

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

“Comparación de la Acción de Diferentes Dosis de Biofertilizantes
Líquidos (biol) sobre el Crecimiento de Mangle en Condiciones de
Vivero”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Presentada por:

David Marcelo Argüello Jácome

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo especialmente en el M. Sc. Edwin Jiménez, Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

MIS PADRES

MIS HERMANOS

MI ABUELO

MIS AMIGOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Ramón Espinel M.
VOCAL Y PRESIDENTE
DELEGADO DE LA FIMCP

M. Sc. Edwin Jiménez R.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Juan José Aycat M.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

David Marcelo Arguello Jácome

RESUMEN

El manglar es uno de los ecosistemas más productivos, importantes y frágiles del planeta, el cual ha ido desapareciendo en su mayoría por la tala y uso indiscriminado del hombre y la dificultad de regenerarlo debido al problema que tienen las especies de mangle al establecerse en los lugares destinados a su reforestación, especialmente cuando se trabaja con el mangle negro (*Avicennia germinans*.)

El presente trabajo propone una nueva metodología para el desarrollo en condiciones de vivero de plantas de mangle negro (*Avicennia germinans*) que tiene como objetivo principal probar diferentes dosis de un biofertilizante líquido (biol) que debido a la presencia de fitoestimulantes, pueden provocar un crecimiento vigoroso en las plantas de mangle, y por ende una mayor resistencia al transplante definitivo a campo.

Se aplicó una fertilización semanal de biol en diferentes concentraciones (10, 30, 50 y 70% respectivamente), Los resultados obtenidos fueron comparados con un testigo absoluto (0% de fertilización) y un testigo químico (aplicación de Nutrient express 18-18-18 fertilizante foliar). La evaluación y monitoreo del crecimiento se realizó tomando en cuenta los siguientes parámetros: crecimiento del diámetro del tallo, altura de la planta, número de hojas (emisión foliar) por planta y porcentaje de mortalidad.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo compara el efecto de diferentes dosis de un biofertilizantes líquidos sobre el crecimiento de mangle negro (*Avicennia germinans*) en condiciones de vivero, enfocado a la obtención de plantas que sobrevivan a la etapa de transplante en terreno definitivo

Se parte de la premisa que la aplicación de biofertilizantes pueden estimular de manera positiva el crecimiento de mangle debido a que, de acuerdo a estudios previos, se ha determinado la presencia de macro y micro nutrientes y fitoestimulantes en su composición química. (8)

Mediante el seguimiento del crecimiento del diámetro del tallo, altura de la planta, número de hojas (emisión foliar) por planta y porcentaje de mortalidad, se determinó la efectividad de la aplicación semanal de un biofertilizante aplicado en diferentes concentraciones (10, 30, 50 y 70% respectivamente) mediante comparaciones con un testigo absoluto (0% de fertilización) y un testigo químico (aplicación de Nutrient Express 18-18-18 un fertilizante foliar).

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	V
INDICE DE GRAFICOS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1.	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. JUSTIFICACION.....	7
1.3. OBJETIVOS.....	9
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
CAPITULO 2.	
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1. EL MANGLE (<i>Avicennia germinans</i>).....	10

2.1.1. Distribución mundial y en América latina.....	11
2.1.2. Importancia ecológica.....	14
2.1.3. Taxonomía y fisiología.....	17
2.1.4. Factores que afectan su propagación y Establecimiento.....	20
2.2. LAS ENMIENDAS ORGANICAS.....	25
2.2.1. Biofertilizantes líquidos: generalidades.....	27
2.2.2. Formas de preparación.....	28
2.2.3. Materiales utilizados en su elaboración.....	29
2.2.4. Elaboración de los biofertilizantes líquidos.....	31
2.2.5. Los biofertilizantes como fitoestimulantes.....	32
2.3. VIVEROS FORESTALES.....	34
2.3.1. Importancia de la etapa de vivero.....	35
2.3.2. Técnicas de manejo utilizadas en el vivero.....	36
CAPITULO 3.	
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1. MATERIALES Y METODOS.....	41
3.1.1. Ubicación geográfica.....	41
3.1.2. Datos climáticos.....	42

3.2. METODOLOGIA.....	42
3.2.1. Recolección del material de siembra.....	42
3.2.2. Elaboración del biofertilizante.....	44
3.2.3. Análisis de agua utilizada.....	45
3.2.4. Análisis de sustrato utilizado.....	45
3.2.5. Seguimiento y control en vivero.....	46
3.2.6. Seguimiento y control en campo.....	47
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	49
3.4. ANALISIS ESTADISTICO.....	53
3.4.1. Hipótesis.....	53
3.4.2. Adeva.....	54
3.4.3. Resultados.....	58
CAPITULO 4.	
4. ANALISIS DE RESULTADOS.....	66
CAPITULO 5.	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
APENDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

ABC.	Área Bajo la Curva
Adeva	Análisis de Varianza
Biol.	Biofertilizante
CENAIM	Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas
cm	Centímetros
D	Diámetro
DBCA	Diseño de Bloques Completamente al Azar
Ha	Hectáreas
H	Hipótesis
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía
Kg	Kilogramos
mm	Milímetros
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
PROMSA	Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios
Rep.	Repetición
Sr.	Señor
Sig.	Significancia
T.	Tratamiento
°C	Grados Centígrados

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Proceso simplificado de la elaboración de biol.....	32
Figura 3.1. Fotografía del estuario de Manglaralto.....	41
Figura 3.2. Diagrama ombrotérmico de la localidad de Manglaralto.....	43
Figura 3.3. Ubicación de los tratamientos y repeticiones en el experimento de campo.....	52
Figura 3.4. Áreas bajo la curva de diferentes individuos.....	56
Figura 3.5. Área bajo la curva de una planta seccionada en polígonos para su cálculo.....	57
Figura 3.6. Valores medios de las áreas bajo la curva de la variable altura.....	59
Figura 3.7. Valores medios de las áreas bajo la curva de la variable diámetro.....	61
Figura 3.8. Valores medios de las áreas bajo la curva de la variable emisión foliar.....	63
Figura 3.9. Diferentes porcentajes de mortalidad por cada tratamiento.....	64
Figura 3.10. Tendencia de mortalidad semanal a lo largo de todo el experimento en el vivero.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Superficies estimadas de manglares existentes en el Mundo.....	12
Tabla 2. Distribución de las plantas de mangle (<i>Avicennia germinans</i>) en los lugares de siembra definitiva escogidos.....	49
Tabla 3. Ejemplo de una tabla de ADEVA.....	54
Tabla 4. Datos de ejemplo de diámetro por planta.....	55
Tabla 5. Tabla de Adeva para el análisis del área bajo la curva para la variable altura.....	58
Tabla 6. Resultados de las pruebas de Tukey y Duncan para el análisis del área bajo la curva de la variable altura.....	59
Tabla 7. Tabla de Adeva para el análisis del área bajo la curva para la variable diámetro.....	60
Tabla 8. Resultados de las pruebas de Tukey y Duncan para el análisis del área bajo la curva de la variable Diámetro.....	61
Tabla 9. Tabla de Adeva para el análisis del área bajo la curva para la variable emisión foliar por planta.....	62
Tabla 10. Resultados de las pruebas de Tukey y Duncan para el análisis del área bajo la curva de la variable emisión foliar por planta.....	63

CAPITULO 1.

1. GENERALIDADES

El mangle es una de las especies vegetales de mejor adaptación fisiológica a ciertas condiciones ambientales adversas, ya que es capaz de sobrevivir en lugares donde la salinidad del agua es tan alta que es tóxica para la mayoría de plantas cultivables.

Aunque el manglar es considerado como uno de los ecosistemas de mayor productividad del planeta (4), este ha sufrido considerables perjuicios debido a la tala indiscriminada para aprovechar su madera, producir leña, extraer taninos o para instalar camaroneras.

Este impacto ambiental negativo producido por la intervención del hombre ha provocado que grandes cantidades de manglar desaparezcan y por ende que muchas otras especies animales y vegetales lleguen al borde de la extinción debido a la pérdida de sus habitats naturales.

1.1. Antecedentes

En 1983 se reportaron 168,810 km² de áreas cubiertas por manglares en todo el mundo y en 1997 el balance mostró un incremento del 7.26% para un total de 181,077 km², como resultado de los esfuerzos de reforestación en Asia, Australasia, África Oriental y Medio Oriente. Contradictoriamente la cobertura de manglar del continente americano disminuyó en un 27% para el mismo período (26). La desaparición progresiva de los manglares y otros humedales así como el reconocimiento de sus funciones y servicios ha generado la necesidad de emprender acciones para su restauración y conservación (10).

Generalmente estas acciones se concentran en el manejo de factores abióticos como la inundación y la salinidad, a través del restablecimiento del sistema hídrico y modificaciones en la topografía del terreno. Factores bióticos como la producción de semillas, la retención y la herbivoría no siempre son considerados pero tienen un impacto determinante en la abundancia y desarrollo de las plántulas en el manglar y por lo tanto deben ser incluidos en el proceso de restauración (18).

Además la tala de especies de vida perenne como el manglar y otras especies forestales ha contribuido en el nuevo problema mundial: el calentamiento global, ya que al disminuir los captadores naturales de carbono de la naturaleza y aumentar la emisión de contaminantes, el efecto invernadero se ha acelerado. Para ayudar a disminuir el efecto invernadero se debe empezar a reforestar de todas las formas posibles, ya sea en agrosistemas o tratando de reproducir los ecosistemas perdidos

La propagación de ciertas especies de mangle como *Avicennia germinans* no es fácil, y se tienen problemas en lo que se refiere al establecimiento definitivo de la plantas. En algunos manglares la baja densidad de individuos, el crecimiento lento y niveles bajos de productividad son características correlacionadas con salinidad alta, deficiencia de nutrientes, bajo potencial de oxidorreducción y disminución en la influencia mareal (20).

Las condiciones bajo las que se establece el manglar son el resultado de la interacción de factores como geomorfología, inundación, textura y temperatura del sustrato, pH, salinidad, nutrientes, producción y dispersión de propágulos, competencia, herbivoría, respuesta fisiológica de las especies a los gradientes e

interacciones simbióticas. Estas condiciones modifican la distribución del manglar y su diversidad florística (28). La destrucción directa del manglar y la descarga de contaminantes como combustibles fósiles, metales tóxicos y aguas residuales también afectan los patrones de distribución natural del manglar y modifican su crecimiento (28).

Estudios realizados bajo el Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA) en 2003 evidenciaron que los bioles actúan como fuente de nutrientes y fito estimulantes, lo cual puede ayudar a acelerar el crecimiento vegetativo de algunas especies. (8)

Un problema adicional que enfrenta el mangle es que su producción en vivero es difícil y las plántulas en fase de crecimiento son débiles. Por ello, para contribuir a la solución integral de mejorar la producción de plantas de mangle negro en vivero, se pensó en el uso de fertilizantes líquidos orgánicos (Biol.).

Los biofertilizantes líquidos, son productos que resultan de la fermentación anaeróbica de materia orgánica de origen animal y vegetal (17). Una de las características principales, según análisis

químicos realizados a esta clase de productos, es que poseen macro y micro nutrientes. (8).

La idea de la realización de este tema de tesis surgió gracias a que en el plan estratégico de trabajo del cabildo del cantón manglaralto de la Provincia de Santa Elena, se menciona en uno de sus puntos el tema de reforestación y recuperación del manglar, punto por el cual el Programa para el desarrollo de la Península de Santa Elena decidió organizar un seminario taller con la participación del Dr. Ignacio Valdez, proveniente de México, experto en el área de manglares.

Con la ayuda del Dr. Valdez se determinó que en el cantón manglaralto existe un elevado porcentaje de regeneración natural del mangle, en especial de la especie *Avicennia germinans*, pero esta regeneración natural se pierde anualmente debido a que se realizan aperturas de canales para el ingreso del agua de mar al estuario.

Con los resultados de una experiencia previa realizada por el Ing. Jorge Espinoza, técnico del Programa para el Desarrollo de la Península de Santa Elena, en la cual se trabajo con plántulas de *Avicennia germinans* recuperadas del estuario de manglaralto,

tratadas en condiciones de vivero utilizando como base la fertilización orgánica con compost y bioles, nos acercó a la hipótesis de que la utilización de los biofertilizantes pueden tener un efecto benéfico sobre el desarrollo de las plantas de mangle.

En el presente estudio se evaluaron los efectos que tiene la utilización de biofertilizantes líquidos en la etapa de vivero de *Avicennia germinans*. Los parámetros utilizados para evaluar la función del biofertilizante fueron altura de plantas, diámetro del tallo, número de hojas (emisión foliar) por planta, porcentaje de mortalidad de las plántulas en el vivero y supervivencia de plantas en el lugar definitivo.

1.2 Justificación

Durante el auge camaronero, el Ecuador incrementó la producción de camarón, para lo cual deforestó cientos de hectáreas de manglar

Tratar de recuperar el equilibrio en el ecosistema del manglar es una de las razones de mayor importancia para este tipo de proyectos, ya que el manglar es fuente de alimentación para muchas especies incluido el hombre.

Aunque el mangle tiene un gran potencial para crecer en condiciones adversas, hay veces que por factores como la hiper salinidad o inundaciones los mangles perecen. Al fomentar nuevas formas de propagación masiva de mangle, se hace necesaria la búsqueda de nuevas tecnologías que permitan un crecimiento más rápido de las plantas para disminuir el tiempo en que una zona pueda ser reforestada.

