

**UNIVERSIDAD AMAZONICA DE PANDO
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
PROGRAMA INGENIERIA AGROFORESTAL**



**FACTORES ASOCIADOS AL CRECIMIENTO DE LA
MARA (*Swietenia macrophylla* King.) ESTABLECIDOS
EN BOSQUES DEGRADADOS.**

Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal
Presentado por el Univ. Clecio Adnilo Augusto Gadelha

Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

**COBIJA – PANDO – BOLIVIA
2010**

HOJA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

.....
Ing. Ezequiel Salvatierra Loras
TRIBUNAL

.....
Ing. Pedro Gómez Montero
TRIBUNAL

.....
Ing. Omar Sharif Yumaa Enriquez
TRIBUNAL

.....
Ing. Griceldo Carpio Tancara
ASESOR

Cobija _____ de _____ del 2010

DEDICATORIA

A mi esposa Iraci Ferreira de Oliveira por el apoyo incondicionalmente, en toda mi Formación Académica.

A mi Sr. Padre Francisco Pinheiro Dadelha, a mí querida Sra. Madre Olinda Augusta Gadelhla quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

A mis hermanos: Dino Gadelha, Carlos Gadelha, Cleudo y Cesar Gadelha, mi hijo Andre de Oliveira Gadelha, 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 esposa Iraci Ferreira de Oliveira, 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 esposa.

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

A los miembros del tribunal: Ing. Esequiel Salvatierra Lora, Ing. Pedro Gomez Montero, Ing. Omar Sharif Yumaa E, 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	vi
Lista de Gráficos	vii
Resumen	xiii
1. INTRODUCCION	10
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN	12
2.2. BOTANICA	12
2.3. ECOLOGÍA	14
2.4. CONSERVACIÓN	15
2.5. EXPERIENCIAS CON LA PLANTA	16
2.6. CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO	17
2.6.1. Crecimiento de las plántulas	17
2.6.2. Crecimiento en la etapa del Brinsal	18
2.6.3. Comportamiento Radical	19
2.6.4. Reacción a la Competencia	19
2.7. MANEJO	20
2.7.1. Turno y Crecimiento	20
2.7.2. Agentes dañinos	21
2.8. EL BARRENADOR DE VASTAGOS <i>Hypsipyra grandella</i> Zeller.	22
2.8.1. Consideraciones Generales	22
2.8.2. Distribución	23
2.8.3. Descripción del Insecto	23
2.8.4. Biología	24
2.8.5. Plantas hospederas	26

2.8.6. Daños económicos	28
2.8.7. Manejo	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1. UBICACIÓN	32
3.2. MATERIALES	32
3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:	32
3.4. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS	34
3.5. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	36
4. RESULTADOS	37
4.1. CONDICIONES CLIMATICAS	37
4.2. CRECIMIENTO EN ALTURA	39
4.3. CRECIMIENTO EN DIAMETRO	40
4.4. EFECTO DE LA TOPOGRAFIA DEL SUELO	42
4.5. EFECTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO	43
4.6. EFECTO DE LA ALTURA INICIAL	44
4.7. EFECTO DEL ATAQUE DE <i>Hypsipila grandella</i>	45
5. DISCUSION	47
5.1. CONDICIONES CLIMATICAS	47
5.2. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIAMETRO	48
5.3. EFECTO DE FACTORES ABIOTICOS	49
5.4. EFECTO DE FACTORES BIOTICOS	50
6. CONCLUSIONES	52
7. RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	54
ANEXOS	56

LISTA DE CUADROS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedios de temperatura durante el estudio y media normal	28
2.	Precipitación mensual acumulada durante el estudio y media la normal	29
3.	La distribución de frecuencias por clases de altura	30
4.	La distribución de frecuencias por clases diamétricas	32
5.	Número de plantas por tipo de topografía de suelo.	33
6.	Resultados de acidez y fertilidad de las muestras de suelo.	34
7.	Altura Inicial y final después de tres años de crecimiento	35
8.	Número de plantas según grados de ataque de <i>Hypsipyla grandella</i>	37

LISTA DE GRAFICOS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedios de temperatura durante el estudio y media normal	28
2.	Precipitación mensual acumulada durante el estudio y media la normal	30
3.	La distribución de frecuencias por clases de altura	31
4.	La distribución de frecuencias por clases diamétricas	32
5.	Número de plantas por tipo de topografía de suelo.	33
6.	pH del suelo y contenidos de macronutrientes	34
7.	Altura Inicial y final después de tres años de crecimiento	36
8.	Número de plantas según grados de ataque de <i>Hypsipyla grandella</i>	37

RESUMEN

La presente investigación titulada “FACTORES ASOCIADOS AL CRECIMIENTO DE LA MARA (*Swietenia macrophylla* King.) ESTABLECIDOS EN BOSQUES DEGRADADOS” se obtuvo como objetivos específicos: a) Determinar el crecimiento en tres años. b) analizar la influencia la topografía y fertilidad del suelo y c) Analizar la influencia del ataque de *H. grandella* y la altura de planta inicial.

El estudio se realizó en la propiedad privada “Santa Rita” ubicada en la comunidad Bajo Virtudes, municipio Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando, cuyas coordenadas geográficas son: 68°47’00”de longitud Oeste y 11°16’00” de latitud Sur.

La metodología empleada consistió en: una medición inicial de la altura de planta y diámetro de tallo de todas las plantas establecidas; en base a cuyos datos obtenidos se clasificaron en tres grupos de diez plantas cada una: las más altas, las medianas y las más pequeñas; en cada grupo de diez plantas se midieron las variables objeto de estudio que fueron: topografía y fertilidad del suelo, altura inicial y grado de ataque de *Hypsipyra grandella*.

La temperatura promedio durante los tres años fue 25.9°C y la precipitación pluvial acumulada fue de 1781 mm/año, demostraron ser favorables al desarrollo de la mara.

En tres años, las plantas de mara mostraron un crecimiento heterogéneo, que variaron desde 0,6 m hasta 5,9 m con un promedio de 2,23 m. Las plantas ubicadas en la bajura que mostraron mayor fertilidad se observaron un mayor crecimiento, alcanzando un promedio de 5,1 m.

El grado de ataque de la *Hypsipyra grandella* fue similar en todos estados de desarrollo, causando una mortalidad del 10,3% de plantas hasta el tercer año de crecimiento.

Palabras claves: MARA, CAOBA, (*Swietenia macrophylla* King.) CRECIMIENTO ALTURA DE PLANTA Y DIÁMETRO DE TALLO, TOPOGRAFIA Y FERTILIDAD DEL SUELO, *Hypsipyra grandella*.

ABSTRACT

This research entitled "FACTORS ASSOCIATED WITH THE GROWTH OF THE MARA (*Swietenia macrophylla* King.) ESTABLISHED in degraded forests" was obtained as specific objectives: a) Find the growth in three years. b) analyze the influence of topography and soil fertility and c) analyze the influence of H. attack grandella and initial plant height.

The study was conducted on private property "Santa Rita" located in the community under Virtues, Cobija city, province Pando department Nicolas Suarez, whose coordinates are: 68°47'00" west longitude and 11°16'00" N South.

The methodology included: an initial measurement of plant height and stem diameter of all plants in place, based on which the patients were classified into three groups of ten plants each: the highest, medium and most small, in every group of ten plants were measured variables studied were: topography and soil fertility, initial height and degree of attack grandella *Hypsipyla*.

The average temperature during the three years was 25.9 ° C and accumulated rainfall was 1781 mm / year, proved conducive to the development of the mara.

In three years, the plants showed a growth chamber varied, ranging from 0.6 m to 5.9 m with an average of 2.23 m. The plants in the lowlands with the greatest fertility is found stronger growth, averaging 5.1 m.

The degree of grandella *Hypsipyla* attack was similar in all stages of development, causing a mortality of 10.3% of the plants until the third year of growth.

Keywords: MARA, MAHOGANY (*Swietenia macrophylla* King.) HEIGHT OF PLANT GROWTH AND STEM DIAMETER, topography and soil fertility, *Hypsipyla* grandella.

1. INTRODUCCIÓN

El departamento Pando, ubicado en la región norte amazónica de Bolivia, cuenta con una superficie de 63.827 km² de los cuales el 94% está cubierto por bosques naturales (ZONISIG, 1997).

El sector forestal es el más importante de la economía departamental, principalmente debido a los importantes volúmenes de castaña recolectada de sus bosques. La explotación de madera ha adquirido importancia en los últimos años, actualmente las tres especies más valiosas son: mara (*Swietenia macrophylla* King.), 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 (ZONISIG, 1997).

La *Swietenia macrophylla* King, comúnmente conocido como caoba y en nuestro medio como mara, posee la más amplia distribución. Crece de manera natural desde la latitud 23° N. hasta un poco más abajo de la latitud 18° S en el Neotrópico (BASCOPE, 1975).

