

UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA: INGENIERIA AGROFORESTAL



**EFEECTO DE LA FERTILIZACION ORGANICA EN EL DESARROLLO
DE LA MARA (*Swietenia macrophylla* King.), DURANTE EL PRIMER
SEMESTRE DESPUES DEL TRASPLANTE AL LUGAR DEFINITIVO.**

Tesis de grado para optar al grado de Ingeniero Agroforestal

Presentado por: Univ. Alcirene Dos Santos Xavier

COBIJA – PANDO – BOLIVIA

2009

HOJA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

.....
Ing. Julio Diego Romaña Galindo
TRIBUNAL

.....
Dr. Ariz Humerez Alvez
TRIBUNAL

.....
Ing. Yerko Aguilar Amurúz
TRIBUNAL

.....
Ing. Griceldo Carpio Tancara
ASESOR

Cobija 17 de Septiembre del 2009

DEDICATORIA

A mi Sr. Padre Aristides Cláudio Xavier, a mí querida Sra. Madre Maria José Roberto dos Santos quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

A mis hermanos: Alcione Xavier de Holanda, Alcirlei dos Santos Xavier, mi hijo Guilherme Afonso, que sin el apoyo permanente de estas personas no hubiese logrado este propósito; por su apoyo moral, a mis amigos y compañeros de todo el tiempo.

A nuestra querida Universidad (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos cinco años.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, la salud y los padres que tengo. A mi querida madre, Maria José por las tantas noches de desvelo y entrega incondicional, por sus consejos y orientación que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles, por su comprensión y por creer en mi, gracias por ser tan especial y compañera mi querida madre.

A mi asesor de tesis: Ing. Griceldo Carpio Tancara, por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal: Ing. Yerko Aguilar Amuruz, Ing. Julio Diego Romaña, Dr. Ariz Humerez Alvez, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A mis docentes de la Carrera Ingeniería Agroforestal, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

A mis compañeros de la universidad: Por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

Finalmente a todas esas personas que no menciono, pero de una u otra manera en algún momento me apoyaron.

INDICE

Hoja de Aprobación	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice	iv
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	xiii
Resumen	ix
Summary	xi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. CONSIDERACIONES GENERALES	3
2.1.1. Origen y distribución	3
2.1.2. Usos	3
2.2. BOTANICA	4
2.2.1. Clasificación taxonómica	4
2.3.2. Fenología	5
2.3. ECOLOGÍA	6
2.3.1. Clima	6
2.3.2. Suelos	7
2.4. CONSERVACIÓN	8
2.5. EXPERIENCIAS CON LA PLANTA	8
2.6. CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO	9
2.6.1. Crecimiento de las plántulas	9
2.6.2. Crecimiento en la etapa del Brinsal	10

2.6.3. Comportamiento Radical	11
2.6.4. Reacción a la Competencia	12
2.7. SILVICULTURA	12
2.7.1. Plantación	12
2.7.2. Manejo	13
2.7.3. Turno y Crecimiento	14
2.7.4. Agentes dañinos	15
2.8. ABONOS ORGANICOS	17
2.8.1. Consideraciones sobre las características del estiércol	19
2.8.2. Consideraciones sobre el uso del estiércol	19
2.8.3. Abonado	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	21
3.2. MATERIALES	22
3.3. METODOLOGIA	23
3.4. TOMA DE DATOS	26
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL	28
3.6. MODELO LINEAL	28
3.7. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	29
4. RESULTADOS	30
4.1. CONDICIONES CLIMATICAS	30
4.2. CONDICIONES EDAFICAS	32
4.3. CARACTERÍSTICAS DEL ESTIERCOL	33
4.4. CRECIMIENTO EN ALTURA	34
4.4.1. Altura de Planta Inicial	34
4.4.2. Crecimiento Mensual de la Altura de Planta	35

4.4.3. Crecimiento Absoluto de la Altura de Planta	36
4.4.4. Altura de Planta al Final	38
4.5. CRECIMIENTO EN DIAMETRO	41
4.5.1. Diámetro de Tallo Inicial	41
4.5.2. Crecimiento Mensual del Diámetro de Tallo	42
4.5.3. Crecimiento Absoluto del Diámetro de Tallo	43
4.5.4. Diámetro de Tallo al Final	45
4.6. EVALUACION DE DAÑOS	47
4.6.1. Incidencia de Insectos	48
4.6.2. Mortalidad	48
5. DISCUSION	49
5.1. CONDICIONES CLIMATICAS	49
5.2. CONDICIONES EDAFICAS	50
5.3. EFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE EL CRECIMIENTO	51
5.4. AGENTES DAÑINOS	53
6. CONCLUSIONES	54
7. RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	56

LISTA DE CUADROS

Nº	Título	Pág.
1	Registros de Temperatura y Precipitación Pluvial	30
2.	Resultados del Análisis Físico - Químico del Suelo	33
3.	Resultados del Análisis Químico del Estiércol Bovino	33
4.	Altura de Planta Inicial (cm)	33
5.	Análisis de Varianza para la Altura de Planta Inicial	35
6.	Promedios de Altura de Planta por Tratamientos y Meses de Estudio	35
7.	Crecimiento Absoluto de la Altura de Planta por Meses	37
8.	Altura de Planta al Final (cm)	38
9.	Análisis de Varianza para la Altura de Planta Final	39
10.	Prueba de Duncan para Altura de Planta al Final	39
11.	Diámetro de Tallo Inicial (mm)	41
12.	Análisis de Varianza para el Diámetro de Tallo Inicial	42
13.	Promedios de Diámetro de Tallo por Tratamientos y Meses de Estudio	42
14.	Crecimiento Absoluto del Diámetro de Tallo por Meses	44
15.	Diámetro de Tallo al Final (mm)	45
16.	Análisis de Varianza para Diámetro de Tallo Final	46
17.	Prueba de Duncan para el Diámetro del Tallo al Final	46
18.	Efecto de las Dosis de Estiércol en el Crecimiento	52

LISTA DE GRAFICOS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedio de Temperaturas durante el estudio	31
2.	Precipitación Pluvial registrada durante el estudio	32
3.	Crecimiento en altura de planta	36
4.	Incremento Absoluto en Altura de Planta	37
5.	Prueba de Duncan para Altura de Planta al Final	40
6.	Diámetro de Tallo registrada Durante el Estudio	43
7.	Incremento Absoluto en Diámetro de Tallo	44
8.	Prueba de Duncan para Diámetro de Tallo al Final	47
9.	Efecto de la precipitación en el crecimiento de la altura y diámetro	50
10.	Incremento de Altura y Diámetro en Función a la Dosis de Estiércol	52

RESUMEN

La presente investigación titulada “EFECTO DE LA FERTILIZACION ORGANICA EN EL DESARROLLO DE LA MARA (*Swietenia macrophylla* King.), DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DESPUES DEL TRASPLANTE AL LUGAR DEFINITIVO” se obtuvo como objetivos específicos: a) describir las condiciones ecológicas que se registran en el área de estudio, durante el periodo de investigación, b) determinar el efecto de tres niveles de fertilización con estiércol bovino en las características morfológicas y c) evaluar la incidencia de plagas y enfermedades, durante el periodo de estudio.

El estudio se realizó en la propiedad privada “San Marcos” ubicada en la comunidad Mejillones, municipio Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando, cuyas coordenadas geográficas son: 68°47'00” de longitud Oeste y 11°06'00” de latitud Sur.

El material vegetal empleado fueron plántulas de Mara (*Swietenia macrophylla* King.), producidos en vivero del CINTA-UAP, con una altura promedio entre 50 a 60 cm. El procedimiento experimental consistió en: limpieza del terreno, excavación de hoyos, aplicación de diferentes dosis de estiércol, trasplante al lugar definitivo y labores culturales durante el periodo de estudio.

El objeto de estudio fue la fertilización con estiércol bovino en descomposición durante el trasplante en tres dosis 250, 500, 750 gr/plantas y un testigo, el diseño experimental empleado fue bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, cada unidad experimental estuvo constituido por 12 plántulas por hilera con 10 plántulas a evaluar, trasplantadas a 5 m entre plantas e hileras, haciendo un área total de 0,7 ha.

La temperatura media de 26,1°C fue favorable al establecimiento de la mara, mientras que una precipitación acumulada de 400,6 mm, mal distribuida, muy escasa en los primeros meses perjudicó el crecimiento y produjo una mortalidad del 17% de plantas; una mayor precipitación durante los últimos meses permitió un mayor crecimiento de las plantas. El suelo del área experimental que presentó un pH

ácido, bajos contenidos de materia orgánica MO = 1,5%, fósforo P = 1,0 mg/dm³ y potasio K= 52 mg/dm³, constituyeron factores limitantes.

Las dosis de 500 y 750 gr/planta de estiércol, dieron lugar a crecimiento de 12,1 y 14,5 cm en la altura de planta y, de 1,90 y 2,08 mm en el diámetro de tallo, en los seis meses que duró el estudio.

Durante el estudio se observó la presencia de hormigas cepe *Atta spp.*, con una incidencia del 3,5%, y vaquitas verdes (*Ceratoma spp.*) perteneciente a la familia Culicidae y al orden Díptera con una incidencia de 2,5%. Los daños ocasionados por estas plagas a las hojas no tuvieron efectos significativos, debido a que el desarrollo de las plantas dio lugar a un nuevo follaje.

Palabras claves: MARA, CAOBA, (*Swietenia macrophylla* King.) FERTILIZACIÓN ORGÁNICA, ESTIERCOL BOVINO, CRECIMIENTO ALTURA DE PLANTA Y DIÁMETRO DE TALLO.

SUMMARY

This research entitled "EFFECT OF ORGANIC FERTILIZATION IN THE DEVELOPMENT OF MARA (*Swietenia macrophylla* King.) DURING THE FIRST SIX MONTHS AFTER TRANSPLANTATION DEFINITELY THE PLACE" has specific objectives: a) describe the ecological conditions occurring in the study area during the investigation period, b) determine the effect of three levels of fertilization with cattle dung in the morphological features and c) assess the incidence of pests and diseases during the study period.

The study was conducted on private property, "San Marcos" community located in Mejillones, Cobija town, Nicolás Suárez Province of Pando department, whose geographical coordinates are 68°47'00 "west longitude and 11°06'00" south latitude .

The plant material used were seedlings of Mara (*Swietenia macrophylla* King.) Produced in the nursery CINTA-UAP, with an average height between 50 to 60 cm. The experimental procedure consisted of cleaning the ground, digging holes, applying different doses of manure, to transplant their location and work culture during the study period.

The purpose of this study was fertilization in cattle dung decomposition during transplantation in three portions 250, 500, 750 gr/plant and a witness, the experimental design used was random blocks with four treatments and five replications, each experimental unit consisted 12 seedlings per row with 10 seedlings to be evaluated, transplanted to 5 m between plants and rows, making a total area of 0.7 ha.

The average temperature of 26.1° C was favorable for the establishment of the gang, while a cumulative rainfall of 400.6 mm, unevenly distributed, very little harm in the early months growth and produced a mortality of 17% of plants, increased precipitation during the last few months enabled the growth of plants. The floor of the experimental area presented an acid pH, low organic matter content OM = 1.5%, P = 1.0 mg/dm³ phosphorus and potassium mg/dm³ K = 52, were limiting factors.

Doses of 500 and 750 gr/plant, resulted in growth of 12.1 and 14.5 cm in plant height, and 1.90 and 2.08 mm in diameter of stem, in the six months of the study.

During the study we observed the presence of ECE ants *Atta spp.*, With an incidence of 3.5%, and green little cows (*Ceratoma spp.*) Belonging to the family and the order Diptera Culicidae with an incidence of 2.5%. The damage caused by these pests on the leaves had no significant effect, because the development of plants resulted in a new foliage.

Keywords: MARA, MAHOGANY (*Swietenia macrophylla* King.) ORGANIC FERTILIZATION, CATTLE DUNG, PLANT HEIGHT AND GROWTH OF STEM DIAMETER.

1. INTRODUCCIÓN

El departamento Pando, ubicado en el extremo norte de Bolivia, con una superficie de 63827 km², representa el 5,8% de la superficie del territorio nacional; el 94% de su superficie está cubierto por bosques naturales (ZONISIG 1997).

El sector forestal es el más importante de la economía departamental. Este se refiere principalmente a la recolección de castaña y la extracción de la goma. La explotación de madera ha adquirido importancia en los últimos años; esta actividad es desarrollada por empresas grandes y medianas, así como por los dueños de las propiedades rurales.

La explotación de madera se realiza orientada a conseguir beneficios a corto plazo, despreocupándose de los métodos utilizados para ello y de su impacto en el bosque. En muchos casos se emplean equipos y maquinaria pesada, causando grandes daños al bosque y desperdiciando considerables cantidades de madera en el proceso de tala y selección. Se ven también casos de aprovechamiento selectivo irracional de especies maderables finas por parte de madereros, quienes procesan e introducen al mercado cuarterones, lo cual está prohibido por ley.

Actualmente, las tres especies más valiosas son: mara (*Swietenia macrophylla*), tumi o roble (*Amburana cearensis*) y cedro colorado (*Cedrela odorata*); a nivel nacional, estas tres especies dominan cerca del 90 por ciento del comercio de madera.

Es considerada por muchos como la mejor madera para la ebanistería a nivel mundial y merece tal reputación por varias razones. Su duramen de color de rojo a amarillo se seca para alcanzar un vivo color pardo rojizo o pardo dorado con un lustre fino. Se usa una menor cantidad en las artes y artesanías, artículos torneados, instrumentos musicales (pianos en particular) y en la construcción de botes. El material de menor calidad se usa para maderaje, cajas y combustibles. La corteza tiene un alto contenido de tanino.

