

**UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO  
AREA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES  
CARRERA DE INGENIERIA AGROFORESTAL**



**CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MARA (*Swietenia macrophylla* King.), EN OCHO AÑOS DE ESTABLECIDO, EN UN BOSQUE SECUNDARIO DEL MUNICIPIO DE COBIJA.**

Tesis de grado para optar al grado de Ingeniero Agroforestal

Presentado por: Univ. Janeth Alvarado Tola

Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

**COBIJA – PANDO – BOLIVIA  
2017**

## HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue revisada y aprobada por:

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS
Presidente	Dr. Benjamín Oliveira Carrillo	_____
Tribunal 1	Ing. David Gómez Roca	_____
Tribunal 2	Ing. Ronny S. Balcazar Sossa	_____
Tribunal 3	Ing. Elker Soria Roca	_____
Asesor	Ing. Griceldo Carpio Tancara	_____

Cobija, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mi Madre: Catalina Tola Lima, a mis hermanos, a mi esposo e hijo, quienes han sido el impulso para continuar y llegar a culminar esta etapa de mis estudios.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mis sinceros agradecimientos a:

- Dios por haberme dado vida, salud, y guía por guardarme de todo peligro en el transcurso de esta investigación y en el camino de toda mi vida.
- Mi Madre Catalina Tola Lima por haberme educado, enseñado e inculcado el estudio desde niña, sin su ayuda no habría podido llegar a este momento tan importante de mi vida.
- Mis hermanos, por su apoyo moral y material durante mis estudios y en la fase de elaboración del trabajo de tesis.
- Mi asesor Ing. Griceldo Carpio Tancara, por sus acertadas orientaciones en el desarrollo de la presente investigación
- Los miembros del tribunal, Ing. David Gómez, Ronny S. Balcazar y Elker Soria, por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo.
- Los docentes de la carrera de Ingeniería Agroforestal, por haber impartido sus conocimientos con paciencia durante el proceso de enseñanza.
- Mis compañeros de la universidad: por las muchas experiencias vividas durante los años que hemos compartido juntos.

## ÍNDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE GRAFICOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Hipótesis	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Origen y distribución	4
2.2. Botánica	4
2.3. Requerimientos edafoclimaticos	6
2.4. Conservación	7
2.5. Experiencias con la planta	8
2.6. Características del desarrollo	9
2.7. Manejo	11
2.8. El barrenador de vástagos <i>Hypsipyra grandella</i> Zeller.	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación	21
3.2. Materiales.	22
3.3. Material vegetal	22
3.4. Procedimiento experimental	23

3.5. Universo y muestra	23
3.6. Toma de datos	25
3.6. Análisis y procesamiento de datos	28
4. RESULTADOS	29
4.1. Condiciones climáticas	29
4.2. Condiciones edáficas	31
4.3. Características morfológicas	33
4.3.1. Altura de planta	33
4.3.2. Diámetro altura pecho	34
4.4. Calidad del fuste	35
4.5. Sanidad de la planta	36
3.6. Tasa de mortalidad	37
5. DISCUSIÓN	38
5.1. Condiciones climáticas	38
5.2. Condiciones edáficas	39
5.3. Crecimiento	41
5.4. Calidad y sanidad	45
6. CONCLUSIONES	46
7. RECOMENDACIONES	47
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

## LISTA DE CUADROS

N°	Título	Pág.
1.	Promedios mensuales de precipitación pluvial	29
2.	Promedios mensuales de temperatura media	30
3.	Características del suelo del área experimental	32
4.	Distribución de frecuencias para altura	33
5.	Distribución de frecuencias para diámetro altura pecho	34
6.	Distribución de frecuencias para calidad de fuste	35
7.	Distribución de frecuencias para sanidad de plantas.	36

## LISTA DE GRÁFICOS

N° Título	Pág.
1. Promedios mensuales de precipitación pluvial	30
2. Promedios mensuales de temperatura media	31
3. Distribución de frecuencias para altura	33
4. Distribución de frecuencias para diámetro altura pecho	34
5. Distribución de frecuencias para calidad de fuste	35
6. Distribución de frecuencias para sanidad de plantas.	36