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 (HOLMAN, 1961)

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 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 (BASCOPÉ, et al. 1975).

Justificación

Las investigaciones hasta ahora efectuadas sobre el establecimiento de la mara en lugar definitivo, han mostrado un crecimiento muy heterogéneo, por lo que amerita determinar los factores que influyen.

En la comunidad “Bajo Virtudes”, del departamento Pando, se cuenta con plantas de mara en desarrollo, implantadas en el lugar definitivo en el mes de enero del año 2006, donde se existen algunos factores causales bióticos como incidencia de *Hypsiphyla grandella* Zeller, altura de planta inicial y abióticos como topografía y fertilidad del suelo.

Objetivos

El objetivo general fue: Determinar los factores asociados al crecimiento de la mara (*Swietenia macrophylla* King.) implantadas en bosques degradados, mientras que los objetivos específicos fueron:

- Determinar el crecimiento de la mara en bosques degradados en tres años.
- Analizar la influencia de factores abióticos como la topografía y fertilidad del suelo.
- Analizar la influencia de factores bióticos como el ataque de *Hypsiphyla grandella* Zeller y la altura de planta inicial.

Hipótesis:

El crecimiento heterogéneo de la mara (*Swietenia macrophylla* King.) en bosques degradados se debe a factores bióticos (incidencia de *Hypsiphyla grandella* Zeller y la altura de planta inicial) y abióticos (topografía y fertilidad del suelo).

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. 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 (30, 33). 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).

2.2. BOTÁNICA

Segùn (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.

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

El hábitat natural de la caoba es el bosque tropical y subtropical de bajura, a altitudes de 50-500 msnm, pudiendo llegar hasta los 1400 msnm, 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, la cual está limitada por una temperatura anual promedio de 24 °C o más, una precipitación anual promedio de entre 2.000 y 4.000 mm (LAMB, 1966).

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; 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).

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 funebris* (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 d.a.p. 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 d.a.p. de 0.94 ± 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. MANEJO

S. 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).

2.7.1. 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).

2.7.2. 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 disuasivos, 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. EL BARRENADOR DE VASTAGOS *Hypsipyla grandella* Zeller.

2.8.1. Consideraciones Generales

El taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller), taladra los brotes de árboles en la familia de las caobas (Meliaceae), especialmente las caobas (*Swietenia spp.*) y los cedros (*Cedrela spp.*). Es una plaga económica importante, y ha sido el objetivo de investigaciones en muchos países tropicales. Es la única especie de *Hypsipyla* en Florida, donde es una plaga de caoba antillana (*Swietenia mahagoni* Jacquin), un árbol nativo que es frecuentemente plantado como un árbol de sombra (Floyd y Hauxwell 2001).

Hypsipyla robusta (Moore) y especies cercanas en Madagascar y África juegan un papel similar como el taladrador de brotes de árboles meliáceos en regiones tropicales del Hemisferio Oriental. Actualmente, se comprende que *Hypsipyla robusta* es un complejo de especies y su taxonomía está siendo resuelta. Se han referido a *Hypsipyla robusta* y talvez a otras especies de este complejo por varios nombres vernáculos en inglés, los cuales se pueden traducir al español como taladrador de toona, polilla del brote de cedro, gusano del brote de cedro, y en algunos países como el

taladrador de caoba. En este artículo, el nombre taladrador de las meliáceas se refiere a la especie de las Américas, *H. grandella*. Nueve especies adicionales de *Hypsipyla* se han descrito. Todas son tropicales (tres en las Américas, y seis en el Hemisferio Oriental). La distribución de cada una de esas es limitada. Ellas no son plagas económicas importantes, y se conoce poco al respecto de su biología. Revisiones recientes de taladradores *Hypsipyla* incluyen libros sobre las caobas con discusiones sobre los insectos asociados incluyen. Treinta y seis trabajos fueron publicados en 'Proceedings of a Workshop on *Hypsipyla* shoot borers' (Floyd y Hauxwell 2001).

2.8.2. Distribución

La distribución del taladrador de las meliáceas probablemente coincide con la de sus plantas hospederas principales, eso es, las caobas y los cedros, i.e., el sur de la Florida, la mayoría de las islas de las Indias Occidentales, México desde Sinaloa hasta el sur, Centromérica, y América del Sur con la excepción de Chile (Floyd y Hauxwell 2001)..

2.8.3. Descripción del Insecto

Los adultos de *H. grandella* son de color de marrón a marrón-grisáceo. La envergadura de las alas anteriores es cerca de 23 a 45 mm. Estas son gris-fuscas sombreadas de color ladrillo en la parte posterior de la ala. Las áreas medias a afueras de las alas anteriores aparecen espolvoreadas con escamas y con puntos negros hacia las puntas de las alas. Las venas de las alas son recubiertas con escamas negras. Las alas traseras son blancas a translucidas con margines oscuras. La cabeza, cuerpo, y patas son de un color castaño-grisáceo (Floyd y Hauxwell 2001).

Huevo. Los huevos del taladrador de las meliaceas son ovalados, aplanados, y miden aproximadamente 0.9 mm de largo por 0.5 mm de

ancho. El color de los huevos cambia de blanco a rojizo dentro de 24 horas después de la oviposición (Floyd y Hauxwell 2001)

Larva. El cuerpo de la larva de los instares jóvenes es de un color habano pálido a blanco, volviendo azul en los instares más avanzados. La cápsula de la cabeza es marrón. Las larvas maduras son de aproximadamente 25 mm de largo (Floyd y Hauxwell 2001).

Pupa. La pupa de *H. grandella* es marrón-negro en color y envuelto en un cocón de seda Floyd y Hauxwell (2001).

2.8.4. Biología

Las polillas adultas son nocturnas y viven siete a ocho días. Estas depositan los huevos durante las horas tempranas de la mañana sobre brotes nuevos, cicatrices de las hojas caídas, hojuelas (especialmente al lado de una vena en la superficie superior), y frutas. Los huevos generalmente se ponen uno por uno, pero a veces están agregados en un grupo de tres o cuatro huevos metidos en axilas de hojas. Una hembra puede poner cerca de 300 huevos, pero típicamente pone no más que unos pocos huevos por cada árbol (Solomon 1995).

En estudios del tiempo de desarrollo del taladrador de las meliáceas alimentándose sobre las hojas frescas de cedro a temperaturas constantes, la duración del estado larval variaba entre 30 (30°C) y 104 días (15°C). En el campo, la duración total del desarrollo de la larva, prepupa y pupa es completo dentro de uno o dos meses, depende las condiciones ambientales, y se puede extenderse si el insecto pasa por diapause. Las larvas recientemente emergidas muchas veces empiezan a alimentarse de la superficie de la hoja o del brote, después taladran en los brotes o sea en las cápsulas de las semillas. Las larvas las cuales taladran en los brotes producen un túnel de varios centímetros de largo. El tallo hueco se seca y se dobla, y las hojas de este se mueran. Una masa de excremento de color

marrón-rojizo entrelazado con hilos de seda del insecto sale de la apertura de entrada. Se puede determinar por la apariencia del excremento expandido si una larva está activamente taladrando en un brote, pues este es compacto y relativamente pálido en color, volviendo más oscuro y desintegrado después de que la larva ya no está alimentándose (por ejemplo, en el estado de la pupa). Al partir un brote infestado, se puede observar la larva o pupa, si uno de estas está adentro (Solomon 1995).

Los taladradores de las caobas atacan brotes nuevos y raramente atacan los brotes maduros. En el sur de Florida, donde el brote de la caoba antillana toma lugar durante abril-junio, los taladradores de caobas atacan los brotes desde los principios de primavera hasta el medio de verano, con picos poblacionales en mayo. En los trópicos, el taladrador de las meliáceas está activo todo el año, con la actividad concentrada en la temporada de lluvias, la cual es el período de crecimiento de brotes de las caobas. Se han observado picos poblacionales en la primavera, i.e., en los principios de la temporada de lluvias (Solomon 1995).

El taladrador de las meliáceas también ataca las cápsulas de las semillas de las caobas, los cedros, y otros árboles meliáceos. Según observaciones sobre el ataque de este insecto en caobas antillanas en el sur de la Florida, raramente perforan las válvulas duras de las cápsulas de las semillas, sino penetran entre ellas al abrir la cápsula. En este sitio consumen las 50-80 semillas, luego penetran el corazón de la cápsula donde a veces pasan el estado de la pupa. En la Florida, el ataque del taladrador de las meliáceas sobre cápsulas de semilla de la caoba antillana está básicamente limitado al período durante la dehiscencia de la cápsula, eso es, en la primavera antes y simultánea con la producción de nuevos brotes. El estadio de la pupa toma lugar adentro del brote hueco o sea en la cápsula de semillas, o ocasionalmente en la capa de hojas muertas o en el suelo debajo los árboles hospederos. El estadio de la pupa dura 8-10 días (Solomon 1995).