Debido a su valor comercial bien establecido y a su habilidad para adaptarse a una variedad de condiciones de sitio, la mara ha sido plantada de manera extensa a nivel mundial, tanto dentro como fuera de su distribución natural. Se le ha plantado en "plantaciones cerradas" o

en plantaciones a campo abierto, en áreas deforestadas y en tierras agrícolas abandonadas y en plantaciones de enriquecimiento o en hileras bajo un dosel forestal degradado.

El objetivo general fue: Evaluar el efecto de la fertilización orgánica en el desarrollo de la mara (*Swietenia macrophylla* King.) durante el primer semestre después del trasplante al lugar definitivo, mientras que los objetivos específicos fueron:

- Describir las condiciones ecológicas que se registran en el área de estudio, durante el periodo de investigación.
- Determinar el efecto de tres niveles de fertilización con estiércol bovino en las características morfológicas.
- Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades, durante el periodo de estudio.

La hipótesis planteada fue: los niveles de abono orgánico tienen efectos diferentes sobre el desarrollo de los plantines de mara en la primera fase del establecimiento en el lugar definitivo.

1. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

2.1.1. Origen y distribución

La *Swietenia macrophylla* crece de manera natural desde la latitud 23° N. hasta un poco más abajo de la latitud 18° S en el Neotrópico. Es nativa a México en la América del Norte y a Belice, Honduras, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá en la América Central. En la América del Sur, es nativa a Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia (IRMAY 1984)

Debido a su valor comercial bien establecido y a su habilidad para adaptarse a una variedad de condiciones de sitio, ha sido plantada de manera extensa a nivel mundial, tanto dentro como fuera de su distribución natural. Se le ha plantado en “plantaciones cerradas” o en plantaciones a campo abierto, en áreas deforestadas y en tierras agrícolas abandonadas y en plantaciones de enriquecimiento o en hileras bajo un dosel forestal degradado. (BOCKER, 1987).

2.1.2. Usos

La caoba se considera por muchos como la mejor madera para la ebanistería a nivel mundial y merece tal reputación por varias razones. Su duramen de color de rojo a amarillo se seca para alcanzar un vivo color pardo rojizo o pardo dorado con un lustre fino. La albura es de blanca a amarilla, de 2.5 a 5.0 cm de grueso y de un valor mucho menor. La textura de la madera es de fina a tosca, la fibra de recta a ondulada y a menudo con una figura atractiva, especialmente al ser aserrada en plano radial. La madera de la caoba puede ser secada al aire o al horno con rapidez sin torsión o cuarteadura. El encogimiento de los maderos aserrados a partir de árboles creciendo en el bosque es de 3.5 por ciento radial, 4.8 por ciento tangencial y 7.7 por ciento volumétrico. El peso específico de la caoba secada al horno varía entre 0.40 y 0.68 gr/cm³. Las propiedades de fortaleza son también variables. La madera con un peso específico de 0.44 gr/cm³ de Belice mostró un módulo de ruptura de 83 Newtons por mm², una resistencia a la compresión máxima de 44.2 Newtons por mm² y una dureza lateral de 3,110 Newtons. La madera cultivada en plantaciones es por lo usual un poco más liviana, blanda y débil que la madera procedente de árboles forestales. La caoba es fácil de trabajar a mano y con instrumentos eléctricos. Sin embargo, la fibra con astillas o desgarres es común con el material vetado. La madera es fácil de encolar, agarra los clavos y los tornillos

bien y toma un pulido excelente. La madera de la caoba se usa de manera extensa en la manufactura de muebles, en la ebanistería, para molduras y paneles. Se usa una menor cantidad en las artes y artesanías, ataúdes, artículos torneados, instrumentos musicales (pianos en particular) y en la construcción de botes. El material de menor calidad se usa para maderaje, cajas y combustibles (Chudnoff, M. 1984).

2.2. BOTANICA

2.2.1. Clasificación taxonómica

Según (Von Carlowitz, P. 1991), la clasificación taxonómica de la mara o caoba es como sigue:

Philo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: Swietenia

Especie: *S. macrophylla* King.

Nombres Comunes: (Pennington, T.D. 1998) indica que Caoba es el nombre aplicado más comúnmente en toda su área de distribución. Mara en Bolivia y parte de Sud América.

2.3.2. Fenología

La mara o caoba (*Swietenia macrophylla*) King., es un árbol de gran tamaño, a menudo alcanzando más de 30 m de altura y 1.5 m de diámetro en el tronco. Las hojas de color verde oscuro son pinadas compuestas y el fuste se ve cubierto de una corteza áspera y de color gris pardo, con un grosor de 1 a 1.5 cm. El duramen, de un color pardo rojizo claro, que se añeja a un color pardo dorado, tiene una textura uniforme y una figura atractiva. Es una de las maderas más fáciles de trabajar y toma un acabado excelente y se le considera por muchos como la mejor madera para la ebanistería a nivel mundial (IRMAY, 1984).

Flores y Fruto.- Las agrupaciones florales (panículas), de 10 a 15 cm o más de largo, se forman en la mara en la base de las nuevas hojas. Las agrupaciones presentan

flores pequeñas, con un pedúnculo corto, fragantes y de un color amarillo verdusco de casi 1 cm de diámetro. Las flores contienen 5 pétalos, 10 estambres minúsculos de color pardo y un pistilo con un ovario (IRMAY, 1984).

La mara produce unas cápsulas grandes en forma oval o de pera (de aproximadamente 15 cm de largo y 9 cm en su parte más ancha). Estas aparecen en pedúnculos largos y robustos. Las cápsulas frutales tienen un pericarpio de paredes gruesas, áspero y de un color tirando a pardo (IRMAY, 1984).

El pericarpio está compuesto de cinco carpelos fusionados que se ven claramente delineados en la superficie por unas líneas ligeramente más pálidas. Antes de la dehiscencia se forma una capa de abscisión a través del pedúnculo de la fruta, privándola de su provisión de agua. Esto causa que la fruta se raje y se abra. La rajadura ocurre a lo largo de los lindes del pericarpio a partir de la parte media de la fruta hacia abajo (IRMAY, 1984).

El pericarpio se raja en cinco segmentos exteriores y cinco interiores. Los segmentos exteriores permanecen adheridos a la parte superior de la fruta por un corto período de tiempo y eventualmente se caen, exponiendo los segmentos interiores de color blanco del pericarpio, que caen más tarde (IRMAY, 1984).

2.3. ECOLOGÍA

2.3.1. Clima

El hábitat natural de la caoba es el bosque tropical y subtropical de bajura, a altitudes de 50-500 m.s.n.m., pudiendo llegar hasta los 1400 m.s.n.m., con temperaturas de 22-28°C, con climas secos, húmedos o muy húmedos, donde las precipitaciones oscilan entre 1000 y 2500 mm, aunque se puede encontrar en áreas más extremas, más húmedas o más secas (por ejemplo en bosque seco en Guanacaste, Costa Rica). Puede tolerar estaciones secas de cuatro meses. Sin embargo, una región con una alta precipitación y una estación seca prolongada es menos adecuada para su crecimiento que una con menor precipitación pero una estación seca más corta. Bajo cultivo, ha dado buenos resultados en áreas con precipitaciones de hasta 5000 mm por año, y con temperaturas desde 12 a 37°C. Crece en una gran variedad de suelos, desde arcillosos a arenosos, pero prefiere suelos aluviales profundos, bien drenados y fértiles, preferiblemente alcalinos a neutros, aunque también puede crecer en suelos ácidos, con pH de hasta 4.5. Se puede encontrar tanto en bordes de sabanas de pino como en bosque lluvioso, pero principalmente en fajas de bosque latifoliado. Ocurre aislada o en grupos, pero raramente se encuentran densidades mayores de

4-8 árboles/ha. En Mesoamérica se comporta como una especie pionera colonizadora en tierras agrícolas degradadas. (BAUER, 1987)

La mara crece mejor y alcanza su tamaño mayor bajo las condiciones climáticas encontradas en la zona de vida tropical seca. La zona de vida está limitada por una temperatura anual promedio de 24°C o más, una precipitación anual promedio de 1.000 a 2.000 mm y una relación de evapotranspiración potencial de entre 1.00 y 2.00. Bajo ciertas circunstancias ecológicas, la mara se extiende hacia la zona de vida tropical húmeda con una precipitación anual promedio de entre 2.000 y 4.000 mm (LAMB, 1966).

2.3.2. Suelos

La mara se ha adaptado a una gran variedad de condiciones de suelo. Dentro de su área de distribución natural, crece en suelos aluviales de origen mixto, en suelos volcánicos y en suelos derivados de piedra caliza, granito, andesita y otras rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas (LAMB, 1966).

Bajo condiciones de plantación, ha mostrado un crecimiento satisfactorio en suelos erosionados y deficientes en fósforo; en suelos lateríticos pobres y cascajosos formados por la descomposición de gneiss (rocas calcáreas); en suelos lateríticos desintegrados (pero no desnudos); en suelos ándicos; en arcillas ácidas y profundas, y en suelos arcillosos derivados de piedra caliza (LAMB, 1966).

En Honduras, se le ha plantado con éxito en todas las texturas de suelo desde las arenas hasta la arcilla densa con resultados satisfactorios en áreas pobremente drenadas en donde otras especies han fracasado. Los mejores resultados para esta especie en Honduras se obtuvieron cuando se le plantó en margas aluviales bien drenadas (Chable, A.C. 1987).

2.4. CONSERVACIÓN

La especie se sigue explotando intensamente en gran parte de su rango natural, pero la información sobre poblaciones naturales escasea. La sobreexplotación amenaza su existencia en muchas áreas dentro de su rango nativo y por ello fue incorporada en la lista de CITES en 1995 (ver Mercadeo en descripción de *Guaiacum sanctum*). En Costa Rica, desde 1997 su aprovechamiento del bosque natural fue prohibido por decreto gubernamental. Se conocen bien las prácticas de manejo sostenibles, a través de explotaciones comunitarias y planes de manejo, y el acceso a mercados de madera

certificada. Es por ello que son varias las acciones de cultivo y manejo realizables con una relación alta en efectividad respecto del costo. Entre ellas están abrir espacios en el bosque natural un poco más grandes de los que produce la simple caída de un árbol, manejar la regeneración de estas zonas mediante limpiezas que eliminen la competencia, no cortar árboles reconocidos como buenos productores de semillas que se encuentren cercanos a los lugares de regeneración, restringir el momento del año de los aprovechamientos hasta que se haya producido la fructificación y dispersión de la semilla, realizar plantaciones de enriquecimiento en estos lugares, formalizar o asegurar la tenencia de la tierra para estimular a los productores y fomentar mediante extensión el uso de otras maderas alternativas (Hilje 2001).

2.5. EXPERIENCIAS CON LA PLANTA

Plantación Comercial / Productiva / Experimental.

Se realizan plantaciones experimentales para estudios científicos. En el estado de Campeche se recolectan anualmente diversas cantidades de frutos de caoba cuyas semillas se emplean en los viveros forestales de la entidad para propagar la especie con fines de reforestación y establecimiento de plantaciones comerciales. Areas de cultivo: México, Perú, Antillas francesas, India, Java, Filipinas, Africa, Trinidad (Rzendowski, J. 1981).

Reforestación / Restauración. Especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva. Se ha introducido con éxito en varios países tropicales (Rzendowski, J. 1981).

Sistema agroforestal. Tiene potencial para usarse en cultivos y callejones forrajeros de estratos múltiples y barbechos mejorados. Es común encontrarla en los huertos familiares maya (Yucatán) y se le utiliza para dar sombra en cafetales. Algunas veces se planta en asociación con *Tectona grandis* o *Tabebuia pentaphylla* o con el sistema "taungya" (Rzendowski, J. 1981).

Cobertura Forestal Asociada. La caoba crece en asociación con muchas especies a través de su amplia distribución. Por ejemplo, en Chiapas, México, se le encuentra creciendo en un bosque siempreverde de especies frondosas dominado por *Dialium* spp., con los notables socios *Alchornea latifolia* Sw., *Ampelocera hottlei* (Standl.) Standl., *Drypetes brownii* Standl., *Ficus* spp., *Guarea glabra* Vahl, *Guatteria anomala* R.E. Fries, *Licania platypus* (Hemsl.) Fritsch., *Manilkara zapota* (L.) V. Royen, *Mirandaceltis monoica* (Hemsl.) Sharp, *Pithecellobium arboreum* (L.) Urban, *Poulsenia armata* (Miq.) Standl., *Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn, *Quararibea*

funeris (Llave) Vischer, *Sapium* sp. y *Varairea laundellii* (Standl.) Killip. En el Petén, Guatemala, en un bosque dominado por *Manilkara zapota*, los socios arbóreos incluyen a la caoba, *Aspidospera magalocarpon* Muell.-Arg., *Astronium graveolens* Jacq., *Brosimum alicastrum* Sw., *Calophyllum brasiliense* Jacq., *Cedrela odorata* L., *Guatteria glabra* y *Vitex gaumerri* Greenm. Cerca del extremo sur de su distribución en el desagüe del Río Tambo en Perú, la caoba se encuentra asociada con los siguientes géneros: *Aniba*, *Brosimum*, *Caryocar*, *Cedrela*, *Cedrelinga*, *Clarisia*, *Juglans*, *Podocarpus* y *Virola* (Rzendowski, J. 1981).

2.6. CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO

2.6.1. Crecimiento de las plántulas:

Un estudio sobre la supervivencia de mara joven cultivada en viveros, mostró una tasa de supervivencia de las plántulas de por lo menos el 90 por ciento a los 6 meses de edad y del 87 por ciento a los 12 meses de edad a partir de semillas que habían sido secadas y almacenadas por 6 meses. La diferencia no fue estadísticamente significativa. En otros estudios se ha demostrado que la supervivencia se ve influenciada por la posición de crecimiento de las semillas y su frescura (LAMB, 1966).

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 (CHINTE, 1952).

