

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



**ADAPTABILIDAD DE DIECIOCHO ACCESIONES DE MARA
(*Swietenia macrophylla* King) DURANTE EL TERCER
SEMESTRE, EN EL LUGAR DEFINITIVO (CINTA – UAP)**

Tesis de grado para obtener el grado de Ingeniero Agroforestal

Presentado por Univ. Julio Cesar Suárez Sánchez

Asesor: Ing. David Gómez Roca

COBIJA – PANDO – BOLIVIA

2013

HOJA DE APROBACION

.....
Ing. Griceldo Carpio Tancara
TRIBUNAL

.....
Ing. Heraclidas Reyes López
TRIBUNAL

.....
Ing. Daniel Rojas Céspedes
TRIBUNAL

.....
Ing. David Gómez Roca
ASESOR

Cobija, Diciembre del 2013

DEDICATORIA

Dedico esta investigación, a mis padres Elsa Sánchez Chávez y Antonio Suarez Loayza; y a mis Hermanos.

También la dedico a mi Hijo y Esposa por su incomparable apoyo, a mis amigos que me han brindado su apoyo en el proceso de elaboración de este proyecto.

A este Girón patrio, que es Pando por permitir ser parte de el y acogerme en su seno sin reprochar las esperanzas de la oportunidades que nos da la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por permitirme estar consiente de las cosas que me he trazado en la vida, como ser esta investigación que sin duda marcara espacios muy importantes en mi vida profesional, a mi familia por darme la oportunidad de estudiar y de sobresalir en la vida.

A los docentes desde el inicio hasta el final del programa de Ing. Agroforestal, especialmente al Ing. Ezequiel Salvatierra Loras por la enseñanza y apoyo recibido sin condiciones en este trabajo de investigación.

A mi asesor de tesis: Ing. David Gómez Roca. por sus sugerencias y orientaciones en la ejecución de la presente investigación

A los miembros del tribunal: Ing. Griceldo Carpio T., Heráclides Reyes e Ing. Daniel Rojas Céspedes por el aporte que ha contribuido a la realización de esta investigación.

A mis amigos de la Universidad, Colegas de Trabajo del Senasag y amigos que estuvieron junto a mí durante todos estos años de formación,... a todos ellos muchas Gracias.

INDICE

Hoja de Aprobación	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice	iv
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	xiii
Resumen	ix
Abstract	xi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. CONSIDERACIONES GENERALES	3
2.1.1. Origen y distribución	3
2.2. BOTÁNICA	3
2.3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS	4
2.4. CONSERVACIÓN	6
2.5. EXPERIENCIAS CON LA PLANTA	6
2.6. CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO	8
2.6.1. Crecimiento de las plántulas:	8
2.6.2. Crecimiento en la etapa del Brinsal	9
2.6.3. Comportamiento Radical	9
2.6.4. Reacción a la Competencia.	10
2.7. MANEJO	10
2.7.1. Turno y Crecimiento	11
2.7.2. Medidas de Protección	11
2.8. EL BARRENADOR DE VASTAGOS <i>Hypsipyla grandella</i> Zeller.	12
2.8.1. Consideraciones Generales	12
2.8.2. Distribución	13
2.8.3. Descripción del Insecto	13
2.8.4. Biología	13
2.8.5. Plantas hospederas	15

2.8.6. Daños económicos	17
2.8.7. Manejo	18
3. MATERIALES Y METODOS	22
3.1. AREA DE ESTUDIO	22
3.2. MATERIALES.	22
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	23
3.4. TOMA DE DATOS	24
3.5. OTRAS ACTIVIDADES	24
3.6. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	25
4. RESULTADOS	26
4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS	26
4.2. CONDICIONES EDAFICAS	28
4.3. CRECIMIENTO EN ALTURA	29
4.3.1. Altura de planta inicial	29
4.3.2. Crecimiento mensual en altura	31
4.3.3. Incremento absoluto en altura	32
4.3.4. Altura de planta final	34
4.4. CRECIMIENTO EN DIAMETRO DE TALLO	37
4.4.1. Diámetro de Tallo Inicial	37
4.4.2. Crecimiento en diámetro	39
4.4.3. Incremento absoluto en diámetro	40
4.4.4. Diámetro de tallo final	42
4.5. INCIDENCIA DE INSECTOS Y ENFERMEDADES	45
5. DISCUSIÓN	
5.1. CONDICIONES ECOLOGICAS	46
5.2. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIAMETRO	47
5.3. PLAGAS Y ENFERMEDADES	47
6. CONCLUSIONES	49
7. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	51

LISTA DE CUADROS

Nº	Título	Pág.
1	Codificación y procedencia del material vegetal	23
2	Registros de Temperatura y Precipitación Pluvial	26
3	Resultado del análisis Físico – Químico del suelo	28
4	Altura de planta inicial (cm)	29
5	Análisis de varianza para altura de planta inicial	30
6	Promedios de altura de planta durante los seis meses	31
7	Incremento absoluto mensual de la altura de planta	33
8	Altura de planta final (cm)	35
9	Análisis de varianza para altura de planta final	36
10	Diámetro de tallo inicial (mm)	37
11	Análisis de varianza para diámetro de tallo inicial	38
12	Promedios de diámetro de tallo durante los seis meses	39
13	Incremento absoluto mensual de diámetro de tallo	41
14	Diámetro de tallo final (mm)	42
15	Análisis de varianza para diámetro de tallo final	44
16	Incidencia de <i>Hypsiphylia grandella</i> por meses	46

LISTA DE GRAFICOS

Nº	Título	Pág.
1.	Promedio de Temperaturas Durante el Estudio	27
2.	Precipitación pluvial, registrada durante el estudio	27
3.	Comparación de promedios de altura de Planta Inicia	30
4.	Promedios de altura de planta mensual en altura	32
5.	Incrementos Absolutos de Altura de Planta	34
6.	Comparación de Promedios de altura de Planta Final	36
7.	Comparación de Promedios de Diámetro de Tallo Inicial	38
8.	Promedios de Diámetro de Tallo Mensual	40
9.	Incrementos Absolutos de Diámetro de Tallo	42
10.	Comparación de Promedios de diámetro de Planta Final	43
11.	Incidencia de <i>Hypsiphylia grandella</i> por meses	45

RESUMEN

La presente investigación titulada “Adaptabilidad de dieciocho accesiones de mara (*Swietenia macrophylla* King) durante el tercer semestre, en el lugar definitivo (CINTA – UAP)” que se realizó entre los meses de septiembre de 2010 a febrero de 2011 tuvo como objetivos específicos: a) determinar las condiciones climáticas durante el desarrollo de las dieciocho accesiones de mara, b) determinar la tasa de crecimiento de la altura de la planta y diámetro del tallo y, c) evaluar la incidencia de plagas durante el periodo de estudio..

El área de estudio está ubicado en el municipio Porvenir, provincia Nicolás Suárez, departamento Pando, cuyas coordenadas geográficas son: 87°61’51,8” Longitud oeste y 05°30’90,1” Latitud sur.

Las dieciocho accesiones de mara comparadas fueron provenientes de El Palmar (1) y San Borja (6) del departamento Beni; La Chonta (4), Santa Fe (1) Monené (2) y Primer anillo (1) del departamento Santa Cruz; Villa Coroico (1) departamento La Paz y Bolpebra (2) del departamento Pando.

El diseño experimental empleado fue el de bloques al azar con dieciocho tratamientos y tres repeticiones, cada unidad experimental estuvo compuesta por cinco plantas distanciadas a 5 m entre columnas y entre hileras.

Los resultados indican que la temperatura promedio fue de 26,8°C y precipitación pluvial de 1840,1 mm, fueron adecuados para el crecimiento de la Mara. El suelo con un pH fuertemente ácido, bajo contenido de materia orgánica y macronutrientes disponibles perjudicaron el crecimiento. Hasta el segundo semestre de estudio, la altura de planta promedio alcanzó 96,6 cm, mientras que el diámetro de tallo en promedio fue de 11,9 mm. La incidencia de *Hypsiphylia grandella* fue de 15,4%, el mayor ataque se presentó en el mes de enero (4,7%) y el mes de septiembre no se presentó incidencia.

Palabras claves: Crecimiento y adaptabilidad *Swietenia macrophylla* King. Pando.

ABSTRACT

This research entitled "Adaptability of eighteen accessions of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the third quarter, the final place (CINTA - UAP)" which took place from September 2010 to February 2011 had the following objectives: a) determine the climatic conditions during the development of the eighteen accessions mara, b) determine the growth rate of plant height and stem diameter, and c) evaluate the incidence of pests during the study period .