Los biofertilizantes líquidos son una nueva tecnología que se está implementando en muchos de los cultivos agrícolas de producción masiva para el consumo humano, y han demostrado ser efectivos al actuar como fito estimulantes del crecimiento. Además la utilización de biofertilizantes elimina el uso de químicos que son nocivos tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

Esta investigación se realizó en la fase de vivero con plantas de mangle (*Avicennia germinans*), ya que esta es una de las fases más importantes cuando se trabaja en proyectos de reforestación debido a que si se obtienen plantas más vigorosas la probabilidad de que estas plantas resistan el estrés cuando son transplantadas en el lugar definitivo, es mayor.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar y comparar el efecto de diferentes dosis de biofertilizantes líquidos y una de fertilizante químico sintético (tratamiento testigo), sobre el crecimiento de mangle (*Avicennia germinans*) en condiciones de vivero.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Medir el efecto de los biofertilizantes sobre variables de crecimiento como el tamaño, diámetro y número de hojas por planta
- Estudiar la relación entre la dosis del biofertilizante y el tiempo necesario en que las plantas se encuentran listas para el trasplante definitivo.
- Evaluar el porcentaje de mortalidad de las plantas durante la etapa de vivero y luego de haber sido transplantadas al lugar definitivo.

CAPÍTULO 2.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El mangle (*Avicennia germinans*)

Avicennia germinans (L.) L., el mangle negro, es un árbol de los manglares de las costas americanas que tolera un gran espectro de salinidad del suelo. En la América tropical, se le usa como una fuente de combustible y como material de construcción y postes de bajo costo. La especie es considerada como una estabilizadora de los suelos (3).

Crece en ambientes húmedos tropicales con precipitaciones anuales de 800-7000mm y temperaturas de 22-28°C. Se desarrolla en terrenos anegados por corrientes marinas con altas condiciones de salinidad. Esta especie es, de entre las del manglar, la que tiene mayor tolerancia a condiciones de alta salinidad (16).

Crece asociada a otras especies de manglar y rara vez forma rodales puros. Su crecimiento está muy relacionado con la topografía, y cómo esta afecta la salinidad y el encharcamiento del suelo. Normalmente crece en el interior del manglar, lejos de los bordes del estero o los canales, en zonas ligeramente más elevadas donde el flujo de la marea es menos aparente (3).

En estos lugares el suelo está cubierto de agua continuamente, pero tan solo por unos pocos centímetros, o son inundados por mareas pocas veces al año. Crece en todo tipo de suelos: arenosos, arcillosos o limosos (3).

2.1.1. Distribución mundial y en América Latina.-

Los manglares se encuentran generalmente a lo largo de los litorales de las regiones tropicales y subtropicales, normalmente entre los 25 grados norte y 25 grados sur de latitud, por todo el mundo. Como excepción a ello se encuentran manglares tan al sur como en Nueva Zelanda o al norte como en Japón. Los factores ambientales locales como la corriente cálida y fría del mar, la tensión de salinidad, la acción del oleaje, determinan la existencia de manglares más

allá de los límites latitudinales mencionados. La mayoría de los países tropicales tuvieron manglares en el pasado (4).

Tabla1.
SUPERFICIES ESTIMADAS DE MANGLARES EXISTENTES EN EL MUNDO

País	Superficie en miles de Ha	País	Superficie en Miles de Ha
Angola	125	Jamaica	7
Australia	1150	Kampuchea	10
Bangladesh	450	Kenya	45
Belize	75	Liberia	20
Brasil	2500	Madagascar	300
Brunei	7	Malasia	674
Birmania	812	México	660
Camerún	272	Mozambique	455
Colombia	440	Nicaragua	60
Costa Rica	39	Nigeria	970
Cuba	400	Pakistán	345
República Dominicana	9	Panamá	486
Ecuador	235	Papua Nueva Guinea	553
El Salvador	45	Perú	28
Guinea Ecuatorial	20	Filipinas	240
Fiji	39	Senegal	169
Gabón	140	Sierra Leona	170
Gambia	60	Somalia	20
Guatemala	50	Sri Lanka	4
Guinea	260	Surinam	115
Guinea Bissau	230	Tanzania	96
Guyana Francesa	55	Tailandia	287
Guyana	150	Trinidad & Tobago	4
Haití	18	Venezuela	260
Honduras	145	Vietnam	320
India	95	Zaire	50
Indonesia	2500		

* (4).

El mangle negro (*Avicennia germinans*), también conocido como “mangle prieto”, se encuentra distribuido en la costa este de América desde las costa del Golfo de México y el norte de la Florida (latitud 29° 53' N.) hasta Espíritu Santo, en Brasil (aproximadamente la latitud 23° S.). En las costas americanas del Océano Pacífico, crece desde Punta de Lobos, en México (latitud 30° 15' N.), hasta Punta Malpelo, en Perú (latitud 3° 40' S.) (33).

En Ecuador, los manglares se desarrollan desde el estuario que se encuentra en el Cantón Limones de la Provincia de Esmeraldas hasta la provincia de El Oro. Al sur del estuario de la Provincia del Guayas, se encuentra el archipiélago de Jambelí en donde los ríos Zarumilla, Arenillas-Santa Rosa y Túmbez fluyen hacia el océano, y en el proceso crean una gran área para el desarrollo de mangle, aquí hay aproximadamente 14265 Ha y cerca de Santa Rosa hay otras 22640 Ha. En total existen 40265 Ha en la Provincia de El Oro. (Según el Departamento Técnico de la Marina Mercante)

2.1.2. Importancia Ecológica

El árbol del mangle es una especie halófila, es decir, una planta que crece en condiciones salinas. Tiene la habilidad de crecer donde ningún otro árbol puede, por eso hace contribuciones significativas que benefician el ambiente donde se desarrolla. Su cobertura en el límite costero y pantanos proporciona a diversas especies de pájaros, mamíferos, crustáceos, y peces un único e irremplazable hábitat. Los mangles conservan la calidad del agua y reducen la contaminación filtrándose material suspendido y asimilando nutrientes disueltos a través de sus raíces (14).

El árbol de mangle es la base en una compleja cadena alimenticia marina y el ciclo de la comida detrital. El ciclo de la comida detrital (Eric Heald & William Odum, 1969). Este ciclo es que cuando las hojas de mangle caen en las aguas de la marea estas son colonizadas en pocas horas por bacterias marinas que convierten el carbono en un detrito rico en componentes en nitrógeno (14).

Los pedazos resultantes cubiertos con microorganismos se vuelven comida para los animales más pequeños como

gusanos, caracoles, camarones, moluscos, mejillones, percebes, almejas, ostras, y el mújol rayado que es importante comercialmente en la Florida (14).

Las especies que se alimentan de estos detritos a su vez son alimento de carnívoros incluidos los cangrejos y peces, subsecuentemente los pájaros y peces mas grandes siguen la cadena alimenticia, culminando con hombre. Muchas de estas especies cuya existencia continua dependiendo de manglares lozanos, se pone en peligro o se amenaza. Se ha estimado que 75% de los peces que son capturados de manera recreacional (pesca por aficionados) y 90% de las especies comerciales en el sur de la Florida dependen del sistema del mangle. El valor del mangle rojo para una variedad de peces e invertebrados ha sido altamente documentado. El descubrimiento de la importancia de mangles en la cadena alimenticia marina cambió la regulación gubernamental de la Florida referente al uso de la tierra costera y desarrollo urbano notablemente (14).

A pesar del conocimiento creciente con respecto al valor e importancia de los manglares, la destrucción de bosque del

mangle continúa teniendo lugar en muchas partes del mundo bajo una variedad de motivos tanto de carácter económico como motivos políticos. En algunas áreas, los mangles son protegidos por la ley pero una falta de refuerzos acoplados con el incentivo económico para reclamar propiedad sobre las tierras puede producir la destrucción deliberada (14).

Una presión gradual en las poblaciones del mangle y las cantidades crecientes de contaminantes que alcanzan el agua a nivel costero e intracostero han traído nuevo interés en la importancia de los mangles para una ecología marina saludable (14).

Los efectos beneficiosos que los mangles tienen sobre la ecología marina incluyen:

- La base de una compleja cadena alimenticia marina.
- La creación del hábitat para el desarrollo de crías.
- El establecimiento restrictivo de áreas que ofertan protección para la descendencia por madurar
- Filtrado y asimilado de contaminantes provenientes corriente arriba.

- La estabilización de sedimentos del fondo.
- Las mejoras de calidad de agua.
- Protección de las costas contra la erosión y huracanes.

Como miembros naturales del sistema del estuario, los mangles mitigan los efectos medioambientales adversos del desarrollo y la contaminación (14).

2.1.3. Taxonomía y fisiología

La diversidad florística del manglar esta representada por 56 especies de las cuales la mayoría se encuentran distribuidas en la región del Océano Indico y el Pacífico Occidental, solo 10 de ellas se encuentran en el continente Americano y el Caribe. En la región neotropical se encuentran los géneros *Avicennia*, *Rhizophora*, *Laguncularia*, *Conocarpus* y *Pelliciera*. *Avicennia* cuenta con 4 especies en el hemisferio occidental: *A. germinans*, *A. schaueriana*, *A. bicolor* y *A. tonduzi* siendo *A. germinans* la especie de mayor distribución en las costas áridas de los océanos Pacífico y Atlántico del continente americano (28). sales en sedimentos y cambios en

inundación Esta especie es la más resistente a condiciones climáticas y edáficas extremas, como climas áridos, y se diferencia de las otras especies por su tolerancia a variaciones en la concentración de sales(24).

Las especies que conforman los bosques de mangle han desarrollado estrategias particulares de reproducción para garantizar su permanencia. En el caso de *A. germinans* la madurez sexual se alcanza en plantas de 2 a 3 metros de altura, sin embargo en ambientes áridos es posible encontrar individuos que producen semillas y no sobrepasan un metro de altura (7). Las flores son polinizadas por insectos, especialmente abejas (28). *Avicennia germinans* se considera una especie criptovivípara porque su embrión germina dentro del pericarpo cuando todavía está adherido al árbol, los propágulos flotan al caer y son transportados por el flujo de mareas y corrientes, siendo este el principal mecanismo de dispersión. La flotabilidad es conferida por la porción fibrosa del mesocarpo y en propágulos de *A. germinans* puede durar hasta 82 días (28, 21). Cuando los propágulos entran en contacto con el agua pierden el pericarpo y comienzan a desarrollar la radícula y el primer par de hojas (27, 2).

Las características morfológicas y fisiológicas de *Avicennia germinans* la hacen una especie tolerante a concentraciones altas de salinidad y a fluctuaciones tanto en salinidad como en inundación. Entre los mecanismos fisiológicos están el potencial osmótico alto, la excreción a través de glándulas localizadas en las hojas, acumulación de sales en vacuolas, fijación de sales en células hipodérmicas y succulencia de las hojas (30). Para sobrevivir en condiciones de inundación y tolerar las bajas concentraciones de oxígeno en los sedimentos las especies de manglar han desarrollado raíces aéreas, aerénquima, lenticelas y neumatóforos que les permiten estabilizarse en terrenos inestables y realizar intercambio de gases. Los neumatóforos encontrados en el mangle blanco y mangle negro, son estructuras que sobresalen del suelo y están adheridas a raíces superficiales conocidas como raíces de cable que se disponen en forma lateral (23)

La forma, longitud y densidad de los neumatóforos depende de las condiciones ambientales y generalmente sobresalen por encima del nivel de inundación garantizando el intercambio de gases (28). Estas estrategias de adaptación

solo se desarrollan en individuos adultos por lo tanto los árboles jóvenes y plántulas en esta etapa dependen del aerénquima y son más susceptibles a la inundación (18).

2.1.4. Factores que afectan su propagación y establecimiento.

Aunque el mangle es una de las especies vegetales con excelentes características para crecer en condiciones extremas de salinidad, existen factores tanto bióticos como abióticos que afectan su propagación y establecimiento. A continuación se describen los principales factores que afectan la propagación y establecimiento de *Avicennia germinans* (22).

Uno de los principales factores que afectan al manglar en su propagación y establecimiento es la herbivoría. Las hojas de mangle son alimento para diferentes especies como insectos, mamíferos, peces, reptiles, crustáceos y gasterópodos (caracoles), siendo los dos últimos los de mayor importancia. La influencia del consumo por parte de herbívoros afecta al manglar disminuyendo la cantidad de propágulos que son mayormente apetecidos. Por ejemplo en Kenia, la especie *Avicennia marina* fue excluida de la

zona ya que el 100% de sus propágulos fueron consumidos por crustáceos de la familia Grapsidae. (22)

El contenido de proteínas en propágulos de *A. germinans* es alto y el contenido de taninos bajo en comparación con *R. mangle* y *L. racemosa* (18). Por esta razón en algunas regiones del mundo se usan para consumo humano (11). La composición química de *A. germinans* explica en parte el alto porcentaje de herbivoría sobre esta especie y podría representar un aporte de nutrientes importante para los herbívoros que habitan o visitan el manglar (25).

Otro factor limitante es la cantidad de nutrientes que se encuentran disponibles para el desarrollo de los propágulos. En las etapas tempranas del desarrollo todos los nutrientes son aportados por la semilla, pero una vez que se agotan y que la raíz se ha desarrollado, el crecimiento puede verse afectado por la disponibilidad de nutrientes (22).

Aunque en el manglar la mayor cantidad de nutrientes son reciclados, elementos como el nitrógeno y fósforo pueden encontrarse no disponibles (22).

Los ciclos de mareas promueven las reacciones de nitrificación y desnitrificación e inciden en la pérdida de nitrógeno en el ecosistema (18). La fijación de N_2 en el manglar es asociada con hojas en descomposición, neumatóforos, corteza de árboles y sedimentos y varía de acuerdo con la época del año siendo afectada por el clima y factores ambientales como la luz y la temperatura (29). El fósforo es un elemento limitante para la vegetación del manglar ya que los fosfatos suelen precipitarse ante la alta disponibilidad de cationes en estos ambientes (1).

Las inundaciones también influyen en el desarrollo y establecimiento del mangle. Se ha encontrado que *A. germinans*, presenta disminuciones significativas en la concentración de oxígeno en las raíces, en la tasa de respiración y en la extensión y morfología de las raíces, indicando su tolerancia limitada a condiciones de inundación extremas (18).