Otro estudio de vivero, mostró que las plántulas cultivadas en suelo arcilloso sin abonar alcanzaron una altura promedio de aproximadamente 11 cm en 3 meses, 14 cm en 6 meses y 71 cm en 12 meses. Este mismo estudio no mostró ninguna diferencia significativa en el crecimiento en altura entre las semillas almacenadas bajo refrigeración y aquellas almacenadas a temperatura ambiente a los 3 y 6 meses de edad. (BAUER, 1987)

Sin embargo, existió una diferencia significativa en el crecimiento en altura cuando las plántulas tuvieron 12 meses de edad, las plántulas obtenidas a partir de semillas refrigeradas creciendo a una altura significativamente mayor que las plántulas obtenidas de semillas almacenadas a temperatura ambiente (HOLMES, C.H. 1954).

Bajo condiciones forestales, el crecimiento de las plántulas es mucho más lento que en el vivero, con unas alturas de alrededor de 15 cm alcanzándose en un período de 6 meses a 1 año (LAMB, 1966).

2.6.2. Crecimiento en la etapa del Brinsal

Las tasas de crecimiento en diámetro y volumen de los árboles individuales son impresionantes, pero los rendimientos por área son menos impresionantes debido a las moderadas áreas basales mantenidas por la especie. Los árboles en una pequeña plantación en Perú alcanzaron unas alturas de 6.5 m en 3 años, 9.3 m en 5 años y 11.4 m en 7 años. En un área con una alta precipitación en Sri Lanka, una plantación de 15 años de edad alcanzó una altura de 16 m, y otra extensa plantación alcanzó un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) promedio de 58 cm en 50 años. Las mejores fuentes de semillas de una prueba de procedencias en Puerto Rico promediaron entre 21 y 23 m de altura y 26 cm en diámetro altura pecho a los 20 años de edad. En otra plantación de caoba en Puerto Rico, cuatro parcelas de 23 a 26 años de edad tuvieron un incremento anual promedio en el diámetro altura pecho de 0.94 y desviación típica de 0.01 cm por año. Varios cientos de hectáreas de plantaciones de 50 años de edad de caoba en el Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico sostuvieron un área basal promedio de 21 m² por hectárea, de la cual la caoba comprende de una pequeña parte hasta casi toda el área basal. Las cifras para la productividad general para esta especie se han dado como de 7 a 11 m³ por hectárea por año. Se encuentran disponibles una tabla de índice de sitio y unos modelos para predecir el rendimiento basado en el índice de sitio y la edad para la caoba en las Filipinas. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal, proyecta unos períodos de rotación de 40 a 60 años para la especie en el Bosque Experimental de Luquillo en Puerto Rico (Burgos, 1994).

2.6.3. Comportamiento Radical

La mara produce una vigorosa raíz pivotante en la etapa de plántula. Añade muchas raíces laterales finas que se engruesan de manera gradual para formar un extenso sistema radical lateral. Los árboles de mayor edad desarrollan unos contrafuertes de pequeños a medianos. Las raíces laterales de los árboles de gran tamaño se ven expuestas sobre el terreno por un metro o más en los sitios muy húmedos y en los suelos arcillosos (Burgos, 1994).

2.6.4. Reacción a la Competencia.

La caoba, clasificada como una especie intolerante, no puede sobrevivir la sombra densa. En la luz débil bajo un dosel forestal tropical denso, las plántulas de caoba que germinan por lo usual fracasan en sobrevivir por más de unos pocos meses. Bajo una luz filtrada, las plántulas podrán persistir por muchos años, creciendo de manera lenta en una condición suprimida. El crecimiento más rápido se alcanza bajo una luz solar plena con protección lateral. Las plántulas responden de manera rápida a la liberación de la vegetación terrestre baja y el dosel superior. Se mostró que las plantaciones de caoba reciclan los nutrientes de manera eficiente y sostuvieron casi tantas especies del sotobosque como los adyacentes bosques secundarios naturales (Burgos, 1994).

2.7. SILVICULTURA

2.7.1. Plantación

Aunque se han establecido plantaciones en varios países a espaciamientos de 2-3 m entre árboles, las plantaciones puras generalmente no son recomendables en esta especie, especialmente en áreas donde se esperan ataques severos del barrenador. Hay evidencias de que la presencia de sombra lateral reduce el daño de la plaga, de manera que se puede recurrir a varias opciones, entre ellas: mezcla con otras especies arbóreas de crecimiento más rápido (ej. leucaena, eucaliptos); plantación en hileras dentro de bosquetes jóvenes o tacotales; o eliminación de malezas en carriles a lo largo de las líneas de plantación, dejando una franja con malezas en el centro, para permitir el desarrollo de barreras naturales entre las hileras de los árboles. (Mayhew JE y Newton AC. 1998).

La primera opción tiene la ventaja adicional de que los otros árboles pueden proporcionar ingresos a menor plazo, mientras se completa el turno comercial de la caoba. La caoba también puede establecerse en combinación con cultivos agrícolas anuales o perennes (café, carecao), a espaciamientos amplios de hasta 15x15m, dependiendo del cultivo y los objetivos. Los insumos y cuidados al cultivo agrícola además benefician a los árboles, los cuales pueden crecer más rápidamente y superar la fase de susceptibilidad al barrenador en menor tiempo. Otro sistema que ha sido utilizado es la plantación de enriquecimiento de bosques. En este caso se limpian franjas de unos 2 m de ancho en el bosque, espaciadas a 10-12 m entre franjas, y se planta la caoba a lo largo de las franjas, típicamente a espaciamientos de 2-5 m, dependiendo de la intensidad de manejo que se pretenda dar a la plantación; espaciamientos menores requerirán raleos en menor tiempo. Por lo general, se

respetan árboles vigorosos y de buena forma de otras especies valiosas que ocurran a lo largo de la franjas. Este sistema es ideal para bosques que han sido sobreexplotados y/o contienen pocas especies de valor (Mayhew JE y Newton AC. 1998).

2.7.2. Manejo

La *Swietenia macrophylla* produce una copa muy angosta durante los primeros años, que tarda en cerrar, de manera que se deben hacer limpiezas regulares a lo largo de las fajas de plantación, al menos durante los primeros 3-4 años. En sistemas de enriquecimiento del bosque se debe controlar el crecimiento de lianas y bejucos, que prosperan vigorosamente en estos ambientes y pueden dañar seriamente los árboles (Hilje 2001).

La caoba muestra una autopoda bastante satisfactoria, sobre todo en sistemas con sombra lateral, pero en espaciamientos amplios puede ser un problema la aparición de una copa baja que deja un fuste corto. Los árboles plantados para aserrío deben podarse para dejar un fuste único, largo y limpio de ramas, dejando el follaje necesario para el buen crecimiento del árbol (Hilje 2001).

En el caso de podas sanitarias ante ataques del barrenador, estas se deben hacer en dos pasos: primero eliminando el brote dañado o atacado, y unos tres meses después, una vez que se ha definido el eje dominante, eliminar los otros. Esto evita la formación de bifurcaciones en la parte baja del árbol, que será la más valiosa desde el punto de vista maderable (Hilje 2001).

Este procedimiento se repite las veces que sea necesario para lograr una buena sección de fuste recto, o hasta que el ataque se diluya en ramas secundarias donde el efecto no es tan importante. En el caso de árboles más viejos, que han respondido al daño emitiendo dos o más ejes, debe efectuarse una poda para dejar solamente el mejor eje (Hilje 2001).

2.7.3. Turno y Crecimiento

El IMA en diámetro en bosque primario es de aproximadamente 0.4 cm. El crecimiento, sin embargo es más rápido en plantaciones, normalmente en el rango 1.2-1.4 cm por año. En Costa Rica, Honduras, Ecuador y Perú se han registrado incrementos cercanos a 2 cm por año, y en ocasiones, un crecimiento sostenido de hasta 3 cm durante 15-20 años en plantaciones con fertilización (Hilje 2001).

El crecimiento en altura varía típicamente entre 1 y 2 m por año. En ensayos de progenies en Trinidad y Costa Rica, la altura varió de 3.6 a 4.7 m a los 30 meses de edad en Trinidad y de 2.5 a 4.7 m a los 33 meses en Costa Rica (Hilje 2001).

La productividad varía ampliamente dependiendo del sitio, la densidad, el manejo, etc., y se han reportado incrementos de 5-14 m³/ha/año en Fiji, 6 m³/ha/año en Belice, 17 m³/ha/año durante 25 años en Guadalupe, 18 m³/ha/año durante 20 años en Indonesia, y 14-20 m³/ha/año durante 35 años en Martinica, con máximas de 30 m³/ha/año en los mejores sitios. En términos generales, cifras de 10 - 25 m³/ha/año son más usuales en plantaciones (Hilje 2001).

En el bosque natural los árboles requieren 60-100 años para alcanzar un tamaño comercial mientras que en plantaciones pueden hacerlo en 30-50 años (Hilje 2001).

2.7.4. Agentes dañinos

Agentes Dañinos.- El problema más serio de la caoba cultivada en plantaciones es definitivamente el barrenador de los vástagos *Hypsipyla grandella* Zeller. Mientras que ataca las plántulas y los brinzales, rara vez mata un árbol, pero los rebrotes después de los ataques resultan en una seria degradación de la forma. La plaga es a menudo un problema menor en los bosques naturales en donde los árboles de caoba se encuentran más esparcidos. El gusano tejedor de la caoba (*Macalla thyrissalis* Walker), el cual ocurre a través de la distribución natural de la caoba, puede causar la defoliación y un enmarañamiento desagradable a la vista. *Phyllosticta swietenie* Garcia, una necrosis foliar reportada en Puerto Rico, puede ser seria en las camas de vivero hacinadas que se ven irrigadas al final del día y permanecen mojados durante la noche. *Cercospora subsessilis* Syd. Whidi, la cual causa una mancha foliar, ha sido reportada en numerosas áreas. Se han reportado también numerosas enfermedades foliares, cancros, pudriciones radicales, pudriciones del duramen y muérdagos en las plantaciones fuera de su distribución natural (Burgos, 1994).

La albura de los maderos de la caoba es vulnerable al ataque por los escarabajos de la ambrosía y a la subsecuente descoloración si no son protegidos con rapidez. La albura seca (e incluso el duramen) es muy atractiva a los escarabajos del género *Lyctus*. Las pruebas efectuadas han mostrado que el duramen es susceptible al ataque por las termitas de la madera seca, *Cryptotermes brevis*, pero en la realidad, durante su uso en las áreas infestadas de termitas esta madera casi nunca se ve atacada. La caoba ha mostrado poca resistencia a la polilla de mar (*Teredo spp.*) en ya sea las aguas en Hawaii o del Atlántico. La madera es resistente a la

descomposición en condiciones expuestas y cuando en contacto con el terreno. Las pruebas usando madera cultivada en plantaciones mostraron que es resistente a los hongos de la pudrición blanca y muy resistente a los hongos de la pudrición parda en pruebas de cultivo. La madera aserrada se seca bien y se cuartea y tuerce poco cuando se ve expuesta a los elementos (Burgos, 1994).

Medidas de Protección.- El ataque por el barrenador *Hypsipyla grandella* es un problema muy serio en vivero y plantaciones siendo aún más severo en la época lluviosa. Es por tanto el mayor limitante al establecimiento de caoba en América Latina y el Caribe. Es posible reducir el ataque mediante la plantación mezclada con otras especies forestales, plantaciones en hileras en charrales, tacotales o en líneas de enriquecimiento en el bosque, y realizando un manejo cuidadoso dirigido a mantener el máximo vigor durante la época inicial (Hilje 2001).

El árbol es más susceptible en los 2-3 primeros años, principalmente porque en árboles de más edad y con más follaje, el ataque se diluye entre muchos otros posibles sitios de oviposición, y no tanto en el eje principal. Las podas no son un método preventivo, pero son eficientes para atenuar el efecto de los ataques. Se han identificado varios enemigos naturales del barrenador, incluyendo parasitoides y depredadores, pero estos no logran un control eficiente en plantaciones. También han sido identificadas varias sustancias que afectan el comportamiento del insecto, incluyendo atrayentes, repelentes y disuasivas, pero su uso aun se encuentra bajo investigación (Hilje 2001).

A veces ciertos escarabajos (*Xylosandrus compactus*) pueden causar daños al hacer pequeñas perforaciones en la madera, reduciendo su valor para usos decorativos (Hilje 2001).

2.8. ABONOS ORGANICOS

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (Trinidad Santos, A. 2006).

Antes de que aparecieran los fertilizantes químicos en sus diferentes formas, la única manera de abastecer nutrimentos a las plantas y reponer aquellos extraídos del

suelo por los cultivos, era mediante la utilización de abonos orgánicos. El uso de fertilizantes químicos, favoreció los incrementos en el rendimiento de las cosechas (Trinidad Santos, A. 2006).

Los abonos orgánicos, por las propias características en su composición son formadores de humus y enriquecen al suelo, con este componente, modificando algunas de las propiedades y características del suelo como su reacción (pH), cargas variables, capacidad de intercambio iónico, quelatación de elementos, disponibilidad de fósforo, calcio, magnesio y potasio, y desde luego la población microbiana, haciéndolo más propio para el buen desarrollo y rendimiento de los cultivos. También los abonos orgánicos pueden abatir la acidez intercambiable y Fe extractables en los suelos ácidos que influyen en la retención de fosfatos y otros aniones, disminuyendo la disponibilidad de ellos (Trinidad Santos, A. 2006).

Por los efectos favorables que los abonos orgánicos proporcionan al suelo, se podría decir que estos son imprescindibles en el uso y manejo de este recurso para mejorar y mantener su componente orgánico, su fertilidad física, química y biológica y finalmente su productividad (Trinidad Santos, A. 2006).

Efecto de los Abonos Orgánicos sobre las características físicas del suelo.- Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo (fertilidad física); estas características son: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica y estabilidad de agregados (Trinidad Santos, A. 2006).