The study area is located in the municipality Porvenir, Nicolas Suarez province, Pando department, whose coordinates are: 87°61'51.8 "W and 05°30'90,1" south latitude.

The eighteen accessions were compared mara from El Palmar (1) and San Borja (6) Beni Department, The Chonta (4), Santa Fe (1) Monene (2) and first ring (1) Department of Santa Cruz; Villa Coroico (1) La Paz department and Bolpebra (2) Pando department.

The experimental design was a randomized block with eighteen treatments and three replications, each experimental unit consisted of five plants spaced at 5 m between rows and between columns.

The results indicate that the average temperature was 26.8°C and rainfall of 1840.1 mm, were suitable for the growth of the Mara. Soil with a strongly acidic pH, low organic matter content and available macronutrients hurt growth. Until the second half of the study, the average plant height reached 96.6 cm, while the average stem diameter was 11.9 mm. Grandella *Hypsiphylia* incidence was 15.4%, the biggest attack occurred in January (4.7%) and September showed no effect.

Keywords: Growth and adaptability *Swietenia macrophylla* King. Pando.

1. INTRODUCCION

Los bosques naturales de Bolivia abarcan un área de 53.4 millones de hectáreas lo cual representa un 48% de la superficie de país, que se encuentra en la región oriental del país (Santa Cruz, Beni, Pando y La Paz). Esto representa un aproximado de 10% de los bosques tropicales que existen en América del sur (UDAPE, 2000)

El departamento de Pando tiene una extensión territorial de 63.827 km² que representa el 5.81% de total de territorio nacional, de los cuales el 94% esta cubierto por bosques naturales (ZONISIG1997)

El sector forestal es el más importante de la economía departamental, debido principalmente 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 mas 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 (ZONISIG1997)

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.

Es una especie muy requerida en el mercado. 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. 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.

Para conocer el desarrollo de la especie en condiciones ambientales locales, se dio inicio a un conjunto de investigaciones en almácigo y en vivero, por lo que el presente estudio constituye una continuación de los

anteriores y está orientado a observar y registrar datos reales sobre el desarrollo inicial en el lugar definitivo de la plantación.

El presente trabajo de investigación tiene como propósito, el poder brindar información técnica y primaria, referente al uso, manejo y aprovechamiento de la mara, puesto que en nuestra región no se cuenta con fuentes de información referente esta especie y al presente tema de investigación.

En las últimas décadas, en el departamento Pando se ha observado un acelerado proceso de deforestación y al no existir políticas de reforestación, se observa una disminución de la biomasa del bosque Amazónico, En consecuencia nos vemos en la imperiosa necesidad de generar nuevos conocimientos apoyados en datos reales y en condiciones naturales de nuestro medio. La información obtenida en la presente investigación podrá ser utilizada por instituciones públicas, privadas ONGs, empresarios, comunarios, etc., que tengan interés en emprender programas de reforestación y conservación de esta especie.

En consecuencia, la pregunta de investigación fue: ¿cuál es la adaptabilidad de dieciocho accesiones de Mara (*Swietenia macrophylla* King) durante el tercer semestre, en el lugar definitivo?

El objetivo general fue: Evaluar la adaptabilidad de dieciocho accesiones de Mara (*Swietenia macrophylla* King) durante el tercer semestre, en el lugar definitivo, mientras que objetivos específicos fueron:

- Determinar las condiciones climáticas durante el desarrollo de las dieciocho accesiones de mara.
- Determinar la tasa de crecimiento de la altura de la planta y diámetro del tallo.
- Evaluar la incidencia de plagas durante el periodo de estudio.

2.- REVISION 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 de 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

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.

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. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

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 sobre explotación 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 siempre verde 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 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. 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 tal vez 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 cócón 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 expendido si una larva esta 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 en 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 meliáceas que son nativas a las zonas tropicales del Hemisferio Oriental son atacadas por el taladrador de las meliáceas (*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 meliáceos 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 da 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.*, sumariando 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. AREA DE ESTUDIO

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonía (CINTA) dependiente del Área de Ciencias Biológica y Naturales de la Universidad Amazónica de Pando.

Geográficamente está localizado en:

Municipio : Porvenir
Provincia : Nicolás Suárez
Departamento : Pando

Las coordenadas geográficas son:

Longitud oeste : 87°61'51,8"
Latitud sur : 05°30'90,1"

3.2. MATERIALES.

Materiales de campo:

- Machete
- Estacas, Flexometro
- Calibrador (pies de rey)
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Azadón
- Rastrillo
- Desbrozadora

Material vegetal

Plantines de mara (*Swietenia macrophylla* King.), de dieciocho diferentes procedencias (18) establecidos en el lugar definitivo el mes septiembre del año 2009, las cuales se detalla a continuación:

Cuadro N° 1

Codificación y procedencia del material vegetal

N°	CLAVE	PROCEDENCIA
1	081/04	EL Palmar, Beni
2	794/05	San Borja, Beni
3	795/05	San Borja, Beni
4	796/05	San Borja, Beni
5	797/05	San Borja, Beni
6	803/05	San Borja, Beni
7	805/05	San Borja, Beni
8	817/05	Bolpebra, Pando
9	818/05	Bolpebra, Pando
10	1129/06	La Chonta, Santa Cruz
11	1132/06	La Chonta, Santa Cruz
12	1134/06	La Chonta, Santa Cruz
13	1143/08	La Chonta, Santa Cruz
14	1441/07	Villa Coroico, La Paz
15	1543/08	Santa Fe, Santa Cruz
16	1548/08	Monené, Santa Cruz
17	1549/08	Monené, Santa Cruz
18	1555/08	1er. Anillo, Santa Cruz

Fuente: Elaboración propia.

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

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

Tratamientos	18
Repeticiones	3
Tamaño de la unidad experimental	125 m ² (25 m x 5 m)
Nº de plantas por unidad experimental	5
Número total de plantas	270
Área total del experimento	6800 m ²

3.4. TOMA DE DATOS

Se continuó con la evaluación durante el segundo semestre de la tesis de nombre “Evaluación y adaptabilidad de dieciocho accesiones de mara (*Switenia acrophila* King.) en el CINTA, iniciado por Gabriel Flores Aguada, continuado por Alexis Saat Palma durante el segundo semestre.

a) Condiciones climáticas

Durante el periodo de investigación se registraron los datos diarios correspondientes a: temperatura y precipitación pluvial. Esta información fue obtenida de fuentes secundarias como es la estación meteorológica de AASANA.

b) Altura de la planta:

Con la ayuda de un flexómetro, se midió la altura de la planta, desde el nivel del suelo hasta el ápice del tallo (en cm), cada 30 días, computados desde la primera medición, por un periodo de 6 meses.

c) Diámetro del tallo

Con la ayuda del calibrador se midió el diámetro del tallo, a 10 cm del nivel del suelo, cada 30 días después de la primera medición. Los valores fueron expresados en mm.

d) Porcentaje de mortalidad:

Se cuantificó cada 30 días el número de plantas muertas, en cada unidad experimental, identificando los agentes causales (insectos y/o enfermedades).

3.5. OTRAS ACTIVIDADES:

Para garantizar el crecimiento de las plantas objeto de estudio, se realizó el control fitosanitario que consistió en la limpieza de la parcela empleando herramientas como desbrozadora y machetes, esta actividad se realizó con una frecuencia de 30 días, después de la toma de datos.

3.6. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Con los datos obtenidos, se procedió al análisis de variancia a 5% de margen de error, en los casos que se observó diferencia significativa entre tratamientos se realizaron comparaciones múltiples de tratamientos mediante la prueba de Duncan al mismo nivel de probabilidad de error.

4. RESULTADOS

4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos correspondientes a las temperaturas registradas durante el periodo de investigación, se detalla en el Cuadro N° 2, en el mismo se observa que la temperatura promedio fue de 26,8°C, la mínima media de 21,7°C y la máxima media de 32,0°C.

Cuadro N° 2
Registros de Temperatura y Precipitación Pluvial

Meses	Temperaturas			Precipitación
	Mínima	Promedio	Máxima	
Septiembre	21,1	27,8	34,6	58,8
Octubre	21,8	27,2	32,7	170,6
Noviembre	21,4	26,5	31,7	219,8
Diciembre	21,8	26,8	31,7	228,5
Enero	22,1	26,4	30,6	643,6
Febrero	22,0	26,2	30,4	518,8
TOTAL				1840,1
PROMEDIO	21,7	26,8	32,0	10,2

Fuente: <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php>

El Gráfico N° 1, permite observar que el mes de septiembre se registró la mayor temperatura, mientras que en el mes de febrero se registró la temperatura más baja.