En la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano, se encontró que tanto *R. mangle* como *A. germinans* sobrevivió más de tres semanas cuando la

inundación alcanzó 30cm y cubrió completamente la parte aérea de las plantas (10).

Un factor muy importante en el establecimiento del manglar es la salinidad. Las especies que se encuentran en estos ecosistemas por lo general son halófitas facultativas, es decir que pueden soportar salinidades de 0 a 3 veces la salinidad del agua de mar, aunque no dependen de ello para sobrevivir y establecerse.

Se encontró que la tolerancia de *A. germinans* y *Laguncularia racemosa* a condiciones de extrema salinidad estaba relacionada con la textura y composición del sustrato. Este autor comprobó que ambas especies sobrevivieron en salinidades extremas de 140 y 170 ppm cuando fueron plantadas en suelos con un porcentaje de arcilla de entre 7-10% y su tolerancia disminuyó significativamente en suelos de textura arenosa (19).

Se encontró que *A. germinans* fue la especie que más biomasa total acumuló en un experimento de vivero de 17 semanas donde las plantas estuvieron en salinidades entre

0 y 60 ppm. La altura de los propágulos de *A. germinans* fue menor en salinidades de 45 y 60 ppm y el diámetro del tallo disminuyó a partir de salinidades de 15 ppm al igual que el número y el tamaño de las hojas (18).

Se pueden mencionar otros factores que afectan la propagación y establecimiento del manglar como por ejemplo la dinámica natural del ecosistema y sus procesos de zonación, el efecto de fenómenos atmosféricos y la introducción de tensores de tipo antropogénico.

Todos estos afectan en poca o gran medida al manglar, pero de manera indirecta, puesto que el principal efecto que producen son variaciones en los factores antes mencionados especialmente en la salinidad, por ejemplo una tormenta puede cambiar o anular el flujo de agua lo que provocaría un aumento en la salinidad del estuario elevando el nivel de mortalidad de las plantas.

2.2. Las Enmiendas Orgánicas

La principal fuente de energía de las plantas es la glucosa, la cual obtienen a partir de la fotosíntesis gracias a la función de la clorofila; pero para la elaboración de proteínas, hormonas, enzimas y otros metabolitos secundarios necesarios para su normal crecimiento, las plantas necesitan de nutrientes tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, boro, molibdeno, hierro entre otros los que son obtenidos del suelo mediante la acción de las raíces.

Después de la segunda guerra mundial, todas las industrias que se crearon para promoverla junto con las nuevas tecnologías que se habían creado hasta ese momento se enfocaron en el desarrollo de la agricultura con lo que nació la llamada revolución verde, la cual consistía en utilizar fertilizantes y pesticidas de origen sintético cuyo propósito era el de aumentar la producción de los cultivos al proporcionar todos los nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo y mitigar el desarrollo de plagas y enfermedades.

Luego muchos estudios, se ha comprobado que el mal uso los fertilizantes de origen sintético tienen repercusiones sobre el medio

ambiente, como por ejemplo la utilización excesiva de urea provoca la acidificación del suelo (17). Además el uso indiscriminado de pesticidas ha creado problemas con ciertos insectos convirtiéndolos en plagas, esto es debido a que se ha eliminado insectos perjudiciales y benéficos por igual, pero la reproducción de los insectos perjudiciales es en menor tiempo, y ya no existe un control natural de la población de estos convirtiéndose ahora en plagas.

Según Francis Chaboussou y su teoría de la trofobiosis, la aparición de las plagas es ocasionada por la utilización de fertilizantes sintéticos ya que se crea un desequilibrio en la planta al existir un exceso de aminoácidos libres, azúcares y nitratos en las hojas los que las hace más apetecibles para los insectos.

En la actualidad se presenta en el mundo una tendencia a la producción y consumo de productos alimenticios obtenidos de manera “limpia”, es decir sin el uso (o en una mínima proporción) de insecticidas, biocidas, fertilizantes sintéticos, etc.

Gracias a las nuevas tendencias de la agricultura orgánica o ecológica en la cual se prohíbe la utilización de sustancias que sean dañinas para el medio ambiente o para el hombre, se han creado

nuevas formas de fertilización de los cultivos, las cuales pueden ser mediante humus, compost, bokashi, bioles, etc.

La producción orgánica de productos alimenticios es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores, los primeros se ven beneficiados porque en sus fincas se reduce considerablemente la contaminación del suelo, del agua y del aire, lo que alarga considerablemente la vida económica de los mismos y la rentabilidad de la propiedad. Los consumidores se ven beneficiados en el sentido que tienen la seguridad de consumir un producto 100% natural, libre de químicos, saludables.

2.2.1. Biofertilizantes Líquidos: Generalidades

Los biofertilizantes también conocidos como “biof” o “bioabono” son sustancias líquidas orgánicas que se obtienen mediante la fermentación en agua de estiércoles, plantas, otros materiales orgánicos y que algunas veces son enriquecidos con sales minerales naturales (17).

Existen muchos tipos, como por ejemplo el bioabono obtenido de la simple mezcla y fermentación de estiércol con

agua; otros son obtenidos de la fermentación de plantas en agua, como el purín de ortiga y muchas otras formas de prepararlos. Estos biofertilizantes sirven para estimular y activar la nutrición y resistencia de las plantas al ataque de insectos y enfermedades (17).

2.2.2. Formas de Preparación

Las formas de preparación de biofertilizantes líquidos dependen de los materiales que se tengan a mano y del objetivo que se desee alcanzar. Existen dos formas básicas de preparación de biofertilizantes líquidos y se las clasifica por el tipo de descomposición que se utilice para degradar los ingredientes: descomposición aerobia o anaerobia (17).

En la preparación anaerobia, el objetivo principal es que la mezcla se encuentre en un ambiente libre de oxígeno ya que los microorganismos que producen la descomposición serán en su mayoría organismos anaeróbicos, es decir que mueren en la presencia del oxígeno. Para lograr esto lo que más comúnmente se hace es utilizar envases que se puedan cerrar herméticamente y solamente se le deja una salida de

gases (metano), para evitar que el envase explote, en la cual se colocan botellas con agua para que eviten la entrada de oxígeno (17).

Por otro lado, en la preparación aeróbica, lo que se quiere es que haya abundante presencia de oxígeno para que los organismos que produzcan la descomposición sean de carácter aeróbico, es decir que necesitan de oxígeno para vivir. En este caso lo que se hace es agitar diariamente la mezcla para promover su aireación lo que incrementará el contenido de oxígeno en la mezcla (17).

2.2.3. Materiales Utilizados en su Elaboración

Una de las características de la agricultura orgánica es que no existen recetas, esto nos indica que existen infinidad de materiales que se pueden utilizar para la elaboración de los bioles lo importante es trabajar con materiales que se tengan a la mano y resulten fáciles y baratos de conseguir, pero aún así a todos los materiales existentes se los puede clasificar en cuatro principales tipos de materiales

dependiendo de la función que van a cumplir en el proceso de elaboración (9)

Existen ciertos ingredientes básicos como el agua, estiércol, melaza, materia verde. La función de cada uno de estos ingredientes básicos son los siguientes: el agua actúa como medio diluyente, el estiércol es la fuente de microorganismos procesadores y también de nitrógeno, la melaza es la fuente de energía para las funciones metabólicas de los microorganismos y la materia verde, dependiendo del origen, puede ser fuente de nitrógenos o de sustancias repelentes, insecticidas, etc. (9),

Además de los ingredientes básicos se pueden utilizar otros ingredientes dependiendo de las necesidades del cultivo. También se pueden agregar sales minerales permitidas en la agricultura orgánica para aumentar el contenido de macro y micro nutrientes en el biol (17).

En ciertas condiciones se pueden utilizar otros ingredientes extras como levadura para aumentar el contenido de microorganismos, leche para proveer de ácido

láctico, harinas de hueso, pescado, sangre, cáscaras de huevos molidas etc. para aumentar el contenido de proteínas y calcio (17, 9).

2.2.4. Elaboración de Biofertilizantes Líquidos

En términos generales, la elaboración del biol tiene como finalidad la de replicar el proceso que se lleva a cabo dentro del estomago de una vaca, es decir una fermentación anaeróbica producida por los microorganismos presentes potencializando los nutrientes y fitoestimulantes presentes en los materiales que se hayan agregado a la mezcla (17).

Utilizando un tanque sellado, se colocan los materiales sin orden en particular y se los disuelve con agua. Luego se sella dejando un 10% del tanque vacío para la acumulación de gases y para evitar que el tanque explote, se coloca una manguera para que salga el gas evitando que entre oxígeno mediante la adición de una botella con agua al otro extremo de la manguera. El tanque se tapa y se deja sellado de 30 a 45 días, tiempo en el cual, el biol se encuentra listo para usarse.

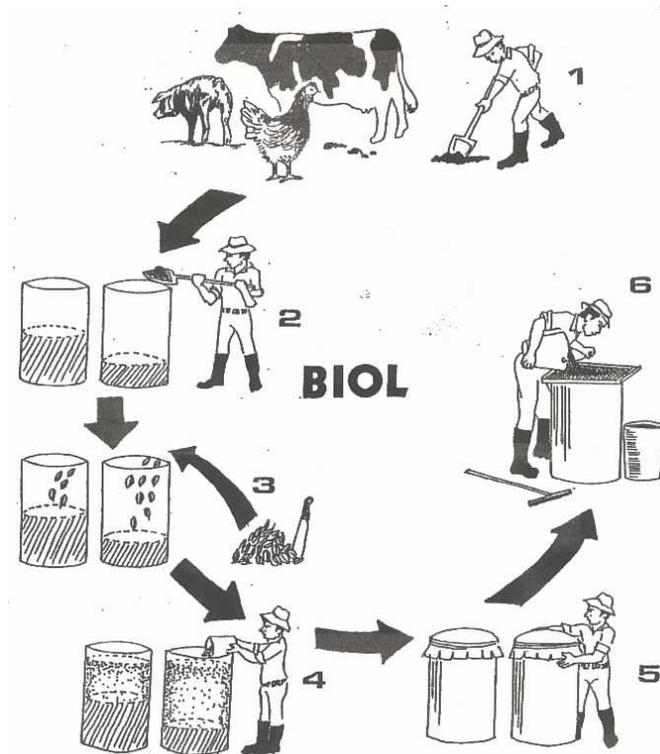


FIGURA 2.1. PROCESO SIMPLIFICADO DE LA ELABORACION DE BIOL.

2.2.5. Los biofertilizantes como fitoestimulantes

En los últimos años, se han incorporado al proceso de producción agrícola algunas sustancias denominadas fitorreguladores, cuya utilización constituye una técnica de cultivo que tiene como propósito mejorar la producción y calidad de las cosechas (8).

La Sociedad Americana de Fisiología Vegetal define a las hormonas vegetales o fitohormonas como fitorreguladores del desarrollo que son producidas por las plantas y que a bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos, pudiendo desplazarse desde su centro de producción a los lugares de acción. Los fitorreguladores pueden ser naturales o sintéticos y pueden promover o inhibir el desarrollo físico de las plantas. (17)

Hay cinco grupos hormonales: auxinas, giberelinas y citoquininas como activadores, además de etileno y el ácido abscísico como inhibidores. Dentro de los fitorreguladores los hay de tipo radicante o estimulante de la formación de nuevas raíces o del enraizamiento de esquejes. Se conocen inductores de la floración, otros de acción fructificante, otros que modifican la morfología sexual o que actúan estimulando el crecimiento o deteniendo el mismo, y otros que aceleran la maduración o que se emplean a modo de poda química (17).

Existe la posibilidad de obtener fitorreguladores a partir de efluentes resultantes de la biodigestión de materiales orgánicos, lo cual abre un espacio importante dentro de la

práctica de la Agricultura Orgánica, al tiempo que abarata costos y mejora la productividad y calidad de los cultivos (17).

2.3. Los viveros Forestales

Los viveros forestales son lugares que se dedican a la producción o propagación de plantas provenientes de semillas o material vegetativo, seleccionados de acuerdo a las características de vigor y calidad. Todo esto es para obtener plantas útiles para programas de reforestación de lugares erosionados, recuperar y hacer sostenibles cuencas hidrográficas o simplemente producir árboles maderables para satisfacer la demanda de este mercado (31).

Tradicionalmente se han considerado dos tipos de viveros forestales: temporales o transitorios y permanentes. El primer tipo solo funciona por pocos años o meses para satisfacer algún programa de reforestación de un lugar específico. El segundo tipo tiene una permanencia indefinida, y aquí se producen plantas continuamente para un plan de reforestación a nivel regional o nacional.

En la localización del sitio para el vivero se debe tener en cuenta el área de distribución de los árboles al momento de la siembra definitiva, las condiciones y fertilidad del suelo, el abastecimiento de

agua, la topografía, las especies a propagar, el clima y las condiciones ecológicas.

2.3.1. Importancia de la Etapa de Vivero

El establecimiento y manejo del vivero es la primera etapa y más importante del proceso productivo del cultivo que lo requiere, porque de aquí depende producir plantas sanas y vigorosas.

Al obtener plantas sanas en un vivero, se logra una mayor uniformidad, reducimos el periodo de producción y sus costos, planeamos el abastecimiento de plantas y se prolonga el ciclo productivo el mismo periodo de tiempo en que las plantas permanecieron en el vivero como cultivo protegido libre del ataque de áfidos, pulgones, etc.

En la producción de plantas en vivero es importante considerar varios factores como la calidad de la semilla, el sustrato, el contenedor, luz, humedad, temperatura y manejo principalmente (aplicación de fungicidas, fertilizante foliar, insecticidas, riegos, etc.) (31).

2.3.2. Técnicas de manejo utilizadas en el vivero

Las plantas en vivero, son cuidadas desde el momento de la siembra de la semilla o material vegetativo hasta el momento en que se encuentran en óptimas condiciones para el trasplante a terreno definitivo. Entre las diferentes técnicas utilizadas tenemos:

Tratamientos a la semilla: Para realizar estos tratamientos se emplean productos químicos como Arasan, que es un polvo seco, y que se aplica 0.5 a 1.0 gramo por kilo de semilla en forma homogénea y Vitavax 300, polvo seco, se aplica 0.5 a 1.0 gr. por kilo de semilla homogéneamente.