Evidentemente que la aplicación abundante de estiércoles, con el tiempo tendrá efecto positivo en las propiedades físicas de los suelos; sin embargo, habría que estar pendiente de algún incremento en conductividad eléctrica (CE) como es sabido, una alta (CE) se relaciona con la salinidad de los suelos (Trinidad Santos, A. 2006).

Efecto de los abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo.- La composición química de los abonos orgánicos por su puesto variará de acuerdo al origen de éstos. Las plantas, los residuos de cosecha, los estiércoles, etc., difieren gradualmente en cuanto a los elementos que contienen (Trinidad Santos, A. 2006).

Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son obviamente el contenido de materia orgánica; derivado de esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de

cationes, el pH y la concentración de sales, como ya se mencionó, podría ser perjudicial para el desarrollo de plantas sensibles a ciertos niveles de algunos compuestos en particular (Trinidad Santos, A. 2006).

Efecto de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo.- Se debe a que los estiércoles contienen grandes cantidades de compuestos de fácil descomposición, cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas (Trinidad Santos, A. 2006).

En la mayoría de los casos, el resultado del incremento de la actividad biológica, repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo por efecto de la agregación de los productos de la descomposición ejercen sobre las partículas del suelo; las condiciones de fertilidad aumentan, lo cual hace que el suelo tenga capacidad de sostener un cultivo rentable. Asimismo, se logra tener un medio biológicamente activo, en donde existe una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica en el suelo (Trinidad Santos, A. 2006).

2.8.1. Consideraciones sobre las características del estiércol

El estiércol ya fermentado es el mejor abono; un estiércol fermentado es cuando ya no desprende calor; los cultivadores de los viveros aprovechan el calor del estiércol para ayudar a la germinación de las semillas y el arraigo de esquejes es lo que se llama calor de fondo o cama caliente. En principio, el estiércol nunca es peligroso pero los abonos químicos sí, porque pueden provocar acidez en la tierra en especial los nitrogenados. Donde más se aplica con cierto éxito los abonos químicos es en el caso de los forrajes y la horticultura, ya que son aplicaciones del tipo alimento inmediato. (Arteaga, et. al, 1997).

Casi todos los abonos favorecen al follaje. El estiércol es de incorporación lenta y su efecto dura años. Mejor incorporar el estiércol en el momento de la preparación de la tierra, antes de la plantación. Las plantas de consistencia herbácea, con grandes hojas tiernas, necesitan más abono que las plantas leñosas. Las plantas anuales de mucho vigor y flor abundante necesitan mucho abono (Ipomeas) cuanto más rápido es el desarrollo foliáceo de la planta más abono necesita (Arteaga, et. al, 1997).

2.8.2. Consideraciones sobre el uso del estiércol

El efecto de una buena aplicación mezclado a la tierra dura unos 4 años, los estiércoles son ineficaces en los terrenos muy ácidos, sin materia calcárea; los ácidos que se producen por la descomposición del estiércol no son neutralizados y

pueden perjudicar; el estiércol sin fermentar es la acción mas duradera, pero se ha de aplicar de forma que no esté en contacto con las extremidades de las raíces; la fermentación del estiércol antes de su aplicación no se debe prolongar mas de dos meses en verano y de cuatro meses en invierno, pues si se prolonga más el estiércol pierde eficacia; en el abonado de las plantas para el aprovechamiento inmediato es mejor usarlo descompuesto; a todas las plantas les beneficia el estercolado superficial que se hace así: se cubre la tierra con una capa de estiércol, y con una labor poco profunda se mezcla el estiércol con la capa superior de la tierra. En este abonado, si se usa estiércol ya fermentado, se puede realizar una labor mas profunda, de forma que el estiércol se incorpore hasta cerca de las raíces. (Herrera, et. al. 1987).

2.8.3. Abonado

Arteaga, et. al, (1997) efectúa las siguientes recomendaciones para conseguir un buen abonado:

- Las plantas para su buena vegetación necesitan de de una tierra mullida para que las raíces puedan abrirse camino, la habilidad del agricultor esta en obtener una tierra mullida en profundidad sin trabajo mecánico.
- El agua y el aire deben poder circular fácilmente. Abonar una planta significa aumentar esas sustancias nutritivas que después de disolverse en el agua de la tierra serán absorbidas por las raíces.
- La tierra debe poder almacenar agua, tal capacidad esta ligada a su proporción de arcilla y humus y también a la forma que es trabajada.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la propiedad privada “San Marcos” del Ing. Pablo Sotomayor L. ubicada en:

Comunidad Mejillones

Municipio Cobija

Provincia Nicolás Suárez

Departamento Pando

Coordenadas geográficas:

11°06'00" de latitud Sur

68° 47' 00" de longitud Oeste.



Las características principales del área de estudio son los siguientes:

El clima es tropical húmedo cálido, con una época relativamente seca de mayo a septiembre. Durante la época seca se presentan frentes fríos provenientes del sur, conocidos como “zurazos”. La precipitación media anual es de 1834 mm. La temperatura media anual es de 25,4°C. La dirección predominante del viento es del noroeste a sudeste (Zonisig, 1997).

Suelos: En base a las características que presentan, los suelos se diferencian básicamente entre suelos de las planicies y suelos de llanuras aluviales. De manera general, los suelos de las planicies presentan buenas características físicas en

cuanto a estructura, drenaje y profundidad; son químicamente pobres con una baja fertilidad natural y desarrollan frecuentemente niveles tóxicos de aluminio. Este último constituye el principal factor limitante para la producción de cultivos. En áreas disectadas, el desmonte ocasiona una mayor degradación de los suelos, exponiéndolos a un alto grado de erosión hídrica. En las llanuras aluviales con influencia de ríos de origen andino, se encuentran suelos relativamente más ricos en nutrientes por los sedimentos que se depositan regularmente. Sin embargo, el uso de estos suelos está limitado por el riesgo de inundaciones y mal drenaje.

Vegetación: El departamento Pando está cubierto con bosques siempre verdes, caracterizadas por una variedad de formas de vida y una composición florística compleja, esta varía según las condiciones climáticas, edáficas y el impacto de las inundaciones además de la acción antrópica.

3.2. MATERIALES

Equipos y herramientas de campo

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| ▪ Desbrozadora manual | Carretilla |
| ▪ Pala | Boca de lobo |
| ▪ Martillo | Machete |
| ▪ Hacha | Brocha |
| ▪ Balde | Cinta métrica |
| ▪ Estacas de 1 m por 3 cm | Calibrador (pie de rey) |
| ▪ Libreta de campo | Maquina fotográfica. |

Material vegetal e insumos:

- Plántulas de mara (*Swietenia macrophylla* King.).
- Estiércol bovino
- Cal

3.3. METODOLOGÍA

Los métodos empleados en el procedimiento experimental se describen a continuación:

- a) Apertura de sendas

Se procedió a realizar la limpieza de 20 sendas de 1 m de ancho y 70 m de largo. Esta actividad se realizó manualmente utilizando herramientas como machetes y hachas.



b) Obtención del material vegetal:

El material vegetal (plantines) a utilizado en la presente investigación fue adquirido del vivero del Centro de Innovación Tecnológica de la Amazonia (CINTA) dependiente del Área de Ciencias Biológicas y Naturales de la UAP, para garantizar la uniformidad, se realizó una selección de plantines lo mas homogéneo posible con respecto a características como altura de planta (30 cm) y diámetros de tallo (3 mm).



b) Excavación de hoyos

Se excavaron hoyos en forma de cuadro de 20 cm por 30 cm de profundidad, esta actividad, se realizó manualmente con la ayuda de herramientas como boca de lobo, pala, lampa.



c) Aplicación de abono orgánico:

Para la comparación de los tres niveles de estiércol, estas se realizaron de la siguiente manera:

Testigo: a los hoyos no se le incorporó abono.

Tratamiento A: Se incorporó 250 gramos de estiércol bovino en cada hoyo, mezclándolo con la tierra obtenida al cavar el hoyo, antes del trasplante.

Tratamiento B: Se incorporó 500 gramos de estiércol bovino en cada hoyo.

Tratamiento C: Se incorporó 750 gramos de estiércol bovino en cada hoyo.

f) Trasplante al lugar definitivo

A las macetas con plantines se les extrajo la bolsa de polietileno, para su colocación en hoyo previamente cavado y posteriormente se rellenó el hoyo con los diferentes métodos en función a lo descrito en el párrafo anterior.



g) Labores culturales

Las labores culturales consistieron en limpiezas de las sendas y de corona alrededor de las plantas en crecimiento. Labor que se realizó con empleando desbrozadora y pala.



3.4. TOMA DE DATOS

Para la medición de variables correspondientes a las características morfológicas se ha confeccionado una planilla.

a) Altura de planta

Con la ayuda de un flexómetro, se midió en centímetros, la altura desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta, con intervalos de 30 días hasta completar el tiempo de la investigación.



b) Diámetro del tallo

Con la ayuda de un calibrador, se midió en milímetros, el diámetro del tallo a 5 cm del nivel del sustrato, con intervalos de 30 días hasta completar el tiempo de la investigación.



d) Incidencia de plagas y enfermedades

Mediante la observación directa, se identificaron los insectos que se hicieron presentes, en el caso de las enfermedades se analizaron los síntomas, también se procedió a comparar las fotografías obtenidas con la bibliografía disponible en el medio. Los daños fueron expresados en: leve, moderado, severo y plantas muertas.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente estudio se realizó utilizando el diseño experimental de “bloques al azar” con las siguientes características:

Tratamientos	4
Repeticiones	5
Nº unidades experimentales	20
Tamaño de la unidad exp. (5m x 70m)	350 m ²
Nº de plantas por unidad experimental	14
Nº de plantas a evaluar por unidad experim.	10
Número total de plantas	280
Área total del experimento (70 m x 100 m)	7000 m ²
Área efectiva a evaluar (50 m x 100)	5000 m ²
Ver croquis de campo	Anexo N° 1

3.7. MODELO LINEAL

El modelo estadístico lineal es el siguiente:

$$Y_i = \mu + N_i + \xi$$

Donde:

Y_i = cualquiera de las observaciones

μ = Media General

N_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

ξ = Error experimental

3.7. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el análisis de los datos obtenidos, la información registrada en las planillas de campo fueron transcritos en hojas de cálculo Excel y posteriormente importados al paquete estadístico SPSS v. 11,5 con la ayuda de este paquete se efectuaron los respectivos análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Duncan.

4. RESULTADOS

4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos correspondientes a las temperaturas registradas durante el periodo de investigación, se detalla en el Cuadro N° 1, en el mismo se observa que la temperatura promedio fue de 26,1°C, la mínima media de 20,0°C y la máxima media de 31,5°C.

Cuadro N° 1
Registros de Temperatura y Precipitación Pluvial

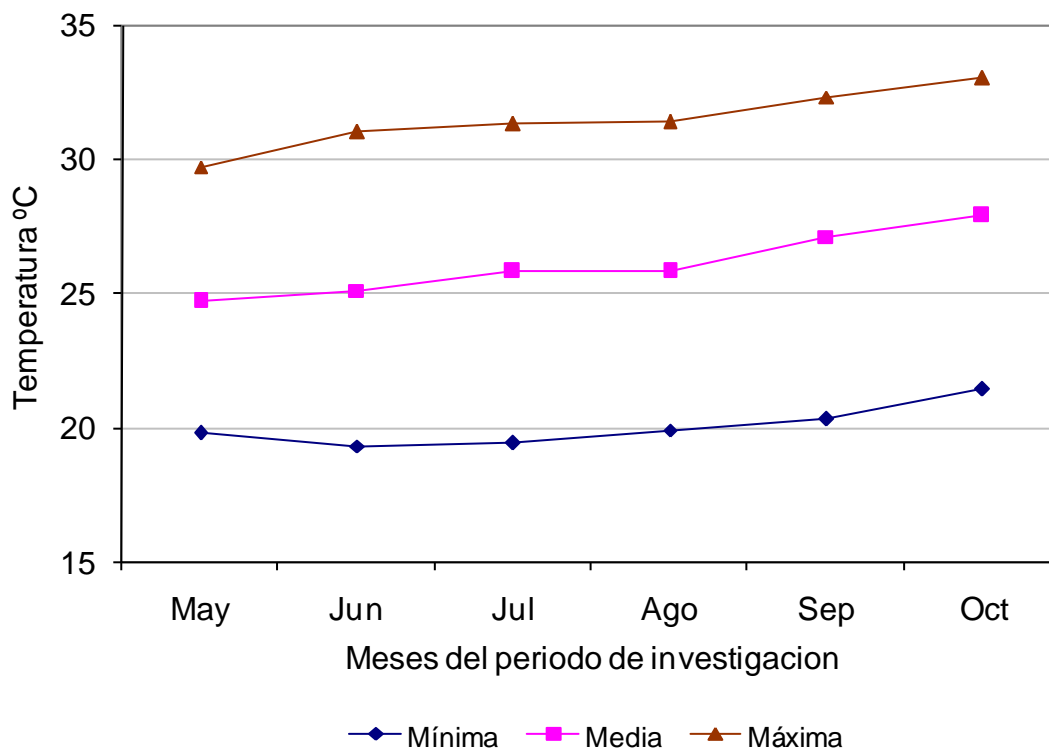
Meses	Temperaturas			Precipitación
	Mínima	Promedio	Máxima	
Mayo	19,8	24,7	29,7	19,4
Junio	19,3	25,1	31,0	4,1
Julio	19,4	25,8	31,3	24,0
Agosto	19,9	25,8	31,4	55,4
Septiembre	20,3	27,1	32,3	87,6
Octubre	21,4	27,9	33,0	210,1
TOTAL				400,6
PROMEDIO	20,0	26,1	31,5	

Fuente: SENAMHI 2008

El Gráfico N° 1, permite observar que el mes de octubre se registraron las mayores temperaturas, mientras que en el mes de mayo se registraron las temperaturas más bajas.