2.8.5. Plantas hospederas

Especies de varios géneros en la familia botánica Meliaceae sirven como plantas hospederas del taladrador de las meliáceas, incluyendo *Carapa*, *Cedrela*, *Guarea*, *Khaya*, *Swietenia*, y *Trichilia*. La mayoría de las especies son nativas de los trópicos de las Américas, pero especies exóticas como *Khaya spp.* pueden ser atacadas cuando se crecen en América Tropical (Solomon 1995).

Entre las especies nativas, *Cedrela odorata* L. tiene la distribución más amplia, ocurriendo en las áreas del continente de las Américas de México norteño a través de la Argentina, y en la mayoría de las islas de las Indias Occidentales. El rango de esta especie más o menos coincide con la del taladrador de las meliáceas, con la excepción de que el *C. odorata* no es nativo a la Florida. Hay por lo menos 11 especies de *Cedrela*, y se sabe que el taladrador de las meliáceas ataca por lo menos a algunos de ellos además de atacar al *C. odorata*. Los cedros son árboles de crecimiento rápido y son grandes en la madurez. Su madera se utiliza localmente en maneras numerosas a través de las zonas tropicales americanas, y se plantan como árboles de sombra en áreas urbanas de esta región, pero están presentes solamente como árboles de espécimen ocasionales en la Florida. (Solomon 1995)

El nombre vernáculo del taladrador de las meliáceas de la caoba refleja la importancia comercial de unos de sus plantas hospederas, eso es, las caobas. Las caobas verdaderas (*Swietenia spp.*) son nativas a las zonas tropicales americanas y a algunas áreas afuera de las zonas tropicales con un clima tropical, tales como las Bahamas y Florida meridional. El género incluye las tres especies siguientes: La caoba de las Indias Occidentales (*S. mahagoni* [Jacquin]), que es nativa a la Florida meridional, las Bahamas, y las Antillas Mayores excepto Puerto Rico. Éste es uno de los árboles más populares para uso ornamental o para sombra en áreas urbanas de la Florida meridional, y es un componente de bosques naturales de áreas

tales como los Everglades y Los Cayos de la Florida. Es el único árbol meliáceo grande que es común en la Florida (Solomon 1995).

La caoba (*S. macrophylla* King), que es nativa al continente de América Tropical, ocurre en regiones húmedas tropicales desde alrededor de latitud de 22° N en el lado atlántico de México a través de Centroamérica y de Sudamérica hasta alrededor a la latitud de 22° S en Bolivia. Es actualmente la fuente principal de la madera de caoba, pero en la Florida se encuentra ocasionalmente y solamente como un árbol de espécimen (Solomon 1995).

La caoba del Pacífico (*S. humilis* Zuccarini) se distribuye al lado de las áreas costeras Pacíficas de México hasta Costa Rica. En la Florida es un árbol de espécimen raramente visto (Solomon 1995).

Las caobas verdaderas son quizás los árboles maderables tropicales más importantes del mundo. La madera se usa principalmente como madera de gabinete. Durante la Época de la Colonia en el Caribe la caoba antillana fue explotada extensivamente, y después la caoba, la cual es presente en el continente de las Américas y es más extensivamente distribuida, se convirtió en la fuente principal de la madera de caoba (Solomon 1995).

Unas ciertas especies de árboles meliáceos que son nativas a las zonas tropicales del Hemisferio Oriental son atacadas por el taladrador de las meliáceos (*H. grandella*) cuando estas plantas están presentes en las Américas; en sus regiones nativas son generalmente plantas hospederas del contraparte de este insecto en el Hemisferio Oriental, eso es, *H. robusta*. Un ejemplo es caoba de Nyasalandia, o caoba africana (Solomon 1995).

Por otra parte, el cedro-rojo (*Toona ciliata* [Roemer] var. *australis*), y caoba africana (*Khaya ivorensis* A. Chevallier), ambos árboles meliaceos maderables importantes de las zonas tropicales del Hemisferio Oriental que son atacadas fuertemente por el *H. robusta* al crecer allí, no fueron

atacadas por *H. grandella* cuando estaban presentes en Costa Rica (Solomon 1995).

2.8.6. Daños económicos

Los árboles de caoba son susceptibles al ataque cuando alcanzan una altura de 0.5 m (Griffiths 2001), aunque en la Florida se atacan raramente cuando están menos que cerca de 1.0 m de alto. El daño más severo del insecto a los árboles ocurre cuando una larva taladra en el brote terminal y lo mata. Un ramo lateral crece hacia arriba para substituir al brote terminal perdido, dando por resultado un tallo principal torcido. También, el daño al terminal rompe la dominación apical, dando por resultado una ramificación lateral excesiva. (Howard and Meerow 1993). Los árboles pequeños que los taladradores atacan fuertemente en varias ocasiones en años sucesivos se deformen extremadamente (Floyd y Hauxwell 2001).

El ataque del taladrador de las meliáceas reduce el grado y así el valor monetario de las caobas jóvenes en viveros donde los cultivan para uso como árboles del paisaje, eso es, su principal uso en la Florida. Porque los ataques últimamente resultan en una reducción en el número y la longitud de troncos rectos y claros, el taladrador del brote de la caoba es una plaga importante de caobas, cedros, y otros árboles maderables meliáceos en las zonas tropicales. Atacan un porcentaje más alto de los árboles donde las caobas se crecen en plantaciones que donde estos árboles crecen entremezclados en bosques naturales, y este insecto ha sido un impedimento importante al establecimiento de las plantaciones de caoba. Se necesitan urgentemente métodos de cultivar las caobas en plantaciones para disminuir el impacto de cortarlos en bosques naturales (Floyd y Hauxwell 2001).

Muchos autores han mencionado el daño a las semillas por el taladrador de las meliáceas, e.g., pero éste ha sido generalmente poco importante o en segundo lugar en importancia comparado con el daño a los brotes. Becker

sugirió que la producción de semilla era suficiente para compensar para las pérdidas al taladrador de las meliáceas. Sin embargo, en un estudio en la Florida, el taladrador de las meliáceas atacó hasta 100% de las cápsulas de semilla por árbol de caoba antillana y consumió entre el 50% y 96% de las semillas por cápsula. Durante el mismo período, solamente 14-22% de brotes nuevos en los árboles fue atacado. El impacto de este insecto en la regeneración se debe investigar más (Floyd y Hauxwell 2001).

2.8.7. Manejo

La actividad de la investigación para desarrollar métodos de manejo ha sido mucho mayor para el taladrador de las meliáceas como plaga de los árboles maderables más bien que como árboles ornamentales o de sombra. En cualquier situación, este insecto es supremamente difícil de controlar, sobre todo porque aunque algunos métodos reducen la población de la plaga considerablemente, hasta las poblaciones ligeras pueden causar daño significativo. En hecho, el daño más importante del insecto, destrucción del brote terminal, es el resultado de una sola larva por árbol (Grogan. 2002).

En la Florida, el taladrador de las meliáceas es en gran parte una plaga de la caoba antillana en viveros de macetas y viveros del campo en donde estos árboles nativos se crecen para el uso como árboles de sombra. Las caobas establecidas en el paisaje también son atacadas comúnmente por los taladradores los meliaceas, sobre todo en la primavera, pero el daño no afecta ni el crecimiento perceptiblemente ni la calidad estética de árboles maduros. Solamente se ataca un porcentaje de los brotes crecientes en un árbol, el daño a las ramitas no es visible desde una distancia, y el crecimiento de ramas durante el verano encubre el daño (Grogan. 2002).

Control químico (Grogan. 2002) hizo una revisión de la literatura sobre el control químico de *Hypsipyla spp.*, sumando que después de más de ocho décadas de la investigación en 23 países tropicales todavía no existía ningún método de control químico confiable, económico, y ambientalmente

sano para prevenir daño económico por estos insectos. El sugirió, sin embargo, que el control químico de estas plagas pudiera ser aplicable a las situaciones de viveros. Esto puede ser el caso en la Florida, en donde el taladrador de las meliáceas ataca las ramitas sobre todo en la primavera, y las aplicaciones químicas se pueden concentrar así durante este período.