Gráfico N° 1

Promedios de Temperatura, durante el estudio

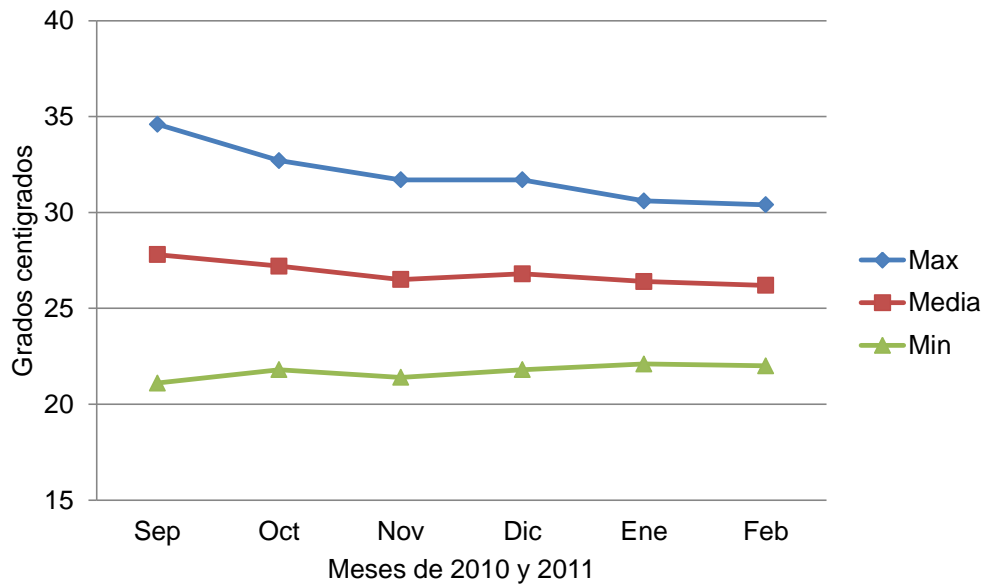
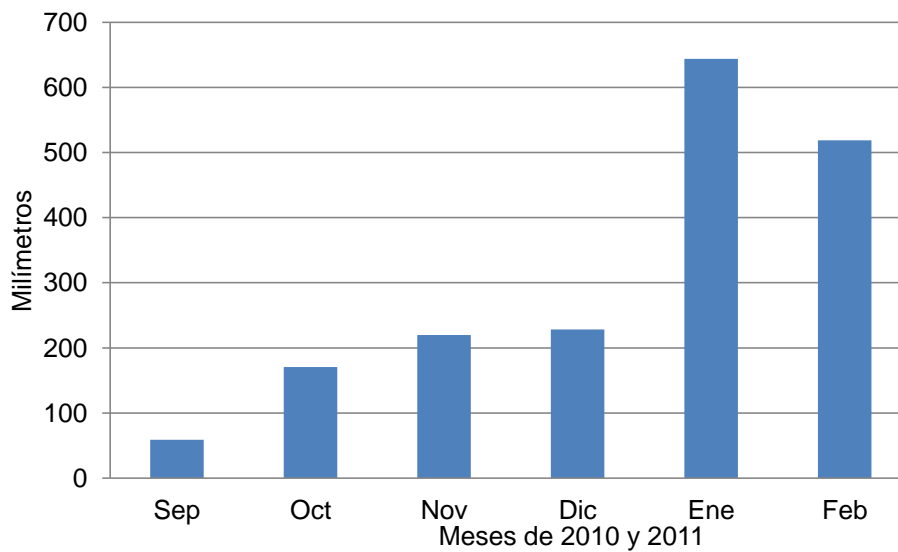


Gráfico N° 2

Precipitación pluvial, registrada durante el estudio



Los datos correspondientes a la precipitación pluvial que se detalla en el Cuadro N° 2 y Gráfico N° 2, indican que durante el periodo de estudio, se

registró una precipitación total de 1840,1 mm, equivalente a 10,2 litros-día/m².

Sin embargo se observa que el mes de septiembre se registró la menor precipitación con 1,96 litros-día/m², luego fue incrementando hasta alcanzar el máximo en el mes de enero con 17,3 litros-día/m², esto debido a las características propias de la época de lluvias que se registra en la región.

4.2. CONDICIONES EDAFICAS

Los resultados del análisis químico del suelo del área del experimento se muestran en el cuadro N° 3. Las principales características son: potencial de hidrogeniones fuertemente ácido (pH = 5,1), bajo contenido de materia orgánica (MO = 1,3%), los macronutrientes disponibles como fósforo y potasio presentan valores de P = 1,0 mg/kg (bajo) y K = 20 mg/dm³ (bajo).

Cuadro N° 3

Resultado del análisis Físico – Químico del suelo

Característica	Unidad	Valor	Interpretación
Ph		5,1	Fuert. Acido
M.O.	%	1,3	Muy bajo
N total	%	0,08	Bajo
P	mg.kg-1	1	Bajo
K	mg/dm ³	20	Bajo
Arena	%	46	
Limo	%	33	
Arcilla	%	21	
Textura		F	Franco

Fuente: Laboratorio de suelos CIAT - Santa Cruz

4.3. CRECIMIENTO EN ALTURA

4.3.1. Altura de planta inicial

Cuadro N° 4
Altura de planta inicial (cm)

Accesiones	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
081/04	41,3	78,2	44,1	54,5
794/05	50,1	36,5	69,4	52,0
795/05	43,4	61,6	68,9	58,0
796/05	68,9	63,1	61,3	64,4
797/05	71,3	58,6	66,7	65,5
803/05	63,5	64,0	59,5	62,3
805/05	66,6	64,5	75,9	69,0
817/05	56,8	91,2	82,1	76,7
818/05	84,4	68,1	100,6	84,4
1129/06	84,4	66,1	67,2	72,6
1132/06	59,8	63,1	83,4	68,8
1134/06	71,7	64,5	76,8	71,0
1143/08	65,9	89,2	77,5	77,5
1441/07	59,2	65,0	94,5	72,9
1543/08	84,3	66,6	114,7	88,5
1548/08	43,4	82,4	104,0	76,6
1549/08	61,0	64,7	58,7	61,5
1555/08	78,0	62,2	53,5	64,6
Promedio	64,1	67,2	75,5	68,9

Fuente: Elaboración propia

La altura inicial de planta de las dieciocho accesiones de Mara después de doce meses de su establecimiento en lugar definitivo se detallan en el cuadro N° 4, en el mismo se observa que el promedio general fue de 68,9 cm, la menor altura se observó en la accesión 794/05 procedente San Borja

(Beni), mientras que la mayor altura se observó en la accesión 1543/08 procedente de Santa Fe, Santa Cruz.

Los resultados del análisis de varianza al 5% de probabilidad de error indican diferencia estadística no significativa entre repeticiones ni entre accesiones, como se observa en el siguiente gráfico.

Cuadro N° 5

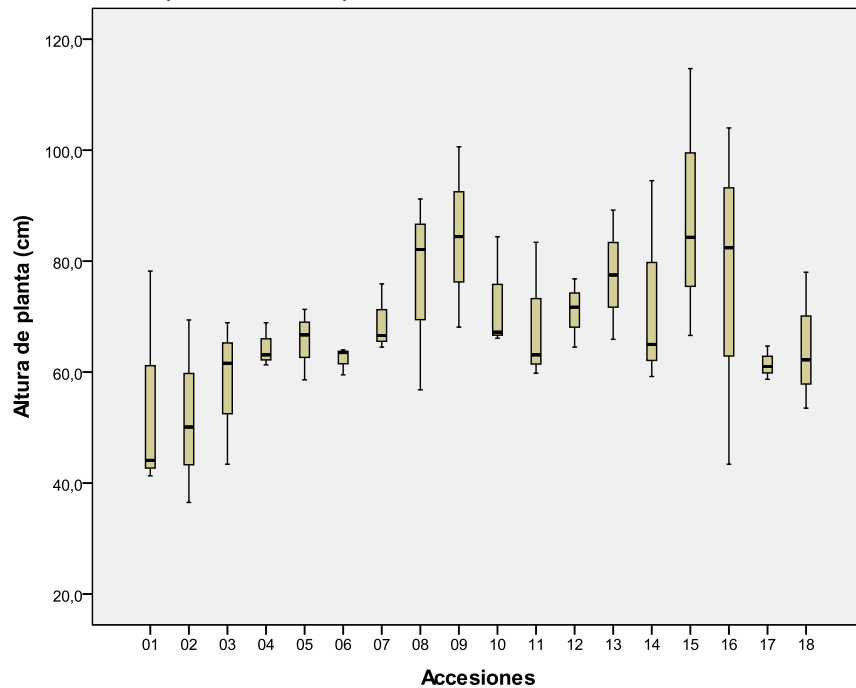
Análisis de varianza para altura de planta inicial