Siembra de las semillas: Constituye la acción de distribuir las semillas y enterrarlas en las camas, en las mejores condiciones posibles. Esta acción incluye dos variables importantes: la profundidad y la densidad

- **La profundidad:** Para la germinación de las semillas se requiere la presencia en el suelo de aire, humedad, calor, etc. Por lo tanto las semillas no deben sembrarse profundas, para facilitar la salida de la

plántula a la superficie del suelo. Por eso para establecer la profundidad de siembra, algunos autores recomiendan que se deba sembrar la semilla, a una profundidad de 1 o 2 veces su diámetro.

- **La densidad:** está relacionada con el área vital que requiere cada plántula para su germinación y desarrollo normal. Los requerimientos de cada especie dependen de: el tamaño de la semilla, la forma general de los árboles, el desarrollo radicular y aéreo, el tiempo que permanecerán en el semillero.

Las semillas en la platabanda de germinación pueden sembrarse así:

- a. Siembra al voleo.
- b. Siembra en líneas -surcos o zanjas-.
- c. Siembra a golpe.

Riego: es de gran importancia, ya que la humedad es uno de los factores que desencadenan los procesos germinativos en la semilla, éste se debe aplicar en la etapa inicial hasta 3 y 4 veces al día, se disminuye en la medida en que las plántulas

vayan creciendo hasta llegar a dos riegos por día uno en la mañana (hasta las 9 a.m.) y otro en la tarde (después de las 3 p.m.).

Control de Enfermedades por Hongos: Algunas prácticas culturales pueden reducir los riesgos de enfermedades producidas por hongos patógenos como por ejemplo:

Limpieza del vivero. Ningún lugar debe almacenar desperdicios por largos períodos, donde los hongos y semillas puedan desarrollarse.

Cuarentena. Se efectúa para prevenir enfermedades en el suelo. Es de suma importancia en los viveros que siembran a raíz desnuda utilizando la tierra varias veces.

Esterilización del suelo. Es el tratamiento que se aplica al suelo antes de la siembra para eliminar nemátodos, insectos, patógenos de hongos; también se eliminan muchas semillas de malezas.

Riguroso control de los niveles de humedad, no excediéndose con el riego, teniendo en cuenta las condiciones físicas del suelo, la ventilación, el sombrero, el

drenaje; en caso extremo se controla la enfermedad con fungicidas como: azufre, cobre, la pasta Bordelésa, el caldo sulfocálcico, etc. (Martínez, et al, 2004.)

Control de Insectos: A menudo al insecto en estado larval es más dañino porque necesita alimentarse con hojas, retoños, raíces y con el tejido del tallo.

En otros casos, los daños son causados por insectos en estado adulto, como es el caso de la hormiga arriera (*Atta spp*), termitas. Su control se realiza esterilizando el suelo y utilizando insecticidas de franja verde, que se pueden aplicar en etapas pre y post-emergente. Pero que es necesario evaluarlos por sus efectos ambientales

Nutrición: La producción continua de plántulas demanda importantes cantidades de nutrimentos, y tarde o temprano, se hace necesario una nutrición adicional. En Queensland, Australia, cada cosecha de *Pinus elliottii* extrae del suelo del vivero 119, 21, 104, 22 y 12 Kg. / ha. de N, P, K, Ca, Mg, respectivamente estas pérdidas deben remplazarse o de lo contrario la fertilidad del suelo disminuirá.

El abono o fertilizante debe aplicarse antes de la siembra o cuando el lote ya está preparado o después de la germinación cuando la plántula está en su estado más tierno. El fertilizante aplicado antes de la siembra viene generalmente en polvo o granulado, pero una vez las semillas hayan germinado se aplica en forma foliar o diluido en agua.

Los abonos y fertilizantes más utilizados son los siguientes:

Abonos de origen vegetal, tales como hojas, hierbas y abonos verdes como: *Phaseolus*, *Crotalaria sp.*, *Lupinus sp.*, *Canavalia sp.*, *Puerarias sp.*, *Cajanus Sp.*, etc. (sembrados en el sitio y enterrados en la época de floración), son ricos especialmente en nitrógeno.

Abonos de origen vegetal y animal, tal como el estiércol, el compost, la gallinaza, son ricos en nitrógeno y fósforo. Los fertilizantes químicos cuyas cantidades se aplican dependiendo del lugar y la composición del suelo.

CAPÍTULO 3.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Ubicación Geográfica

El estudio se realizó en el estuario Manglaralto del Cantón Manglaralto de la Provincia de Santa Elena, situado en las siguientes coordenadas S 01°50'48" – W 80°44'50". El estuario comprende una zona de 50000 m², de las cuales solamente 20000 m² poseen manglar.



FIGURA 3.1. FOTOGRAFIA DEL ESTUARIO DE MANGLARALTO

3.1.2. Datos climáticos

Según datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía (INAMHI), Manglaralto se encuentra aproximadamente a unos 3m.s.n.m. tiene una temperatura promedio anual de 21.1°C y una precipitación promedio anual de 225.6mm. Con estos datos y de acuerdo a la clasificación de Holdridge (1967), Manglaralto corresponde a la zona de vida de desierto matorraloso sub tropical.

En Manglaralto, durante el mes de marzo, existe un aumento en la temperatura (25.1°C) el que produce un ligero periodo de precipitaciones de aproximadamente 70mm. El resto del año entre los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero las precipitaciones son muy leves de aproximadamente 30mm. (Ver figura 3.)

3.2. Metodología

3.2.1. Recolección del Material de Siembra

El material de siembra se recolecto del estuario de Manglaralto de un banco de arena ubicado a S 01° 50' 45" –

W 80° 44' 51". Inicialmente se contabilizó un total de 1765 plantas de mangle (*Avicennia germinans*) que se encontraban germinando de manera natural.

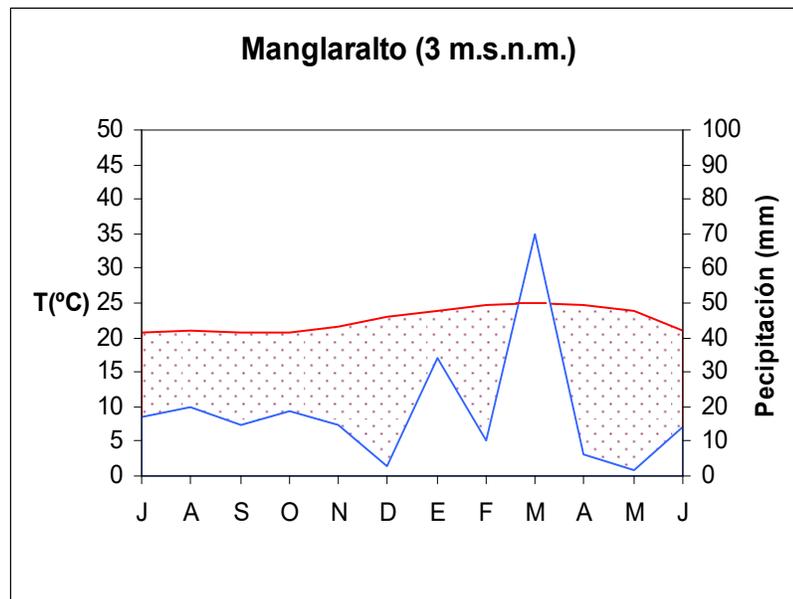


FIGURA 3.2. DIAGRAMA OMBROTERMICO DE LA LOCALIDAD DE MANGLARALTO.

La línea roja representa la temperatura media de la zona y la línea azul representa la precipitación promedio en mm/mes.

Aproximadamente se recolectaron 700 plántulas de mangle las cuales fueron extraídas manualmente y con la ayuda de palas para luego colocarlas en fundas de polietileno de color negro de 15x20 cm. para su manejo durante la fase

de vivero, se las organizó en grupos de 30 plantas para cada tratamiento y se hizo 3 repeticiones para un total de 540 plantas utilizadas durante el experimento. (Ver apéndice A.)

3.2.2. Elaboración del Biofertilizante

El biofertilizante que se utilizó fue preparado en base a la metodología descrita por Jorge Espinoza (2006) quien probó diferentes recetas de biol sobre el rendimiento de pimiento (*Capsicum annum*) en la península de Santa Elena.

La forma de preparación fue la siguiente: en un tanque de 200 litros se colocaron 50Kg de estiércol de vaca, 5Kg de vainas de algarrobo molidas, 2Kg de harina de pescado, 2 bloques de panela disueltos en agua, 1 litro de leche de vaca, ½ Kg. de levadura, 2Kg de zeolita y 1Kg de fertipack 15-30-15 (sal mineral) y se completara el resto con agua. Se selló el tanque para evitar la entrada de aire y con la ayuda de una manguera plástica y una botella de agua se permitirá la salida de los gases producidos por la fermentación. (Apéndice B.)

Para la caracterización química del biofertilizante se tomó una muestra de un litro y se lo llevó a un laboratorio químico.

La caracterización química del mismo se menciona en el apéndice C.

3.2.3. Análisis del agua utilizada

El agua que se utilizó para el riego de las plantas de mangle durante la etapa de vivero fue la misma del estero de manglaralto. El agua se llevó diariamente desde el estero hasta el vivero (aproximadamente de 50m.) en baldes para luego efectuar el riego planta por planta.

La salinidad del agua puede ser un factor que afecte en el establecimiento de mangle (*Avicennia germinans*) para realizar el seguimiento a esta variable, se tomó una muestra de un litro de agua para ser analizada en laboratorio. La caracterización química del agua del estero se menciona en el apéndice D.

3.2.4. Análisis del sustrato utilizado.

El sustrato que se utilizó fue el mismo sustrato en donde se encontraban germinando naturalmente las plántulas de mangle que es arena, esto fue debido a que solamente se quería obtener el efecto benéfico del biofertilizante. Si se

agregase un sustrato elaborado en base a arcilla, materia orgánica, ceniza, etc., esto puede influir tanto positivo como negativamente en el desarrollo de la planta.

Al igual que el agua, se tomó 1Kg. del sustrato para caracterizarlo químicamente. La caracterización química del sustrato utilizado se menciona en el apéndice E.

3.2.5. Seguimiento y control en vivero

Luego que se colectó la mayor cantidad posible de plantas, se procedió a construir un vivero temporal de 4 metros de ancho por 4 metros de largo y 3 metros de alto para lo cual se utilizaron cañas guaduas y malla zarán con 25% de sombra.

Una vez que las plantas estuvieron localizadas en el vivero, se procedió a realizar una aplicación semanal con cada uno de los tratamientos de fertilización.

Además se evaluó semanalmente el número de hojas por planta y la mortalidad, para lo cual se realizó un conteo de todos los individuos. Mensualmente se evaluó el diámetro y

altura de las plantas, esto fue debido a que el crecimiento de las plantas es lento y no se apreciaría tanta variación si se registrara este crecimiento semanalmente.

3.2.6. Seguimiento y control en campo

Al término de 18 semanas se determinó que las plantas en su mayoría se encontraban en condiciones óptimas para el transplante a terreno definitivo, aunque las plantas eran pequeñas en altura, el desarrollo radicular fue acelerado, estableciéndose una relación de 3:1 con respecto a su parte aérea, es decir una planta que medía 10cm de alto tenía una raíz de 30cm.

Se procedió a trasladar las plantas a los lugares donde serían sembradas con la ayuda de pasantes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria. Los lugares que se escogieron fueron: el estero de manglaralto (01°50'48"S – 80°44'50"O) por ser el lugar de origen de las plantas, en la comuna La Entrada (01°42'45.99"S – 80°47'49.79"O) ya que se encontraron condiciones óptimas para el desarrollo de mangle y finalmente en la estación experimental del Centro Nacional

de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM – ESPOL) ubicada cerca de Palmar (02°01'23.9"S – 80°44'02.28"O) en la Provincia de Santa Elena, ya que anteriormente se había experimentado con la reforestación de mangle (*Rizhophora mangle*) obteniendo algunos resultados favorables.

Para realizar un seguimiento de las plantas después del trasplante y saber que tratamiento fue el que recibieron se identificó a las plantas con un número y además se le colocó cintas de colores por tratamiento.

Previo al trasplante de las plantas se tomaron muestras de agua y suelo de los lugares seleccionados para su análisis en laboratorio. (Ver apéndice F y G)

La siembra de las plantas se llevó a cabo con la ayuda de excavadoras y palas tomando en cuenta que las plantas tenían que ubicarse a una distancia óptima del agua, es decir, que no se encuentren en lugares muy lejanos al agua y tampoco en lugares que se inundan por periodos muy largos. Las plantas se sembraron en hileras con una distancia entre plantas de 2 metros (ver apéndice H.)

TABLA 2.
DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS DE MANGLE
(AVICENNIA GERMINANS) EN LOS LUGARES DE
SIEMBRA DEFINITIVA ESCOGIDOS

Tratamiento	Color	Localidad		
		La Entrada	Palmar	Manglaralto
10% biol	Verde	11	23	16
30% biol	Azul	5	18	10
50% biol	Blanco	15	29	20
70% biol	Amarillo	25	25	20
Fertilización Química	Rojo	21	25	20
Testigo absoluto	Sin Cinta	23	30	20

La siembra en Manglaralto y en la comuna La Entrada fue en un solo sitio a diferencia de la estación experimental CENAIM en Palmar, donde se sembró en 3 lugares diferentes. Se sembró en el reservorio de agua, donde se almacena el agua que entra a la estación y en la poza A y B, que son básicamente piscinas de oxidación del agua que sale de la estación experimental y regresa al estuario de Palmar (Ver apéndice H).