Gráfico N° 1

Promedios de Temperatura, durante el estudio

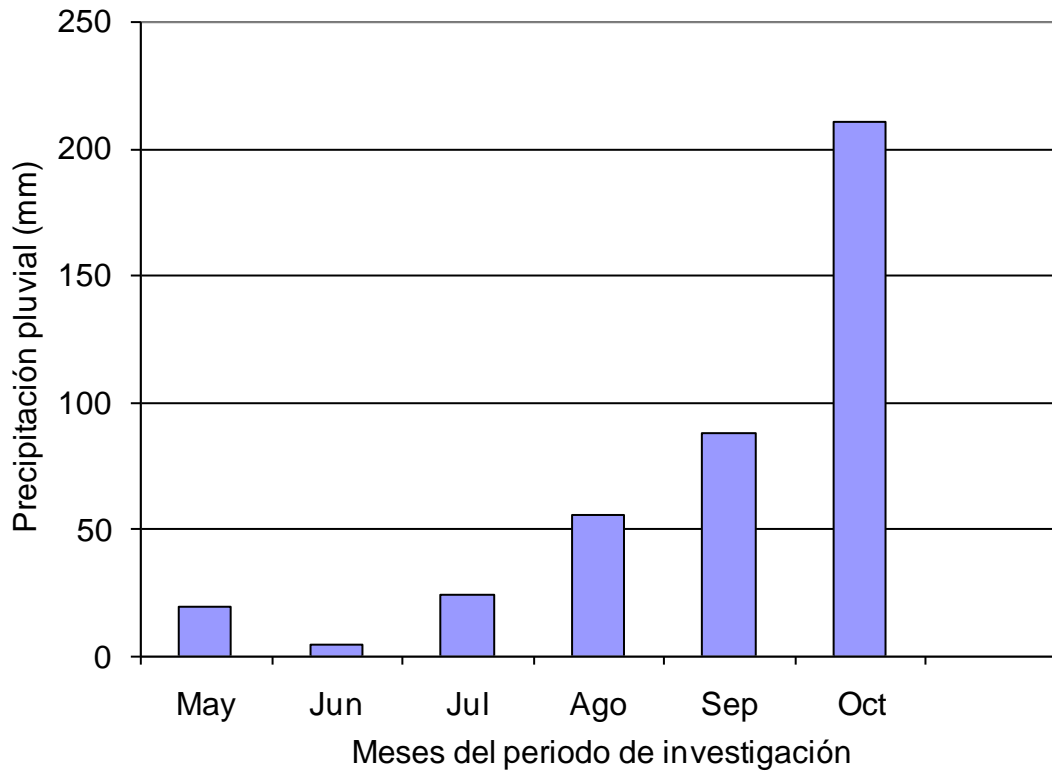


Los datos correspondientes a la precipitación pluvial que se registran en el Cuadro N° 1 y Gráfico N° 2, indican que durante el periodo de estudio, se registró una precipitación total de 400,6 mm., equivalente a 2,2 litros-día/m².

Sin embargo se observa que los primeros meses se registraron las menores precipitaciones, (julio 0,1 litros-día/m²) con una tendencia a incrementar, alcanzado el máximo en el mes de octubre con 6,8 litros-día/m²; Esto debido a las características propias de la época de lluvias que se registra en la región.

Gráfico N° 2

Precipitación pluvial, registrada durante el estudio



4.2. CONDICIONES EDAFICAS

Los resultados del análisis químico del suelo del área del experimento se muestran en el cuadro N° 2. Las principales características son: potencial de hidrogeniones fuertemente ácido (pH = 5,4), bajo contenido de materia orgánica (MO = 1,5%), los macronutrientes disponibles como fósforo y potasio presentan valores de P = 1,0 mg/dm³ (bajo) y K = 52 mg/dm³ (medio).

Cuadro 2.
Resultados del Análisis Físico - Químico del Suelo

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	VALOR	INTERPRETACIÓN
pH		5,4	Fuertemente ácido
M.O.	%	1,7	Bajo
P	mg/dm ³	1,0	Bajo

K	mg/dm ³	52,0	Medio
---	--------------------	------	-------

Fuente: Laboratorio de suelos UFAC

4.3. CARACTERÍSTICAS DEL ESTIERCOL

Los resultados del análisis químico del estiércol bovino en descomposición, empleado en la presente investigación se muestran en el cuadro N° 3. Las principales características son: pH ácido (5,9), alto contenido de materia orgánica (2,80 %), contenido medio de fósforo (54 mg/dm³) y alto contenido de potasio (97,0 mg/dm³).

Cuadro 3.
Resultados del Análisis Químico del Estiércol Bovino

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	VALOR	INTERPRETACIÓN
pH		5,9	Ácido
M.O.	%	2,8	Alto
P	mg/dm ³	54,0	Medio
K	mg/dm ³	97,0	Alto

Fuente: Laboratorio de suelos UFAC

4.4. CRECIMIENTO EN ALTURA

4.4.1. Altura de planta Inicial

Los resultados de la primera medición de la altura de planta se detallan en el Cuadro N° 4, en el mismo se observa que varió desde 48,4 hasta 60,0 cm con promedio general de 54,53 cm.

Cuadro N° 4
Altura de Planta Inicial (cm)

Dosis Estiércol (g/planta)	Repeticiones					Promedio
	I	II	III	IV	V	
0	52,1	58,2	59,8	53,8	48,4	54,5
250	51,5	49,4	60,0	55,4	53,5	54,0
500	58,4	65,4	51,7	49,0	50,6	55,0
750	49,4	56,2	54,1	59,4	54,2	54,7
Promedio	52,85	57,30	56,40	54,40	51,68	54,5

Fuente: Elaboración propia.

Sometidos los resultados de la altura inicial se observa diferencia estadística no significativa entre los tratamientos ni entre repeticiones con un coeficiente de varianza bajo ($CV = 9,2\%$), en consecuencia se puede afirmar que en el estudio se partió de unidades experimentales uniformes, como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 5

Análisis de Varianza para la Altura de Planta Inicial

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Fc	Ft
Repeticiones	88,640	4	22,160	0,88	3,26 ns
Dosis Estiércol	2,934	3	0,978	0,04	3,49 ns
Error	301,204	12	25,100		
Total	392,778	19			

$CV = 9,2\%$

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2. Crecimiento mensual de la altura de planta

En general la altura de planta pasó de 54,5 a 66,0 cm en los seis meses, con un incremento absoluto de 11,5 cm, como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 6

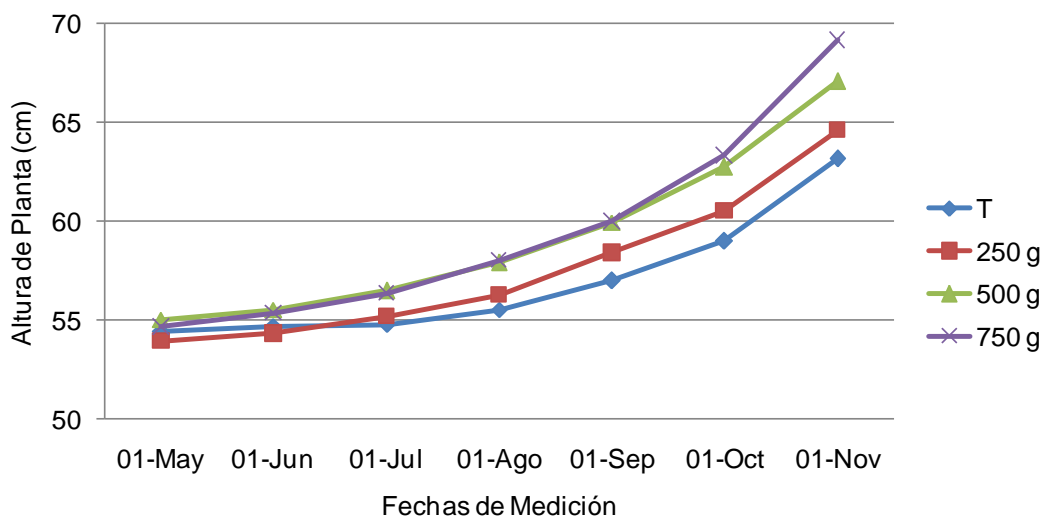
Promedios de Altura de Planta (cm) por Tratamientos y Meses de Estudio

Dosis Estiércol (g/planta)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
0	54,5	54,7	54,8	55,5	57,0	59,0	63,2
250	54,0	54,3	55,2	56,3	58,4	60,6	64,6
500	55,0	55,6	56,5	57,9	59,9	62,8	67,1
750	54,7	55,4	56,4	58,0	60,0	63,3	69,2
Promedio	54,5	55,0	55,7	56,9	58,8	61,4	66,0

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3

Crecimiento en altura de planta



4.4.3. Crecimiento Absoluto de la Altura de Planta

El incremento mensual de la altura de planta por tratamientos se detalla en el cuadro N° 7, el mismo indica que en general el crecimiento promedio fue de 1,9 cm/mes,

Durante los primeros meses el crecimiento fue mínimo con 0,5 cm/mes en el primer mes (mayo), el mismo que fue incrementando paulatinamente hasta alcanzar el mayor crecimiento absoluto en el último mes de estudio (octubre) con 4,6 cm/mes.

Respecto a los tratamientos, el menor crecimiento absoluto se registró en el testigo con solo 1,5 cm/mes, mientras que el mayor se registró en la dosis de 750 g/planta de estiércol con 2,4 cm/mes.

Cuadro N° 7

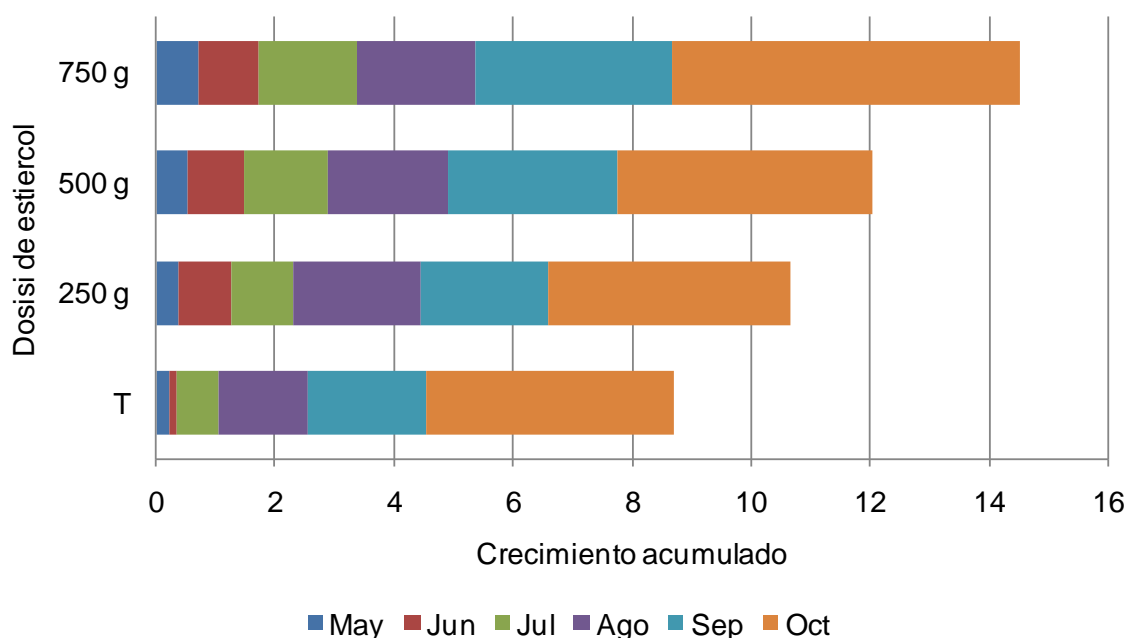
Crecimiento Absoluto de la Altura de Planta (cm) por Meses

Dosis Estiércol (g/planta)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Prom
0	0,2	0,1	0,7	1,5	2,0	4,2	1,5
250	0,4	0,9	1,0	2,1	2,1	4,1	1,8
500	0,5	1,0	1,4	2,0	2,8	4,3	2,0
750	0,7	1,0	1,7	2,0	3,3	5,9	2,4
Promedio	0,5	0,7	1,2	1,9	2,6	4,6	1,9

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 4

Incremento Absoluto en Altura de Planta



4.4.4. Altura de Planta al Final

Los resultados de la última medición de la altura de planta se detallan en el Cuadro N° 8, en el mismo se observa que varió desde 59,4 hasta 72,2 cm con promedio general fue de 66,0 cm.

Cuadro N° 8
Altura de Planta al Final (cm)

Dosis Estiércol (g/planta)	Repeticiones					Promedio
	I	II	III	IV	V	
0	60,0	60,4	63,3	67,0	65,3	63,2
250	59,4	62,6	66,3	65,8	69,3	64,6
500	61,6	64,7	70,6	68,2	70,4	67,1
750	68,3	66,9	66,3	72,2	72,2	69,2
Promedio	62,3	63,6	66,6	68,3	69,3	66,0

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro N° 8, una vez sometidos los resultados de la altura final al final del estudio, se observa diferencia estadística significativa entre los tratamientos y no significativa entre repeticiones con un coeficiente de varianza bajo ($CV = 2,9\%$), en consecuencia los promedios por tratamiento fueron sometidos a la prueba múltiple de Duncan al 5% de probabilidad de error.

Cuadro N° 9

Análisis de Varianza para la Altura de Planta Final

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Fc	Ft
Repeticiones	142,363	4	35,591	9,52	3,26
Dosis Estiércol	104,492	3	34,831	9,31	3,49
Error	44,873	12	3,739		
Total	291,728	19			

$CV = 2,9\%$

Fuente: Elaboración Propia.

Sometidos los promedios a la prueba de Duncan se observa dos subconjuntos homogéneos, en los cuales se observa que las dosis de 750 y 500 gramos de estiércol bovino por planta son estadísticamente superiores a 250 gramos por planta y testigo.