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Repetición	1246,2	2	623,1	3,09	4,14
Accesión	4839,6	17	284,9	1,41	1,94
Error	6852,0	34	201,5		
Total	12937,8	53			

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 3

Comparación de promedios de altura de Planta Inicial



4.3.2. Crecimiento mensual en altura

Los promedios de altura de planta durante los seis meses de estudio se muestran en el cuadro N° 6 y gráfico N° 4, en el mismo se observa que las dieciocho accesiones alcanzaron un promedio de 96,5 cm, la mayor altura alcanzada fue de 122,6 cm corresponde a la accesión 1543/08 procedente Santa Fe, Santa Cruz, mientras que la menor altura fue de 69,6 cm correspondiente a la accesión 794/05 procedente de San Borja, Beni

Cuadro N° 6

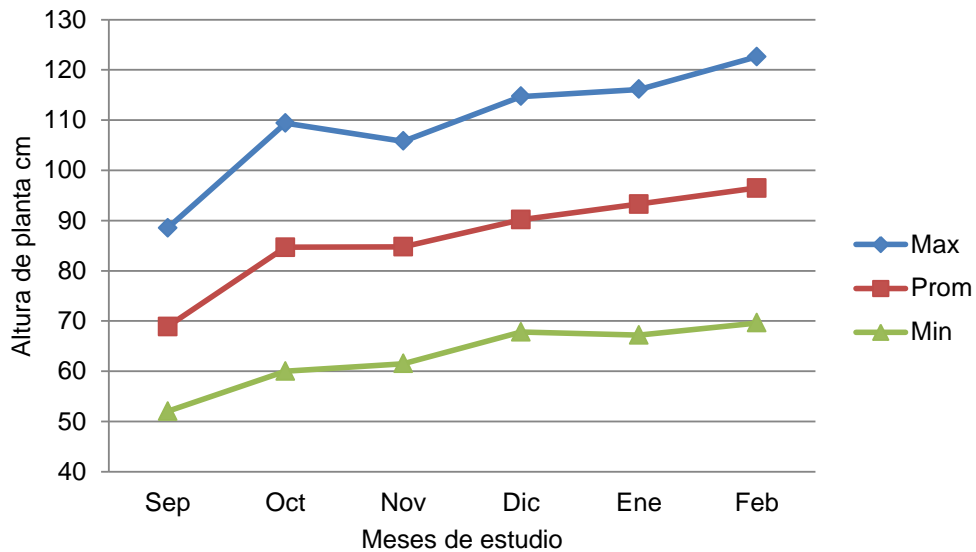
Promedios de altura de planta durante los seis meses

N° Acc.	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
081/04	54,5	61,2	61,5	69,6	74,4	75,2
794/05	52,0	60,0	62,4	67,8	67,2	69,6
795/05	58,0	67,1	73,7	75,9	78,4	83,0
796/05	64,4	80,2	85,2	87,5	91,8	93,6
797/05	65,5	80,0	80,8	88,1	94,2	95,8
803/05	62,3	77,3	77,7	80,9	89,7	89,7
805/05	69,0	88,1	86,4	96,7	89,6	91,8
817/05	76,7	95,3	92,4	99,5	97,1	106,3
818/05	84,4	105,6	103,5	109,6	116,1	116,0
1129/06	72,6	87,9	87,2	93,3	98,2	98,8
1132/06	68,8	87,1	87,3	95,6	96,5	97,9
1134/06	71,0	88,6	86,7	96,1	98,5	99,8
1143/08	77,5	94,9	96,6	94,3	105,9	96,7
1441/07	72,9	93,5	93,5	96,7	99,6	104,9
1543/08	88,5	109,4	105,8	114,7	115,8	122,6
1548/08	76,6	98,8	96,0	101,5	106,9	112,3
1549/08	61,5	75,8	76,3	78,5	84,6	94,7
1555/08	64,6	72,9	74,0	76,5	74,9	88,4
Prom.	68,9	84,7	84,8	90,2	93,3	96,5

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4

Promedios de altura de planta mensual en altura



4.3.3. Incremento absoluto en altura

En el cuadro N° 7 se detallan el incremento absoluto mensual en altura de planta de las dieciocho accesiones de mara, en el mismo se observa que en promedio se registró un crecimiento absoluto de 27,6 cm en los seis meses de estudio, el mayor incremento se observó en la accesión 1548/08, procedente de Monené, Santa Cruz con un incremento 35,7 cm, mientras que el menor se registró en la accesión 794/05 procedente de San Borja – Beni con un incremento total de de 17,6 cm en los seis meses.

Cuadro N° 7

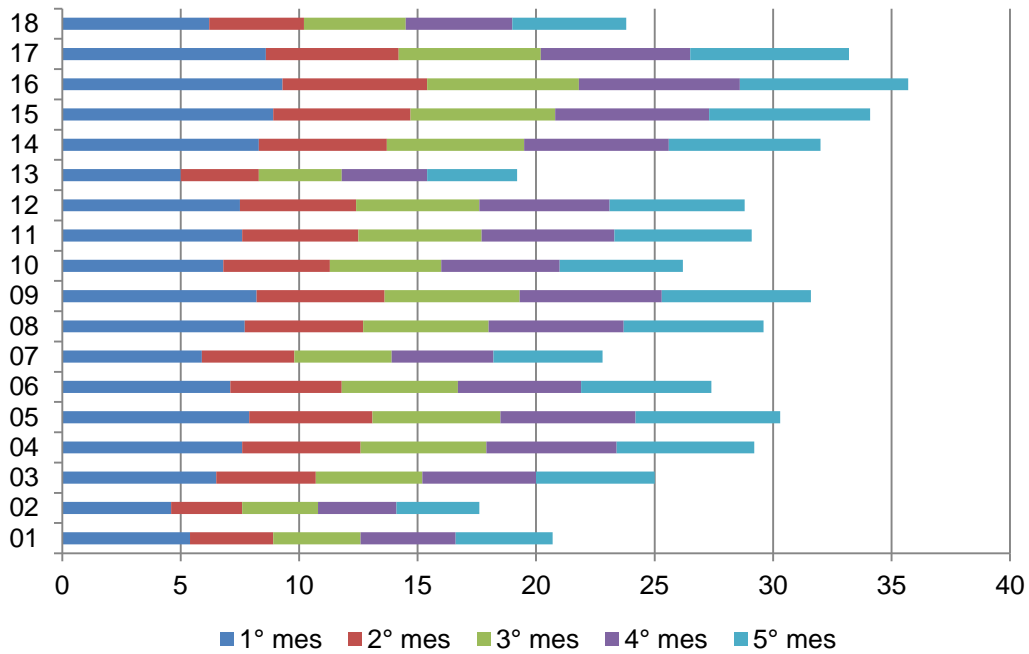
Incremento absoluto mensual de la altura de planta

N° Acc.	Sep-oct	Oct-nov	Nov-dic	Dic-ene	Ene-feb	Total
081/04	5,4	3,5	3,7	4,0	4,1	20,7
794/05	4,6	3,0	3,2	3,3	3,5	17,6
795/05	6,5	4,2	4,5	4,8	5,0	25,0
796/05	7,6	5,0	5,3	5,5	5,8	29,2
797/05	7,9	5,2	5,4	5,7	6,1	30,3
803/05	7,1	4,7	4,9	5,2	5,5	27,4
805/05	5,9	3,9	4,1	4,3	4,6	22,8
817/05	7,7	5,0	5,3	5,7	5,9	29,6
818/05	8,2	5,4	5,7	6,0	6,3	31,6
1129/06	6,8	4,5	4,7	5,0	5,2	26,2
1132/06	7,6	4,9	5,2	5,6	5,8	29,1
1134/06	7,5	4,9	5,2	5,5	5,7	28,8
1143/08	5,0	3,3	3,5	3,6	3,8	19,2
1441/07	8,3	5,4	5,8	6,1	6,4	32,0
1543/08	8,9	5,8	6,1	6,5	6,8	34,1
1548/08	9,3	6,1	6,4	6,8	7,1	35,7
1549/08	8,6	5,6	6,0	6,3	6,7	33,2
1555/08	6,2	4,0	4,3	4,5	4,8	23,8
Prom.	7,2	4,7	5,0	5,2	5,5	27,6

Fuente: Elaboración propia.

