

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**Efecto de la Fertilización con Bioles durante la Fase de Vivero
de *Swietenia macrophylla* (CAOBA)**

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Presentada por:

Angélica Malena Torres Ulloa

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

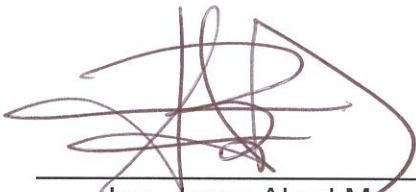
A Dios, por sus bendiciones. A mis padres y hermanos por su esfuerzo y apoyo incondicional. Al personal del Programa para el desarrollo de la península de Santa Elena (PDPSE), en especial a su director, M.Sc. Kléber Morán Q., y el técnico Ing. Naguib Chavarría V. Al Director de esta tesis, M. Sc. Edwin Jiménez R., por transmitir sus conocimientos y corregir errores. A los vocales de este trabajo, M.Sc. Carlos Burbano V., e Ing. Omar Ruiz B., por su paciencia y ayuda. A mis grandes amigos y todas las personas que de diferente manera aportaron para que este trabajo se lleve a cabo con éxito.

DEDICATORIA

A Dios, luz de mi vida.

A mis padres y
hermanos porque este
es el fruto de su
esfuerzo.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



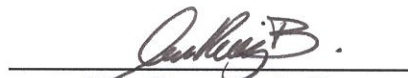
Ing. Jorge Abad M.
DELEGADO DEL DECANO
DE LA FIMCP
PRESIDENTE



M. Sc. Edwin Jiménez R.
DIRECTOR DE TESIS



CIB-ESPOL



Ing. Omar Ruiz B.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Angélica M. Torres U.

RESUMEN

El trabajo que se presenta a continuación fue desarrollado en la comuna Sinchal-Barcelona de la parroquia Manglaralto en la provincia de Santa Elena, con un promedio de precipitación en los últimos años no mayor a 400 mm y temperaturas alrededor de 30°C.

Se trabajó con ocho tratamientos y tres repeticiones en un diseño completamente al azar, donde se evaluaron dos veces por semana los parámetros altura y emisión foliar de plantas de *Swietenia macrophylla* (caoba) durante su fase de vivero. Los tratamientos consistieron en dos tipos de biofertilizantes uno que contuvo como biomasa solo estiércol y otro con material vegetal de *Salix humboldtiana* y estiércol aplicados en tres diferentes concentraciones cada uno, un control absoluto y un tratamiento convencional (5 gr de urea/litro de agua). Una vez obtenidos los resultados del ADEVA y el análisis por medio de la prueba de Tukey, se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los diversos tratamientos, lo que quiere decir que los bioles o la urea aplicados no influyen sobre las variables evaluadas y que durante ese periodo de tiempo en el vivero, con esa calidad de sustrato y un manejo adecuado, se puede mantener las plántulas solo con riegos sin necesidad de fertilizar.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE GRÁFICOS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. BIOFERTILIZANTES.....	3
1.1. Generalidades.....	3
1.2. Bioles o biofertilizantes líquidos.....	3
1.3. Elaboración y aplicación del biol.....	8
1.4. El Sauce de Río (<i>Salix humboldtiana</i>) en la agricultura orgánica.....	10
CAPITULO 2	
2. CAOBA.....	12
2.1. Generalidades.....	12
2.2. Distribución geográfica.....	12
2.3. Ecología.....	13

2.3.1. Tipo de bosque.....	13
2.3.2. Clima.....	13
2.3.3. Suelos.....	14
2.4. Dendrología.....	15
2.4.1. Árbol.....	15
2.4.2. Hojas.....	15
2.4.3. Flores.....	16
2.4.5. Fruto.....	16
2.4.6. Semillas.....	16
2.5. Silvicultura.....	17
2.5.1. Regeneración natural.....	17
2.5.2. Recolección de semilla.....	17
2.5.3. Procesamiento de la semilla.....	18
2.5.4. Prácticas de vivero.....	18
2.5.5. Plantación.....	19
2.6. Enemigos.....	20
2.6.1. Plagas.....	20
2.6.2. Enfermedades.....	21
2.7. Madera.....	21
2.8. Usos.....	22

CAPÍTULO 3

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Localización del área trabajo.....	23
3.2. Materiales.....	24
3.2.1. Construcción del vivero.....	24
3.2.2. Material vegetal.....	24
3.2.3. Llenado de fundas.....	24
3.2.4. Mantenimiento y riego de las plántulas.....	25
3.2.5. Aplicación de tratamientos.....	25
3.2.6. Biodigestores y almacenamiento de biofertilizantes.....	26
3.2.7. Activación de microorganismos Eficaces.....	26
3.2.8. Biofertilizantes.....	27
3.3. Metodología.....	28
3.3.1. Preparación de sustrato y llenado de fundas.....	28
3.3.3. Recolección de material vegetal de sauce.....	29
3.3.4. Elaboración del biodigestor.....	29
3.3.5. Activación de los microorganismos eficaces.....	30
3.3.6. Preparación y obtención de los biofertilizantes.....	31
3.3.7. Siembra de semillas de caoba.....	33
3.3.8. Aplicación de los diferentes tratamientos.....	33
3.4. Diseño Experimental.....	34
3.4.1. Hipótesis.....	34

3.4.2. ADEVA.....	34
3.5. Resultados.....	39
3.5.1. Resultados del análisis de suelo.....	39
3.5.2. Resultados del análisis de agua.....	39
3.5.3. Resultados del análisis de bioles.....	40
3.5.4. Resultados de las diferentes pruebas estadísticas.....	40

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44
4.1. Análisis del sustrato.....	44
4.2. Análisis de agua.....	45
4.3. Análisis de bioles.....	45
4.4. Análisis de las diferentes pruebas estadísticas.....	45

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
--	----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

Abs.	Absoluto
ADEVA	Análisis de varianza
Aprox.	Aproximadamente
Arcsen	Arcoseno
AUC	Área bajo la curva
CIBE	Centro de investigaciones Biotecnológicas del Ecuador
C.I.C.	Capacidad de Intercambio Catiónico
cm	Centímetros
D.A.P.	Diámetro a la altura del pecho.
D.C.A.	Diseño completamente al azar
E.M.	Microorganismos eficaces
g	Gramos
Ha	Hipótesis alternativa
Ho	Hipótesis nula
Kg	Kilogramos
Lb	Libra
Lts.	Litros
m	Metro
mL	Mililitros
mm	Milímetros
T _n	Tratamiento n
Sig.	Significancia
<i>S. humboldtiana</i>	<i>Salix humboldtiana</i>
<i>S. macrophylla</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>
sp.	Especie
u	Unidad / Unidades
°C	Grados centígrados

SIMBOLOGÍA

C.M.	Cuadrado medio
FC	Factor de corrección
G.L.	Grados de Libertad
n	Observaciones por tratamiento
r	Número de repeticiones
S.C.	Suma de cuadrados
t	Número de tratamientos
X_i	Observación # i
Σ	Sumatoria

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Materiales utilizados en la activación de los Micro-organismos eficaces.....	26
Tabla 2 Componentes del Biofertilizante I (Biol vaca).....	27
Tabla 3 Componentes del Biofertilizante II (Biol vaca + sauce).....	27
Tabla 4 Datos que presenta el ADEVA en un DCA.....	35
Tabla 5 Tratamientos.....	38
Tabla 6 Características del agua utilizada.....	40
Tabla 7 Análisis de varianza I.....	41
Tabla 8 Análisis de varianza II.....	42

INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1.1.	Pasos para la elaboración del biol.....8
Gráfico 3.1.	Ubicación del vivero.....23
Gráfico 3.2.	Tratamientos vs. Altura promedio de la planta.....42
Gráfico 3.3.	Tratamientos vs. Promedio del Número de hojas.....43

INTRODUCCIÓN

Dentro del contexto de la agricultura moderna, existen dos aspectos que están tomando mucha importancia, estos son: La forestación/reforestación y la obtención de productos limpios por medio de la agricultura orgánica. El Ecuador, es uno de los países con mayor tasa de deforestación en América Latina (alrededor de 200 mil Has/ año), esto se debe primordialmente al cambio del uso del suelo para incorporar cultivos tradicionales y además porque el sector de la industria maderera, brinda alrededor de 200 plazas de trabajo. Uno de los recursos madereros más explotados, especialmente en la zona de Manabí es la caoba, ya que por ejemplo, una puerta de esta madera puede alcanzar un valor de 500 o 600 dólares en el comercio local (22).

La caoba, cuyo nombre científico es *Swietenia macrophylla* es una de las especies maderables de mayor importancia económica dentro del mercado y una de las más codiciadas en el campo de la ebanistería. Su madera es considerada muy fina debido a su color y textura, además de ser muy dura y resistente al ataque de polillas; es usada en la fabricación de muebles, enchapados y construcciones marinas, razón por la cual este árbol se ha explotado desde la época de la colonia (14).