3.3. Diseño Experimental

El experimento constó de 3 repeticiones y seis tratamientos y se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) debido a

que existe una variable ambiental que podría afectar los resultados del experimento y esta fue la dirección de la brisa marina proveniente de oeste a este respecto del vivero que se instaló

De acuerdo al experimento desarrollado, para cumplir los objetivos planteados, los tratamientos fueron:

- .Tratamiento 1 (T1): aplicaciones semanales de diluciones con 10% de biofertilizante.
- Tratamiento 2 (T2): aplicaciones semanales de diluciones con 30% de biofertilizante.
- Tratamiento 3 (T3): aplicaciones semanales de diluciones con 50% de biofertilizante.
- Tratamiento 4 (T4): aplicaciones semanales de diluciones con 70% de biofertilizante.

Además se trabajó con dos testigos, uno positivo y uno negativo

- Tratamiento 5 (T5): Testigo positivo, fertilización química con un fertilizante foliar Nutrient Express 18-18-18. Dosis: 6gr/litro de agua. (Ver apéndice F)
- Tratamiento 6 (T6): Testigo negativo, 0% de biofertilizante y/o de fertilizante químico (control absoluto).

Los parámetros monitoreados fueron:

- Altura de planta.- En la fase de vivero hasta la finalización del ensayo, este parámetro fue evaluado mensualmente, para lo cual se midió la longitud de la planta, desde la base hasta la inserción de la última hoja verdadera.
- Diámetro del tallo.- En la fase de vivero hasta la finalización del ensayo, este parámetro fue evaluado mensualmente, para lo cual se midió el diámetro a nivel de la inserción de la primera hoja verdadera.
- Número de hojas por planta.- Semanalmente se contabilizó el total de hojas emitidas por cada unidad de observación desde el inicio de las aplicaciones.
- Porcentaje de mortalidad.- Semanalmente se contabilizó el número de plantas muertas durante la etapa de vivero.

La unidad experimental estuvo compuesta por la lectura de cada parámetro en 30 plantas, las cuales fueron agrupadas en bloques con 6 unidades experimentales, obteniéndose 180 plantas por bloque con un total de 540 plantas para el experimento.

Inicialmente se realizó una toma de datos de todos los parámetros a evaluarse para que esto sea nuestro punto de referencia. Una vez obtenidos los datos, además del análisis de

varianza, se trabajó con pruebas de significancia para la determinación de diferencia entre tratamientos.

- o Las evaluaciones en este ensayo se realizaron en la fase de vivero y debían ser hasta que las plantas alcancen una altura de 25cm es decir estén en relación de 1:1 con la funda de vivero, pero no se pudo obtener esta relación debido a que hubo un desarrollo radicular acelerado en relación de 3:1 con respecto a la parte aérea de la planta.

La distribución de los tratamientos en los diferentes bloques se puede apreciar en la siguiente figura:

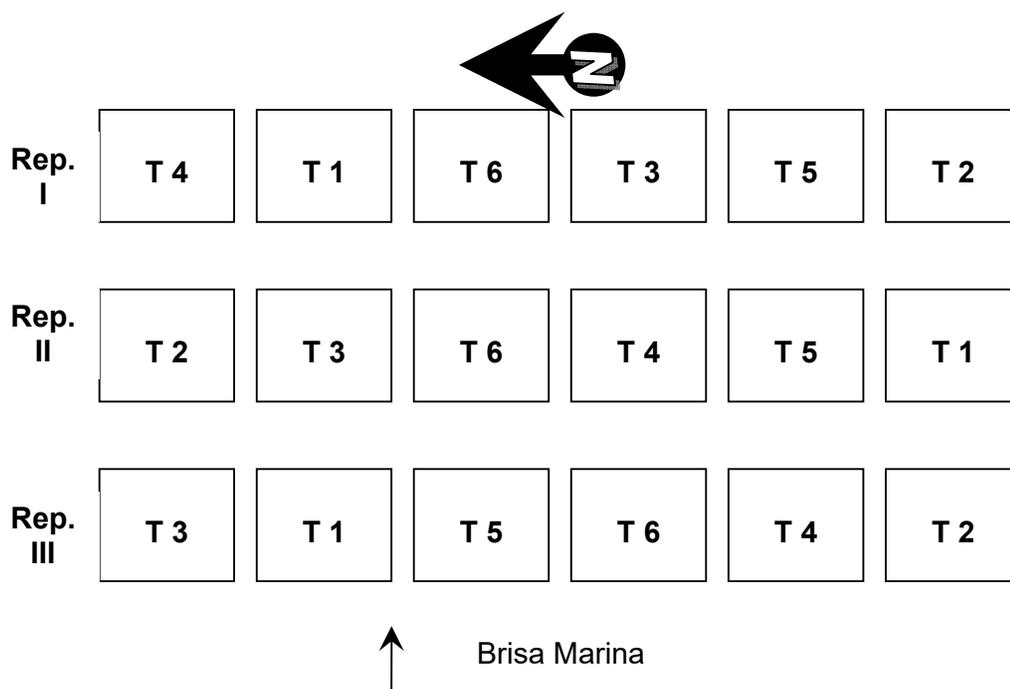


FIGURA 3.3. UBICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES EN EL EXPERIMENTO DE CAMPO.

3.4. Análisis Estadístico

3.4.1. Hipótesis

La pregunta que se quiere contestar con este experimento es la siguiente: ¿La aplicación de biofertilizantes tiene un efecto benéfico en el desarrollo de las plántulas de mangle?

Entonces para nuestro análisis estadístico las hipótesis a comprobar quedarían de la siguiente manera:

H_0 : Todos los Tratamientos son iguales

H_1 : Existe diferencia entre los tratamientos.

Para comparar el efecto de las diferentes dosis de biofertilizantes aplicados al mangle, se construyó el siguiente contraste de hipótesis tanto para la variable altura como la variable diámetro:

$$H_0 : \mu_{T1} = \mu_{T2} = \mu_{T3} = \mu_{T4} = \mu_{T5} = \mu_{T6}$$

$$H_1 : \text{Al menos un } \mu_{Ti} \text{ difiere ; } i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$$

Donde:

Concentración 10	T1
Concentración 30	T2
Concentración 50	T3
Concentración 70	T4
Químico	T5
Testigo	T6

3.4.2. Adeva.

El análisis de varianza (ADEVA) es utilizado para determinar la presencia de diferencias entre las medias de dos o más muestras que se someten a diferentes tratamientos. Se toman como supuestos que las observaciones son independientes, existe homogeneidad de varianzas y que existe normalidad de los datos.

Contraste de Hipótesis

$$H_0 : \mu_{T1} = \mu_{T2} = \dots = \mu_{Tp}$$

$$H_1 : \text{Al menos un } \mu_{Ti} \text{ difiere ; } i = 1, 2, \dots, p$$

$$EP : F^* = \frac{MCR}{MCE}$$

$$RR : F \geq F_{(p-1), (n-p)}^{1-\alpha}$$

TABLA 3.

EJEMPLO DE UNA TABLA DE ADEVA.

Tabla ADEVA				
Fuente	Grados de libertad	Sumas cuadráticas	Medias cuadráticas	F
Tratamiento	p-1	SCR	MCR=SCR/(p-1)	F=MCR/MCE
Error	n-p	SCE	MCE=SCE/(n-p)	
Total	n-1	SCT		

$$SCR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$$

Donde:

$$SCE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$SCT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

Para el análisis de datos, se utilizó el método de áreas bajo la curva, debido a que es el método más actual que se usa para trabajar con variables como altura, diámetro, emisión foliar, etc. que son variables de crecimiento que cambian durante el tiempo y este método ayuda a realizar una mejor comparación estadística de las medias.

El método de análisis de áreas bajo la curva trata de eliminar el error creado debido a que el valor medio de crecimiento de dos plantas podría llegar a ser iguales al final del experimento aunque durante el desarrollo del mismo estas experimentaron crecimientos diferentes a través del tiempo. En la siguiente tabla se muestra un ejemplo que ayudará a explicar mejor el concepto:

TABLA 4.

DATOS DE EJEMPLO DE DIAMETRO POR PLANTA.

Diámetro por planta (mm)			
Mes	Planta 1	Planta 2	Planta 3
1	0,2	0,1	0,1
2	0,3	0,3	0,2
3	0,4	0,5	0,5
4	0,5	0,5	0,6
X (media)	0,35	0,35	0,35

Las plantas tienen una media igual, pero esto no refleja el crecimiento que han experimentado los individuos; en los siguientes gráficos se puede apreciar la diferencia de crecimiento para cada planta:

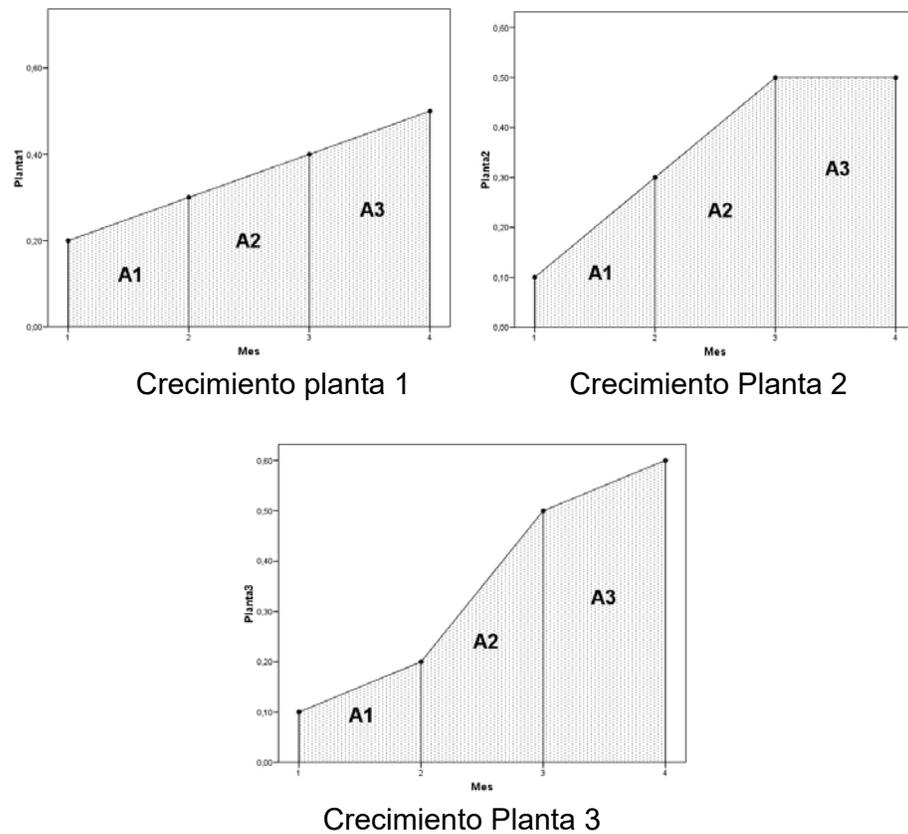


FIGURA 3.4. AREAS BAJO LA CURVA DE DIFERENTES INDIVIDUOS

Para poder relacionar el crecimiento a través del tiempo y considerar las diferencias existentes entre cada individuo es que se utiliza el análisis de área bajo la curva.

Para calcular el área bajo la curva de una planta se tiene que dividir el área total debajo de la curva en polígonos para así con la utilización de formulas geométricas determinar sus valores fácilmente.

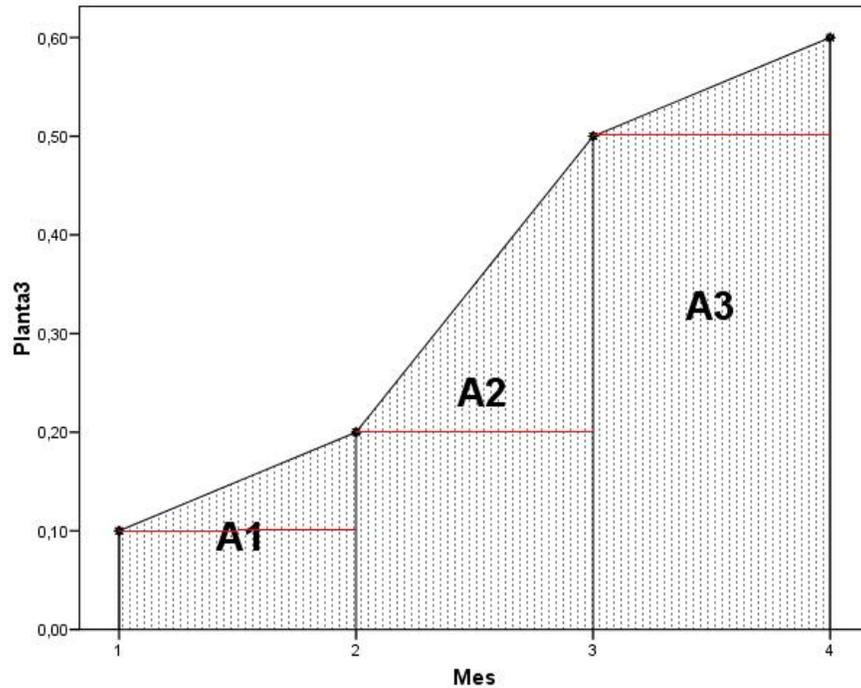


FIGURA 3.5. AREA BAJO LA CURVA DE UNA PLANTA SECCIONADA EN POLIGONOS PARA SU CÁLCULO.

Entonces el área bajo la curva se determinará con la siguiente fórmula:

$$A_1 = D_1 + \frac{(D_2 - D_1)}{2}; \text{ Donde } \begin{array}{l} A = \text{Área} \\ D_1 = \text{Diámetro 1} \\ D_2 = \text{Diámetro 2} \end{array}$$

Finalmente para obtener el Área Bajo la curva de una planta solo se tiene que realizar la sumatoria de las sub áreas; $ABC = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$. Esto se debe realizar para cada planta para luego sacar la media, que en este momento ya será representativa.

