018, de http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf
- Larios, M. (2014). Niveles de Cd, Co, Cu, Ni, Pb y Zn en los suelos de ribera de la cuenca del río Turia. *Universidad de Lleida*, 1-171.
- MAE. (11 de 05 de 2008). Sistema Único de información ambiental. *República del Ecuador*. Recuperado el 04 de 06 de 2018, de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346525/Areas+Protegidas+del+Ecuador.pdf/390b099f-6f57-4d38-bf17-cea3a138caf5>
- MAE. (2010). Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Muisne. *FUNDECOL*, 1-6.

- MANUAL COMUNITARIO DE RESTAURACIÓN DE MANGLARES. (2009). *PLAN DE ACCIÓN REGIONAL PARA LA RESTAURACIÓN DE LOS MANGLARES DE NAYARIT CONAFOR-REINO UNIDO* .
- Martínez, J. (2007). La defensa de los manglares contra la industria camarinera. *Ecología y política*, 1-8.
- Medina, B., Román, S., Santana, B., & Salgado, J. (2010). Restauración vegetal de manglar de borde en el litoral central del Ecuador. *Universidad Internacional Menéndez Pelayo*, 1-14.
- Mejias Quiñonez, M. J. (2014). Bosque de manglar, un ecosistema que debemos cuidar. *Inconder*, 27.
- Méndez, C., & Jiménez, J. (2014). Análisis de la asociación entre la estructura y composición de la comunidad vegetal de manglar, y los parámetros físico - químicos del agua en la Bahía La Graciosa, Izabal, Guatemala. *Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*, 1-15.
- Molina, E. (2001). Análisis de suelos y su interpretación . *Centro de Investigaciones Agronómicas*, 1-8.
- Molina, E. (2006). Análisis de suelos y su interpretación . *AMINO GROW*, 1-8.
- Moreno, P. (2009). Propuesta de extrapolación de una experiencia de restauración de humedales. *CONABIO; Instituto de Ecología, A.C. INECOL*, 1-65.
- Muñiz, R., Sandoval, E., Riosmena, R., Tovilla, C., Aguilar, B., López, J., & Zertuche, A. (2013). El mangle rojo del Pacífico Norte de México. *CONABIO. Biodiversitas*, 1-5.
- Naranjo, Y., & Troncoso, W. (2008). Contenidos de cadmio, cobre, zinc y plomo en órganos de *Rhizophora mangle* de la ciénaga grande de Santa Marta, Criba Colombiano. *Universidad del Magdalena: Santa María*, 1-24.
- Pólit, M. (2016). Sobrevivencia de propágulos de *Rhizophora mangle* sembrados en vivero en el islote del Río Boca de Beche - Pedernales (Manabí), bajo diferentes condiciones de salinidad y temperatura. *Universidad de Guayaquil: Facultad de Ciencias Naturales* , 1-90.
- Prado Erazo, T., & Prado Erazo, G. (2001). *Comportamiento del Rhizophora harrisonii en vivero y plantacion en el Estuario del Rio Atacames de Esmeraldas*. Esmeraldas.
- Ramos, D., Ramírez, F., & Lot, H. (2004). *Manual de hidrobotánica: muestreo y análisis de vegetación acuática*. México, D.F: A.G.T Editor.
- Reese. (04 de 07 de 2013). Obtenido de http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C12/F0C5/C677/9324/2525/C0A8/D218/7C8F/Reese_Ronald.pdf