Como la primer instar de la larva puede alimentarse en los tejidos superficiales por un breve período antes de taladrar en la ramita o la fruta, es teóricamente posible reducir a poblaciones del taladrador de las meliáceas por aplicaciones tópicos de un plaguicida o de un 'antifeedant'. En hecho, unas aplicaciones tópicas repetidas del azadirachtin (extracto de la semilla del neem), un 'antifeedant' de insectos, a los árboles de caoba jóvenes durante el período principal del ataque de caoba del taladrador en la Florida (Abril-Mayo) redujeron la incidencia del daño, pero un experimento similar después no fue conclusivo (Howard, inéditos). Algunos insecticidas del contacto que son eficaces contra otros taladradores de las ramitas han sido probados en el campo para reducir daño por el taladrador de meliáceas sin éxito. Un lavado de raíz con el imidacloprid antes de la estación de primavera no protegió las caobas contra los taladradores. Sin embargo, puesto que el imidacloprid es absorbido en diferentes tasas por diversas especies del árbol, la eficacia de un lavado aplicado más anterior en la estación debe ser ensayado (Grogan. 2002).

Control biológico. Cerca de 40 especies de insectos se han identificado como enemigos naturales del taladrador de las meliáceas en las Américas. Estas son, como el taladrador de las meliáceas sí mismo, nativas a la región. Son indudablemente de diferentes grados de importancia en regulación de poblaciones de este insecto, pero su efecto no es suficiente para prevenir daño económico. Aunque ha habido un cierto interés en las técnicas tales como el aumento de poblaciones de enemigas naturales, el control biológico del taladrador de las meliáceas no se parece una opción prometedora. Esta situación existe sobre todo porque incluso las

poblaciones escasas pueden causar daño económico severo, según lo explicado previamente (Grogan. 2002).

Silvicultura. Las caobas que crecen en bosques naturales ocurren a menudo en las bajas densidades y mezclados con muchas otras especies. Bajo tales condiciones son menos probables ser atacadas por los taladradores de las meliáceas. Este principio se ha aplicado en varias técnicas silviculturales con grados que variaban de éxito, y la investigación todavía sigue en esta área. Se ha observado que en general las caobas que crecen en sombra tienden de ser menos susceptibles o escapan ataque de *Hypsipyla* spp., y las investigaciones recientes sobre el *H. robusta* indican que esta tendencia se debe a una diferencia fisiológica entre los árboles que crecen en sombra o en el abierto (Grogan. 2002).

Mejoramiento de árboles. En la prueba de diversas procedencias de caoba y de cedros, menos daños se ha observado en algunas selecciones. La investigación para identificar razas genéticas de estos árboles que sean resistentes o que puedan superar ataque del taladrador de las meliáceas ha progresado bien (Grogan. 2002).

Manejo integrado. Las conclusiones de los participantes de un taller internacional sobre los taladradores *Hypsipyla* en 1996 eran que las estrategias más prometedoras eran relacionadas a la identificación y uso de genotipos resistentes, y el plantar de árboles de la caoba y del cedro en plantíos mezclados en cambio de plantíos puros y debajo de una canopia establecida. (Floyd y Hauxwell 2001).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó en la propiedad privada del señora Deysi Patróni Montenegro denominada “Santa Rita”, ubicado en la comunidad “Bajo Virtudes”, municipio Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando.

Geográficamente se halla ubicada entre los paralelos 11°16'00” de latitud Sur y entre los meridianos 68°47'00” de longitud Oeste.

3.2. MATERIALES

Equipos y herramientas de campo

- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Libreta de campo
- Computadora e impresora
- Cámara fotográfica digital

Material vegetal e insumos:

- Plantas de mara (*Swietenia macrophylla* King.), establecidas con tres años de anterioridad.

3.3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

En la propiedad privada donde se realizó la investigación actualmente se cuenta plantas de mara establecidas en el mes de enero del año 2007, los mismos muestran un desarrollo muy heterogéneo, por lo que se efectuaron las siguientes actividades específicas.

Medición inicial: consistió en la medición de la altura de planta y diámetro de tallo de todas las plantas establecidas.



En base a los datos obtenidos se clasificaron en tres grupos de diez plantas cada una: las más altas, las medianas y las más pequeñas.

A continuación en cada grupo de diez plantas se midieron las variables objeto de estudio, de acuerdo al detalle que se describe en el siguiente acápite y como se muestra en el siguiente croquis.

339	371	588	242	194		221	90	248	157	186	256		228	305	255
472	267	413	252	549	363	450	357	183	258	341	137	273	259	135	263
276	249	225	353	143	189	426	260	320	453	251	163	115	220	356	332
97	524	269	230	596	255	185		351	232		107	62	90		241
410	333		259	324	365	227	400	217	252	277	348	92	150	103	
311	106	176	165	245	94	369	228	253	173	402	142	89	223	182	273
	192	164	168	155	456	178	159	168	168	406		176	179	211	238
100	118	152	88	101	164	321	150		156	225	174	309	274	374	174
266	71	143		90	148	160	182	143		279	183		333	470	327
98	106	164	335	168	138	178	218	472	161	152	239	454		191	524
102	70	83	179	138	172		135	246	77	85	112	65	320		65
113	88	84	101	65		266	155	173	88	178	97	95	214	262	269
323		66	134	179	303	118	186	182	79	110		211	217	185	245
130	214	144	115		164	345	217	308	91		249	134		366	

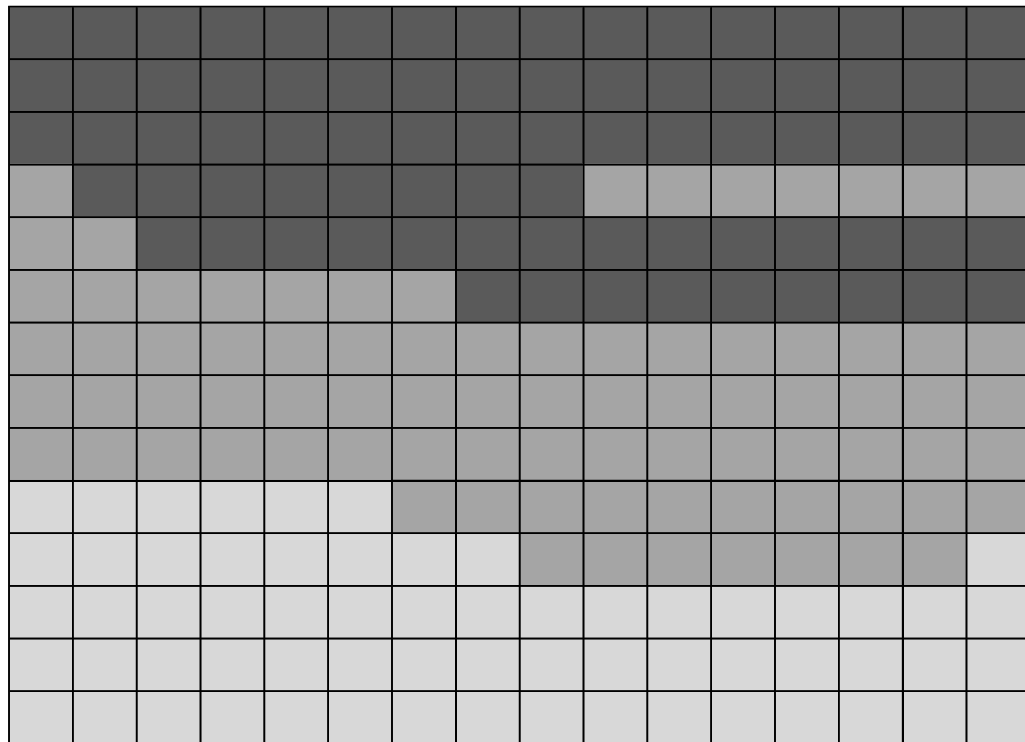
■	Plantas grandes	■	Plantas pequeñas
■	Plantas medianas	■	Plantas muertas

3.4. METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS:

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

a) Topografía del suelo

Con la ayuda de un GPS y clinómetro, se midió la pendiente vertical (sobre las hileras) y horizontal (en las filas), expresándolo en porcentaje.



b) Fertilidad del suelo:

Del área circundante (2 metros de radio) de cada de planta se recolectaron muestras de suelo hasta una profundidad de aproximadamente 50 cm, se mezclaron las muestras obtenidas de las diez plantas y por el método de cuarteo se obtuvo una muestra representativa de aproximadamente un kilogramo.



Las muestras fueron enviadas al laboratorio de suelos de la Universidad Federal del Acre – Brasil, donde se sometió al análisis físico químico de las muestras y se determinaron del contenido de macro y micro nutrientes.

c) Altura inicial:

Para obtener esta información se recurrirá a la información documental, registrado durante el trasplante o establecimiento de las plantas en el lugar definitivo, y mediante el análisis de regresión y correlación se determinará si hubo influencia de esta variable.

d) Incidencia de *Hypsiphyla grandella* Zeller:

Mediante observación directa se determinó si hubo o no la el ataque de este insecto.



3.5. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos fueron vaciados en una hoja electrónica EXCEL y posteriormente sometidos al análisis de varianza mediante el paquete estadístico SPSS 11.5.