Si bien es cierto que la caoba es una especie que se cosecha a partir de los veinte años, es una buena opción si se quiere contar con recursos económicos a futuro a partir de la comercialización de la misma (19).

El crecimiento durante la etapa de vivero es moderado y puede ser manejado con productos desarrollados localmente sin afectar al medio (19). Ciertos de estos productos, son los biofertilizantes (22), y de ellos los denominados *bioles* en la actualidad están tomando un lugar importante dentro de la producción agrícola, éstos contienen nutrientes solubles y microorganismos que pueden ser de gran ayuda no solo para la planta sino para el suelo y el ambiente en general (29).

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar las diferencias que se presentan al realizar una fertilización orgánica frente a la fertilización convencional y la no fertilización durante la fase de vivero de plantas de caoba evaluando dos veces por semana parámetros tales como emisión foliar y altura de la planta, siendo los tratamientos distintas dosis de biofertilizantes uno de los cuales incluye dentro de su composición, material vegetal de sauce de río *Salix humboldtiana*, la fertilización sintética a base de urea y un control absoluto. Se esperaba que al menos uno de los tratamientos de resultados diferentes sobre los parámetros dados.

CAPITULO 1

1. BIOFERTILIZANTES

1.1. Generalidades

Los biofertilizantes o abonos orgánicos son definidos como fertilizantes de origen natural y de los que depende el quehacer de la agricultura orgánica (21).

Con el uso de los mismos se trata de promover la biodiversidad del suelo por medio de materia orgánica que nutra los microorganismos presentes en el mismo, ya que éstos son los responsables de que los nutrientes queden disponibles para las plantas (21).

1.2. Bioles o biofertilizantes líquidos

Éste tipo de abonos, provienen generalmente de la fermentación de excretas de animales, en especial de ganado vacuno.

Las excretas contienen nutrimentos que los cultivos pueden utilizar, pero también poseen altas concentraciones de *Coliformes fecales*

que producen enfermedades infecciosas, capaces de causar hasta la muerte en los humanos. Por ello, para utilizarlas como fertilizantes, es necesario darles un tratamiento que elimine estos agentes infecciosos. Una forma de hacerlo es mediante la biodigestión. Al usar un biodigestor se utilizan los nutrientes contenidos en las excretas y, además, se reduce la contaminación ambiental, ya que convierte las excretas que contienen microorganismos patógenos como bacterias, protozoos, larvas, huevos, pupas de insectos, etc., en residuos útiles y sin riesgo de transmisión de enfermedades (28).

El fermentado de abono vacuno o biol, es un producto líquido que mejora la actividad biológica del suelo, al generar una mayor resistencia y producción de las plantas. Este preparado actúa también como hormona que al aplicarse incrementa el número y calidad de las raíces de muchas plantas, mejorando e incrementado su capacidad de nutrición y su resistencia a las condiciones del medio, aplicado sobre las plantas puede repeler insectos que pueden causar daño a los cultivos, éstas cualidades se deben a la riqueza de microorganismos y sustancias naturales que contiene el estiércol fresco (9).

La utilización de los biofertilizantes en los sistemas productivos es una alternativa viable y sumamente importante para lograr un

desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, ya que permite una producción a bajo costo, no contamina el ambiente y mantiene la conservación del suelo desde el punto de vista de fertilidad y biodiversidad (13).

Los biofertilizantes para uso agrícola son elaborados con diferentes microorganismos que tengan un efecto positivo sobre algunos procesos de descomposición y síntesis que se dan en el suelo, estos se ponen a crecer en medios de cultivo específicos para luego adicionarlos a un soporte o sustrato inerte que aporta la fuente energética para la supervivencia y multiplicación de los microorganismos. Dichos productos pueden ser líquidos o sólidos, los cuales, una vez aplicados al suelo o a las plantas, incrementan su actividad y ejercen el efecto esperado de acuerdo a su naturaleza (13).

Los abonos orgánicos líquidos como el biol, son una alternativa ecológica en viveros como el de café, donde se lo utiliza en una concentración del 5% (8).

En la actualidad se están generando gran cantidad de huertos orgánicos donde la fertilización se da solo a base de bioles y se ha

dado excelentes resultados. De esta manera se obtiene productos sanos para el consumidor y amigables con el medio ambiente (32).

La forma de preparación de los bioles no es una receta ya establecida puesto que se sigue trabajando para mejorar su composición. La incorporación de hojas de leguminosas bien picadas al proceso de fermentación, puede ayudar al incremento de nitrógeno del biol como producto final (21). Los extractos vegetales metabólicamente activos son utilizados básicamente en el incremento del crecimiento y en el rendimiento de las plantas, además se han utilizado para fortalecer plantas en períodos de estrés (16).

Para conseguir un buen funcionamiento del digestor, es necesario cuidar la calidad de la materia prima, la acidez, y las condiciones del digestor que se da cuando este es herméticamente cerrado. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor de 90% en peso del contenido total. La falta o el exceso de agua son perjudiciales. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación (29).

El biol es una fuente orgánica de fitorreguladores, en pequeñas cantidades es capaz de provocar y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades: enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), amplía la base foliar, mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Además, aplicado conjuntamente con el agua de riego, no solo mejora la estructura del suelo, sino que por las hormonas y precursores hormonales que contiene, conlleva a un mejor desarrollo radicular de las plantas y a una mejor actividad de los microorganismos del suelo (29).

El Apéndice A muestra la composición bioquímica del biol proveniente de estiércol y de estiércol más alfalfa, en esa tabla se puede observar que se ha conseguido enriquecer la composición del biol y sus fitorreguladores, agregando alfalfa picada en un 5% del peso total de biomasa.

1.3. Elaboración y aplicación del biol

Los siguientes pasos de elaboración de bioles y sus aplicaciones han dado buenos resultados (29).

1. Recolectar el estiércol.
2. Recolectar gallinaza.
3. Adicionar leguminosa picada.
4. Llenar el tanque con agua.
5. Cerrar el tanque herméticamente y dejar fermentar por 36 días en la Costa y 90 días en la Sierra.
6. Filtrar el biol.

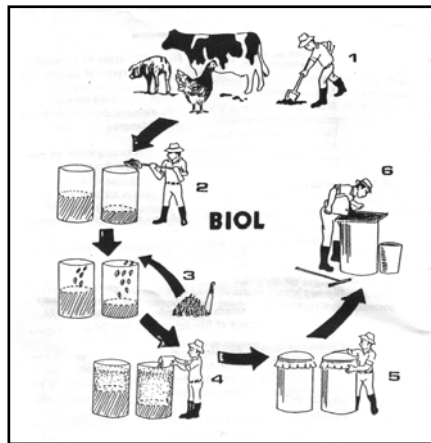


GRÁFICO 1.1. PASOS PARA LA ELABORACIÓN DEL BIOL
AGRICULTURA ORGÁNICA. SUQUILANDA, 1996.

- **Aplicación al follaje:** debe ser aplicado en diluciones. Se recomienda que estas sean desde el 25 al 75%, aplicada de 3 a 5 veces por semana, mojando bien las hojas con unos 400 a 800 litros por hectárea dependiendo de la edad del cultivo. Como

adherente en las aspersiones dentro de la agricultura orgánica se puede usar suero de leche (1 en cada 200 litros de solución) (29).

- **Aplicación al suelo:** en riegos por aspersión o por goteo se pueden mezclar 100 litros de agua con 1 litro de biol, para mejorar la actividad radicular y microorganismos del suelo (29).
- **Aplicación a la semilla:** depende de cada cultivo, remojando la semilla en una concentración del 10 al 20% para semillas de cubierta delgada y entre el 25 a 50% para semillas de cubierta gruesa (29).

En la actualidad otra especie que está tomando un rol importante dentro de la agricultura orgánica en forma de extractos o como parte de los bioles es el Sauce Llorón o Sauce de Río (*Salix humboldtiana*) (34).

1.4.El Sauce de Río (*Salix humboldtiana*) en la agricultura orgánica

S. humboldtiana es un árbol introducido en nuestro medio y crece principalmente a orilla de los ríos Chimbo, Esmeraldas y Río Verde. Es un árbol pequeño de ramas finas, colgantes, verde claro y de flores amarillentas. Usado como ornamental o para postes vivos. Se reproduce fácilmente por medio de estacas (30).

Es ideal para proteger laderas y formar bosques de galería, por lo tanto sirve para corrección de torrentes. Crece en suelos con régimen de humedad ústico; clima cálido hasta frío. En plantaciones desde el nivel del mar hasta más de 200 metros sobre el nivel del mar, es siempre verde y se reproduce fácilmente por medio de estacas y semillas (24).