- Reyes, L. (2018). Proyecto de reforestación con siembra directa en la Isla Esmeraldas, cantón Muisne con la especie *R. mangle*. *Ministerio del Ambiente*.
- Reyes, M. (2002). Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas. *Madera y Bosques*, 1-13.
- Robin, R., & Brown, B. (2014). Rehabilitación ecológica del manglar: Manual de campo para rehabilitaciones. *USAID*, 1-173.
- Rojas, J. (2012). Fichas técnicas de áreas seleccionadas para la primera etapa del programa de repoblación de manglar en la Costa del Pacífico Sur. *PRONATURA*, 1-10.
- Rossalino, M. (2015). Estructura del mangle y la asociación con características fisicoquímicas de agua y suelo en Tumulco. *Universidad Veracruzana: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 1-85.
- Salas, J. (2018). Plan de manejo para el uso y custodia de 196,86 hectáreas de manglar por parte de la Asociación de Producción Pesquera Artesanal Río Sálina ASOPESARISA. 1-38.
- SALIMA, G. P. (23 de Junio de 2019). Obtenido de <http://salima.gob.ec/>
- Salvador, S. (2011). Restauración de manglares: desafío para la adaptación al cambio climático. *Ecoviva*, 33.
- Samaniego, M. (2007). Proyecto de conservación y repoblación de áreas amenazadas del bosque de manglar del Pacífico Panameño (ANAM - OIMT). *CONFEREC S.A*, 1-15.
- Sanchez Paez, H., Guevara Mancera, O., & Alvares Leon, R. (1998). *CONSERVACION Y USO SOSTENIBLE DE LOS MANGLARES DEL PACIFICO DE COLOMBIA*. Bogota: M.A Medio Ambiente.
- Sánchez, H., Guevara, O., & Alvarez, R. (2002). Conservación y usos sostenible de los manglares del Pacífico Colombiano. *Ministerio del Medio Ambiente*, 1-193.
- Sánchez, N. (2003). Manejo sustentable y comercialización de concha en cautiverio (*Anadara similis* y *A racemosa*), Provincia de Esmeraldas. *CORPEI*, 1-14.
- Sarmiento, L. (2011). Disposiciones relacionadas con el uso de las aguas residuales tratadas. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 1-9.
- SEMARNAT. (2009). Restauración del manglar mediante la regeneración natural y reforestación en la Laguna "La Cerca". *Gobierno Federal de México*, 1-21.
- Serra, C., Vide, D., Briansó, M., Carrasco, J., & Amorós, J. (2014). Estudio muktidisciplinario del ecosistema manglar en la comunidad trdicional de Currel Velho. *Institut de Ciència i: Tecnologia Ambientals (UAB)*, 1-131.
- Silva, M. (2004). Materia orgánica: Su utilización en la evaluación de la calidad del suelo en distintos ambientes del sur de Santa Fe. *Estudio Agronómico Alvear*, 1-7.

- Solis, M. A. (2012). Los Manglares del Ecuador. *Revista Geografica*.
- Tavera, H. (2012). Caracterización y manejo integral de los bosques de mangles del Golfo de Tribugá, municipio de Nuquí, Chocó - Colombia. *WWF*, 1-90.
- Tavera, H., Rentería, E., & Castaño, B. (2014). Recuperando el manglar: Manual para el desarrollo de actividades de recuperación de manglar. *Fundación Mar Viva Bogotá*, 1-17.
- Tovilla, C., & Orihuela, D. (2002). Floración, establecimiento de propágulos y supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoaapa, Guerrero, México. *Madera y Bosques*, número especial 8: 89-102.
- Tovilla, C., Román, A., Simuta, G., & Linares, R. (2004). Recuperación del manglar en la Barra del Río Cahoacán, en la costa de Chiapas . *Madera y Bosques*, 1-15.
- UICN. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. *Programa Regional de Cambio Climático*, 1-452.
- Ulloa, G., Rodríguez, H., Gil, W., & Pino, J. (04 de 11 de 1998). Manual sobre técnicas de vivero y restauración de áreas de manglar del caribe colombiano. *ACOFORO*, 1-28. Recuperado el 12 de 05 de 2018, 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)
- Urrego, J. U. (2009). *Gestión ambiental de los ecosistema de manglar*. Recuperado el 01 de 04 de 2019, de file:///C:/Users/JESKYN_PC/Desktop/la%20puta/mineria/tratamiento%20residual/14254-42489-1-PB.pdf
- Valencia, C. (2005). Química del hierro y manganeso en el agua, métodos de remoción . *Universidad de Cuenca: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil*, 1 - 52.
- VANEGAS, F. H. (2013). Protocolo para la reproducción de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en vivero.
- Vasconez Alarcon, L. F. (2010). Control de la pérdida de manglar de la provincia de El Oro, Ecuador.
- Verdugo, F., Agraz, C., & Benítez, D. (2014). Creación y restauración de ecosistemas de manglar: Principios básicos. *CONABIO*, 1-19.
- Vide, D., & Briansó, M. (2014). Análisis de los servicios ecosistémicos producidos por los manglares a partir de la percepción de la comunidad de Curral Velho. *Universidad Autónoma de Barcelona*, 1-23.
- Winter, V. (1997). *ANALISIS DE CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE UNA PLANTACION DE Rhizophora mangle CON DIFERENTES ESPACIAMIENTOS HASTA LOS 24 MESES EN MUISNE*.
- Yáñez, A., Twilley, R., & Lara, A. (2003). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Redalyc: Madera y Bosques*, 1-18.

ANEXOS

Anexo 1. Tablas 1 y 2 del Acuerdo Ministerial 097 de la legislación ecuatoriana para la calidad de agua

TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino=Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

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

PARÁMETRO	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoníaco Total ⁽²⁾	NH ₃	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽¹⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 50	> 60
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Piomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO5	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	-

(1) Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l

(2) Anotar la Tabla 2a como criterio de calidad para aguas dulces.