4. RESULTADOS

4.1. CONDICIONES CLIMATICAS

La temperatura promedio durante el periodo de estudio (2007 – 2009) y la media normal (1931 – 1990) se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.

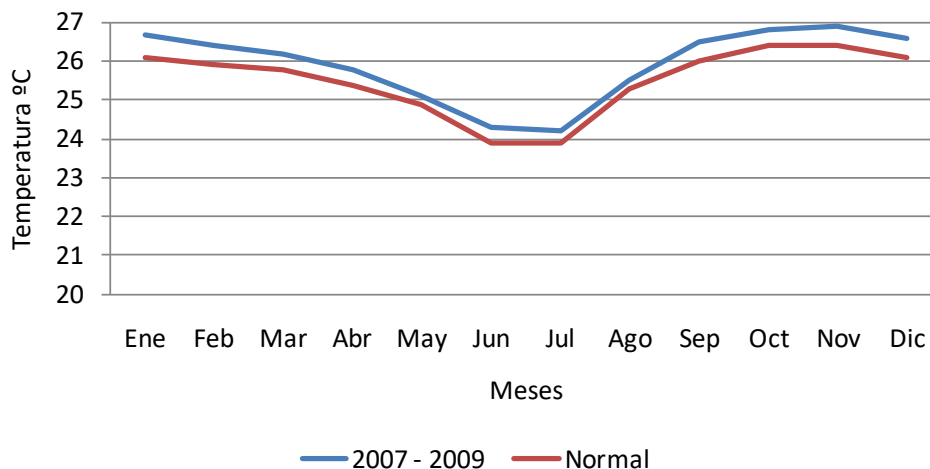
Promedios de temperatura durante el estudio y media normal

Meses	Normal	2007 – 2009	Diferencia
Ene	26,7	26,1	0,6
Febrero	26,4	25,9	0,5
Marzo	26,2	25,8	0,4
Abril	25,8	25,4	0,4
Mayo	25,1	24,9	0,2
Junio	24,3	23,9	0,4
Julio	24,2	23,9	0,3
Agosto	25,5	25,3	0,2
Septiembre	26,5	26,0	0,5
Octubre	26,8	26,4	0,4
Noviembre	26,9	26,4	0,5
Diciembre	26,6	26,1	0,5
Promedio	25,9	25,5	0,4

Fuente: SENHAMI (2010)

Gráfico N° 1

Promedios de temperatura durante el estudio y media la normal



Durante el periodo de estudio, se registró un promedio de 25.9°C y que según los meses varían desde 24,2°C en el mes de julio hasta 26,9°C en el mes de noviembre, con respecto a la normal, es posible afirmar que la temperatura incremento en 0,4°C.

La precipitación mensual acumulada durante el periodo (Ene 2007 – Dic 2009) de estudio y su comparación con la media normal (1931 – 1990) se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.
Precipitación mensual acumulada durante el estudio
comparado con media la normal

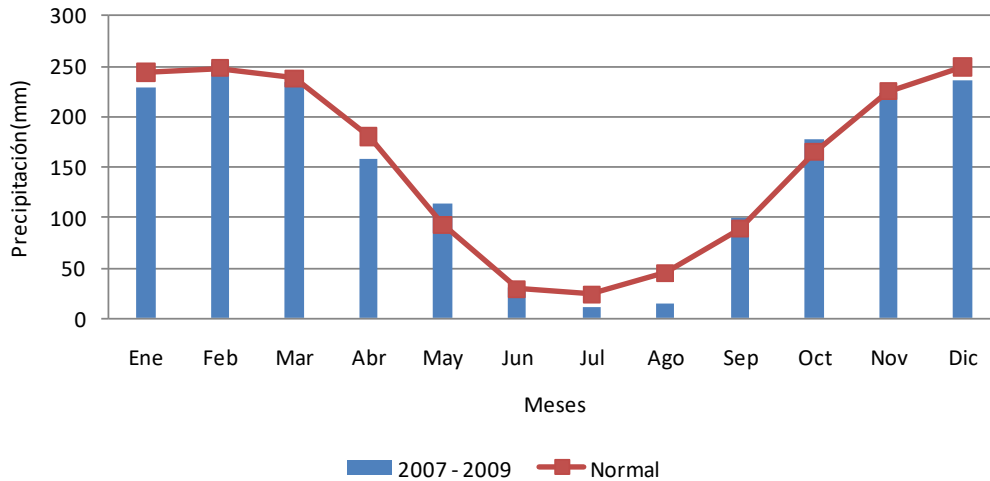
Meses	Normal	2007 – 2009	Diferencia
Ene	229	244	-15
Febrero	253	248	5
Marzo	235	238	-3
Abril	158	180	-22
Mayo	114	93	21
Junio	30	29	1
Julio	12	24	-12
Agosto	15	45	-30
Septiembre	99	89	10
Octubre	177	165	12
Noviembre	223	225	-2
Diciembre	236	249	-13
Promedio	1781	1829	-48

Fuente: SENHAMI (2010)

Durante el periodo de estudio, se registró un promedio de 1781 mm por año y según los meses varían desde 12 mm en el mes de julio hasta 253 en el mes de febrero, con respecto a la normal, es posible afirmar que la precipitación pluvial disminuyó en 48 mm.

Gráfico N° 2

Precipitación pluvial mensual acumulada durante el estudio comparado con media la normal



4.2. CRECIMIENTO EN ALTURA

Los resultados de la medición de altura de planta se muestran en el Anexo N° 2 y la distribución de frecuencias por clases de altura que se muestra en el cuadro N° 3,

Cuadro N° 3.- La distribución de frecuencias por clases de altura

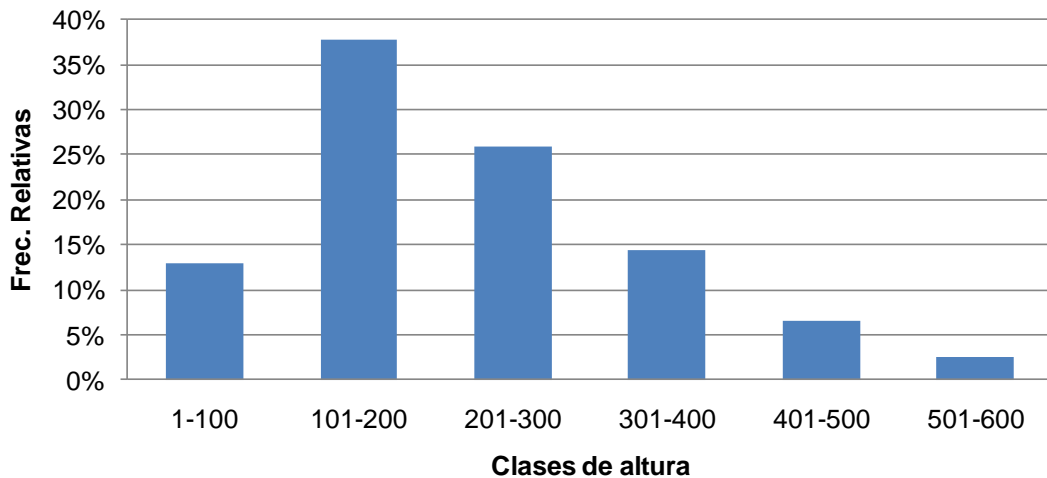
Clases de altura (cm)	Marcas de clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frec. Ac.Rel.
< 100	50	26	12,9%	26	12,9%
101-200	150	76	37,8%	102	50,7%
201-300	250	52	25,9%	154	76,6%
301-400	350	29	14,4%	183	91,0%
401-500	450	13	6,5%	196	97,5%
501-600	550	5	2,5%	201	100,0%
Total		201	100,0%		

Fuente: Elaboración propia

Considerando que en el área efectiva a evaluar fueron establecidas un total de 224 plantas y actualmente permanecen 201 individuos, esto equivale a una mortalidad de 10,3% de plantas durante los tres años, por diferentes razones entre las cuales se puede señalar la incidencia del insecto *Hypsiphyla grandella* y la escasa humedad durante los meses más secos del año.

La información anterior, permite afirmar que durante los tres años, en promedio las plantas alcanzaron un promedio de 223 y una desviación típica de 113 cm la mayor proporción de plantas se concentran entre 100 - 200 cm con el 37,8%, mientras que las menores proporciones corresponden a las clases mayores a 500 cm.