Efectos estimulantes del crecimiento han sido encontrados en extractos de *Aloe vera* y de *S. humboldtiana*, en relación a la formación de raíces, superando incluso a los reguladores usados tradicionalmente como control, lo que demuestra la posible presencia de actividad auxínica en ellos; sin mostrar indicios de contar con una importante actividad citoquinínica (26).

El extracto de hojas y ramas *S. humboldtiana* se está utilizando para promover el enraizamiento de estacas y como estimulante de las raíces debido al posible contenido de auxinas del mismo. Eco-Farm conferences en marzo del 2008, dentro de una de sus charlas presentó un agricultor que realizó aspersiones de extracto de un tipo de *Salix sp.* mejorando su producción, esto fue atribuido especialmente al ácido salicílico contenido en el mismo pero también a su función como hormona de crecimiento, siendo posiblemente su mayor componente las auxinas (34).

No se cuenta con mayor información para la preparación de un extracto de *Salix sp* pero se recomienda cortar las hojas y ramas tiernas durante la fase lunar cuarto menguante (34), dejarlas sumergidas durante un lapso de 48 horas y estará listo para ser usado (16).

CAPITULO 2

2.CAOBA (*Swietenia macrophylla* King)

2.1.Generalidades

El género *Swietenia* pertenece a la familia meliáceae y cuenta con tres especies reconocidas universalmente. *S. macrophylla* se conoce con los nombres comunes de: caoba de Honduras y caoba centroamericana (Cuba); caoba hondureña, caoba de Honduras y Honduras mahogany (Puerto Rico), mogno (Brasil), caoba (Ecuador) (4).

En la mayoría de los países americanos designan con el nombre de caoba, tanto a *S. macrophylla* como a *S. mahagoni* (7).

2.2.Distribución geográfica

S. macrophylla es la especie del género que tiene el área de dispersión más extensa. Ésta área se extiende desde Veracruz en

México hasta Bolivia. Se encuentra en los bosques de México, América Central, Venezuela, Colombia, Ecuador, Brasil, y Bolivia (4).

En Guatemala se encuentra distribuida en los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz (1). En Ecuador se encuentra mayormente en una pequeña zona limítrofe con Perú (4).

2.3. Ecología

2.3.1. Tipo de bosque

El árbol crece en los bosques húmedos siempre verdes (Península de Yucatán, Amazonía), en bosques deciduos y en los bosques ribereños llaneros, generalmente aislado o en pequeños grupos (19).

También se ha determinado que ésta se encuentra en el bosque húmedo y muy húmedo subtropical (1).

2.3.2. Clima

S. macrophylla alcanza su óptimo desarrollo en las condiciones climáticas del bosque tropical seco de la clasificación de

Holdridge. Ésta formación vegetal está limitada por el parámetro de una pluviosidad media anual de 2000 mm. Bajo ciertas condiciones ecológicas, esta especie se encuentra en las formaciones del bosque tropical húmedo, con temperaturas por encima de 24°C (18).

Crece bien en lugares donde las precipitaciones pluviales son del rango de 1200 mm a 2000 mm anuales soporta sequías estacionales bastante prolongadas, a lo menos sobre suelos con una capa freática al alcance de las raíces durante todo el año (3).

2.3.3. Suelos

S. macrophylla no tiene mayores requerimientos edáficos; puede crecer en suelos arcillosos pesados y aluviales pero su desarrollo óptimo se produce en suelos profundos, fértiles y bien drenados (19). El árbol no tolera el anegamiento. Además esta especie crece en tierras bajas tropicales, hasta unos 1000 m sobre el nivel del mar (3).

2.4. Dendrología

2.4.1. Árbol

Los árboles de *S. macrophyla* son de tamaño grande, con tronco erecto y copa densa (30), tienen una ramificación robusta, bien distribuida y follaje tupido. Además de densa, la copa tiene forma hemisférica. El sistema radical es profundo y bien desarrollado (12). La corteza es áspera, con ciertas escamas separadas por grietas más o menos profundas, de color marrón grisáceo en árboles viejos y gris claro en los jóvenes. Al interior la corteza es rojiza y de sabor amargo, su grosor es generalmente de 1 cm a 1.5 cm en árboles jóvenes (1).

2.4.2. Hojas

Hojas dispuestas en espiral, paripinnadas, de 15 cm a 45 cm de largo, con foliolos opuestos que van de 3 a 6 pares, de forma asimétrica con el ápice agudo (4). Son de color verde brillante en el haz, y de color verde pálido en el envés (2). Los árboles de ésta especie son caducifolios en las zonas más secas de su área geográfica (4).

2.4.3. Flores

Esta especie es monoica, comúnmente las flores masculinas son más abundantes que las femeninas. A pesar de ser una especie monoica, algunos árboles sólo producen flores masculinas y de ellos nunca se obtienen frutos. Estos árboles se distinguen por su mayor vitalidad y desarrollo (4).

2.4.4. Fruto

Es una cápsula ovoide dehiscente, comúnmente de 6 a 25 cm de largo y 2 a 12 cm de diámetro, reducido hacia el ápice en punta, color pardo grisáceo, lisa o diminutamente verrugosa, con 4 y 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm de grosor; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas (1). A causa de su gran tamaño, postura erecta y color claro que contrasta con el color verde intenso del follaje, se observan los frutos adornando la parte externa de la copa (14).

2.4.5. Semillas

Las semillas son esponjosas y frágiles (15), son de color castaño y miden, incluyendo el ala, de 8 cm a 10 cm de largo y

2 cm a 2.5 cm de ancho. El endospermo tiene entre 1.5 cm y 1 cm de largo y está alojado en la masa esponjosa (4).

2.5. Silvicultura

2.5.1. Regeneración natural

Aún no se han aplicado sistemas silviculturales basados en la regeneración natural, además uno de los principales problemas es de carácter técnico ya que no se encuentran soluciones para los ataques de *Hypsipyla sp.* (5)

2.5.2. Recolección de la semilla

Los frutos de la caoba deben ser recolectados de preferencia cuando están maduros aún en el árbol y antes de que la cápsula se abra o caiga al suelo (5). El tamaño de la semilla varía entre las regiones geográficas y también entre los árboles y los frutos.

En las plántulas cultivadas en el vivero, el crecimiento varía considerablemente con la calidad del sitio del vivero y la época del año (11). Cuando se provee de luz plena, un suelo bien drenado y una provisión abundante de agua, el crecimiento es

rápido y las plántulas alcanzan una altura de 60 a 90 cm en 6 meses (18).

2.5.3. Procesamiento de la semilla

Una vez removidas las semillas cuidadosamente de la cápsula, éstas deben de ser secadas al ambiente y el ala es removida de forma manual. Bajo condiciones naturales, el poder germinativo se pierde en pocos meses (19).

2.5.4. Prácticas de vivero

Para el cultivo en vivero se siembra en surcos o a golpe, a una profundidad de 2 a 4 cm. La germinación se inicia después de 14 a 28 días de la siembra y posteriormente se realiza el repique de las plántulas (19). También se puede sembrar directamente en bolsas con sustrato, colocando en este caso 1-2 semillas por bolsa, en un lugar ligeramente sombreado ya sea acostadas o verticales, con el lado del ala hacia arriba, que es como la semilla está adaptada a germinar en forma natural (6).

Las plantas alcanzan alturas adecuadas para plantación (30 cm aproximadamente) en 5 a 12 meses (15).

En las plántulas cultivadas en el vivero, el crecimiento varía considerablemente con la calidad del sitio del vivero y la época del año. Cuando se provee de luz plena, un suelo bien drenado y una provisión abundante de agua, el crecimiento es rápido y las plántulas alcanzan una altura de 60 a 90 cm en 6 meses (18).

2.5.5. Plantación

En ciertos países se han dado espaciamientos de 3 x 3 m entre plantas y un hoyo de 30 cm de profundidad; pero la siembra de este árbol no se recomienda para plantaciones puras ya que se podría contar con un serio ataque de *Hypsipyla sp.* (6).

Ésta puede sembrarse asociada con otras especies forestales tales como *Tectona grandis* (19) o en sistemas agroforestales asociado con papaya en los cuales se han dado buenos resultados (27).

Es recomendable hacer limpieza de las plantaciones al menos 2 ó 3 veces en el primer año, 3 en el segundo, 2 ó 3 en el tercero y en caso de ser necesario 1 ó 2 en el cuarto. A partir de esa

edad, se pueden suspender las operaciones de limpieza, si el crecimiento es bueno; pero si hay abundantes plantas trepadoras dentro de la plantación, se debe continuar cortándolas para que no se enreden con los árboles y lleguen a las copas (4).