Anexo 2. Tabla 1 del Acuerdo Ministerial 097 para la calidad de suelo


TABLA 1.- CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO

Parámetro			Unidades*			Valor		
Parámetros Generales								
Conductividad	uS/cm				200			
pH					6 a 8			
Relación de adsorción de Sodio (Índice SAR)					4*			

Parámetros inorgánicos		
Carbono orgánico	mg/kg	12
Carbono orgánico (elemental)	mg/kg	250
Carbono orgánico	mg/kg	200
Carbono orgánico (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Mercurio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Cromo VI	mg/kg	0.4
Cianuro	mg/kg	0.9
Estaño	mg/kg	5
Fluoruros	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	76
Zinc	mg/kg	60

Parámetros orgánicos		
Benceno	mg/kg	0.03
Clorobenceno	mg/kg	0.1
Etilbenceno	mg/kg	0.1
Estireno	mg/kg	0.1
Tolueno	mg/kg	0.1
Xileno	mg/kg	0.1
PCBs	mg/kg	0.1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorobenzenos (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0.05
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0.01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0.1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0.05
Hidrocarburos totales (TPH)	mg/kg	<150
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	0.1

Anexo 3. Resultados de las pruebas de suelo realizadas por el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias)



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	ENA KATHERINE BUCHELI ESTRADA
Dirección :	RTO. EL LIMONAL
Ciudad :	MUISNE
Teléfono :	0967440790
Fax :	N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	MANGLAR
Provincia :	ESMERALDAS
Cantón :	MUISNE
Parroquia :	MUISNE
Ubicación :	RTO. EL LIMONAL

DATOS DE LA MUESTRA			
Informe No. :	22129	Factura No. :	06319
Responsable Muestreo :	Ciente	Fecha Análisis :	14/05/2019
Fecha Muestreo :	05/05/2019	Fecha Emisión :	15/05/2019
Fecha Ingreso :	07/05/2019	Fecha impresión :	17/05/2019
Condiciones Ambientales :	T°C: 24.1 %H: 53.5	Cultivo Actual :	BARBECHO

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	*Mn	*B	* Cl
70279	M- 4 MANGLAR VIVEROS	7.5 PN	11 B	40 A	809 A	981 M	1441 A	510 A	4.3 M	4.0 M	137 A	22.0 A	3.60 A	
70280	M- 5 MANGLAR VIVEROS	6.6 PN	43 A	10 B	1229 A	1855 A	2397 A	1202 A	7.7 A	2.8 M	46 A	51.0 A	6.80 A	

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	MÁc = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	L/Al = Lg. Alcalino
B = Bajo	MÁc = Med. Acido	Med/Al = Med. Alcalino
M = Medio	LAc = Lg. Acido	Al = Alcalino
A = Alto	PH = Prac. Neutro	RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Clasen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Microbásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciometría	Suelo agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Óptimos			
Medio (ug/ml)			
NH ₄ 20 - 40	Mg 121.5 - 243	Fe 20 - 40	
P 10 - 20	B 10 - 20	Mn 5 - 15	
K 78 - 196	Zn 2.0 - 7.0	B 0.5 - 1.0	
Ca 800 - 1600	Cu 1.0 - 4.0	Cl 17 - 34	

NE = No entregado


<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) someti-da(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE

** Ensayo subcontratado



Responsable Técnico del Laboratorio

Mgs. Diana Acosta J.

Anexo. Visita previa en el manglar de la parroquia Salima para la selección del área indicada para la investigación.



Figura 9. Residentes locales (concheros) acompañando en el recorrido del área.



Figura 10. Área seleccionada para diseño experimental, piscina abandonada.

Anexo. Recolección de muestras de suelo y agua.



Figura 11. Recolección de muestra de agua.



Figura 12. Muestras de suelo (vivero y piscina para plantación)

Anexo. Construcción de vivero



Figura 13. Construcción de vivero, con materiales del medio.



Figura 14. Recolección de semillas.



Figura 15. Recolección de semillas, preseleccionadas.



Figura 16. Semilla apolillada y semilla buena, selección de semillas.



Figura 17. Selección de semillas



Figura 18. Llenado de fundas.



Figura 19. Conformación de parcelas en vivero.



Figura 20. Parcela vivero.



Figura 21. Equipo colaborador en la construcción del vivero.

Anexo. Control y Monitoreo



Figura 22. Monitoreo en los primeros estadios.



Figura 23. Visita del asesor Freddy Quiroz al vivero.



Figura 24. Germinación de las plántulas.



Figura 25. Residente (conchero) colaborando con la toma de datos.



Figura 26. Mortalidad de propágulos.