Cuadro N° 10

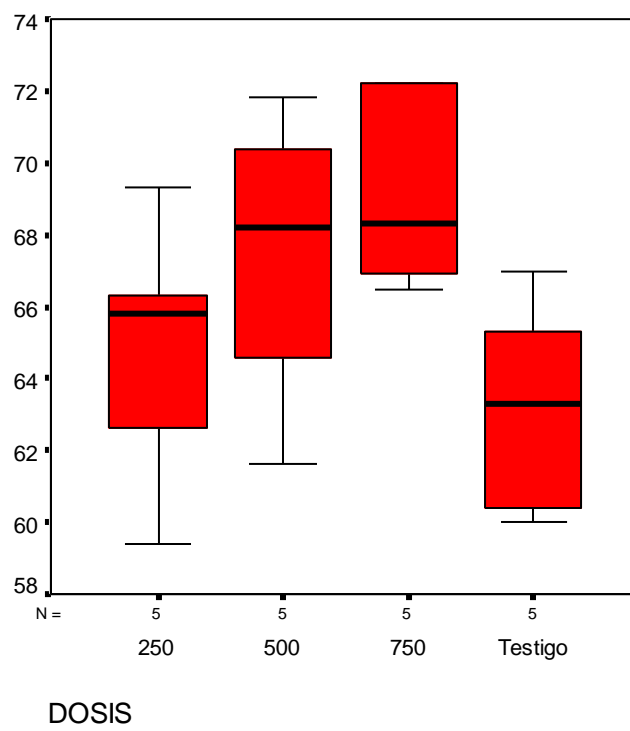
Prueba de Duncan para Altura de Planta al Final

Dosis de Estiércol	Subconjuntos homogéneos
0	63,2

250	64,6	64,6	
500		67,1	67,1
750			69,2

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 5
Prueba de Duncan para Altura de Planta al Final



4.5. CRECIMIENTO EN DIAMETRO

4.5.1. Diámetro de Tallo Inicial

Los resultados de la primera medición de la diámetro de tallo se detallan en el Cuadro N° 11, en el mismo se observa que varió desde 5,13 hasta 6,81 mm con promedio general fue de 5,75 mm.

Cuadro N° 11
Diámetro de Tallo Inicial (mm)

Dosis Estiércol (g/planta)	Repeticiones					Promedio
	I	II	III	IV	V	
0	5,52	6,17	6,34	5,70	5,13	5,77
250	5,46	5,24	6,36	5,87	5,67	5,72
500	6,08	6,81	5,38	5,1	5,27	5,73
750	5,23	5,95	5,73	6,29	5,74	5,79
Promedio	5,57	6,04	5,95	5,74	5,45	5,75

Fuente: Elaboración propia.

Sometidos los resultados del diámetro inicial se observa diferencia estadística no significativa entre los tratamientos ni entre repeticiones con un coeficiente de varianza medio (CV = 9,1%), en consecuencia se puede afirmar que en el estudio se partió de unidades experimentales uniformes, como se detalla en el siguiente cuadro.

Análisis de Varianza para el Diámetro de Tallo Inicial

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Fc	Ft
Repeticiones	0,987	4	0,247	0,89	3,26
Dosis Estiércol	0,016	3	0,005	0,02	3,49
Error	3,323	12	0,277		
Total	4,326	19			

CV = 9,1%

Fuente: Elaboración Propia

4.5.2. Crecimiento Mensual del Diámetro del Tallo

En general el diámetro de tallo pasó de 5,75 a 7,51 mm en los seis meses, con un incremento absoluto de 1,76 mm, como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 13

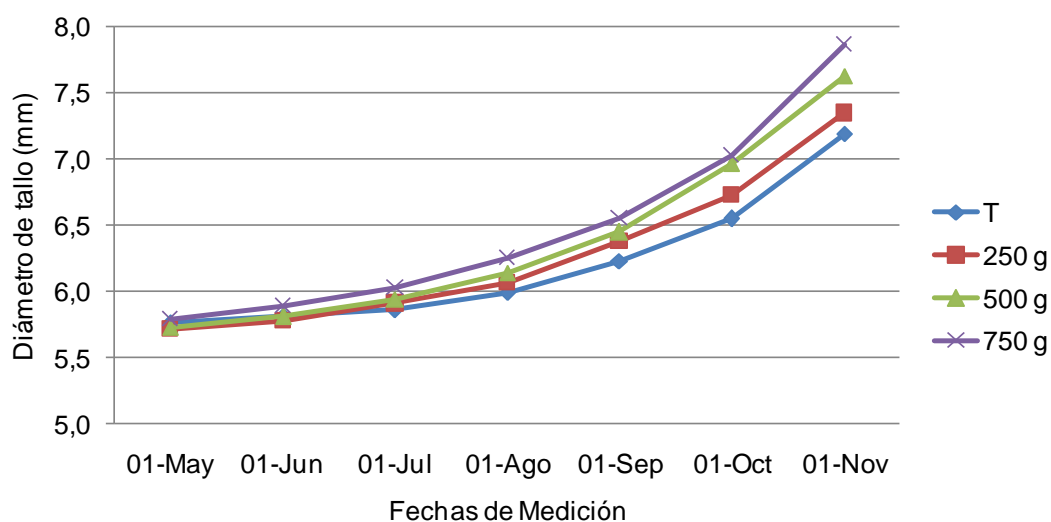
Promedios de Diámetro de Tallo (mm) por Tratamientos y Meses de Estudio

Dosis Estiércol (g/planta)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
0	5,77	5,82	5,86	5,99	6,23	6,55	7,19
250	5,72	5,78	5,91	6,07	6,38	6,73	7,35
500	5,73	5,81	5,94	6,14	6,45	6,97	7,63
750	5,79	5,89	6,03	6,26	6,56	7,03	7,87
Promedio	5,75	5,83	5,94	6,12	6,41	6,82	7,51

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 6

Diámetro de Tallo Registrada Durante el Estudio



4.5.3. Crecimiento Absoluto del Diámetro del Tallo

El incremento mensual de diámetro de tallo por tratamientos se detalla en el cuadro N° 14, el mismo indica que en general el crecimiento promedio fue de 0,29 mm/mes.

Durante los primeros meses el crecimiento fue mínimo con 0,07 mm/mes en el primer mes (mayo), el mismo que fue incrementando paulatinamente hasta alcanzar el mayor crecimiento absoluto en el último mes de estudio (octubre) con 0,69 mm/mes.

Respecto a los tratamientos, el menor crecimiento absoluto se registró en el testigo con solo 0,24 mm/mes, mientras que el mayor se registró en la dosis de 750 g/planta de estiércol con 0,35 mm/mes.

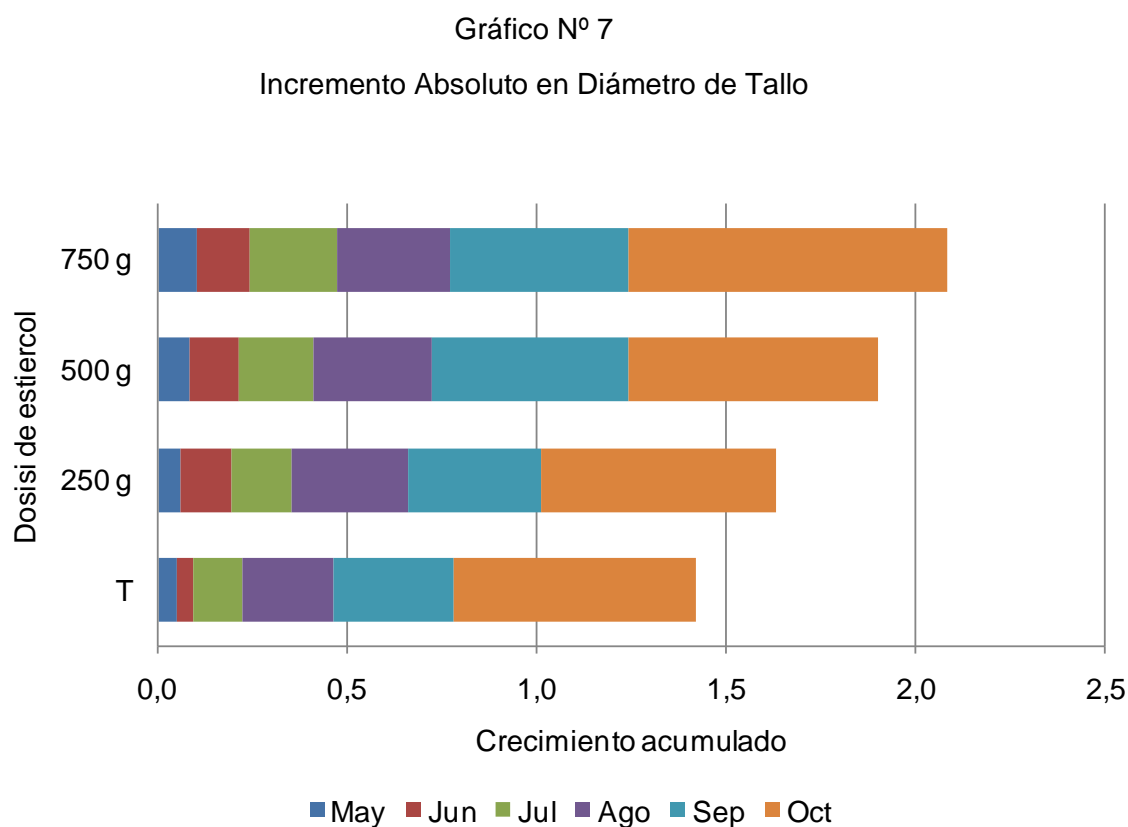
Cuadro N° 14

Crecimiento Absoluto del Diámetro de Tallo (mm) por Meses

Dosis Estiércol (g/planta)	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Prom
0	0,05	0,04	0,13	0,24	0,32	0,64	0,24
250	0,06	0,13	0,16	0,31	0,35	0,62	0,27

500	0,08	0,13	0,20	0,31	0,52	0,66	0,32
750	0,10	0,14	0,23	0,30	0,47	0,84	0,35
Promedio	0,07	0,11	0,18	0,29	0,42	0,69	0,29

Fuente: Elaboración propia.



4.5.4. Diámetro de Tallo al Final

Los resultados de la última medición del Diámetro de Tallo se detallan en el Cuadro N° 15, en el mismo se observa que varió desde 6,24 hasta 7,82 mm con promedio general de 7,34 mm.

Cuadro N° 15
Diámetro de Tallo al Final (mm)

Dosis Estiércol (g/planta)	Repeticiones					Promedio
	I	II	III	IV	V	
0	6,83	6,87	7,20	7,62	7,43	7,19
250	6,75	7,11	7,53	7,48	7,88	7,35
500	7,00	7,36	8,03	7,76	8,01	7,63
750	7,77	7,61	7,54	8,21	8,21	7,87
Promedio	7,09	7,24	7,58	7,77	7,88	7,51

Fuente: Elaboración propia.

Según el cuadro N° 8, una vez sometidos los resultados de la altura final al final del estudio, se observa diferencia estadística no significativa entre tratamientos ni entre repeticiones con un coeficiente de varianza bajo ($CV = 6,0\%$).

Cuadro N° 16

Análisis de Varianza par el Diámetro de Tallo Final

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrados Medios	Fc	Ft
Repeticiones	1,848	4	0,462	9,51	3,26
Dosis Estiércol	1,355	3	0,452	9,30	3,49
Error	0,583	12	0,049		
Total	3,786	19			

$CV = 2,9\%$

Fuente: Elaboración Propia.

Sometidos los promedios a la prueba de Duncan se observa un solo tres subconjuntos homogéneos, en el que se observa que las dosis de 750 y 500 g/planta son estadísticamente superiores a la dosis 250 g/planta y testigo, en la última medición.

Cuadro N° 17

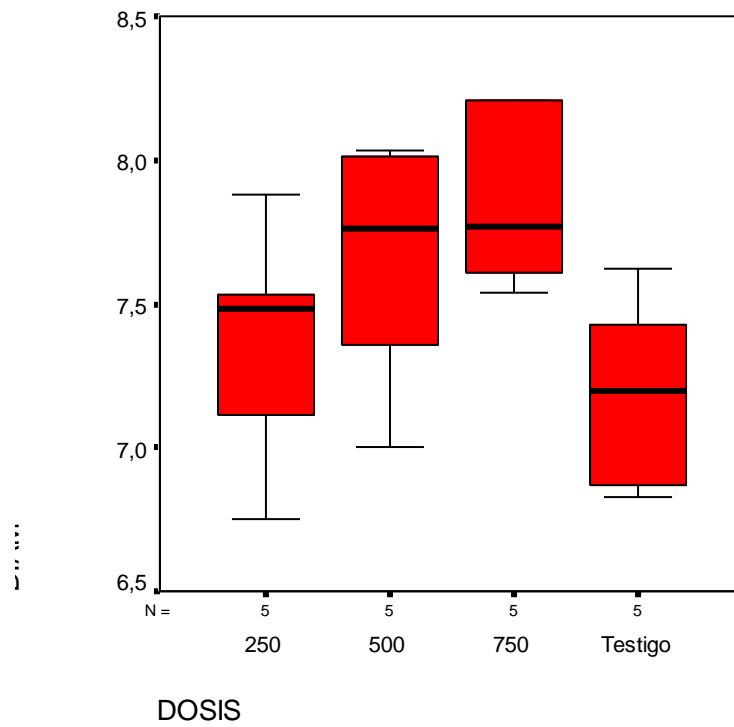
Prueba de Duncan para el Diámetro del Tallo al Final

Dosis de Estiércol	Subconjuntos homogéneos		
0	7,19		
250	7,35	7,35	
500		7,63	7,63
750			7,87

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 8

Prueba de Duncan para Diámetro de Tallo al Final



4.6. EVALUACIÓN DE DAÑOS

4.6.1. Incidencia de Insectos

Durante el estudio se observó la presencia de insectos como las hormigas *Atta spp.*, conocidos en nuestro medio como cepes, los mismos que cortaron las hojas de 7 plantas del área a evaluar, lo que significa una incidencia del 3,5%.