La caoba muestra una buena autopoda en especial cuando se tiene sombra lateral. Si se quiere obtener madera para aserrío, es necesario podar y dejar un fuste limpio y único y solo la cantidad de follaje que necesita el árbol. De no realizarse las podas adecuadamente, se tendrán ramas desde una altura muy baja que disminuirá el volumen comercial del árbol. Si se quieren realizar podas sanitarias debido al ataque del barrenador, se elimina el brote que ha sido atacado y después de un cierto tiempo se deja solo el eje dominante, eliminando los demás brotes (5).

2.6.Enemigos

2.6.1. Plagas

El mayor problema que se presenta en el cultivo (tanto en plantaciones como en poblaciones naturales) es el ataque de

los árboles jóvenes por el barrenador de los brotes o también conocido como “taladrador de las meliaceas” *Hypsipyla grandella* que producen formas arbustivas y en casos extremos la muerte de la planta. Otras plagas, son los perforadores del genero *Platypus* que producen pequeños orificios en la madera (19).

2.6.2. Enfermedades

Los frutos de la caoba pueden ser dañados por *Diplodia sp.*, lo que ocasiona la pérdida de viabilidad de las semillas. En cuba se han detectado problemas ocasionados por *Alternaria sp.*, el cual daña las hojas y *Fusarium sp.*, que causa pudrición en el cuello de las plántulas (4).

2.7. Madera

Las características de la madera están muy relacionadas a las condiciones ambientales con las que se desarrolla el árbol, por la tanto la densidad, el color, la dureza y la textura presentan grandes variaciones. El duramen puede ser rosado rojizo cuando joven, oscureciéndose con la edad hasta un marrón rojizo profundo. Tiene un

lustre dorado y el brillo natural que posee le otorga su belleza única (19).

La densidad de esta madera va desde los 0.4 g/cm^3 a los 0.8 g/cm^3 pero principalmente entre 0.5 g/cm^3 y 0.6 g/cm^3 , es fácil de trabajar y se obtienen superficies muy buenas (4).

2.8. Usos

En un principio fue usada primordialmente para construcción de canoas pero en los países que se encuentra de forma natural, se emplea actualmente para todo tipo de construcciones interiores y exteriores. Es una de las maderas de mayor valor que existen, por lo tanto se utilizan para acabados finos de interiores, muebles, carpintería artística, etc. (19).

La madera de *S. macrophylla* se emplea en carpintería fina, ebanistería de lujo, adornos, instrumentos musicales en especial pianos, tallado, botes, yates, construcciones, chapas para madera contrachapada de alta calidad, etc. (4). Además es considerada una especie melífera, la corteza tiene propiedades astringentes y tónicas (15).

CAPITULO 3

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del área de trabajo

El área de trabajo estuvo ubicada en la Comuna Sinchal-Barcelona de la parroquia Manglaralto en la provincia de Santa Elena, con las siguientes coordenadas:

S 20° 81' 34.4''

W 79°58' 8.7''

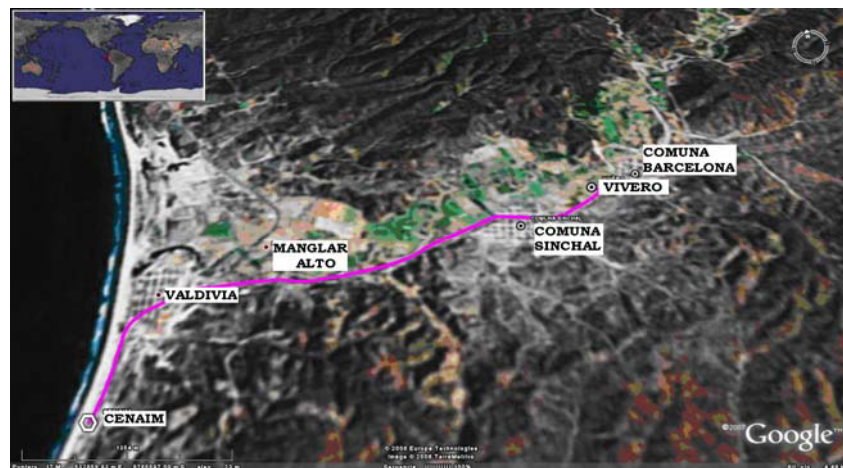


GRÁFICO 3.1. UBICACIÓN DEL VIVERO

La precipitación los últimos años ha sido menos de 400 mm y el promedio de temperatura ha estado alrededor de los 30°C (32).

3.2. Materiales

3.2.1. Construcción del vivero

Para la construcción de la infraestructura del vivero, se utilizaron los materiales que se describen en el Apéndice B.

3.2.2. Material vegetal

El material vegetal usado fueron las semillas de caoba para la germinación y además de hojas y ramas tiernas de sauce de río para la preparación del biol.

3.2.3. Llenado de fundas

A continuación se mencionan los materiales que se necesitaron en el llenado de fundas:

- Fundas de polietileno de 4" x 8"
- Palas cuadradas
- Dispensadores o envases para llenar las fundas
- Zaranda
- Arcilla

- Cascarilla de arroz
- Porotillo o tierra de sembrado
- Ceniza de tamo de arroz
- Arena de río

3.2.4. Mantenimiento y riego de las plántulas

Para realizar las respectivas labores de mantenimiento de las plántulas como riego de las mismas o desmalezado de las calles se necesitaron los implementos que se describen en el Apéndice C.

3.2.5. Aplicación de tratamientos

Todos los tratamientos a excepción del control absoluto requirieron de los siguientes implementos para su aplicación:

- Bomba Cooper Peggler de 5 litros
- Jarra de 2 litros
- Vaso medidor de 500 mL
- Cernidera mediana

3.2.6. Biodigestores y almacenamiento de biofertilizantes

El conjunto de materiales donde se prepara el biofertilizante es denominado “Biodigestor” para su elaboración se utilizaron utensilios que se describen en el Apéndice D. Para almacenar los biofertilizantes luego de preparados se necesitaron los implementos descritos en el Apéndice E.

3.2.7. Activación de Microorganismos Eficaces

En la tabla siguiente se mencionan los materiales necesarios para la activación de microorganismos eficaces para los dos tanques de 200 litros:

TABLA 1

MATERIALES UTILIZADOS EN LA ACTIVACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS EFICACES

CANTIDAD	u	MATERIAL
2	Lts	Microorganismos eficaces en estado latente
4	Lts	Agua
4	Lts	Melaza
1		Balde con tapa hermética

3.2.8. Biofertilizantes

Las siguientes tablas indican los componentes utilizados en la preparación de los dos tipos de biofertilizantes líquidos usados:

TABLA 2

COMPONENTES DEL BIOFERTILIZANTE I (BIOL VACA)

CANTIDAD	u	COMPONENTE
60	Kg	Estiércol fresco
6	Lts	Microorganismos eficaces activados
6	Lts	Melaza
Aprox 80	Lts	Agua

TABLA 3

**COMPONENTES DEL BIOFERTILIZANTE II
(BIOL VACA + SAUCE)**

CANTIDAD	u	COMPONENTE
60	Kg	Estiércol fresco
6	Lts	Microorganismos eficaces activados
6	Lts	Melaza
6	Lb	Material vegetal de sauce
Aprox 80	Lts	Agua

3.3. Metodología.

El primer paso para iniciar éste proyecto de investigación fue la implementación de la infraestructura del vivero, el mismo tuvo un área de 70 m². A partir de esto se empezaron a desarrollar las demás actividades.

3.3.1. Preparación de sustrato y llenado de fundas

Para preparar el sustrato, se utilizaron las siguientes proporciones:

- 30% de arcilla
- 30% de cascarilla de arroz
- 20% de suelo con materia orgánica
- 10% de ceniza de cascarilla de arroz
- 10% de arena de río

Todos los componentes eran removidos con las palas hasta que la mezcla sea lo más homogénea posible, se utilizaba una zaranda para que piedras, ramas u otros elementos no deseados no queden en el sustrato.

Para llenar las fundas se utilizaron dispensadores o recipientes pequeños con los que se tomaba el sustrato y se lo colocaba dentro de la funda. De ésta manera se llenaron 1000 fundas de las cuales 720 serían utilizadas para el ensayo.

3.3.2. Recolección de material vegetal de sauce

Uno de los dos biofertilizantes tuvo dentro de sus componentes material vegetal de sauce por lo que tuvo que realizarse esta recolección (Apéndice F).

El corte de hojas y ramas se hizo durante la fase de lunar cuarto menguante ya que ésta es la época donde se deben realizar cortes o podas aéreas (35).

3.3.3. Elaboración del biodigestor

En el biodigestor se realiza un proceso de fermentación en ausencia de luz y se permite la salida de gases como el metano pero no el ingreso de oxígeno ya que es un proceso anaeróbico.

La tapa del tanque que se utilizó fue perforada, en ésta se colocaron los conectores que permitirían la salida de gases una vez sellado el mismo. Del lado exterior del conector se conectó una manguera ajustada con un anillo de presión para que no hubiera entrada de aire. Una vez que se habían incorporado los componentes de los biofertilizantes, los tanques fueron sellados herméticamente usando una abrazadera que uniera por completo la tapa con el tanque.