Comparando la tasa de crecimiento entre los meses de estudio, se observa que el menor crecimiento se registró segundo mes (octubre) con solo 4,7 cm/mes y el mayor incremento absoluto se observó en el primer mes (septiembre) con 7,2 cm/mes.

Gráfico N° 5
Incrementos Absolutos de Altura de Planta



4.3.4. Altura de Planta Final

La altura final de planta de las dieciocho accesiones de Mara después de seis meses de evaluación se detallan en el cuadro N° 8, en el mismo se observa que el promedio general fue de 96,5 cm, la menor altura se observó en la accesión 794/05 procedente San Borja (Beni) con 69,6 cm, mientras que la mayor altura se observó en la accesión 1543/08 procedente de Santa Fe, Santa Cruz con 122,6 cm.

Cuadro N° 8
Altura de Planta Final (cm)

Accesiones	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
081/04	59,4	115,0	51,3	75,2
794/05	65,3	56,2	87,3	69,6
795/05	66,5	70,6	112,0	83,0
796/05	99,8	94,6	86,3	93,6
797/05	96,4	96,1	94,8	95,8
803/05	104,2	78,4	86,6	89,7
805/05	98,3	88,4	88,6	91,8
817/05	73,0	125,8	120,2	106,3
818/05	119,4	82,1	146,4	116,0
1129/06	119,4	93,2	83,7	98,8
1132/06	85,4	83,2	125,2	97,9
1134/06	105,8	88,4	105,3	99,8
1143/08	84,4	103,4	102,3	96,7
1441/07	113,2	86,8	114,8	104,9
1543/08	150,0	81,8	136,0	122,6
1548/08	66,5	116,0	154,4	112,3
1549/08	113,2	93,8	77,0	94,7
1555/08	114,4	66,4	84,4	88,4
Promedio	96,4	90,0	103,1	96,5

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza al 5% de probabilidad de error indican diferencia estadística no significativa entre accesiones ni entre repeticiones.

Cuadro N° 9

Análisis de Varianza para Altura de Planta al Final

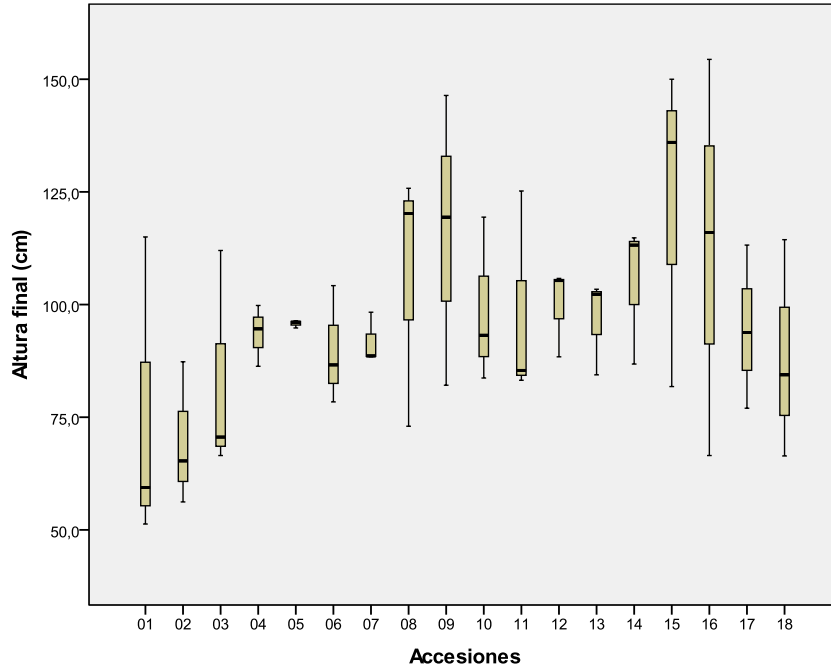
Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft
Repetición	1 552,9	2	776,4	1,47	3,28
Accesión	8 998,5	17	529,3	1,00	1,94
Error	17 934,0	34	527,5		
Total	28 485,4	53			

Fuente: Elaboración propia.

Sometidos los promedios a la prueba de Duncan se observan grupos estadísticamente similares no diferentes, como se detallan en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 6

Comparación de Promedios de altura de Planta Final



4.4. CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE TALLO

4.4.1. Diámetro de Tallo Inicial

Cuadro N° 10
Diámetro de Tallo Inicial (mm)

Accesiones	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
081/04	5,8	9,3	3,5	6,2
794/05	4,9	4,0	7,3	5,4
795/05	4,3	6,1	8,9	6,4
796/05	11,5	9,4	6,7	9,2
797/05	8,9	7,7	7,7	8,1
803/05	12,4	7,7	7,3	9,1
805/05	10,5	7,9	10,1	9,5
817/05	7,0	12,7	9,8	9,8
818/05	12,1	7,8	12,4	10,8
1129/06	12,1	8,2	7,5	9,3
1132/06	6,9	8,2	10,2	8,4
1134/06	9,4	7,9	9,3	8,9
1143/08	7,3	8,3	10,4	8,7
1441/07	9,8	10,6	10,4	10,3
1543/08	14,1	6,5	12,0	10,9
1548/08	4,3	10,5	11,9	8,9
1549/08	8,3	7,1	8,7	8,0
1555/08	10,4	6,3	6,8	7,8
Promedio	8,9	8,1	8,9	8,7

Fuente: Elaboración propia

La diámetro inicial presentó un promedio de 8,7 mm, el menor diámetro se observó en la accesión 794/05 procedente San Borja (Beni), mientras que el mayor diámetro se observó en la accesión 1543/08 procedente de Santa Fe, Santa Cruz. Los resultados del análisis de varianza al 5% de

probabilidad de error indican diferencia estadística no significativa entre accesiones y no significativa entre repeticiones.

Cuadro N° 11

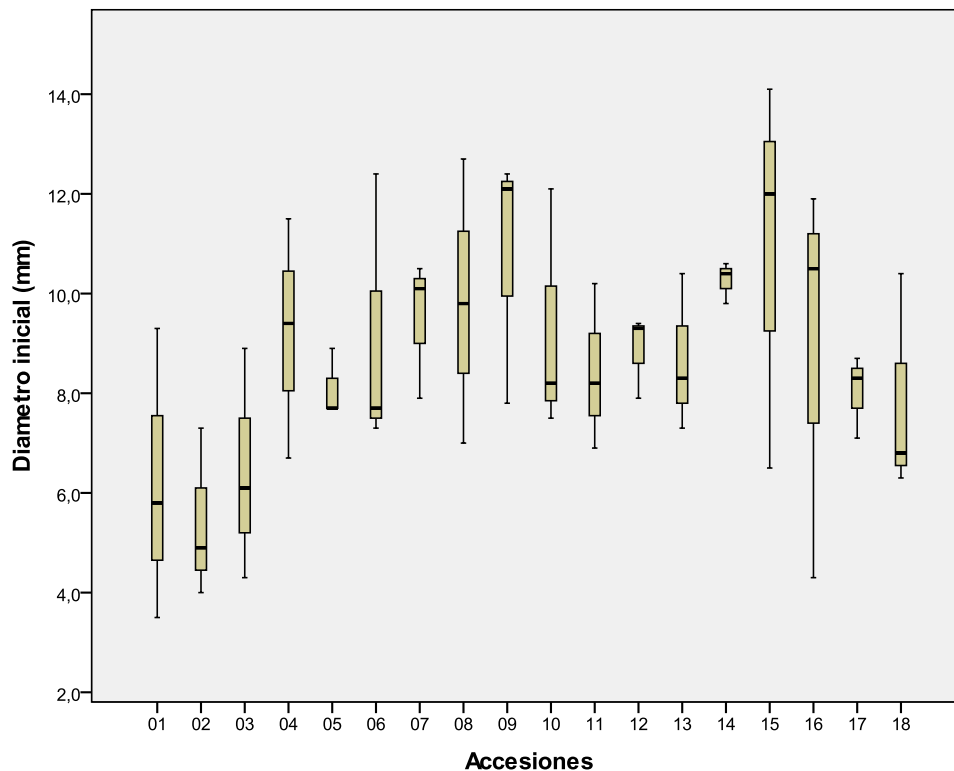
Análisis de Varianza para Diámetro de Tallo Inicial

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Signif.
Repetición	7,5	2	3,77	0,68	4,14
Accesión	114,1	17	6,71	1,22	1,94
Error	187,6	34	5,51		
Total	309,3	53			

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 7

Comparación de Promedios de Diámetro de Tallo Inicial



4.4.2. Crecimiento en diámetro

Los promedios de diámetro de planta durante los seis meses de estudio se muestran en el cuadro N° 12 y gráfico N° 8, en el mismo se observa que las dieciocho accesiones alcanzaron un promedio de 11,9 mm, el mayor diámetro alcanzado fue de 14,9 mm corresponde a la accesiones 818/05 de Bolpebra, Pando y 1441/07 procedente de Villa Coroico, La Paz, mientras que la menor diámetro fue de 8,4 mm correspondiente a la accesión 794/05 procedente de San Borja, Beni.