Vaquitas verdes (*Ceratoma spp.*) perteneciente a la familia Culicidae y al orden Díptera, estos insectos produjeron quemazón de las hojas, con una incidencia de 2,5%.

Sin embargo cabe hacer notar que las plantas atacadas por los insectos citados con el transcurrir del tiempo, como producto del crecimiento formaron un nuevo follaje, por lo que no fue necesario efectuar medidas para el control de estas plagas.

4.6.2. Mortalidad

La escasa precipitación pluvial registrada durante los primeros meses de establecimiento en el lugar definitivo provocó una mortalidad de 34 plantas en todo el área a evaluar, lo que representa una mortalidad de 17%, esta situación hizo que se realicen acciones como el recubrimiento del área basal de las plantas con los restos vegetales resultantes de la limpieza de las sendas.

También fue necesario efectuar el reemplazo de las plantas muertas con otras plántulas obtenidas del Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonia CINTA-UAP, sin embargo para evitar sesgos en la medición de las variables, para el cálculo de crecimiento se descartaron las plantas reemplazadas.

5. DISCUSION

5.1. CONDICIONES CLIMATICAS

La mara crece mejor y alcanza su tamaño mayor bajo una temperatura anual promedio de 24°C o más, una precipitación anual promedio de 1.000 a 2.000 mm. Bajo ciertas circunstancias ecológicas, la mara se extiende hacia la zona de vida tropical húmeda con una precipitación anual promedio de entre 2.000 y 4.000 mm (LAMB, 1966). Bajo cultivo, ha dado buenos resultados en áreas con precipitaciones de hasta 5000 mm por año, y con temperaturas desde 12 a 37°C. (BAUER, 1987).

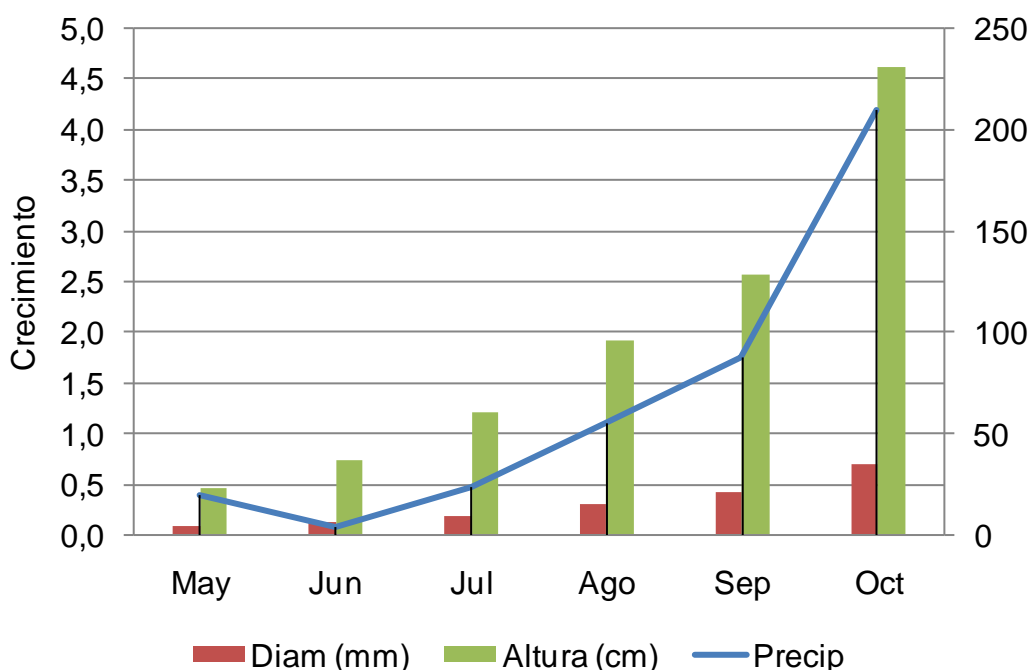
Durante la presente investigación se registró una temperatura promedio de 26,1°C, y varió desde 20,0°C hasta 31,5°C. La precipitación pluvial total fue de 400,6 mm, equivalente a 2,2 litros-día/m². Sin embargo, los primeros meses se registraron las menores precipitaciones, (julio 0,1 litros-día/m²) con una tendencia a incrementar, alcanzado el máximo en el mes de octubre con 6,8 litros-día/m².

Comparando estos resultados con la bibliografía, es posible afirmar que la temperatura estuvo enmarcado entre los parámetros requeridos por la especie, sin embargo, la escasa precipitación registrada los primeros meses limitó el crecimiento, mientras que las mayores precipitaciones registradas en los últimos meses favoreció el crecimiento, como se observa en el gráfico N° 9.

Asimismo, la falta de humedad en el suelo, los primeros meses produjo una mortalidad del 17% de plantas en todo el experimento.

Gráfico N° 9

Efecto de la precipitación en el crecimiento de la altura y diámetro



5.2. CONDICIONES EDAFICAS

La mara se ha adaptado a una gran variedad de condiciones de suelo. Dentro de su área de distribución natural, crece en suelos aluviales de origen mixto, en suelos volcánicos y en suelos derivados de piedra caliza, granito, andesita y otras rocas sedimentarias, bajo condiciones de plantación, ha mostrado un crecimiento satisfactorio en suelos erosionados y deficientes en fósforo; en suelos lateríticos pobres y cascajosos formados por la descomposición de gneiss; en suelos lateríticos desintegrados (pero no desnudos); en suelos ándicos; en arcillas ácidas y profundas, y en suelos arcillosos derivados de piedra caliza (LAMB, 1966).

El suelo del área experimental presenta un potencial de hidrogeniones fuertemente ácido ($\text{pH} = 5,4$), bajo contenido de materia orgánica ($\text{MO} = 1,5\%$), los macronutrientes disponibles como fósforo y potasio presentan valores de $\text{P} = 1,0 \text{ mg/dm}^3$ (bajo) y $\text{K} = 52 \text{ mg/dm}^3$ (medio). Estas características fueron limitantes para el crecimiento de las plántulas de mara, toda vez que el Testigo conjuntamente con la dosis de 250 gramos de estiércol, dieron lugar a un menor crecimiento en altura y diámetro de la planta.

5.3. EFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE EL CRECIMIENTO

El crecimiento en altura varía típicamente entre 1 y 2 m por año. En ensayos de progenies en Trinidad y Costa Rica, la altura varió de 3.6 a 4.7 m a los 30 meses de edad en Trinidad y de 2.5 a 4.7 m a los 33 meses en Costa Rica (Hilje 2001).

El incremento medio anual del diámetro en bosque primario es de aproximadamente 0.4 cm. El crecimiento, sin embargo es más rápido en plantaciones, normalmente en el rango 1.2-1.4 cm por año. En Costa Rica, Honduras, Ecuador y Perú se han registrado incrementos cercanos a 2 cm por año, y en ocasiones, un crecimiento sostenido de hasta 3 cm durante 15-20 años en plantaciones con fertilización (Hilje 2001).

Las características químicas del suelo que cambian por efecto de la aplicación de abonos orgánicos son obviamente el contenido de materia orgánica; derivado de esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes, el pH y la concentración de sales, como ya se mencionó, podría ser perjudicial para el desarrollo de plantas sensibles a ciertos niveles de algunos compuestos en particular.

El estiércol bovino en descomposición, empleado en la presente investigación con alto contenido de materia orgánica (2,80%), contenido medio de fósforo (54 mg/dm³) y alto contenido de potasio (97,0 mg/dm³),

En un periodo de seis meses, dio lugar a crecimientos en altura de planta y diámetro de tallo a las proporciones que se detallan en el cuadro N 18 y gráfico N° 10:

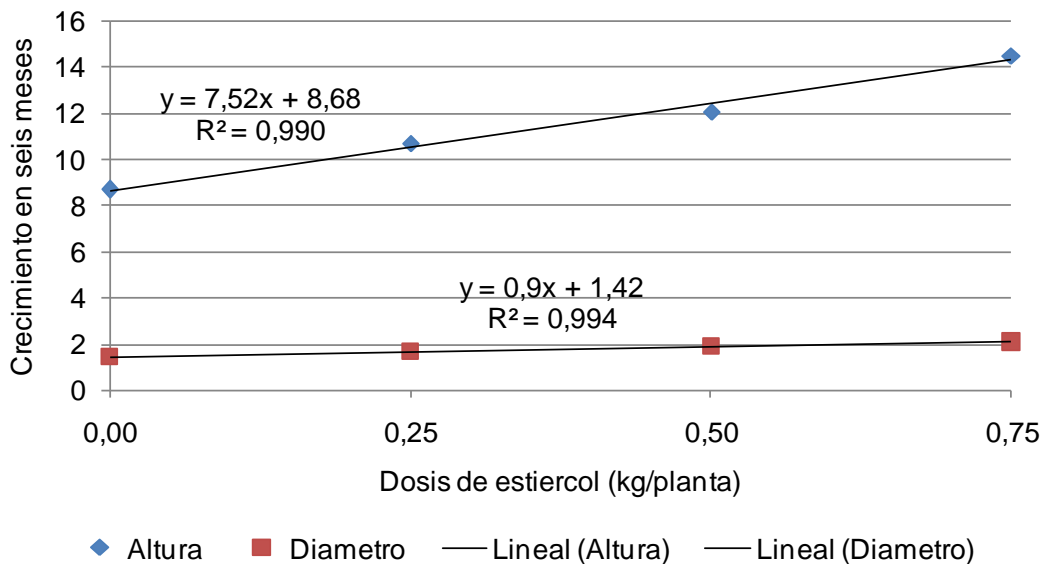
Cuadro N° 18
Efecto de las Dosis de Estiércol en el Crecimiento

Dosis de Estiércol (g/planta)	Incremento de Altura (cm)		Incremento de Diámetro (mm)	
	Total	Prom.	Total	Prom
0	8,7	1,45	1,42	0,24
250	10,7	1,78	1,63	0,27
500	12,1	2,02	1,90	0,32
750	14,5	2,42	2,08	0,35

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 10

Incremento de Altura y Diámetro en Función a la Dosis de Estiércol



5.3. AGENTES DAÑINOS

El problema más serio de la caoba cultivada en plantaciones es definitivamente el barrenador de los vástagos *Hypsipyla grandella* Zeller. Mientras que ataca las plántulas y los brinzales, rara vez mata un árbol, pero los rebrotes después de los ataques resultan en una seria degradación de la forma (68). La plaga es a menudo un problema menor en los bosques naturales en donde los árboles de caoba se encuentran más esparcidos. El gusano tejedor de la caoba (*Macalla thyrsalis* Walker), el cual ocurre a través de la distribución natural de la caoba, puede causar la defoliación y un enmarañamiento desagradable a la vista (27).

Durante el estudio se observó la presencia de insectos hormigas cepe *Atta spp.*, con una incidencia del 3,5%, y vaquitas verdes (*Ceratoma spp.*) perteneciente a la familia Culicidae y al orden Díptera con una incidencia de 2,5%.

La bibliografía consultada hace referencia a especies de insectos que atacan a plantas con mayor desarrollo, considerando que en la presente investigación se efectuó durante la fase de establecimiento, no se descarta el ataque de la *Hypsiphylla grandella*, principalmente en al inicio de la época de lluvias.

Finalmente, la escasa precipitación pluvial registrada durante los primeros meses provocó una mortalidad del 17%.

6. CONCLUSIONES

A partir del análisis de los resultados, se emiten las siguientes conclusiones:

- La temperatura media de 26,1°C y que varió desde 20,0°C hasta 31,5°C durante el periodo de estudio fue favorable al establecimiento de la mara en el lugar definitivo. Mientras que una precipitación acumulada de 400,6 mm, mal distribuida, muy escasa en los primeros meses perjudicó el crecimiento y produjo una mortalidad del 17% de plantas; una mayor precipitación durante los últimos meses permitió un mayor crecimiento en altura de planta y diámetro de tallo.
- El suelo del área experimental que presenta un pH ácido, bajos contenidos de materia orgánica MO = 1,5%, fósforo P = 1,0 mg/dm³ y potasio K= 52 mg/dm³, constituyeron factores limitantes, toda vez que el Testigo y la dosis de 250 gramos de estiércol, dieron lugar a un menor crecimiento en altura y diámetro de la planta.
- Las dosis de 500 y 750 gramos por planta de estiércol bovino en descomposición, incorporados durante el trasplante al lugar definitivo, dieron lugar a crecimiento de 12,1 y 14,5 cm en la altura de planta y, de 1,90 y 2,08 mm en el diámetro de tallo, en los seis meses que duró el estudio.
- Durante el estudio se observó la presencia de hormigas cepe *Atta spp.*, con una incidencia del 3,5%, y vaquitas verdes (*Ceratoma spp.*) perteneciente a la familia Culicidae y al orden Díptera con una incidencia de 2,5%. Los daños ocasionados por estas plagas a las hojas no tuvieron efectos significativos, debido a que el desarrollo de las plantas dio lugar a un nuevo follaje.