3.3.4. Activación de microorganismos eficaces

Los microorganismos eficaces que se utilizaron son elaborados por Agearth y distribuidos por Donoso & Asociados. Antes de ser incorporados, éstos tuvieron que ser activados ya que en su presentación comercial se encuentran en estado latente. Para dicho trabajo se usó 4 litros de agua, 4 litros de melaza y 2 litros de microorganismos, los mismos que se mezclaron y se colocaron dentro de un recipiente cerrado herméticamente durante 48 horas y dejando escapar los gases cuando fuese necesario.

3.3.5. Preparación y obtención de los biofertilizantes

Los biofertilizantes fueron preparados de acuerdo a la metodología del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) (33). Para preparar los biofertilizantes se utilizaron los componentes descritos en las Tablas 2 y 3. En ambos casos estiércol fue recolectado en el camal del cantón La Libertad en la provincia de Santa Elena; éste era proveniente del rumen de las reses y no debía ser mezclado con sangre o vísceras del animal, además el estiércol que se recolectó siempre fue fresco.

Ya incorporados el estiércol, la melaza y los microorganismos, se procedía a añadir el agua, ésta no tenía que llegar hasta el borde del tanque sino que se dejaba un espacio considerable ya que habría producción de gases y de no dejar dicho espacio se podía producir la explosión o ruptura del contenedor.

El Biofertilizante II es el que contuvo material vegetal de sauce. Una vez recolectadas las hojas y las ramas, se procedió a picarlas hasta llevarlas a un tamaño muy pequeño. Se obtuvo 6

libras de material el cual se dejó sumergido por 48 horas en 20 litros de agua.

Se agregaron las cantidades requeridas de microorganismos, melaza y estiércol, se incorporó el sauce con los 20 litros de agua en el que se halló sumergido y alrededor de otros 60 litros de agua, al igual que para el primer caso, se dejó el espacio considerable para la producción de gases debido a la fermentación.

Una vez mezclados todos los elementos, en ambos casos se procedió a cerrar herméticamente cada tanque. Para mayor seguridad se colocó una funda de plástico en la boca del mismo. La tapa se unió completamente con el tanque mediante una abrazadera. La manguera ubicada en el conector en la parte superior de la tapa fue sumergida dentro de una botella con agua para que así hubiera salida de gases pero no ingreso de oxígeno.

Durante un mes y quince días el tanque permaneció sellado, luego de éste periodo se hizo la extracción del biofertilizante.

Para esto se removía la parte sólida que aún quedaba en el tanque, se exprimía sobre una cernidera y con la ayuda de un embudo se colocaba dentro de la caneca respectiva. Cada caneca se almacenó bajo sombra y con la tapa bien cerrada (Apéndice G).

3.3.6. Siembra de semillas de caoba

Las semillas se sembraron directamente en la funda sobre el sustrato humedecido y ubicadas de forma horizontal.

3.3.7. Aplicación de los diferentes tratamientos

Todos los tratamientos a excepción del control absoluto necesitaron 1.5 litros de producto diluido repartido por igual para las tres repeticiones.

Es decir para el tratamiento al 10% se colocaba en la bomba 150 mL de biofertilizante más 1350 mL de agua. Para el tratamiento al 30% se agregaba 450 mL de biofertilizante más 1050 mL de agua. Para el tratamiento al 70% se mezclaban 1050 mL de biofertilizante más 450 mL de agua. El tratamiento

químico consistió en diluir 7.5 gr. de urea al igual que los anteriores en 1.5 litros de de agua.

3.4. Diseño Experimental

Se trabajó con un Diseño Completamente al Azar (DCA), debido a que las condiciones de luminosidad, temperatura, sustrato y riego fueron homogéneas para todos los tratamientos. La variable principal sobre la que se basó el diseño es la *altura* porque de ésta depende la decisión de llevar o no las plantas a terreno definitivo.

3.4.1. Hipótesis

Ho: El resultado de los tratamientos sobre los parámetros es el mismo.

Ha: Al menos uno de los tratamientos da un resultado diferente sobre los parámetros.

$$\mathbf{Ho: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8}$$

$$\mathbf{Ha: \neg Ho}$$

3.4.2. ADEVA

La tabla del ADEVA de un diseño completamente al azar contiene los datos que se presentan en la tabla siguiente (25):

TABLA 4
DATOS QUE PRESENTA EL ADEVA EN UN DCA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Total	$tr - 1$	$\sum X_{ij}^2 - \frac{(\sum X_{ij})^2}{rt}$		
Tratamientos	$t - 1$	$\frac{\sum X_i.^2}{r} - FC$	$\frac{SC_{Tratamientos}}{G.L.Tratamientos}$	$\frac{C.M.Trat}{C.M.EE}$
Error	$t(r - 1)$	Diferencia	$\frac{SCE.Experiment al}{G.L.E.Experiment al}$	

En esta investigación, al trabajar con 3 repeticiones y 8 tratamientos de 30 unidades experimentales cada uno, varianza común de la variable de interés de 1.6 y detectando una diferencia mínima entre las medias de los tratamientos igual a 1.5 cm, se obtuvo una potencia del 94% en el diseño.

- Un requisito básico para el análisis de variancia es que los tratamientos escogidos tengan varianzas homogéneas, aún cuando sus medias poblacionales sean diferentes (20).
- Además el procedimiento del análisis de la variancia es aplicable cuando los datos que se toman provienen de

variables que se distribuyen normalmente, de no ser así, las variaciones de los errores experimentales pueden ser demasiado grandes o pequeñas. En caso de que los datos no se distribuyan normalmente, previo al análisis de la varianza hay que utilizar transformaciones de datos, como son: transformación a raíz cuadrada, transformación logarítmica y transformación arco seno (20). A la variable Número de hojas, fue necesario aplicarle una de estas transformaciones (arco seno) y para determinar el área bajo la curva de ambas variables, se utilizó la siguiente fórmula (17):

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n [Y_{i+1} + Y_i] / 2 [T_{i+1} + T_i]$$

- En el ADEVA, la prueba de F indica en primera instancia y de forma general, si los efectos de los tratamientos en evaluación son diferentes o similares estadísticamente, pero no establece cuál o cuáles de los tratamientos son iguales o diferentes. Para conocer esto, se usa las pruebas de significancia o pruebas de comparación de medias (25).

Prueba de Rango Múltiple de Duncan: Esta prueba no necesita un valor de F significativo para poder ser usado, permite comparar todas las medias entre sí sin restricciones (25).

Prueba de Comparación Múltiple de Medias de Tukey:

Esta prueba se usa para hacer todas las comparaciones múltiples posibles con t tratamientos y es válida cuando las repeticiones están completas (25).

En el presente trabajo, el análisis fue realizado con la Prueba de Tukey, ya que Duncan podría encontrar diferencias estadísticas que en realidad no existen, por el hecho de no necesitar un valor de F significativo para ser aplicada.

- Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- **Altura de la planta:** Medida desde la base de la planta o cuello de la raíz hasta el ápice de la misma. Este dato fue tomado dos veces por semana.

- **Número de hojas:** Al igual que el parámetro anterior, se evaluó dos veces.
- Los tratamientos con los que se trabajó están descritos en la tabla siguiente:

TABLA 5
TRATAMIENTOS

T1	Control Absoluto
T2	Control Químico
T3	Biol I (Biol vaca) 10%
T4	Biol I (Biol vaca) 30%
T5	Biol I (Biol vaca) 70%
T6	Biol II (Biol vaca + sauce) 10%
T7	Biol II (Biol vaca + sauce) 30%
T8	Biol II (Biol vaca + sauce) 70%

- El control químico para cada tratamiento consistió en 2.5 gramos de urea diluida en 0.5 Lts. de agua.

- La metodología para la preparación de los bioles y las concentraciones utilizadas, fueron basadas en los estudios del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, CIBE (34).

3.5. Resultados

3.5.1. Resultados del análisis de suelo

Los resultados del análisis del sustrato con el que se trabajó, están que se describen en el Apéndice H.

3.5.2. Resultados del análisis de agua

A continuación se presentan los resultados del análisis del agua utilizada para riego de las plantas de caoba.

TABLA 6
CARACTERÍSTICAS DEL AGUA UTILIZADA

Parámetro	Unidad	Valor
Alcalinidad	CaCO ₃ /l	198.1
Dureza	mg CaCO ₃ /l	1582.4
pH	u	7

3.5.3. Resultados del análisis de bioles

La tabla de características de los bioles está descrita en el Apéndice I.