Gráfico N° 3.- La distribución de frecuencias por clases de altura



4.3. CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE TALLO

Los resultados de la medición del diámetro del tallo se muestran en el Anexo N° 2 y la distribución de frecuencias por clases diamétricas en el cuadro N° 4

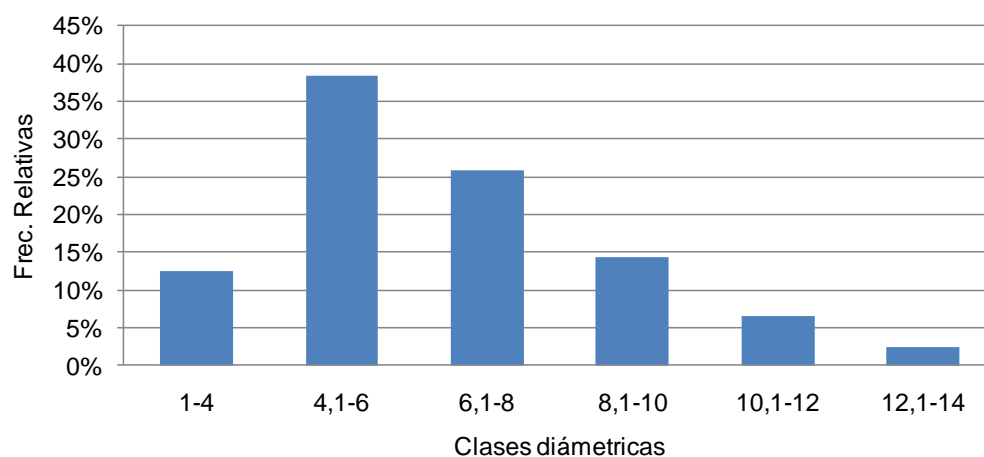
Cuadro N° 4.- La distribución de frecuencias por clases diamétricas

Clases diám. (cm)	Marcas de clase	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frec. Ac.Rel.
< 4,0	3,0	25	12,4%	25	12,4%
4,1-6,0	5,0	77	38,3%	102	50,7%
6,1-8,0	7,0	52	25,9%	154	76,6%
8,1-10,0	9,0	29	14,4%	183	91,0%
10,1-12,0	11,0	13	6,5%	196	97,5%
12,1-14,0	13,0	5	2,5%	201	100,0%
Total		201	100,0%		

Fuente: Elaboración propia

La información anterior, permite afirmar que durante los tres años, las plantas alcanzaron un promedio de 6,46 cm de diámetro de tallo y una desviación típica de 2,26 cm la mayor proporción de plantas se concentran entre 4 - 6 cm con el 38,3%, mientras que las menores proporción corresponden a la clase entre 12 a 14 cm con solo 2,5%

Gráfico N° 4.- La distribución de frecuencias por clases diamétricas



4.4. EFECTO DE LA TOPOGRAFIA DEL SUELO

En el cuadro N° 5 se observa el número de plantas de mara en los tres tipos de topografía del suelo, el mismo permite afirmar que las plantas de mayor altura se concentran en la llanura, mientras que las de menor altura en la meseta.

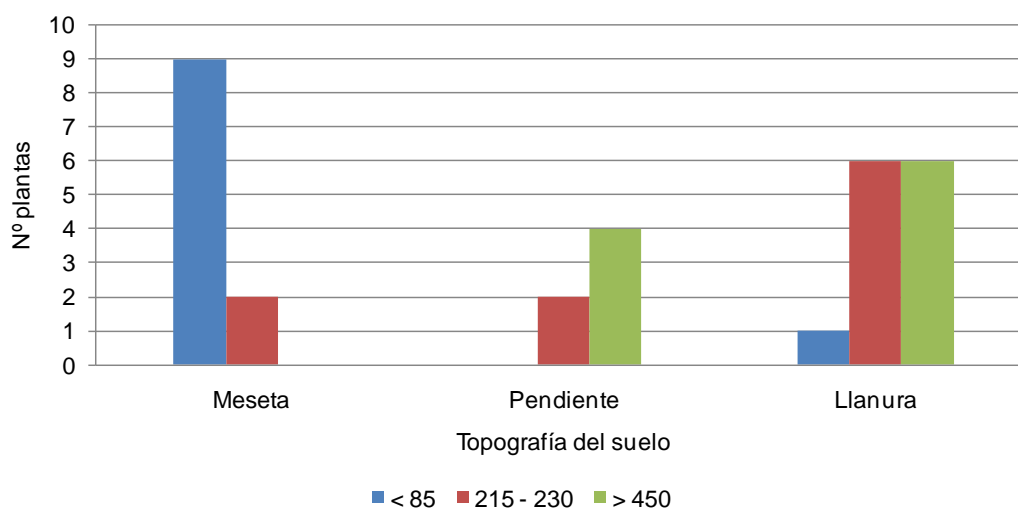
Cuadro N° 5.- Número de plantas por tipo de topografía de suelo.

Clases altura (cm)	Meseta	Pendiente	Llanura	Sub total
< 85	9	0	1	10
215 - 230	2	2	6	10
> 450	0	4	6	10
Sub total	11	6	13	30

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la prueba de Chi Cuadrado ($X^2c = 20,03$ y $X^2t = 9,49$), se observa que $X^2c > X^2t$, en consecuencia la llanura ha mostrado condiciones favorables para el crecimiento durante los primeros tres años.

Gráfico N° 5.- Número de plantas por tipo de topografía del suelo.



4.5. EFECTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.

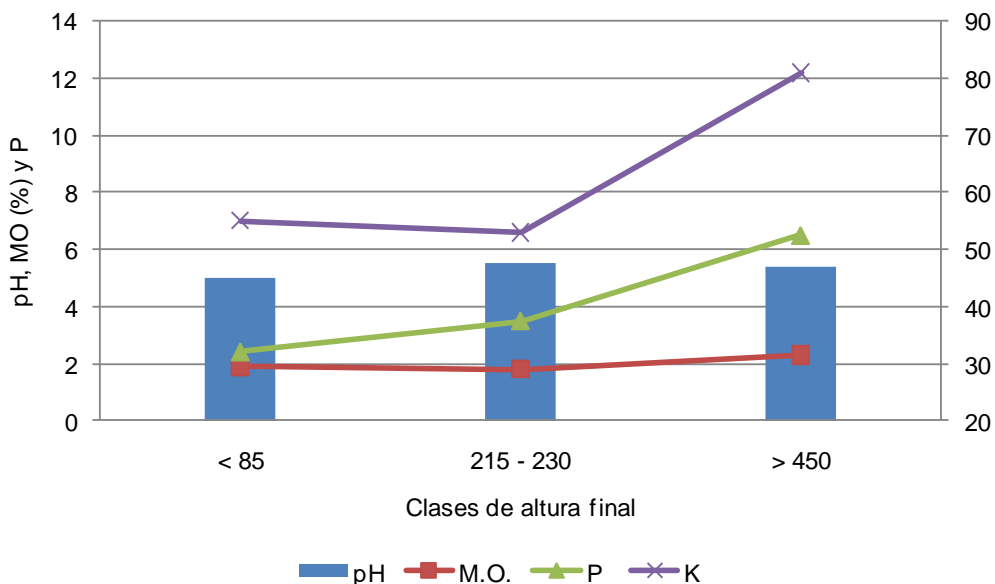
Los resultados del análisis de las muestras de suelo, en cuanto a acidez, materia orgánica y contenido de macronutrientes se detallan en el cuadro N° 6.

Cuadro N° 6.- Resultados de acidez y fertilidad de las muestras de suelo.

Clases de altura	pH (agua 1:2,5)	M.O. (%)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)
< 85	5,0 ácido	1,9 bajo	2,4 bajo	55 medio
215 - 230	5,5 mod ácido	1,8 bajo	3,5 bajo	53 medio
> 450	5,4 mod ácido	2,3 medio	13,3 medio	81 alto

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 6.- pH y contenido de macronutrientes



En general, el suelo del área experimental presenta un pH con tendencia a la acidez, el área donde se observó un menor desarrollo de las plantas el suelo es ácido, mientras que el área donde se desarrollaron las plantas

medianas y las de mayor crecimiento es moderadamente ácido. El contenido de materia orgánica (M.O.) y fósforo (P) varía de bajo en los sectores de menor crecimiento de plantas hasta medio en sectores de mayor crecimiento, mientras que el contenido de potasio (K) varía de medio a alto.

4.6. EFECTO DE LA ALTURA INICIAL

En el cuadro N° 7 se muestra la altura de planta cuando fueron trasplantadas al lugar definitivo y la altura que presentan después de tres años de desarrollo en lugar definitivo.