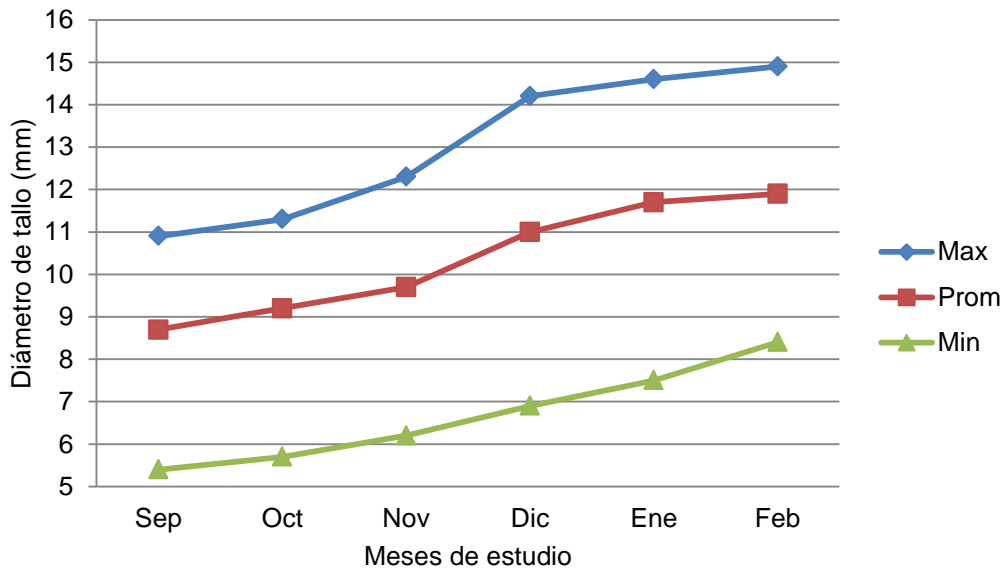
Cuadro N° 12

Promedios de Diámetro de Tallo Durante los Seis Meses

N° Acc.	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
081/04	6,2	6,6	6,7	7,5	8,1	8,9
794/05	5,4	5,7	6,2	6,9	7,5	8,4
795/05	6,4	6,7	7,4	14,2	9,1	9,3
796/05	9,2	9,7	10,7	11,9	12,6	13,1
797/05	8,1	8,7	8,9	9,7	10,6	11,2
803/05	9,1	9,4	9,8	10,5	11,3	11,4
805/05	9,5	10,2	10,4	12,2	12,7	12,6
817/05	9,8	15,7	10,9	12,1	13,5	13,8
818/05	10,8	11,3	12,3	13,7	14,6	14,9
1129/06	9,3	9,9	10,6	11,3	12,7	12,3
1132/06	8,4	9,0	8,9	9,6	10,8	11,1
1134/06	8,9	9,4	9,4	10,3	11,9	12,0
1143/08	8,7	9,3	10,0	10,8	12,2	12,5
1441/07	10,3	11,1	11,7	12,3	14,4	14,9
1543/08	10,9	11,2	11,5	12,8	14,3	13,8
1548/08	8,9	9,4	11,2	11,6	12,9	13,1
1549/08	8,0	8,4	9,1	9,8	11,1	10,9
1555/08	7,8	8,1	9,6	10,2	10,2	10,6
Prom.	8,7	9,4	9,7	11,0	11,7	11,9

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 8
Promedios de Diámetro de Tallo Mensual



4.4.3. Incremento absoluto en diámetro

En el cuadro N° 13 se detallan el incremento absoluto mensual en diámetro de tallo de las dieciocho accesiones de mara, en el mismo se observa que en promedio se registró un crecimiento absoluto de 3,3 mm en los seis meses de estudio, el mayor incremento se observó en la accesión 1441/07 procedente de Villa Coroico, La Paz con un incremento 4,6 mm, mientras que el menor se registró en la accesión 803/05 procedente de San Borja, Beni, con un incremento total de 2,3 mm en los seis meses.

Cuadro N° 13

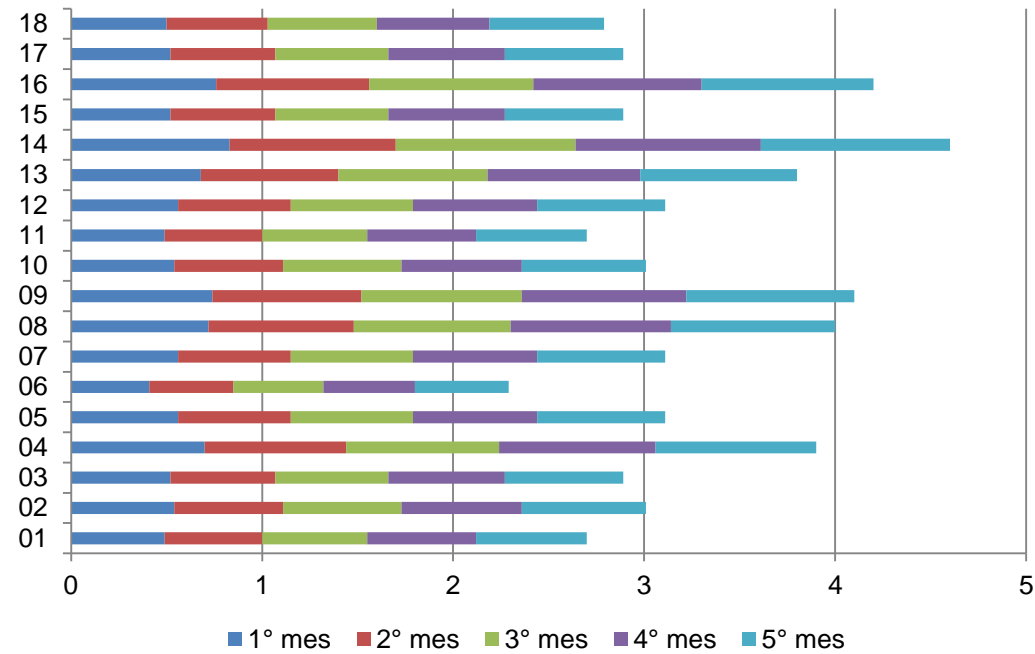
Incremento Absoluto Mensual del Diámetro de Tallo

N° Acc.	Sep-oct	Oct-nov	Nov-dic	Dic-ene	Ene-feb	Total
081/04	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	2,7
794/05	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	3,0
795/05	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	2,9
796/05	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	3,9
797/05	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	3,1
803/05	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	2,3
805/05	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	3,1
817/05	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	4,0
818/05	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	4,1
1129/06	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	3,0
1132/06	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	2,7
1134/06	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	3,1
1143/08	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	3,8
1441/07	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	4,6
1543/08	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	2,9
1548/08	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	4,2
1549/08	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	2,9
1555/08	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	2,8
Prom.	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	3,3

Fuente: Elaboración propia.

Comparando la tasa de crecimiento entre los meses de estudio, se observa que el mayor incremento absoluto se observó en los tres últimos meses con 0,7 mm/mes, mientras que el menor crecimiento se registró los dos primeros meses con solo 0,6 mm/mes.