3.5.4. Resultados de las diferentes pruebas estadísticas

- **Parámetro: Altura de la planta**

Una vez realizadas las pruebas de homogeneidad de varianza y normalidad de los datos, se procedió a realizar el ADEVA de los datos, cuya tabla se muestra a continuación:

TABLA 7
ANÁLISIS DE VARIANZA 1

	S.C	G.L	C.M.	F	Sig.
Tratamientos	4.776	7	.684	.426	.887
Error	1133.248	712	1.592		
Total	1138.034	719			

El ADEVA nos indica que no se rechaza la H_0 debido a que el nivel de significancia es mayor a 0.05.

Se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey. La tabla obtenida se encuentra en el Apéndice J y su gráfico se muestra a continuación:

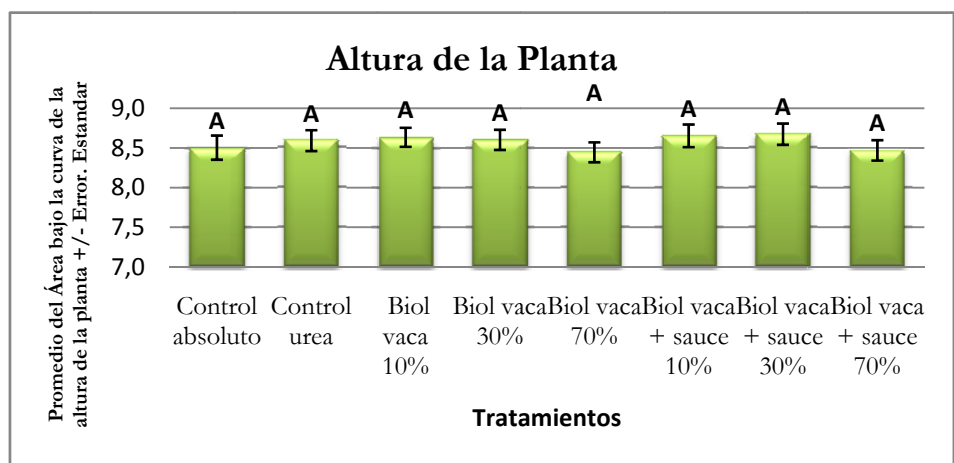


GRÁFICO 3.2. TRATAMIENTOS vs. PROMEDIO DEL ÁREA BAJO LA CURVA DE ALTURA DE LA PLANTA

- **Parámetro: Número de hojas**

Esta variable también cumplió con los requisitos para realizar un ADEVA después de aplicar la transformación arcoseno con la que se obtuvo la normalidad de los datos de este parámetro.

TABLA 8
ANÁLISIS DE VARIANZA 2

	S.C.	G.L.	C.M.	F	Sig.
Tratamientos	.000	7	.000	1.057	.390
Error	.011	712	.000		
Total	.011	719			

El ADEVA para esta variable también nos indica que la Ho no debe ser rechazada. Al igual que en el caso anterior, se realizó la prueba de Tukey (Apéndice K), y el gráfico correspondiente se muestra a continuación:

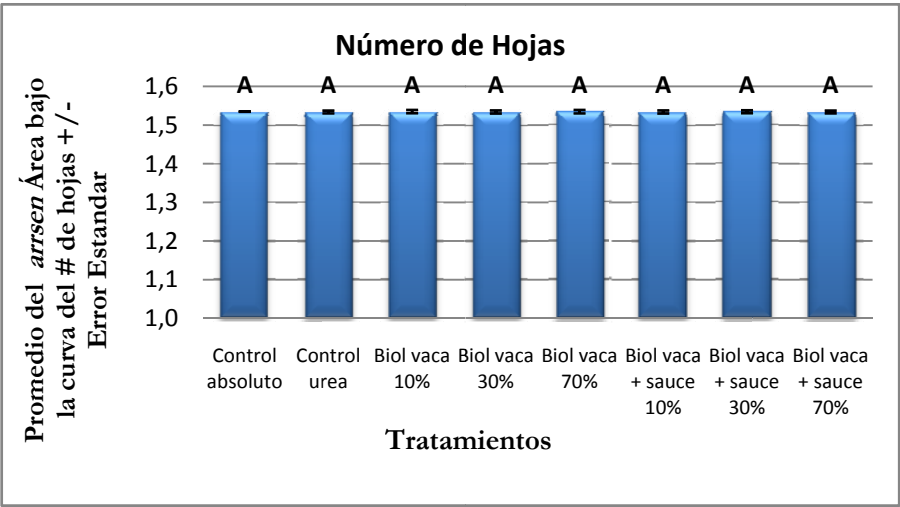


GRÁFICO 3.3. TRATAMIENTOS vs. PROMEDIO DEL
ARCSEN DEL AREA BAJO LA CURVA DEL NÚMERO DE
HOJAS

CAPITULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis del sustrato

En el Apéndice H se muestran los resultados obtenidos en el análisis de suelo efectuado al sustrato con el que se trabajó. Ésta tabla indica que el sustrato presentaba textura franco arcillosa, con un pH de 7.7 lo que refleja que es ligeramente alcalino. El hecho de presentar una conductividad eléctrica (C.E.) de 2.73 mmhos nos revela que la solución del suelo tuvo una alta cantidad de nutrientes, además un excelente porcentaje de materia orgánica y un alto valor de C.I.C.

4.2. Análisis de agua

La Tabla 9 del capítulo 3 nos indica que el agua que se utilizó para el riego y dilución de los biofertilizantes tenía un pH neutro y un valor de dureza aceptable para trabajar con cultivos.

4.3. Análisis de Bioles

El Apéndice I muestra que ambos bioles presentaron acidez debido a que su pH fue menor a 6. El aporte de nitrógeno (N) y demás elementos de los bioles obtenidos fue bajo si se compara con los datos del biol del Apéndice A. Quizás la calidad de la materia prima (estiércol) con la que se trabajó no fue la adecuada, ya que en la zona la alimentación del ganado no es muy rica debido a las limitadas condiciones de la zona.

4.4. Análisis de las diferentes pruebas estadísticas

- **Altura de la planta:**

El análisis de varianza presentó un valor p mayor a 0.05 por lo tanto no rechazamos la hipótesis de que todos los tratamientos son iguales, es decir que sobre este parámetro ninguno de los tratamientos dio una respuesta estadísticamente diferente o significativa.

Lo analizado en el ADEVA, más adelante se corroboró con la prueba de comparación de medias de Tukey, ya que al presentar los datos analizados en el programa, éste los ubica en una sola columna, es decir que tampoco se encuentran

diferencias estadísticamente significativas, es por este motivo que en el Gráfico 3.2 del capítulo 4 todas las barras tienen la letra A.

- **Número de Hojas:**

El análisis de varianza presentó un valor p igual a 0.174, lo cual nos indicó que no se rechaza la H_0 de que todos los tratamientos son iguales estadísticamente. Esto también se corroboró aplicando la prueba de Tukey, que al igual que en el caso anterior, ubicó estos datos dentro de una misma categoría, es por este motivo que el Gráfico 3.3 también incluye solo la letra A en sus barras.

- **Discusión:**

Es importante resaltar que este resultado posiblemente se debe a que el sustrato fue de muy buena calidad y posiblemente aportaba con los nutrientes necesarios y suficientes para las plantas, esto se puede ver al tener el buen desarrollo de las plantas que no recibieron algún tipo de fertilización.

Otra hipótesis que queda abierta o que puede ser planteada es que las plantas que recibieron la fertilización con bioles pueden presentar un mejor desarrollo en la siembra en terreno definitivo debido a la carga de microorganismos que se incorporarían en el pan de tierra al momento del transplante, superando así el problema de mortalidad de aproximadamente 50% que presentan las plantas debido al mal manejo en la fase de vivero reportada por García, 2008 (11).

El sustrato utilizado podría ser considerado una forma de abono por la cantidad de materia orgánica que contenía, éste actuó como un mejorador de suelo, lo que corrobora la afirmación de Vandevivere, (31) de que estos abonos pueden suministrar cantidades suficientes de nutrientes a los cultivos.

La adaptabilidad y supervivencia de las plantas son los mejores indicadores de que se trabajó bien durante la fase de vivero, siendo la calidad del sustrato y fertilización factores muy importantes para obtener buenos resultados (10). En nuestro caso se asume que se tendrá bajo porcentaje de mortalidad ya

que como se mencionó anteriormente el sustrato con el que se trabajó fue de buena calidad.

En este trabajo las plantas alcanzaron condiciones aptas para el trasplante en tan solo 45 días, es decir que la parte aérea de la planta alcanzó el tamaño de la funda que la contenía. Este es un tiempo relativamente corto si se compara con plantas que no reciben un control adecuado como lo indica García, 2004 (10).