7. RECOMENDACIONES

Considerando que es el primer estudio que se realiza en nuestro medio en esta especie, de manera preliminar se recomienda lo siguiente:

- Para garantizar una adecuada humedad en el suelo y evitar altos porcentajes de mortalidad después del trasplante al lugar definitivo como el observado en la presente investigación, se recomienda realizar el trasplante de la mara antes o durante la época de lluvias.
- Con carácter experimental, comparar los meses para efectuar el trasplante en los meses con precipitación pluvial, realizando prácticas culturales como la protección del suelo en corona con residuos vegetales.
- Para el trasplante de la mara al lugar definitivo se recomienda la adición de estiércol bovino en descomposición en dosis de 500 y 750 gramos por planta, sin descartar mayores dosis, considerando que hasta la dosis de 750 g/planta se observa un incremento lineal de las plántulas directamente proporcional a las cantidades de estiércol agregadas.
- También se recomienda comparar el efecto de fertilizantes químicos y la combinación con el empleado en la presente investigación, para acelerar el crecimiento de las plantas de mara durante la primera fase de crecimiento en el lugar definitivo.
- Considerando que la *Hypsiphyla grandella* ataca a las plántulas de mara a principios de la época de lluvias, se recomienda evaluar la incidencia y los métodos de control de insectos después del trasplante efectuado al lugar definitivo en otras épocas del año.

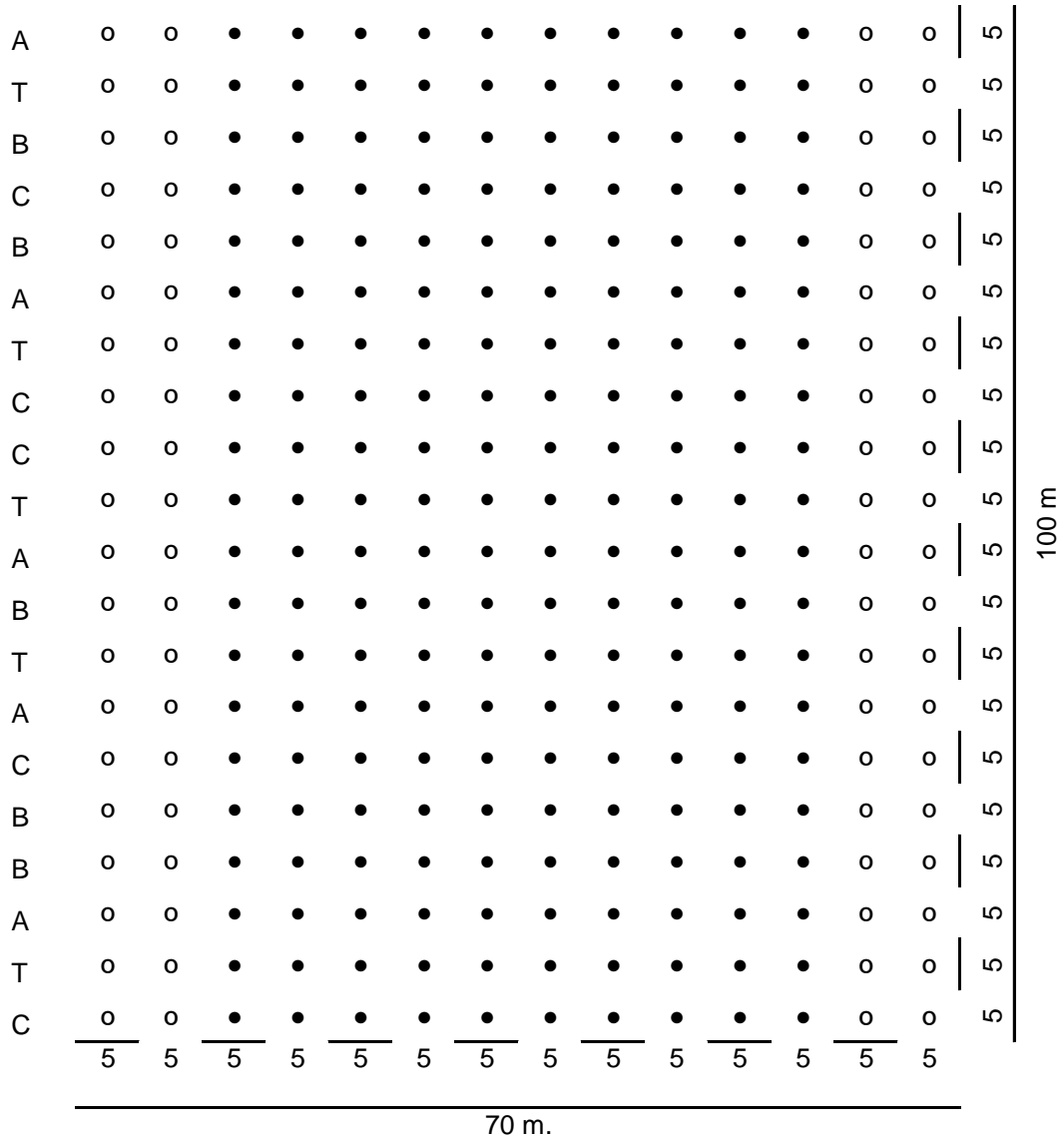
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Arriaga, V., V. Cervantes y A. Vargas-Mena. 1994. Manual de Reforestación con Especies Nativas: Colecta y Preservación de Semillas, Propagación y Manejo de Plantas. SEDESOL / INE – Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F.
- Arteaga, O; W. Espinosa, C. Hernández, A. Mojena y María del Carmen Martínez 1997: Manejo y aplicación de estiércol vacuno como fertilizante en suelos Pardo Grisáceos de Cuba. *Agrotecnia de Cuba*. 27 (1): 55- 58,
- Bascope, F.; Bernardi, A.L.; Lamprecht, H. 1987. Descripciones de árboles forestales no. 1. *S. macrophylla* King. Mérida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 18 p
- Batis, A., M. Alcocer, M. Gual, C. Sánchez y C. Vázquez-Yanes. 1999. Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Instituto de Ecología, UNAM - CONABIO. México, D.F.
- Bocker, I. 1987. Resultados preliminares de los ensayos de especies y procedencias en campo abierto en Selva Central. En: *Avances de la silvicultura en la Amazonia peruana*. 1986 Aug. 2-6; Pucallpa, Perú. Lima, Perú: Instituto Nacional de Desarrollo, Documentos de Trabajo. 11: 156-170.
- Burgos, José A. 1994. Un estudio de la silvicultura de algunas especies forestales en Tingo María, Perú. *Caribbean Forester*. 15(1/2): 14-53.
- Centro De Investigación Agrícola Tropical (CIAT) 1996. Manual de viveros. Módulos de capacitación en sistemas agroforestales. 2da Edición. Santa Cruz, Bolivia pp 132.
- Centro De Investigación Agrícola tropical (CIAT) 2000. Manual para la identificación y control de malezas. Santa Cruz, Bolivia. pp. 206, 207, 214, 215; 309.
- Cervantes, V., M. López, N. Salas y G. Hernández. (1989) En Prensa. Técnicas para Propagar Especies Nativas de la Selva Baja Caducifolia y Criterios para Establecer Áreas de Reforestación. Facultad de Ciencias, UNAM – PRONARE SEMARNAP. México, D.F.

- Chable, A.C. 1967. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. *Ceiba*. 13(2): 1-56.
- Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. *Agric. Handb.* 607. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. 464 p.
- Dirección de Investigación Forestal y de Fauna. 1985. Proyecto de estudio conjunto sobre investigación y experimentación en regeneración de bosques en la zona Amazónica de la República del Perú. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional Forestal y de Fauna y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. 38 p.
- FAO 1991. Guía para la Manipulación de Semillas Forestales, Informe Técnico Volumen 20/2 Roma, Italia pp. 68-111
- Fierros, A; A. Noguéz y E. Velasco. 1999. Paquetes Tecnológicos para el Establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales en Ecosistemas de Climas Templados - Fríos y Tropicales de México. Vol. I. SEMANARP.
- Herrera, R.S.; Marta Monzote y Yolanda Hernández 1987. Contribución al estudio de indicadores agronómicos y de calidad en la asociación Glycine-Bermuda. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 21 (2): 197-203, 1987.
- Holdridge, L.R. 1996. Caoba: notas generales y las posibilidades de su uso por los dueños de terrenos en Puerto Rico para obtener ingresos adicionales. *Revista de Agricultura de Puerto Rico*. 3 (Suplemento): 25-30.
- Holman, R.1961. *Botánica General* primera edición editorial Unión Gráfica S.A. México pp. 269 - 271
- Hong, T.D., S. Linington y R.H. Ellis. 1996. Seed Storage Behaviour: a Compendium. *Handbook for Genebanks*. No. 4. IPGRI. Roma.
- Irmay, H. De. 1988. La caoba (*S. macrophylla* King) en Bolivia. *Caribbean Forester*. 10(1): 43-52.
- Lamb, F.B. 1986. Mahogany of tropical America: its ecology and management. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press. 220 p.
- Mayhew JE y Newton AC. 1998. *Silviculture of Mahogany*. CABI Publishing series. CABI, Wallingford, Reino Unido. 226 pp.

- Méndez, J. y C. Soihet. 1997. Notas Técnicas sobre Manejo de Semillas Forestales. No. 21. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Miranda, F. 1999. Fichas Técnicas de Especies Forestales Estratégicas. No. 24 Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. SEMARNAP - PRONARE. México, D.F.
- Pennington, T.D. y J. Sarukán. 1998. Árboles Tropicales de México. Segunda edición. UNAM - Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Pieter, 1982. Producción forestal, primera edición editorial trillas, México 133 p.
- Rojas, J.A. 1998. Características Morfológicas y Clave de Identificación de plántulas de especies forestales del bosque Tropical de Bolivia. Tesis Profesional (Biología).UMSS. Cochabamba Bolivia 226 P.
- Trinidad Santos, A. 2006. El uso de abonos orgánicos en la producción agrícola. Serie Cuadernos de Ecología N° 10. Montecillo, México.
- Von Carlowitz, P., G., Wolf y R.E.M., Kemperman. 1991. The Multipurpose and Shrub Database. An Information and Decision-Support System. Manual, Versión 1.0. ICRAF. Nairobi, Kenia.
- ZONISIG, 1997. Zonificación Agroecológica y Socio económica y perfil ambiental del Departamento de Pando. Impre

**ANEXO Nº 1
CROQUIS DE CAMPO**




Tratamientos: T = Testigo
 A = 250 gramos de estiércol/planta ● Plantas a evaluar
 B = 500 gramos de estiércol/planta ○ Plantas de bordura
 C = 750 gramos de estiércol/planta



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
LABORATÓRIO DE FERTILIDADE DO SOLO

Nome do Cliente: Universidade Amazonica de Pando
 Endereço: Mejillones Pando Bolivia
 Número da Amostra: 189
 Uso Atual do Solo: Amostra "A"
 Fone:
 Data: 15/05/2008

ANEXO Nº 2
RESULTADOS ANALISIS DE SUELO

Resultados Analiticos	Interpretação	Recomendação		
		Calcário (t/ha)	P ₂ O ₅ /SFS/SFT (t/ha)	K ₂ O/KGI (t/ha)
pH (água 1:2,5)	baixo			
Ca+Mg (cmol _c /dm ³)	-			
Ca (cmol _c /dm ³)	médio			
K(mg/dm ³)	médio			
Na (mg/dm ³)	-			
K (cmol _c /dm ³)	-			
Na (cmol _c /dm ³)	-			
Mg (cmol _c /dm ³)	médio	Método V = 70 %	P₂O₅	K₂O
Al (cmol _c /dm ³)	-	0,00	64,13	0,0
Al + H (cmol _c /dm ³)		(Outras Culturas)		
C (g/kg)	alto			
M.O. %	alto			
P (mg/dm ³)	baixo			
S. Bases (cmol _c /dm ³)	baixo			
S. Bases (cmol _c /dm ³)	médio	Método V = 60%	SFS	KCL
CTC Bases (cmol _c /dm ³)	médio	0,00	320,65	0,0
Valor V (5) = V1	alto	(Pastagem)		
Sat. Al	baixo	Método Al, Ca, Mg	SFT	
Argila	-	-	142,5	

OBS. No Cálculo da Necessidade de Calagem pelo método da saturação de bases considerou-se V2 = 60% (Pasto) e 70 % (Outras Culturas)

No Cálculo dos adubos fosfatados e potássicos foram considerados como nível superior da classe media 15 mg/dm³ para P e de 70 mg/dm³ para K.

Técnico Responsável:

Antonio Pereira De Freitas
 Antonio Pereira De Freitas



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
LABORATÓRIO DE FERTILIDADE DO SOLO

Nome do Cliente: Universidade Amazonica de Pando
Endereço: Mejillones Pando Bolivia
Número da Amostra: 190
Data: 15/05/2008
Fone: Amostra "B"

Resultados Analíticos	Interpretação	Recomendação	
		Calcário (t/ha)	P ₂ O ₅ /SFS/SFT (t/ha)
pH (água 1:2,5)	5,90 baixo		
Ca+Mg (cmol _c /dm ³)	3,80 -		
Ca (cmol _c /dm ³)	1,76 médio		
K (mg/dm ³)	97,00 alto		
Na (mg/dm ³)	24,00 -		
K (cmol _c /dm ³)	0,37 -		
Na (cmol _c /dm ³)	0,15 -		
Mg (cmol _c /dm ³)	2,20 médio	Método V = 70 %	P ₂ O ₅
Al (cmol _c /dm ³)	0,00 -	0,00	79,74
Al + H (cmol _c /dm ³)	0,03 alto	(Outras Culturas)	
C (g/kg)	14,35 alto		
M.O. %	2,80 alto		
P (mg/dm ³)	54,00 médio		
S. Bases (cmol _c /dm ³)	2,60 médio	Método V = 60%	SFS
CTC Bases (cmol _c /dm ³)	1,89 médio	0,00	456,00
Valor V (5) = V1	68,00 alto	(Pastagem)	
Sat. Al	0,02 baixo	Método Al, Ca, Mg	SFT
Argila	-	-	267,0



OBS. No Cálculo da Necessidade de Calagem pelo método da saturação de bases considerou-se V2 = 60% (Pasto) e 70 % (Outras Culturas)
No Cálculo dos adubos fosfatados e potássicos foram considerados como nível superior da classe media 15 mg/dm³ para P e de 70 mg/dm³ para K.

Técnico Responsável:

Antonio Pereira De Freitas