Gráfico N° 9
Incrementos Absolutos de Diámetro de Tallo



4.4.4. Diámetro de tallo final

La diámetro final de tallo de las dieciocho accesiones de Mara después de seis meses de la evaluación inicial se detallan en el cuadro N° 14, en el mismo se observa que el promedio general fue de 11,9 mm, el menor diámetro se observó en la accesión 794/05 procedente de San Borja (Beni), mientras que la mayor diámetro se observó en la accesiones 1441/07 de Villa Coroico, La Paz y 818/05 de Bolpebra, Pando.

Cuadro N° 14
Diámetro de Tallo al Final (mm)

Accesiones	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
081/04	9,1	12,8	4,9	8,9
794/05	9,5	6,0	9,6	8,4
795/05	6,9	7,8	13,3	9,3
796/05	16,9	13,0	9,4	13,1
797/05	12,3	10,6	10,7	11,2
803/05	14,9	9,9	9,3	11,4
805/05	16,0	10,0	11,7	12,6
817/05	10,6	16,9	13,8	13,8
818/05	17,1	9,6	17,9	14,9
1129/06	17,1	10,9	9,0	12,3
1132/06	9,4	11,0	12,9	11,1
1134/06	13,2	10,0	12,7	12,0
1143/08	10,4	11,1	16,1	12,5
1441/07	16,2	13,6	14,9	14,9
1543/08	21,2	8,1	12,1	13,8
1548/08	6,9	15,0	17,3	13,1
1549/08	12,2	11,0	9,6	10,9
1555/08	16,2	7,6	8,1	10,6
Promedio	13,1	10,8	11,9	11,9

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza al 5% de probabilidad de error indican diferencia estadística no significativa entre accesiones y no significativa entre repeticiones.

Cuadro N° 15

Análisis de Varianza para Diámetro de Tallo Final

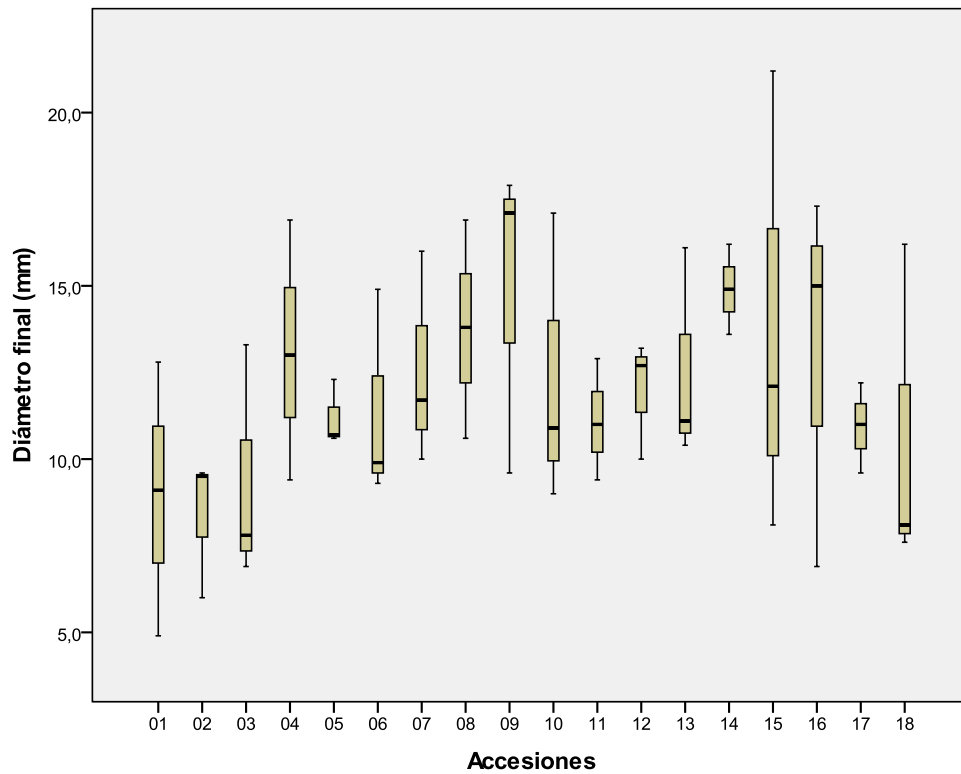
Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Signif.
Repetición	47,33	2	23,66	1,93	4,14
Accesión	181,83	17	10,68	0,87	1,94
Error	416,58	34	12,25		
Total	645,54	53			

Fuente: Elaboración propia.

Sometidos los promedios a la prueba de Duncan se observan grupos estadísticamente similares no diferentes, como se detallan en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 10

Comparación de Promedios de diámetro de tallo Final



4.5. INCIDENCIA DE INSECTOS Y ENFERMEDADES

Durante el periodo de estudio se observó la presencia de *Hypsiphylia grandella* en un total de 39 plantas de las 253 en evaluación, lo que representa una incidencia de 15,4%.

El mayor ataque se presentó en el mes de enero (4,7%) mientras que en el mes de septiembre no presentó el ataque, debido a que la presencia del insecto es favorecido por la humedad y las precipitaciones pluviales.

Cuadro N° 16

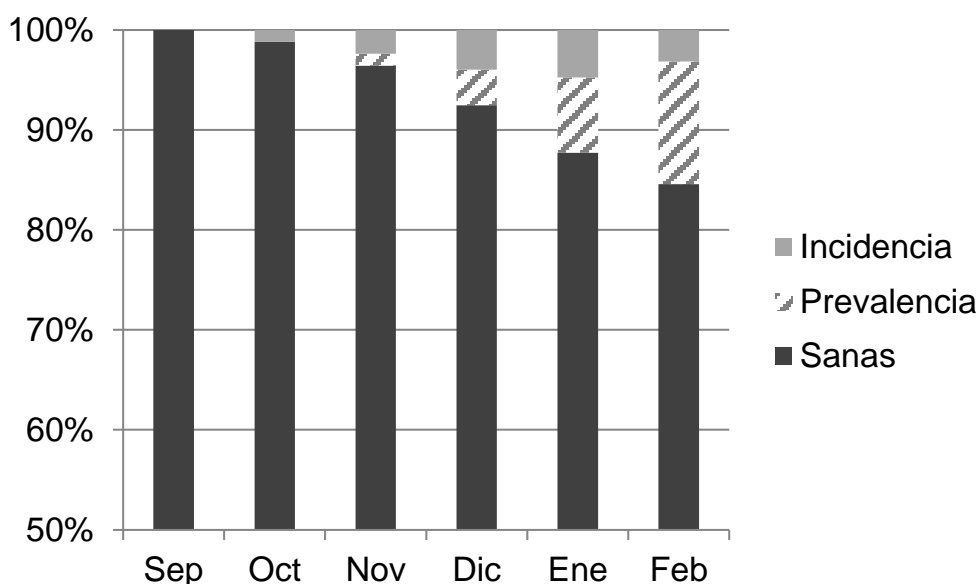
Incidencia de *Hypsiphylia grandella* por meses

Frecuencia	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Absoluta	0	3	6	10	12	8
%	0,0%	1,2%	2,4%	4,0%	4,7%	3,2%
Acumulada	0	3	9	19	31	39
%	0,0%	1,2%	3,6%	7,5%	12,3%	15,4%
Total	253	253	253	253	253	253

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 11

Incidencia de *Hypsiphylia grandella* por meses



5. DISCUSIÓN

5.1. CONDICIONES ECOLOGICAS

BAUER (1987), indica que el hábitat natural de *Swietenia macrophylla* 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. 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.

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 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 génesis; en suelos lateríticos desintegrados (pero no desnudos).

En el presente estudio la temperatura promedio fue de 26,8°C, mínima media de 21,7°C y máxima media de 32,0°C con una precipitación pluvial de 1840,1 correspondiente a los meses de septiembre de 2010 a febrero del 2011. Mientras que el suelo presenta un pH fuertemente ácido, bajo contenido de materia orgánica y macronutrientes disponibles. En consecuencia, es posible afirmar que las condiciones climáticas fueron las adecuadas para el desarrollo de la mara mientras que el suelo presentó un pH adecuado y baja disponibilidad de nutrientes.

5.2. CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIAMETRO

Burgos, (1994), señala que los árboles en una pequeña plantación en Perú alcanzaron unas alturas de 6.5 m en 3 años (2,17 m/año), 9.3 m en 5 años (1,86 m/año) y 11.4 m en 7 años (1,63 m/año). En un área con una alta precipitación en Sri Lanka, una plantación de 15 años de edad alcanzó una altura de 16 m (1,07 m/año), 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.