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Los parámetros evaluados en esta investigación presentaron resultados estadísticamente no significativos, lo que nos lleva a afirmar que la caoba bajo estas condiciones no requiere ningún tipo de fertilización.
2. Las propiedades del sustrato fueron muy buenas, y seguramente éste suplió la necesidad en cantidad y calidad de nutrientes requeridos por las plantas, lo que puede ser comprobado al tener el mismo buen desarrollo de las plantas del tratamiento control absoluto que no recibieron fertilización alguna.
3. Para nuestro caso en particular, la incorporación de *S. humboldtiana* como uno de los “ingredientes” en la preparación del biol no dio algún

resultado estadísticamente diferente, pero es necesario recalcar que esta investigación no estaba probando la acción del mismo sino del biol como producto terminado.

RECOMENDACIONES

Con base a lo anterior y al desarrollo en general del trabajo se puede recomendar lo siguiente:

1. En viveros que se produzcan grandes cantidades de plantas, realizar siempre el análisis del sustrato con el que se va a trabajar, ya que si este es de mala calidad y no se da una fertilización adecuada, las plantas a futuro tendrán complicaciones disminuyendo su tasa de supervivencia. Y si por el contrario, se tiene un sustrato de buena calidad y se realiza fertilización sintética se estaría perdiendo dinero ya que la planta no tomaría más de lo que necesite.
2. Probar si efectivamente las plantas fertilizadas con bioles, al ser transplantadas tienen un mejor desarrollo o mayor porcentaje de prendimiento.

3. De comprobarse que las plantas que reciben fertilización con bioles presentan una menor tasa de mortalidad en terreno definitivo o mejor desarrollo, se recomienda aplicar biol por lo menos en una concentración del 10% hasta realizar estudios que indiquen que concentración brinda mejores resultados.
4. Algo que también se recomienda, es hacer una investigación que indique si efectivamente *S. humboldtiana* tiene algún efecto con respecto a la emisión de raíces, siendo una sugerencia, evaluar la biomasa radicular de las plantas en estudio.
5. Al hacer la investigación con el sauce, tomar en cuenta las fases lunares al momento de la obtención de las ramas y hojas, y tomar como recomendación cortar este material durante cuarto creciente, ya que la savia se encuentra en la parte aérea y lo que se necesita es que posea la mayor cantidad de ingredientes activos.
6. Regar las plantas constantemente pero sin llegar al exceso de agua ya que se podría presentar algún tipo de enfermedad.

APÉNDICES

APÉNDICE A

COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL BIOL PROVENIENTE DE ESTIÉRCOL Y DE ESTIÉRCOL MÁS ALFALFA (SUQUILANDA, 1998)

COMPONENTE	Unidad	BIOL de estiércol	BIOL de estiércol + alfalfa
Materia Orgánica	%	38.0	41.1
Fibra	%	20.0	26.2
Nitrógeno	%	1.6	2.7
Fósforo	%	0.2	0.3
Potasio	%	1.5	2,1
Calcio	%	0.2	0.4
Azufre	%	0.2	0.2
Acido idol-acético	ng/g	12.0	67.1
Giberelinas	ng/g	9.7	20.5
Purina	ng/g	9.3	24.4
Tiamina (B1)	ng/g	187.5	302.6
Riboflavina (B2)	ng/g	83.3	210.1
Piridoxina (B6)	ng/g	31.1	110.7
Acido nicotínico	ng/g	10.8	35.8
Acido fólico	ng/g	14.2	45.6
Cisteina	ng/g	9.9	27.4

APÉNDICE B

MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL VIVERO

MATERIAL
Postes de caña guadua de 10 m
Rollos de alambre galvanizado
Azadón
Pala redonda
Rastrillo
Alambre de púas
Pistón para llave de jardín
Pistón, unión PVC para manguera
Martillo
Alicate
Polisombra (malla sarán)
Excavadora
Barreta
Flexometro
Escalera
Malla ojo de pollo
Manguera transparente 1/2"
Grapas para alambre de púas

APÉNDICE C

MATERIALES UTILIZADOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS

MATERIAL
Manguera de ½"
Pistola para riego
Regaderas
Machetes

APÉNDICE D

MATERIALES UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE LOS BIODIGESTORES

CANTIDAD	MATERIAL
2	Tanques de plástico de 200 litros
2	Abrazaderas
2	Botellas de plástico de 500 mL
2	Cortes de manguera de ½" de 50 cm cada uno
2	Cortes de piola de 30 cm cada uno

APÉNDICE E

MATERIALES UTILIZADOS PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS BIOFERTILIZANTES

CANTIDAD	MATERIAL
2	Canecas oscuras de 8 galones cada una
1	Cernidera
1	Jarra o recipiente
1	Embudo
1	Par de guantes (opcional)

APÉNDICE F

MATERIAL VEGETAL DE SAUCE



ÁRBOL DE SAUCE

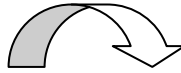


APÉNDICE G

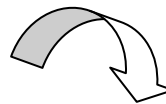
PREPARACIÓN DE BIOLES



Pesado del e



Aplicación de EM y agua



Mezcla de los componentes



Filtrado y envasado del biol



Sellado de tanques



APÉNDICE H

CARACTERÍSTICAS DEL SUSTRATO CON EL QUE SE TRABAJÓ

SUSTRATO		
Parámetro	Unidad	Valor
Arena	%	60
Limo		25
Arcilla		15
Clase	...	FAr
Densidad	g/cm ³	1.2
Ph	u	7.7
C.E.	mmhos	2.73
M.O.	%	7.4
C.I.C.	Meq/ 100 gr	28.5
Na		0.79
K		7.89
Ca		19.8
Mg		9.5
Fe	ppm	15
Mn		15.3
Cu		1.7

APÉNDICE I

CARACTERÍSTICAS DE LOS BIOLES OBTENIDOS

Parámetro	Unidad	Biol vaca	Biol vaca + sauce
pH	u	4.5	5.5
S.D.T.	%	0.63	0.68
C.O.		2.80	2.40
M.O.		5.18	4.44
N		0.3	0.2
P		0.060	0.078
Na		0.25	0.27
K		0.33	0.28
Fe	p.p.m.	52	60
Mn		14.8	13.2
Cu		0.40	0.40
Zn		6.8	17.2
B		0.73	0.80
S		390.1	408

APÉNDICE J

TABLA DECOMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY

VARIABLE: ALTURA DE LA PLANTA

Tratamiento	n	alfa = 0.05
Biol vaca 70%	90	8,4450
Biol vaca+ sauce 70%	90	8,4697
Control absoluto	90	8,5035
Control químico	90	8,5921
Biol vaca 30%	90	8,6022
Biol vaca +sauce10%	90	8,6344
Biol vaca 10%	90	8,6523
Biol vaca+ sauce 30%	90	8,6731
Sig.		,928

APÉNDICE K

TABLA DE COMPARACIÓN DE MEDIAS DE TUKEY

VARIABLE: NÚMERO DE HOJAS

Tratamiento	n	alfa = 0.05
Biol vaca 30%	90	1.53381
Control químico	90	1.53383
Biol vaca+ sauce 70%	90	1.53386
Biol vaca+ sauce 30%	90	1.53390
Biol vaca 70%	90	1.53448
Control absoluto	90	1.53453
Biol vaca 10%	90	1.53475
Sig.		.737