Cuadro N° 7.- Altura Inicial y final después de tres años de crecimiento

N°	Menor a 85 cm		Entre 215 a 230 cm		Mayor a 450 cm	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1	53	71	60	225	50	472
2	54	70	50	221	52	524
3	41	83	38	227	51	588
4	41	66	53	218	64	549
5	51	65	57	217	45	596
6	50	77	58	217	55	456
7	55	79	37	225	43	472
8	33	62	57	220	65	453
9	44	65	46	223	56	470
10	35	65	52	217	60	524
Max	55	83	60	227	65	596
Min	33	62	37	217	43	453
Prom	45,7	70,3	50,8	221	54,1	510,4
Desv.	8,0	7,1	8,1	3,8	7,4	53,8

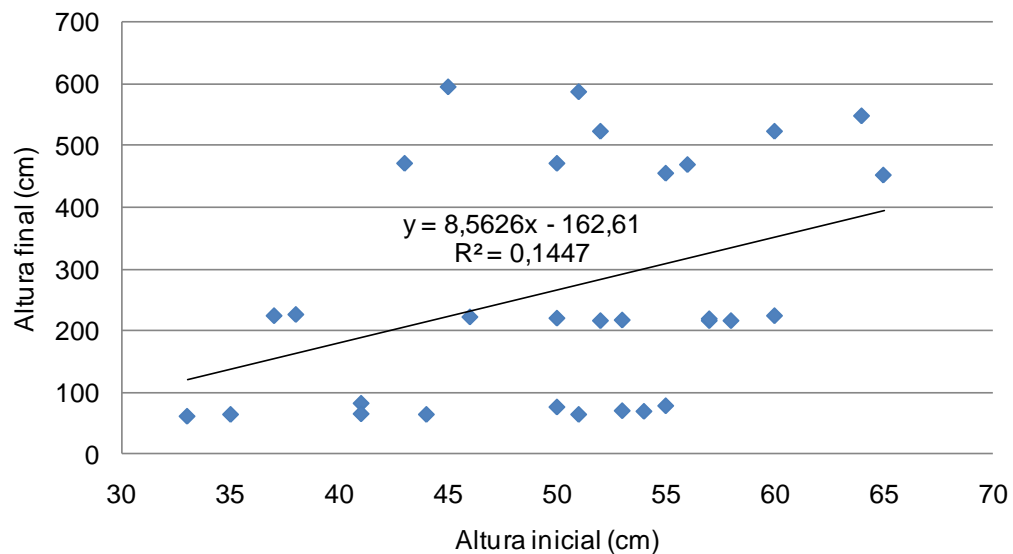
Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior se observa que los promedios y desviación típica para la altura de planta inicial son estadísticamente iguales, mientras los

resultados después de tres años de crecimiento muestran diferencias estadística significativa, en consecuencia es posible afirmar que la altura inicial (trasplante) de la planta no tuvo efecto sobre el desarrollo en los primeros tres años.

El siguiente gráfico muestra que existe una leve tendencia a una relación directamente proporcional entre altura inicial y altura final, sin embargo el coeficiente ($r = 0,38$) indica una correlación baja.

Cuadro N° 7.- Correlación entre Altura Inicial y final



4.7. EFECTO DEL ATAQUE DE *Hypsipyla grandella*

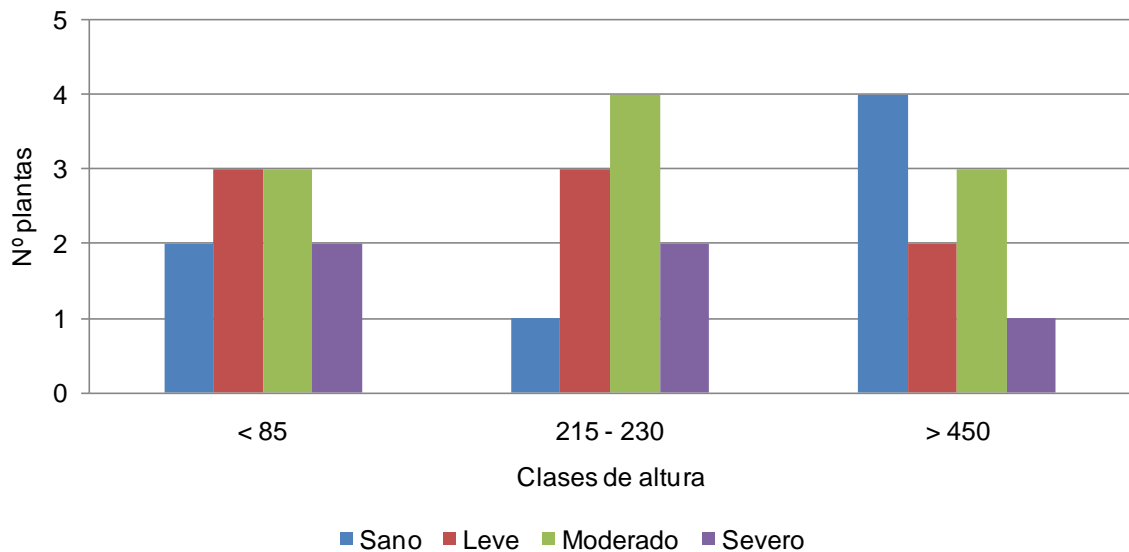
Durante los tres años de desarrollo de las plantas de mara en el lugar definitivo se observó la incidencia y ataque de la *Hypsipyla grandella*, en diferentes grados, los resultados de la observación durante el periodo de estudio se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 8. Número de plantas según grados de ataque de *Hypsipyla grandella*

Clases de altura	Grados de ataque			
	Sano	Leve	Moderado	Severo
< 85	2	3	3	2
215 - 230	1	3	4	3
> 450	4	2	3	1

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 7. Número de plantas según grados de ataque de *Hypsipyla grandella*



Sometidos los datos a la prueba de Chi Cuadrado, se obtuvo que $X^2c = 2,85$ y $X^2t = 1,635$, en consecuencia $X^2c < X^2t$, lo que indica que el grado de ataque de *Hypsipyla grandella* es igual en cualquier tamaño de planta.

5. DISCUSION

5.1. CONDICIONES CLIMATICAS

Durante el periodo de estudio, se registró un promedio de 25.9°C y variaron desde 24,2°C en el mes de julio hasta 26,9°C en el mes de noviembre, con respecto a la normal (1931 – 1990), se registró un incremento de 0,4°C. Mientras que la precipitación pluvial acumulada registró un promedio de 1781 mm por año y según los meses varían desde 12 mm en el mes de julio hasta 253 en el mes de febrero, con respecto a la normal disminuyó en 48 mm.

Al respecto, BAUER (1987), indica que el hábitat natural de la caoba es el bosque tropical y subtropical 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. 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.

Por su parte, LAMB, (1966), señala que 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. Bajo ciertas circunstancias ecológicas, la mara se extiende hacia la zona de vida tropical húmeda, la cual está limitada por una temperatura anual promedio de 24°C o más, una precipitación anual promedio de entre 2.000 y 4.000 mm.

En consecuencia, es posible afirmar que las condiciones climáticas del área donde se realizó la presente investigación, es decir el municipio de Cobija y en general el departamento Pando, reúnen las condiciones adecuadas para el desarrollo de la mara.

5.2. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIAMETRO

En los tres primeros años después de su establecimiento en lugar definitivo, en promedio las plantas alcanzaron un promedio de 223 y una desviación típica de 113 cm la mayor proporción de plantas se concentran entre 100 - 200 cm con el 37,8%, mientras que las menores proporciones corresponden a las clases mayores a 500 cm. El diámetro de tallo presentó un promedio de 6,46 cm y una desviación típica de 2,26 cm la mayor proporción de plantas se concentran entre 4 - 6 cm con el 38,3%, mientras que las menores proporción corresponden a la clase entre 12 a 14 cm con solo 2,5%

Al respecto, Burgos, (1994), indica que los árboles en una 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. En otra plantación de caoba en Puerto Rico, cuatro parcelas de 23 a 26 años de edad tuvieron un incremento anual promedio en el d.a.p. de 0.94 ± 0.01 cm por año.

Los resultados de la presente investigación son significativamente menores a los obtenidos en otras investigaciones, esta situación se debe posiblemente a la baja fertilidad y características topográficas del suelo, como lo demuestran los datos que se analizan en los acápite siguientes.

5.3. EFECTO DE FACTORES BIOTICOS

Los resultados del el número de plantas de mara en los tres tipos de topografía del suelo, permite afirmar que las plantas de mayor altura se concentran en la llanura, mientras que las de menor altura en la meseta.

El suelo del área experimental presenta un pH con tendencia a la acidez, el área donde se observó un menor desarrollo de las plantas el suelo es ácido, mientras que el área donde se desarrollaron las plantas medianas y las de mayor crecimiento es moderadamente ácido. El contenido de materia orgánica (M.O.) y fósforo (P) varía de bajo en los sectores de menor crecimiento de plantas hasta medio en sectores de mayor crecimiento, mientras que el contenido de potasio (K) varía de medio a alto.

Al respecto, BAUER, (1987) afirma que el hábitat natural de la caoba es el bosque tropical y subtropical de bajura, a altitudes de 50-500 msnm; 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.

Por su parte, LAMB, (1966), indica que 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. 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.