Los resultados de la investigación durante el segundo semestre, fueron los siguientes: la altura de planta promedio alcanzó 70,3 cm y varió desde 58,2 hasta 78,0 cm; mientras que el diámetro de tallo en promedio fue de 9,3 mm y varió desde 6,7 hasta 12,2 mm (Saat, 2010).

En el presente estudio, la altura de planta alcanzo 96,5 cm hasta el tercer semestre y varió desde 69,6 hasta 122,6 cm; mientras que el diámetro de tallo en promedio fue de 11,9 mm y varió desde 8,4 hasta 14,9 mm. Estos valores son inferiores a los descritos en la bibliografía, en consecuencia es posible afirmar que las condiciones de baja fertilidad del suelo observadas en el área de estudio y posiblemente en la región son determinantes para el crecimiento, limitando su crecimiento en altura y diámetro.

5.3. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Solomon (1995), establece que en estudios de desarrollo del taladrador de las meliáceas (*Hipsiphyla grandella*), se observó que las larvas recientemente emergidas muchas veces empiezan a alimentarse de la superficie de la hoja o del brote, después taladran en los brotes. 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.

El mismo autor señala que 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, en los principios de la temporada de lluvias.

Los resultados de la investigación durante el segundo semestre, fueron los siguientes: la tasa de incidencia de *Hypsiphylia grandella* fue de 9,5% con mayor incidencia 4,1% en el mes de marzo (Saat, 2010).

En el presente estudio, la presencia de *Hypsiphylia grandella* tuvo una incidencia de 15,4%, el mayor ataque se presentó en el mes de enero (4,7%) y el mes de septiembre no se presentó ataque alguno, lo que confirma lo descrito por la bibliografía citada, en consecuencia es posible afirmar que el área de estudio y la región amazónica donde se halla el departamento Pando no es libre de este insecto.

6. CONCLUSIONES

En base al análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación, es posible concluir que:

- Las temperaturas promedio fue de 26,8°C, mínima media de 21,7°C y máxima media de 32,0°C, precipitación pluvial de 1840,1 registrados en los meses de septiembre del 2010 a febrero de 2011, fueron adecuados para el crecimiento de la Mara
- El suelo con un pH fuertemente ácido, bajo contenido de materia orgánica y macronutrientes disponibles que presenta el área de estudio fueron factores limitantes que perjudicaron el crecimiento de las plantas de mara.
- Hasta el tercer semestre de estudio, la altura de planta promedio alcanzó 96,5 cm y varió desde 96,6 hasta 122,6 cm; mientras que el diámetro de tallo en promedio fue de 11,9 mm y varió desde 8,4 hasta 14,9 mm, estos datos son relativamente inferiores a los obtenidos en otras regiones, debido a lo descrito en el anterior párrafo.
- La incidencia de *Hypsiphylia grandella* fue de 15,4%, el mayor ataque se presentó en el mes de enero (4,7%) y el mes de septiembre no se presentó ataque alguno, lo que permite afirmar que el área de estudio y la región amazónica donde se halla el departamento Pando no es libre de esta plaga.

7. RECOMENDACIONES

Considerando que la presente investigación es el primero respecto al tema en nuestro medio, de manera preliminar se efectúan las siguientes recomendaciones:

- Considerando que la fertilidad del suelo del área de estudio presenta baja fertilidad, se sugiere realizar estudios similares en áreas con mayor fertilidad, en bosques primarios y/o secundarios donde se observe proporciones significativas de materia orgánica en descomposición.
- Continuar con estudios para ver el comportamiento del crecimiento de las accesiones de mara que mostraron mejor desarrollo como parte de sistemas agroforestales, es decir en combinación con especies anuales, frutales y otras forestales.
- Realizar un estudio pormenorizado del desarrollo de la mara, toda vez que presenta periodos de crecimiento acelerado, seguido de un periodo de lignificación, los mismos que pueden estar relacionados con la incidencia del insecto.
- También se recomienda estudiar otras formas de control del insecto como son el control biológico, tratamientos silviculturales, mejoramiento de la especie mediante el uso de semillas procedentes de ejemplares más vigorosos y el manejo integral de plagas.
- Continuar con nuevas investigaciones para conocer el crecimiento de las accesiones en estudio, durante los próximos semestres y años.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BASCOPE, F.; BERNARDI, A.L.; LAMPRECHT, H. 1975. Descripciones de árboles forestales No. 1. *Swietenia macrophylla* King. Merida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 18 p.
- BAUER, G.P. 1987. *Swietenia macrophylla* and *Swietenia macrophylla* X *Swietenia 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.
- 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.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA TROPICAL (CIAT) 1996. Manual de viveros. Módulos de capacitación en sistemas agroforestales. 2da Edición. Santa Cruz, Bolivia pp 132.
- CHINTE, F.O. 1952. Trial planting of large-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). *Caribbean Forester*. 13(2): 75-84.
- FAO, 1991. Guía para la Manipulación de Semillas Forestales, Informe Técnico Volumen 20/2 Roma, Italia pp. 68-111
- HOLMAN, R. 1961. Botánica General primera edición editorial Unión Gráfica S.A. México pp. 269 - 271
- HOLMES, C.H. 1954. Seed germination and seedling studies of timber trees of Ceylon. *The Ceylon Forester*. 1 (New Series, 3): 3-36.

- HOWARD, F.W.; SOLIS, M. ALMA. 1989. Distribution, life history, and host plant relationships of mahogany webworm, *Macalla thyrsalis* (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist*. 72(3): 469-479.
- IRMAY, H. 1984. La caoba (*S. macrophylla* King) en Bolivia. *Caribbean Forester*. 10(1): 43-52.
- LAMB, F.B. 1966. Mahogany of tropical America: its ecology and management. Ann Arbor, MI: The University of Michigan Press. 220 p.
- 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.
- SAAT, A. 2010. Adaptabilidad de dieciocho accesiones de mara (*Swietenia macrophylla* King) durante el segundo semestre, en el lugar definitivo (CINTA – UAP). Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad Amazónica de Pando.
- 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.
- SCHARGEL Y HERNANDO (2005). Un sistema agroforestal de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y lechosa (*Carica papaya* L.), en gato negro, estado portuguesa, Venezuela
- SENAMHI. 2010. Servicio Nacional de Meteorología Hidrología. Bolivia. (Disponible en: <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php>)
- 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.

ZONISIG, 1997. Zonificación Agroecológica y Socio económica y perfil ambiental
del Departamento de Pando. Impreso en Bolivia 159 P.

ANEXO Nº 1
CROQUIS DE CAMPO

B-I												B-II											B-III										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
T	6	6	6	6	6	14	14	14	14	14	T	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	T	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	T
T	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	T	15	15	15	15	15	7	7	7	7	7	T	4	4	4	4	4	11	11	11	11	11	T
T	16	16	16	16	16	10	10	10	10	10	T	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	T	13	13	13	13	13	2	2	2	2	2	T
T	3	3	3	3	3	12	12	12	12	12	T	18	18	18	18	18	5	5	5	5	5	T	12	12	12	12	12	5	5	5	5	5	T
T	7	7	7	7	7	15	15	15	15	15	T	4	4	4	4	4	13	13	13	13	13	T	16	16	16	16	16	8	8	8	8	8	T
T	8	8	8	8	8	17	17	17	17	17	T	9	9	9	9	9	6	6	6	6	6	T	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	T
T	4	4	4	4	4	9	9	9	9	9	T	14	14	14	14	14	8	8	8	8	8	T	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17	T
T	11	11	11	11	11	2	2	2	2	2	T	3	3	3	3	3	12	12	12	12	12	T	18	18	18	18	18	10	10	10	10	10	T
T	18	18	18	18	18	13	13	13	13	13	T	17	17	17	17	17	16	16	16	16	16	T	3	3	3	3	3	14	14	14	14	14	T

170 m

40 m

Nº PROCEDENCIA

1 EL Palmar, Beni	7 San Borja, Beni	13 La Chonta, Santa Cruz
2 San Borja, Beni	8 Bolpebra, Pando	14 Villa Coroico, La Paz
3 San Borja, Beni	9 Bolpebra, Pando	15 Santa Fe, Santa Cruz
4 San Borja, Beni	10 La Chonta, Santa Cruz	16 Monené, Santa Cruz
5 San Borja, Beni	11 La Chonta, Santa Cruz	17 Monené, Santa Cruz
6 San Borja, Beni	12 La Chonta, Santa Cruz	18 1er. Anillo, Santa Cruz