APÉNDICE L

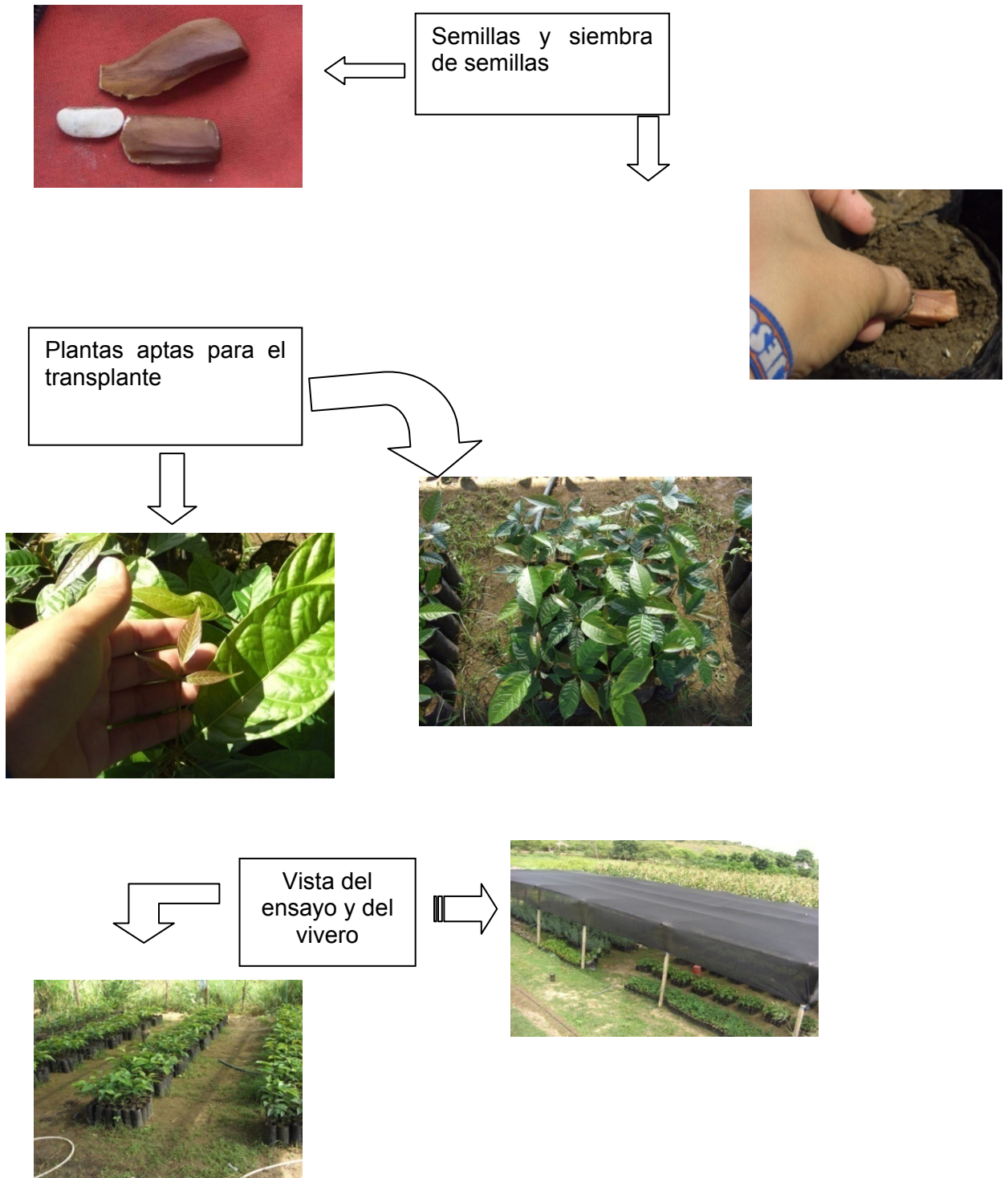
UBICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS DENTRO DEL VIVERO

	R III	R II	RI
	T3	T3	T6
	T4	T4	T3
	T1	T8	T1
	T7	T5	T7
	T2	T1	T4
	T5	T2	T8
	T8	T6	T5
	T6	T7	T2



APÉNDICE M

DIFERENTES FASES EL ESAYO



APÉNDICE N

COSTO DE PRODUCCIÓN DEL BIOL UTILIZADO

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO (\$)
Tanque	1	Tanque	20
Abrazadera	1	Abrazadera	3
Manguera	1	m	0.50
Botella de plástico	1	Botella	0.25
Melaza	10	lts	1.60
Microorganismos eficientes	2	lts	12
Agua	150	lts	...
Estiércol	60	kg	...
TOTAL			37

Costos de aplicación de las 3 concentraciones de biol para una hectárea de caoba (no se recomienda una plantación pura pero se puede asociar con otra especie)

160 Lts. → \$37
 1 lt → \$ 0.23
 1 litro de solución → 30 plantas
 30 litros de solución → 625 plantas

Tiempo en vivero: 45 días*

Concentración	Costo semanal	Total**
10% biol y 90% agua	0.69	4.83
30% biol y 70% agua	2.07	14.19
70% biol y 30% agua	4.83	33.81

* Se asumen las mismas condiciones con las que se realizó este trabajo.

**Costo no incluye mano de obra, sólo el valor del biol.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, J. Árboles de la Biosfera Maya Petén, Guía para las especies del Parque Nacional Tikal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). 1992.
2. AGUILAR, J. M. Código oficial para las especies arbóreas de Guatemala. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad - Instituto Nacional Foresta. 1980.
3. BASCOPE, F.; BERNARDI, A.; LAMPRECHT, H. Descripciones de árboles forestales no. 1. *S. macrophylla* King. Merida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 1957.
4. BETANCOURT, A. "Silvicultura especial de árboles maderables tropicales". Editorial científico- técnica. La Habana. Cuba. 1983

5. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). Caoba, Swietenia Costa Rica, Revista Forestal Centroamericana No. 14. 1996.
6. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (CATIE). Swietenia macrophylla King. Costa Rica, Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR), Nota técnica sobre manejo de semillas forestales No. 21. 1997.
7. DIXON, R.; LITTLE, E. “Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas”. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Peace Corps. 1983.
8. DUICELA, G.; CORRAL, R.; AMORES, F.; GUERRERO, H. “Crianza de plántulas de café en el vivero: Como mejorar la calidad del material de siembra para contribuir al éxito de la renovación de cafetales”. Boletín divulgativo No. 317, publicado por INIAP. Los Ríos – Ecuador. 2004.
9. ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA. Producción Agrícola 2. Editorial Terranova. Segunda edición. Tomo II. Bogotá – Colombia. 2001.

10. GARCÍA, I., COBAS, M. Calidad de las posturas de *Swietenia macrophylla* King. cultivadas en tubetes. Pinar del Río – Cuba. 2004.
11. GARCÍA, X., RODRÍGUEZ, B. Producción de plantas de calidad para establecer plantaciones comerciales de caoba. Ficha tecnológica INIFAP. Quintana Roo – México. 2008.
12. HOLDRIDGE, L.; MARRERO, J. Preliminary notes on the silviculture of the big-leaf mahogany. Caribbean Forester. 1940.
13. INTERNET: www.ceadu.org.uy. Principios básicos de los Sistemas Orgánicos. Publicación del Ing. Agr. H. A. Cuchman. 2007.
14. INTERNET: www.darnis.inbio.ac.cr -*Swietenia macrophylla* King. Publicación de Quirico Jiménez. 2007.
15. INTERNET: *Swietenia macrophylla* King. Publicación de Gerald P. Bauer y John K. Francis. Consultado en Marzo de 2008.
16. JORQUERA, Y.; YURI, A. Efecto de aplicaciones foliares de tres reguladores de crecimiento, sobre la calidad y condición de manzanas

en dos localidades de la VII región. Boletín Técnico Centro de Pomáceas Universidad de Talca. Chile. 2006.

17.KIROS, M., HULLUK, L. Phenotypic Diversity in *Rhynchosporium secalis* from Ethiopia and Host Response to Barley Scald. Plant pathology journal. México – México. 2004.

18.LAMB, F. Caoba de América tropical: ecología y requerimientos. Ann Arbor Ed. Universidad de Michigan. 1966.

19.LAMPRECHT, H. “Silvicultura en los Trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido-”. Cooperación técnica. Alemania. 1990.

20.LITTLE, T., HILLS, F. Agricultural Experimentation. Design and Analysis. John Wiley and Sons. New York – E.U.A. 1978.

21.MANUAL AGROPECUARIO. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Capítulo IV. Editorial. Quebecor World. Tomo I. Bogotá – Colombia. 2002.

22.MARTÍNEZ, J. Ecologismo Ecuatorial, CEDEP. Quito- Ecuador. 1997.

23. MEMORIA DEL TALLER DE NUTRICIÓN FORESTAL. San José – Costa Rica. 02 de Junio del 2002.
24. MUÑOZ, F. Manejo de cuencas hidrográficas tropicales. Editorial Serrano. Loja - Ecuador. 2007.
25. PADRÓN, E. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y la ganadería. Editorial Trillas. México – México. 1996.
26. RODRÍGUEZ, H.; HECHEVERRÍA I. Efectos estimulantes del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe Vera*. Revista Cubana Plant Med. 2006.
27. SCHARGEL I, HERNANDO G. Un Sistema Agroforestal De Caoba *Swietenia macrophylla* KING) y lechosa (*Carica papaya* L.), Venezuela IV Congreso Forestal Venezolano.
28. SORIA, M. Producción de biofertilizantes mediante biodigestion de excreta liquida de cerdo. México - México .2001.
29. SUQUILANDA, M. Agricultura orgánica: Alternativa tecnológica del futuro. Ediciones UPS. Quito - Ecuador. 1996.

30. VALVERDE, F. Plantas útiles del litoral ecuatoriano. Ministerio de Ambiente. EcoCiencia. Guayaquil – Ecuador. 1998.

31. Vandevivere, P.; Ramírez, C. Control de calidad de abonos orgánicos por medio de bioensayos en agricultura orgánica. San José – Costa Rica. 1995.

COMUNICACIONES PERSONALES:

32. Chavarría, N. Técnico del Programa para el Desarrollo de la Península de Santa Elena, ESPOL. 2008.

33. Espinoza, J. Técnico del Programa para el Desarrollo de la Península de Santa Elena, ESPOL. 2007.

34. Jiménez, M. Directora (e) del Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE). 2007

COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS:

35. Hernick, D. Especialista de Certificación Orgánica con la Certificadora Orgánica CCOF. 2007. david@ccof.org