3.4.3. Resultados

Variable Altura

Luego de realizar los respectivos cálculos para la variable altura se obtuvo los siguientes resultados:

TABLA 5.

TABLA DE ADEVA PARA EL ANALISIS DEL AREA BAJO LA CURVA PARA LA VARIABLE ALTURA.

	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	5	5695,231	1139,046	21,217	,000
Error	515	27648,642	53,687		
Total	520	33343,873			

Según la significancia (Sig.<0.01) provista por la Tabla ADEVA, al menos uno de los promedios de la variable altura difiere significativamente de los demás.

En la tabla 5, tenemos los resultados de las pruebas de Duncan y Tukey que ayudan a comprender cual fue el mejor tratamiento.

En la figura 3.8. se puede apreciar de manera visual las diferencias significativas entre los diferentes tratamientos para el análisis del área bajo la curva de la variable Altura.

TABLA 6.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TUKEY Y DUNCAN PARA EL ANALISIS DEL AREA BAJO LA CURVA DE LA VARIABLE ALTURA

Trat.	N	Subconjunto para alfa = .05				
		1	2	3	4	
HSD de Tukey	2	89	7,9653			
	1	90		11,2650		
	3	90		13,9639	13,9639	
	5	90			14,8663	
	6	90			15,4939	
	4	72				18,7382
	Sig.		1,000	,152	,744	1,000
Duncan	2	89	7,9653			
	1	90		11,2650		
	3	90			13,9639	
	5	90			14,8663	
	6	90			15,4939	
	4	72				18,7382
	Sig.		1,000	1,000	,198	1,000

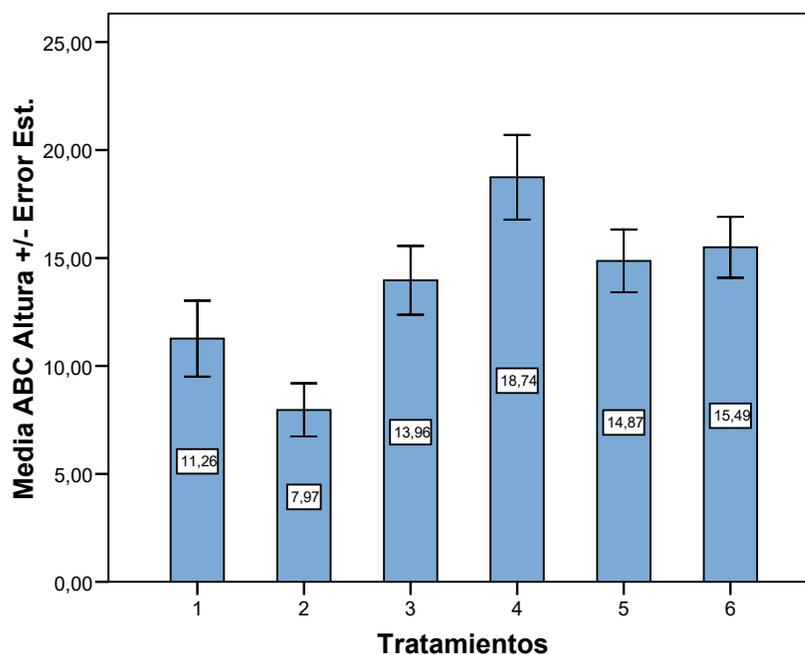


FIGURA 3.6. VALORES MEDIOS DE LAS AREAS BAJO LA CURVA DE LA VARIABLE ALTURA

Variable Diámetro:

Tras realizar los respectivos cálculos para la variable diámetro se obtuvo los siguientes resultados:

TABLA 7.**TABLA DE ADEVA PARA EL ANALISIS DEL AREA BAJO LA CURVA PARA LA VARIABLE DIAMETRO.**

	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	5	2271,619	454,324	16,327	,000
Error	515	14330,964	27,827		
Total	520	16602,583			

Según la significancia (Sig.<0.01) provista por la Tabla ADEVA, al menos uno de los promedios de la variable diámetro difiere significativamente de los demás.

En la tabla 7, tenemos los resultados de las pruebas de Duncan y Tukey que ayudan a comprender cual fue el mejor tratamiento.

En la figura 3.9. se puede apreciar las diferencias significativas entre los diferentes tratamientos para el análisis del área bajo la curva de la variable Diámetro.

TABLA 8.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TUKEY Y DUNCAN PARA EL ANALISIS DEL AREA BAJO LA CURVA DE LA VARIABLE DIAMETRO.

Trat.	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
HSD de Tukey(a,b)	2	89	6,60	
	1	90	8,06	
	3	90		10,48
	6	90		11,43
	5	90		11,49
	4	72		12,63
	Sig.		,455	,081
Duncan(a,b)	2	89	6,60	
	1	90	8,06	
	3	90		10,48
	6	90		11,43
	5	90		11,49
	4	72		12,63
	Sig.		,070	,235

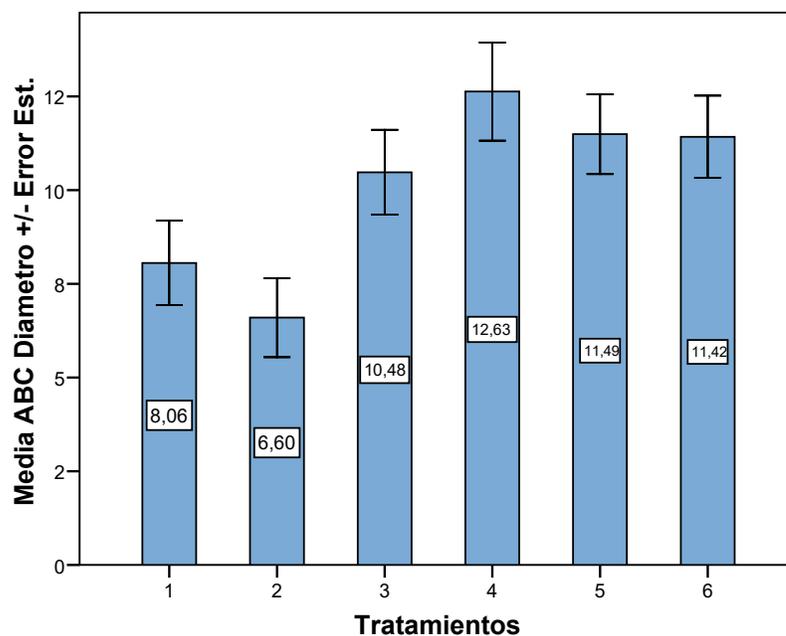


FIGURA 3.7. VALORES MEDIOS DE LAS AREAS BAJO LA CURVA DE LA VARIABLE DIAMETRO

Variable Número de Hojas por Planta:

Después de realizar los respectivos cálculos para la variable del número de hojas por planta (o emisión foliar) se obtuvo los siguientes resultados:

TABLA 9.

TABLA DE ADEVA PARA EL ANALISIS DEL AREA BAJO LA CURVA PARA LA VARIABLE NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA

	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	5	470181,748	94036,350	17,877	,000
Error	515	2709059,772	5260,310		
Total	520	3179241,519			

Según la significancia (Sig.<0.01) provista por la Tabla ADEVA, al menos uno de los promedios de la variable diámetro difiere significativamente de los demás.

En la tabla 9, tenemos los resultados de las pruebas de Duncan y Tukey que ayudan a comprender cual fue el mejor tratamiento.

En la figura 3.10. se puede apreciar las diferencias significativas entre los diferentes tratamientos para el análisis del área bajo la curva de la variable Diámetro.

TABLA 10.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TUKEY Y DUNCAN PARA EL ANALISIS DEL AREA BAJO LA CURVA DE LA VARIABLE EMISION FOLIAR.

Trat.	N	Subconjunto para alfa = .05				
		1	2	3	4	
HSD de Tukey(a,b)	2	89	55,382			
	1	90	71,978	71,978		
	3	90		98,222	98,222	
	5	90			113,989	113,989
	6	90			125,306	125,306
	4	72				145,160
	Sig.		,663	,167	,141	,056
Duncan(a,b)	2	89	55,382			
	1	90	71,978			
	3	90		98,222		
	5	90		113,989	113,989	
	6	90			125,306	125,306
	4	72				145,160
	Sig.		,134	,154	,306	,073

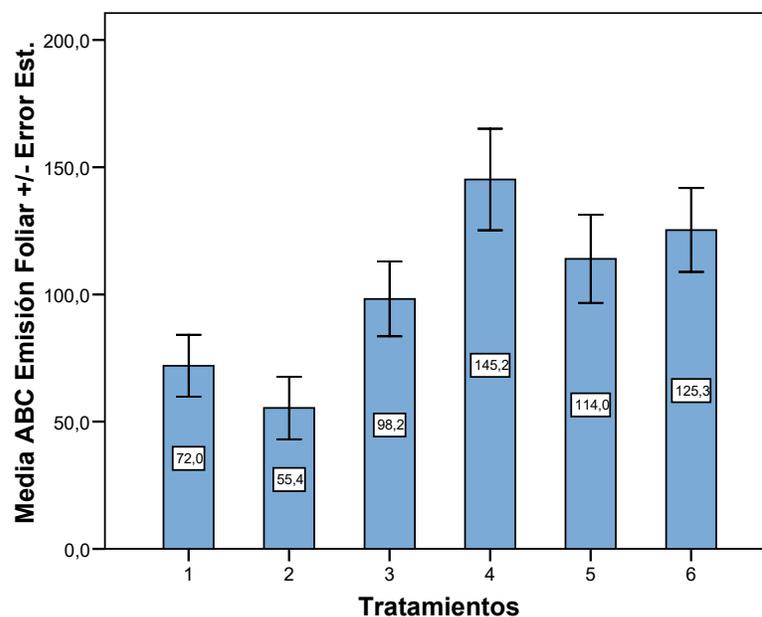


FIGURA 3.8. VALORES MEDIOS DE LAS AREAS BAJO LA CURVA DE LA VARIABLE EMISION FOLIAR

Variable Mortalidad:

Después del ordenamiento y el análisis de los datos obtenidos en campo, se pudo determinar un porcentaje de mortalidad para cada tratamiento, y se muestra en la figura 3.7.

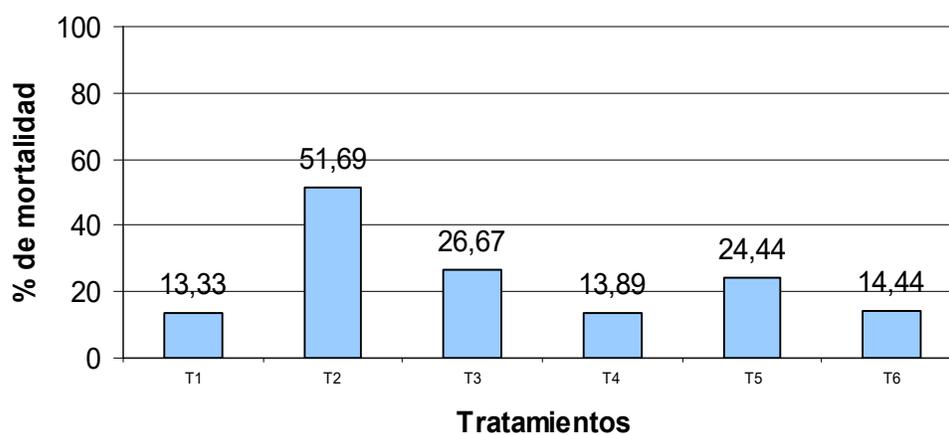
Evaluacion General de Mortalidad

FIGURA 3.9. GRAFICO GENERAL DE LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE MORTALIDAD POR CADA TRATAMIENTO.

El siguiente gráfico muestra la tendencia de la mortalidad a lo largo de la realización del experimento.

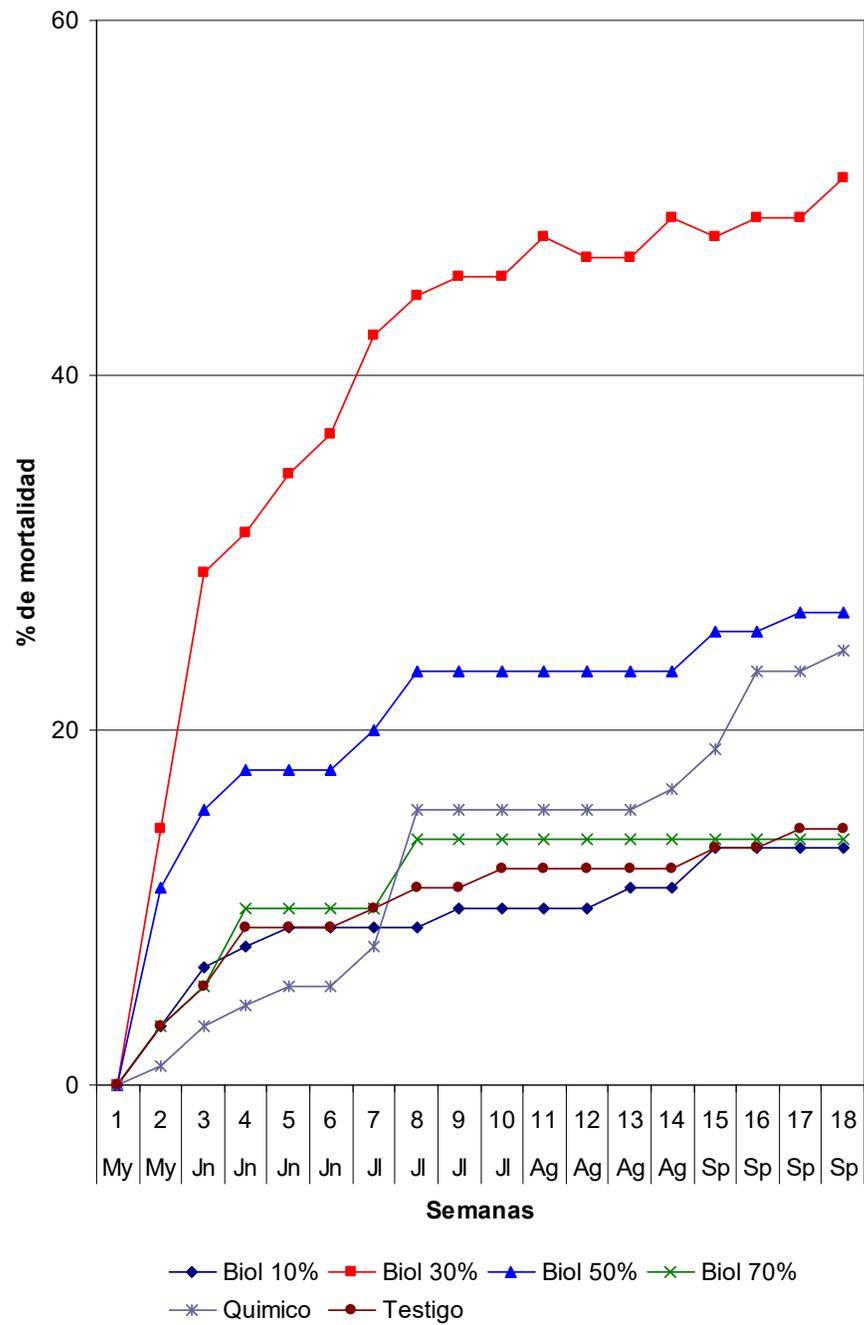


FIGURA 3.10. GRAFICO DE LA TENDENCIA DE LA MORTALIDAD SEMANAL A LO LARGO DE TODO EL EXPERIMENTO EN EL VIVERO.