Comparando los datos obtenidos en la presente investigación con los indicados por la bibliografía, es posible afirmar que la topografía del suelo fue determinante para el desarrollo de la mara en los tres primeros años en el lugar definitivo, toda vez que en la bajura o llanura se conserva mejor la humedad, además retiene mayor cantidad de materia orgánica y por consiguiente una mayor fertilidad del suelo, mientras que en la meseta y áreas con pendiente se observa una menor humedad y baja contenido de materia orgánica.

5.4. EFECTO DE FACTORES BIOTICOS

Los resultados de la presente investigación indican que los promedios para la altura de planta inicial son estadísticamente iguales, mientras los resultados después de tres años de crecimiento muestran diferencias estadística significativa, el análisis de regresión y correlación indica que existe una leve relación directamente proporcional entre altura inicial y altura final con un coeficiente de correlación baja ($r = 0,38$).

Al respecto no se encontró bibliografía específica que haga referencia a esta relación, sin embargo, es posible afirmar que la altura inicial (trasplante) de la planta tuvo no efecto significativo sobre el desarrollo de la mara en los primeros tres años.

Durante los tres años de desarrollo de las plantas de mara en el lugar definitivo se observó la incidencia y ataque de la *Hypsipyla grandella*, en diferentes grados, los resultados del análisis estadístico indican que el grado de ataque de *Hypsipyla grandella* es igual a diferentes alturas de planta.

Al respecto, Floyd y Hauxwell (2001), indican que el taladrador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller), taladra los brotes de árboles en la familia de las caobas (Meliaceae), especialmente las caobas (*Swietenia spp.*) y los cedros (*Cedrela spp.*). Es una plaga económica importante, y ha sido el objetivo de investigaciones en muchos países tropicales. Es la única especie

de *Hypsipyla* en Florida, donde es una plaga de caoba antillana (*Swietenia mahagoni* Jacquin), un árbol nativo que es frecuentemente plantado como un árbol de sombra.

Por su parte, Griffiths (2001), los árboles de caoba son susceptibles al ataque cuando alcanzan una altura de 0.5 m, aunque en la Florida se atacan raramente cuando están menos que cerca de 1.0 m de alto. El daño más severo del insecto a los árboles ocurre cuando una larva taladra en el brote terminal y lo mata. Un ramo lateral crece hacia arriba para substituir al brote terminal perdido, dando por resultado un tallo principal torcido. También, el daño al terminal rompe la dominación apical, dando por resultado una ramificación lateral excesiva.

Lo indicado por los autores citados confirman los resultados obtenidos en la presente investigación, por lo que es posible afirmar que la presencia de *Hypsipyla grandella* fue similar en todos los estados de desarrollo de las plantas de mara durante los tres primeros años.

6. CONCLUSIONES

Los resultados de la evaluación del crecimiento de la mara después de tres años de ser establecidos en lugar definitivo, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- Las condiciones climáticas del área de estudio, cuya temperatura promedio durante los tres años fue 25.9°C y la precipitación pluvial acumulada fue de 1781 mm/año, demostraron ser favorables al desarrollo de la mara.
- Durante los primeros tres años después de haber sido establecidos en el lugar definitivo, las plantas de mara tuvieron un crecimiento heterogéneo que variaron desde 0,6 m hasta 5,9 m alcanzando una altura promedio de 2,23 m.
- Las plantas ubicadas en la bajura, registraron un mayor crecimiento, debido a que en esta área se conserva mejor la humedad del suelo, mientras que las áreas con elevada pendiente y mayor altura tuvieron efectos adversos al crecimiento.
- Los suelos con pH 5,4 (moderadamente ácido), materia orgánica 2.3% (moderado), contenido de fósforo 13,3 mg/dm³ (medio) y 81 mg/dm³ (alto), dieron lugar a un crecimiento promedio de 5,1 m en tres años, mientras que los suelos con pH 5,0 (ácido), materia orgánica 1,9% bajo, fósforo 2,4 mg/dm³ (bajo) y potasio 55 mg/dm³ (medio), dieron lugar a un crecimiento promedio de 0,7 m.
- La altura de planta inicial (al momento del trasplante) demostró tener un efecto leve sobre el crecimiento de la mara durante los primeros tres años en el lugar definitivo.
- El grado de ataque de la *Hypsipyla grandella* fue similar en todos estados de desarrollo, causando una mortalidad del 10,3% de plantas hasta el tercer año de crecimiento.

7. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación es posible efectuar las siguientes recomendaciones:

- Para el establecimiento de la mara en bosques secundarios se debe tener en cuenta la topografía del suelo, evitando los que tienen elevada pendiente y aquellas que tengan poca retención de humedad.
- Efectuar investigaciones sobre el establecimiento de la mara en asociación con otras especies forestales o frutales orientadas a mantener la humedad del suelo.
- En lo posible emplear material vegetal (plántulas) más vigorosas para el trasplante al lugar definitivo.
- Efectuar nuevas investigaciones orientadas a reducir la incidencia de la *Hypsipyla grandella*, toda vez que las larvas de este insecto producen efectos considerables sobre el desarrollo de las plantas de mara en los primeros etapas de crecimiento.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. BASCOPÉ, F.; BERNARDI, A.L.; LAMPRECHT, H. 1975. Descripciones de árboles forestales No. 1. *S. macrophylla* King. Merida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 18 p.
2. BAUER, G.P. 1987. *S. macrophylla* and *S. macrophylla* X *S. mahagoni* development and growth: the nursery phase and the establishment phase in line planting in the Caribbean National Forest, Puerto Rico. Syracuse, NY: College of Environmental Science and Forestry, State University of New York. 310 p. Tesis de M.S.
3. 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.
4. CENTRO DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA TROPICAL (CIAT) 1996. Manual de viveros. Módulos de capacitación en sistemas agroforestales. 2da Edición. Santa Cruz, Bolivia pp 132.
5. CHINTE, F.O. 1952. Trial planting of large-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). *Caribbean Forester*. 13(2): 75-84.
6. FAO, 1991. Guía para la Manipulación de Semillas Forestales, Informe Técnico Volumen 20/2 Roma, Italia pp. 68-111
7. HOLMAN, R. 1961. Botánica General primera edición editorial Unión Gráfica S.A. México pp. 269 - 271
8. HOLMES, C.H. 1954. Seed germination and seedling studies of timber trees of Ceylon. *The Ceylon Forester*. 1 (New Series, 3): 3-36.

9. HOWARD, F.W.; SOLIS, M. ALMA. 1989. Distribution, life history, and host plant relationships of mahogany webworm, *Macalla thyrsoalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist*. 72(3): 469-479.
10. IRMAY, H. 1984. La caoba (*S. macrophylla* King) en Bolivia. *Caribbean Forester*. 10(1): 43-52.
11. LAMB, F.B. 1966. Mahogany of tropical America: its ecology and management. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press. 220 p.
12. MARQUETTI, J.R.; GIANZA, M.A.; LEON ACOSTA, J.L.; MONTEAGUDO, R. 1975. Algunos aspectos del comportamiento genético de las *Swietenias*. *Baracoa*. 5(1/2): 1-27.
13. PIETER, 1982. Producción forestal, primera edición editorial trillas, México 133 p.
14. 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.
15. SENAMHI. 2010. Servicio Nacional de Meteorología Hidrología. Bolivia. (Disponible en: www.ine.gov.bo/estadisticas_ambientales)
16. UGAMOTO, M.; PINEDO, J. 1986. Ensayo de germinación de veinticuatro especies forestales de la zona forestal Alexander von Humboldt. Nota Técnica 6. Pucallpa, Perú: Centro Forestal y de Fauna (CENFOR XII), Dirección de Investigación y Capacitación. 19 p.
17. ZONISIG, 1997. Zonificación Agroecológica y Socio económica y perfil ambiental del Departamento de Pando. Impreso en Bolivia 159 P.

Anexo N° 2

Altura de Planta a los tres años después del establecimiento.

339	371	588	242	194		221	90	248	157	186	256		228	305	255
472	267	413	252	549	363	450	357	183	258	341	137	273	259	135	263
276	249	225	353	143	189	426	260	320	453	251	163	115	220	356	332
97	524	269	230	596	255	185		351	232		107	62	90		241
410	333		259	324	365	227	400	217	252	277	348	92	150	103	
311	106	176	165	245	94	369	228	253	173	402	142	89	223	182	273
	192	164	168	155	456	178	159	168	168	406		176	179	211	238
100	118	152	88	101	164	321	150		156	225	174	309	274	374	174
266	71	143		90	148	160	182	143		279	183		333	470	327
98	106	164	335	168	138	178	218	472	161	152	239	454		191	524
102	70	83	179	138	172		135	246	77	85	112	65	320		65
113	88	84	101	65		266	155	173	88	178	97	95	214	262	269
323		66	134	179	303	118	186	182	79	110		211	217	185	245
130	214	144	115		164	345	217	308	91		249	134		366	