CAPÍTULO 4.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

Estadísticamente si se validó la hipótesis planteada ya que el análisis dio una diferencia altamente significativa lo que permite rechazar la hipótesis nula que dice que todos los tratamientos tiene el mismo efecto sobre el crecimiento de mangle y se puede aceptar la hipótesis alternativa que dice que al menos uno de los tratamientos afecta al crecimiento de mangle.

Los resultados obtenidos indican que para las variables diámetro, altura y número de hojas por planta (emisión foliar) existen diferencias significativas ($\alpha < 0.01$) entre los diferentes tratamientos, esto quiere decir que por lo menos un promedio es diferente. Aunque no se pudo determinar a simple vista diferencias biológicas entre las plantas de diferentes tratamientos ya que al momento del transplante a terreno definitivo las plantas no llegaron a tener las condiciones optimas de

desarrollo de la parte aérea, es decir una relación de 1:1 con la parte radicular. Por el contrario, se observó un desarrollo de la parte radicular en una relación de 3:1 con la parte aérea de las plantas, lastimosamente no se consideró la medición de la parte radicular en ningún momento ya que es una práctica destructiva y no se contaba con suficientes individuos para este tipo de análisis.

Según los análisis de las pruebas de Duncan y Tukey para la variable altura, indican que el mejor tratamiento en comparación con los testigos fue el tratamiento 4 con la dosis de 70% del biofertilizante y el peor tratamiento en comparación con los testigos fue el tratamiento 2 con la dosis de 30% de biofertilizante.

Para la variable diámetro, los análisis de Duncan y Tukey indican que el mejor tratamiento en comparación con los testigos fue el tratamiento cuatro, aunque la diferencia es mínima y la prueba los agrupa como resultados similares a los tratamientos 3, 4, 5 y 6. Por otro lado los tratamientos 1 y 2 también son agrupados como resultados similares logrando los resultados menos significativos del experimento.

Los resultados de la prueba de Tukey y Duncan para la variable de emisión foliar o número de hojas por planta indican que el mejor

tratamiento en comparación con los testigos es el tratamiento 4 y el peor tratamiento en comparación con los testigos fue el tratamiento 2 (biol al 30%), los otros tratamientos no tienen diferencias significativas entre ellos y la prueba los agrupa en un nivel intermedio.

Aunque en todos los resultados obtenidos en el análisis de los datos de las tres variables (altura, diámetro y número de hojas por planta), indican que el mejor tratamiento es el cuatro con una concentración del biol al 70%, puede ser que utilizando otro tipo de sustrato, es decir, un sustrato con una base de compost u otro tipo de material más nutritivo que la arena, los resultados obtenidos con la aplicación de biofertilizantes pueden ser muy diferentes.

La similitud obtenida en los resultados del análisis para la variable diámetro puede ser debido a que el crecimiento en el diámetro en individuos de carácter arbóreo, es mínimo durante las etapas tempranas del desarrollo, ya que el objetivo de la planta es el de alcanzar la mayor altura para evitar ser presa del ataque de herbívoros, una vez que la planta siente que ha logrado ese objetivo es cuando empieza a crecer en diámetro.

Con respecto al porcentaje de mortalidad final de las plantas podemos decir que el tratamiento que tuvo un mayor porcentaje de mortalidad fue el tratamiento 2 (biol al 30%) con un valor de 51,69% y el tratamiento que tuvo el menor porcentaje de mortalidad fue el tratamiento 1 (biol al 10%) con un valor de 13,33% seguido del tratamiento 4 (biol al 70%) con un valor de 13,89%.

Analizando el gráfico de la tendencia de la mortalidad (Figura 3.8.), se puede destacar que la mortalidad de plantas en el tratamiento 2 (biol al 30%) tiene un gran repunte durante las primeras 3 semanas alcanzando valores que superan el 25% de mortalidad para luego paulatinamente ir alcanzando el valor final de mortalidad de una manera constante.

Si se superponen el diagrama ombrotérmico del cantón Manglaralto y el gráfico de la tendencia de la mortalidad por semana, se puede observar que en el mes de mayo es donde se tiene la menor precipitación promedio y es donde se registró una alta mortalidad en todos los tratamientos especialmente en el tratamiento dos. Las primeras siete semanas del experimento son de los meses con menores precipitaciones y temperaturas promedios que rondan los 25°C. Lo que nos puede explicar porque se registró esos niveles de mortalidad en el experimento.

Si analizamos la mortalidad de los otros tratamientos se puede observar que durante las primeras 7 semanas del experimento la mortalidad tiene un incremento constante pero no tan alarmante como para el tratamiento 2 (biol al 30%), luego en la 8 semana se alcanza un punto de mortalidad casi nula que se ve interrumpido a la décimo cuarta semana del experimento. Posteriormente todos los tratamientos tienen mortalidad hasta alcanzar el valor que se presenta en los resultados.

El aumento de las concentraciones de sales en el sustrato donde crece *Avicennia germinans* puede provocar su disminución en crecimiento y posterior muerte, esto nos puede explicar porque los tratamientos dos y tres presentaron la mayor tasa de mortalidad, una evaluación semanal del sustrato donde se desarrollaron las plantas de mangle no se pudo realizar por falta de un salinómetro.

Debido a que el sustrato era arena, la probabilidad del incremento en la concentración de sales era mayor ya que la arena no retiene el agua y esta se filtra muy rápidamente. O por evaporación del agua del sustrato, las sales disueltas en ella se concentran poco a poco en el sustrato incrementando su nivel.

CAPÍTULO 5.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusiones de este trabajo se puede señalar los siguientes puntos que tratan de responder a los objetivos planteados por la tesis:

1. Se detectó diferencia estadística significativa, en el crecimiento del mangle al aplicar las varias dosis de biofertilizantes líquidos y el fertilizante químico sintético.
2. El tratamiento en el que mayor altura, diámetro y emisión foliar promedio se registró fue en el Tratamiento 4 (biol al 70%). Por otro lado el tratamiento en donde se registró menor altura, diámetro y emisión foliar promedio fue en el Tratamiento 2 (biol al 30%).

3. La relación entre la dosis de biofertilizante y el tiempo en que la planta alcanza su desarrollo optimo para el trasplante a terreno definitivo no se pudo determinar.
4. Con respecto al porcentaje de mortalidad, el tratamiento que tuvo el mayor porcentaje de mortalidad fue el tratamiento 2 (biol al 30%) con un valor de 51,69%.

Además se puede recomendar lo siguiente:

Al obtener una diferencia significativa en el crecimiento del mangle (*Avicennia germinans*) por las aplicaciones de biofertilizantes podemos suponer tentativamente que en un proyecto para reforestación de mangle podría utilizarse los biofertilizantes para obtener un efecto positivo en el crecimiento de las plántulas de mangle, aunque se recomienda de la utilización de un sustrato más nutritivo ya que los microorganismos que el biofertilizante provee actuarían de con una mayor eficiencia degradando el material orgánico del sustrato convirtiéndolo en sustancias nutritivas para la planta.

Para determinar de una manera confiable la relación entre el la aplicación de biol y el tiempo en que la planta está lista para trasplanta, requiere un procedimiento más exhaustivo y más agresivo, es decir se

necesitaría realizar análisis de carácter destructivo al medir las raíces de las plantas y como el número de individuos estuvo limitado, fue un procedimiento que no se pudo realizar durante este experimento.

Para evitar en futuros experimentos que la mortalidad se de por factores abióticos como estrés hídrico o incremento de la salinidad en el sustrato, se pueden utilizar sistemas de riego tecnificados para así tener un aporte de agua constante cada vez que las plantas lo necesiten aunque eso signifique una elevación de los costos en el presupuesto de la investigación.

APÉNDICES

APENDICE A.

SECUENCIA DE FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE RECOLECCION DEL MATERIAL DE SIEMBRA



Plántulas de mangle en regeneración natural en Manglaralto



Plantas de mangle en fundas de polietileno previo a la construcción del vivero temporal



El conteo de plántulas de mangle



Plantas de ubicadas según la disposición del experimento en el vivero temporal.



Rescate de las plántulas de mangle con la ayuda de pasantes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria

APENDICE B.
SECUENCIA DE FOTOGRAFIAS DEL PROCESO DE ELABORACION DEL
BIOFERTILIZANTE



Recolección del estiércol fresco



Pesaje del estiércol fresco (50 Kg)



Mezcla de los ingredientes en el tanque de 200lts



Sellado del tanque y colocación de la botella para facilitar la salida del gas producido por la fermentación

APÉNDICE C

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL BIOFERTILIZANTE LÍQUIDO

UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO

Prmt.	Unidad	Biol # 5 1-2	
pH	μ	5,6	
SDT	%	0,77	
CE	mmhos	1,23	
MO	%	2,8	
CO		1,62	
N		1,05	
P		0,061	
Na		0,032	
K		0,095	
Ca		0,08	
Mg		0,01	
Fe		ppm	9,0
Mn			2,0
Zn	4,0		
Cu	0,55		
B	1,29		
S	112,70		

Realizado por el Dr. Jorge E. Fuentes C. Laboratorio de Análisis Agrícola /
RUC: 1700811134001 Urdesa Norte Av. 4ta. #203 y calle 2da. Guayaquil –
Ecuador.

APÉNDICE D

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL AGUA DEL ESTUARIO DE MANGLARALTO UTILIZADA DURANTE EL EXPERIMENTO

Prmt.	Unidad	# lab.	#
		2006098	1
pH	μ	8,1	
SDT	mg/l	34560	
CE	mmhos	54000	
Na	meq/l	376,8	
K		85,3	
Ca		25,8	
Mg		120,9	
Suma		608,8	
CO3		0,25	
CO3H		3,5	
SO4		35,75	
Cl		566,8	
Suma		606,3	
B	ppm	4,6	
P		0,15	

Distribución de Sales

	meq/l	%
CO3Ca	0,25	0,04
(CO3H)2Ca	3,5	0,57
SO4Ca	22,05	3,62
SO4Mg	13,7	2,25
Cl2Mg	107,3	17,62
ClNa	376,8	61,89
ClK	82,74	13,59
otras sales	2,5	0,41
Suma =	608,8	100,00

4,24% de sales no perjudiciales

95,76% de sales perjudiciales

Realizado por el Dr. Jorge E. Fuentes C. Laboratorio de Análisis Agrícola /
RUC: 1700811134001 Urdesa Norte Av. 4ta. #203 y calle 2da. Guayaquil –
Ecuador.

APÉNDICE E

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL SUSTRATO UTILIZADO DURANTE EL EXPERIMENTO

Prmt.	Unidad	# lab.	#	Saturación Bases %
		2006004	1	
pH	μ		8,3	
CE 1:1	mmhos		54,8	
SDT	%		3,32	
MO			0,214	
N			0,013	
Na		meq/100		7,07
K int.			0,68	3,55
K asim.			0,45	2,35
Ca			5,71	29,79
Mg			5,71	29,79
Suma =			19,17	
P	ppm			5,3
Fe			8,44	
Mn			1,9	
Zn			0,74	
Cu			0,32	
B			5,83	
S			11,42	

Realizado por el Dr. Jorge E. Fuentes C. Laboratorio de Análisis Agrícola /
RUC: 1700811134001 Urdesa Norte Av. 4ta. #203 y calle 2da. Guayaquil –
Ecuador.

APENDICE F.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL AGUA EN LOS SITIOS SELECCIONADOS PARA EL TRANSPLANTE DEFINITIVO

Parámetro	Unidad	Manglaralto			La Entrada			Cenaim Reservorio			Cenaim Poza A			Cenaim Poza B		
Exámen Físico																
Reacción del Agua (pH)	μ		8,3	Alcalina		8,4	Alcalina		7,4	Lig. Alcalina		7,1	Lig. Alcalino		7,3	Lig. Alcalina
Conductividad Electrica (CE)	mmhos		64500	Salina Marina		5620	Salina C5		55200	Salina Marina		68000	Salina Marina		74700	Salina Marina
Solidos Disueltos Totales	mg/l		41280	Salina		3597	Salina		35328	Salina		43520	Salina		47810	Salina
Dureza Total (CO3Ca)	mg/l															
Dureza Alcalina (CO3Ca)	mg/l															
Examen Químico		meq/l	%	mg/l	meq/l	%	mg/l	meq/l	%	mg/l	meq/l	%	mg/l	meq/l	%	mg/l
CATIONES																
Calcio (ca)		25,00	4,13	500,00	6,44	9,76	128,80	16,00	3,00	320,00	21,20	1,77	424,00	26,20	3,16	524,00
Magnesio (Mg)		117,40	19,39	1425,41	10,82	16,40	131,46	106,20	19,88	1290,33	93,00	7,77	1129,95	140,20	16,92	1703,43
Sodio (Na)		463,00	76,48	10649,00	48,70	73,83	1120,10	412,00	77,12	9476,00	1083,00	90,46	24909,00	662,00	79,91	15226,00
Potasio (K)																
TOTAL		605,40	100,00	12575,41	65,96	100,00	1380,36	534,20	100,00	11086,33	1197,20	100,00	26462,95	828,40	100,00	17453,43
ANIONES																
Carbonatos (CO3)																
Bicarbonatos (CO3H)		5,00	0,83	305,00	4,46	6,76	272,06	3,32	0,62	202,52	3,46	0,28	211,06	4,64	0,56	283,04
Sulfatos (SO4)		35,00	5,78	1680,00	10,20	15,46	489,60	33,70	6,30	1617,60	35,00	2,85	1680,00	49,80	6,01	2390,40
Cloruros (Cl)		565,70	93,40	20054,07	51,30	77,77	1818,59	497,90	93,08	17650,56	1188,00	96,86	42114,60	774,00	93,43	27438,30
Nitratos (NO3)																
TOTAL		605,70	100,00	22039,07	65,96	100,00	2580,25	534,20	100,00	19470,68	1226,46	100,00	44005,66	828,44	100,00	30111,74
Fósforo (P)				0,080			0,036			0,013			0,045			0,015
Distribución Posible de Sales		meq/l	%		meq/l	%		meq/l	%		meq/l	%		meq/l	%	
Carbonato de Calcio [(CO3H)2Ca]		5	0,83		4,46	6,76		3,32	0,62		3,46	0,28		3,46	0,42	
Sulfato de Calcio (SO4Ca)		20	3,3		1,98	3		30,38	5,68		17,94	1,46		21,56	2,6	
Sulfato de Magnesio (SO4Mg)		15	2,48		8,22	12,46		3,32	0,62		17,06	1,39		28,24	3,41	
Cloruro de Magnesio (Cl2Mg)		102,1	16,86		2,6	3,94		102,88	19,23		75,94	6,19		111,96	13,51	
Cloruro de Sodio (ClNa)		463,6	76,54		48,7	73,83		395,02	73,85		1112,1	90,67		663,22	80,06	
Suma =		605,7	100		65,96	100		534,92	100		1226,5	100		828,44	100	
		4,13% de sales no perjudiciales			9,76% de sales no perjudiciales			6,30% de sales no perjudiciales			1,74% de sales no perjudiciales			3,03% de sales no perjudiciales		
		95,87% de sales marinas			90,24% de sales marinas			93,70% de sales marinas			98,26% de sales marinas			96,98% de sales marinas		

* Realizado por el Dr. Jorge E. Fuentes C. Laboratorio de Análisis Agrícola / RUC: 1700811134001 Urdesa Norte Av. 4ta. #203 y calle 2da. Guayaquil – Ecuador.

APENDICE G.

CARACTERIZACION FISICO-QUÍMICA DE LOS SUELOS EN LUGARES SELECCIONADOS PARA EL TRANSPLANTE DEFINITIVO

Prmt.	Unidad	Cenaim Poza A	Cenaim Poza B	Cenaim Reservorio	La Entrada	Manglaralto						
Arena	%	63	75	70	95	98						
Limo		10	5	8	3	2						
Arcilla		27	20	22	2	0						
Clase	-----	FAAr	FAAr/Far	FAAr	Ar	Ar						
DA	gr/cm3	1,48	1,45	1,45	1,53	1,6						
pH	μ	8,3 alc	8,0 alc	8,4 alc	8,8 alc	8,4 alc						
CE 1:1	mmhos	15,3 s	17,2 s	15,2 s	0,94 s	51,6 s						
MO	%	0,6 b	0,8 b	0,7 b	0,6 b	0,3 b						
N		0,04 b	0,05 b	0,04 b	0,04 b	0,02 b						
CIC	meq/100gr	18,7 m	12,9 m	14,6 m	8,5 b	4,1 b	Saturación de Bases %					
Na												
K. int.		3,29 a	2,30 a	4,06 a	1,67 a	1,28 a	17,55	17,75	27,79	19,63	31,41	
K asim.		2,25 a	2,30 a	3,18 a	1,84 a	1,76 a	12,01	17,75	21,75	21,6	43,19	
Ca		12,3 m	18,5 a	12,7 a	7,8 a	7,5 a	65,68	142,97	86,83	92,02	184,05	
Mg		16,3 a	14,9 a	14,2 a	3,9 a	4,2 a	87,15	115,23	96,93	46,32	102,76	
P		ppm	9,9 b	7,1 b	9,8 b	14,1 m	9,9 b					
Fe			14,9 b	21,4 m	15,2 b	65,4 a	18,1 b					
Mn			2,2 b	4,3 b	2,2 b	7,1 m	4,5 b					
Zn			1,9 b	1,8 b	1,7 b	2,1 b	1,6 b					
Cu	2,8 m		1,5 b	2,1 m	1,8 b	0,9 b						
S	883,0 a		1617,0 a	1350,0 a	183,0 a	591,0 a						

* Realizado por el Dr. Jorge E. Fuentes C. Laboratorio de Análisis Agrícola / RUC: 1700811134001 Urdesa Norte Av. 4ta. #203 y calle 2da. Guayaquil – Ecuador.

APENDICE H.

SECUENCIA DE FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE SIEMBRA EN TERRENO DEFINITIVO DE LAS PLANTAS DE MANGLE



Movilización de las plantas a los
lugares de Siembra



Planta de Mangle encintada y
numerada previo a al siembra para
su identificación.



Siembra en Manglaralto



Siembra en la comuna La Entrada



Siembra en el reservorio de la Estación
Experimental CENAIM-ESPOL.

APÉNDICE I.

COSTO DE PRODUCCIÓN DE 150 LTS DE BIOFERTILIZANTE.

Materiales	Cantidad	Precio Unitario	Unidad	Total
Tanque 200 Lt	1	\$ 20,00	Tanque	\$ 20,00
Manguera	1	\$ 0,50	m	\$ 0,50
Botella Plástica	1	\$ 0,25	Botella	\$ 0,25
Estiércol	50		Kg.	\$ -
Vainas Algarrobo	5		Kg.	\$ -
Harina Pescado	1	\$ 1,50	Kg.	\$ 1,50
Panela	2	\$ 1,00	Bloque	\$ 2,00
Leche de Vaca	1	\$ 0,60	Lt	\$ 0,60
Levadura	0,5	\$ 2,00	Kg.	\$ 1,00
Zeolita	2	\$ 0,20	Kg.	\$ 0,40
Fertipack	1	\$ 1,80	Kg.	\$ 1,80

Total	\$ 28,05
-------	----------

Proyección de los costos de fertilización en vivero para las plantas de mangle necesarias para reforestar una hectárea con una densidad de 2x2m (2500 plantas)

1Lt Preparado (biol + agua) → 90 plantas
 28 Lt de Preparado → 2500 plantas

Costo del Lt de biol → \$ 0,18
 Costo del Kg de
 Nutrient Express 18-18-18 → \$8,00

	semanal	total
Costos con el tratamiento 1 (10% de biol)	\$ 0,50	\$ 9,07 *
Costos con el tratamiento 2 (30% de biol)	\$ 1,51	\$ 27,22 *
Costos con el tratamiento 3 (50% de biol)	\$ 2,52	\$ 45,36 *
Costos con el tratamiento 4 (70% de biol)	\$ 3,53	\$ 63,50 *
Costos con el tratamiento 5 (fertilizante químico)	\$ 1,34	\$ 24,19 *
Costos con el tratamiento 6 (0% fertilización)		\$ -

* Valores solamente considerando el costo del fertilizante. Se exceptúan los gastos de mano de obra para la aplicación del producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bashan, Y., Moreno, M and Troyo, E. 2000. Growth promotion of the seawater-irrigated oilseed halophyte *Salicornia bigelovii* inoculated with mangrove rhizosphere bacteria and halotolerant *Axospirillum* spp. Biol. Fertil. Soils 32:265-272
2. Baskin, C. and Baskin, J. 1998. Seeds, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. Academy press. Printed in The United States of América. Pp. 524-528
3. Barrance, A. Et al. 2002. Árboles de Centroamérica. CATIE
4. Choudhury, J. 1997. "La ordenación sostenible de los manglares costeros, desarrollo y necesidades sociales" Memorias del Congreso Mangles y Otros Bosques Costeros. Pág. 273
5. Corrella F., Valdez I., et al. 2001. "Estructura forestal de un Bosque de Mangles en el Noreste del Estado de Tabasco, México". Revista

Ciencia Foresta en México. Vol. 26 Núm. 90 120p. México, D.F. Jul-Dic 2001

6. Citrón, G. Novelli, Y.S. 1984. Introducción a la Ecología Del Manglar. UNESCO. Montevideo, Uruguay. 109p.
7. Cintrón, G. and Novelli, Y.S. 1984. Methods for studying mangrove structure. Resume of Monographs on oceanographic methodology. UNESCO, Paris, pp. 91-115.
8. Duceila, L. et al. 2003. "Efecto del Biol sobre la productividad del Café Arábigo". CONEFAC. Ecuador.
9. Dirección de Promoción Agraria. Volante Técnico. "Amigo Productor, Produzca su propio abono foliar de calidad y a bajo costo". Amazonas – PERU.
10. Elster, C., Perdomo, L. and Schnetter, M-L. 1999. "Impact of ecological factors on the regeneration of mangroves in the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia". Hydrobiology. 413: 35-46

11. Field, C.D. 1995. Journey amongst Mangroves. International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan.
12. Hernández C. y Belmonte DEO, 2000. Curso 'Técnicas y Métodos de Restauración de Zonas de Manglar'. Proyecto 'Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Asociados a los Manglares del Pacífico de Guatemala'. GTM/ B7-6201/IB/96/17. Informe Final.
13. Jiménez, J & Lugo, A. [s.f.]. *Avicennia germinans* (L.) L. SO-ITF-SM-4. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.
14. John Doe. 1997. "Ecological Importance of mangrove Habitat". Web site: www.mangrove.org
15. Little, E., Jr.; Wadsworth, F. 1964. "Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands". Agric. Handb. 249. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 548 p
16. Lugo, Ariel E, et al. 1975. Diurnal rates of photosynthesis, respiration and transpiration in mangrove forests of south Florida. En: Golley, Frank B.; Medina Ernesto, eds. Tropical ecological systems. NY. US.

17. Martínez, et al. 2004. "Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Colección Volvamos al campo. Grupo Latino Ltda. Colombia.
18. McKee, K.L. 1993. "Determinants of mangrove species distribution patterns in neotropical forests: biotic and abiotic factors affecting seedling survival and growth." Ph.D. Dissertation. Louisiana State University.
19. McMillan, C. 1975. Interaction of soil texture with salinity tolerances of black mangrove (*Avicennia*) and white mangrove (*Laguncularia*) from North America. In: Proceedings of the International Symposium on Biology and Management of mangroves. Edited by: Walsh, G.E., Snedaker, S.C. and Teas, H.J. p. 561-566.
20. Pool, D.J., Snedaker, S.C. and Lugo, A.E. 1977. "Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, Mexico, and Costa Rica." *Biotropica* 9: 195-212.
21. Rabinowitz, D. 1978. Early growth of mangrove seedling in Panama, and a hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. *Journal of Biogeography* 5, 113-133.

22. Ramírez, L. 2005. "Factores que afectan la propagación y establecimiento de *Avicennia germinans* L. en ambientes degradados de regiones Semiáridas sub. Tropicales." M. Sc. Tesis. Universidad de Puerto Rico.
23. Reyes De la Cruz, et al. 2002 "Evaluación preliminar de los efectos de la inundación y La herbivoría sobre plántulas de mangle" Herbario UJAT, División Académica de Ciencias Biológicas. México.
24. Shaeffer-Novelli & Cintrón. 1988. Ecología del Manglar. En: Compendio Enciclopédico de los Recursos Naturales de Puerto Rico. pp. 1-111.
25. Smith III, T.J. 1987. Seed predation in relation to tree dominance and distribute in mangrove forests. *Ecology* (68)(2), pp. 266-273.
26. Soto, R.; Jiménez, J. 1982. Análisis fisionómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Biológica Tropical*. 30(2): 161-168

27. Spalding, M.D., Blasco, F. and Field, C.D. (Eds). 1997. World Mangrove Atlas. The International Society for mangrove ecosystems, Okinawa, Japan. 178 pp.
28. Tomlinson, P.B. 1986. The Botany of Mangrove. Cambridge University Press. 413 p
29. Toledo, G., Bashan, Y and Soeldner, A. 1995. *In vitro* colonization and increase in nitrogen fixation of seedling roots of black mangrove inoculated by a filamentous cyanobacteria. Can. J. Microbiol. 41: 1012-1020.
30. Tuffers, A., Naidoo, G. and Villert, D. 2001. Low salinities adversely affect photosynthetic performance of the mangrove, *Avicennia marina*. Wetlands Ecology and Management 9: 225-232.
31. Vasquez, A. 2001. "Silvicultura de Plantaciones Forestales en Colombia". Universidad de Tolima.
32. Wells, John T.; Coleman, James M. 1981. Periodic mudflat progradation, Northeastern coast of South America: a hypothesis. Journal of Sedimentary Petrology.

33. West, Robert C. 1977. Tidal salt-marsh and mangal formations of Middle and South America. En: Chapman, V.J., ed. Ecosystems of the world. Wet coastal ecosystems. Oxford: Elsevier Scientific Publishing Co.: 193-213. Vol. 1.