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Caracterización del crecimiento de la mara (*Swietenia macrophylla* King.), en ocho años de establecido, en un bosque secundario”, realizado en el segundo semestre del año 2017, tuvo como objetivos específicos: a) describir las características ecológicas del área de estudio, que puedan influir en el crecimiento, b) determinar la tasa de crecimiento en altura y diámetro de las plantas y c) determinar la calidad, el estado de sanidad y tasa de mortalidad registrada durante su permanencia en sitio definitivo. La investigación se realizó en la propiedad Santa Rita, comunidad Bajo Virtudes, ubicada en el municipio Cobija, provincia Nicolás Suárez del departamento Pando. El material vegetal estuvo constituido por cien plantas de mara *Swietenia macrophylla* King. establecidas a principios del año 2008. Las variables estudiadas fueron: condiciones ecológicas del área de estudio; características morfológicas: altura total de planta diámetro de tallo, aspectos relativos a calidad y sanidad de las plantas. Los resultados indican que el área de estudio reúne las condiciones climáticas para el desarrollo de la especie, la baja fertilidad de sus suelos constituye un factor que influye negativamente en los primeros años de crecimiento en el sitio definitivo. En los ocho años, la altura total de las plantas alcanzó un promedio altura total de las plantas tuvo un promedio 6,71 m, lo que significa una tasa de crecimiento anual de 0,84 m/año alcanzando un máximo de 1,9 m/año, mientras que el crecimiento en diámetro de las plantas varía de 1,3 a 13,6 cm, con un promedio 5,63 cm; lo que representa un promedio de crecimiento anual en diámetro de 0,70 cm año, el 56,1% son de fuste recto (buena calidad), un 27,7 tienen la calidad regular y un 16,1% es de mala calidad; en los ocho años de estudio se presentó una alta mortalidad del 35,4%, sin embargo este fenómeno tuvo lugar en los primeros dos años de crecimiento.

Palabras claves: crecimiento de *Swietenia macrophylla* bosques degradados.

## ABSTRACT

The present investigation titled "Characterization of the growth of the mara (*Swietenia macrophylla* King.), in eight years of established, in a secondary forest", realized in the second semester of the year 2017, had like specific objectives: a) to describe the ecological characteristics of the study area, which may influence growth, b) determine the growth rate in height and diameter of the plants and c) determine the quality, health status and mortality rate recorded during their permanence in the final site. The investigation was carried out in the Santa Rita property, Bajo Virtudes community, located in the Cobija municipality, Nicolás Suárez province, Pando department. The plant material consisted of one hundred plants of Mara *Swietenia macrophylla* King. established at the beginning of the year 2008. The variables studied were: ecological conditions of the study area; morphological characteristics: total plant height stem diameter, aspects related to quality and plant health. The results indicate that the study area meets the climatic conditions for the development of the species, the low fertility of its soils constitutes a factor that negatively influences the first years of growth in the final site. In the eight years, the total height of the plants reached an average total height of the plants averaged 6.71 m, which means an annual growth rate of 0.84 m / year reaching a maximum of 1.9 m / year, while the growth in diameter of the plants varies from 1.3 to 13.6 cm, with an average 5.63 cm; which represents an average annual growth in diameter of 0.70 cm year, 56.1% are of straight shaft (good quality), 27.7 have regular quality and 16.1% are of poor quality; in the eight years of the study there was a high mortality of 35.4%, however this phenomenon took place in the first two years of growth.

Keywords: *Swietenia macrophylla* growth amazon degraded forests.

## 1. INTRODUCCIÓN

La caoba (*Swietenia macrophylla* King.), conocido en nuestro medio como mara- es una de las especies forestales más importantes en Bolivia y América Latina; desde el último siglo hasta hoy, la mara, como se conocen comúnmente, han sido una de las especies de un alto valor económico para el desarrollo de la industria forestal de América Latina. Abarcan el territorio neotropical desde México a Brasil y Argentina pasando por América Central y las islas del Caribe (Patiño, 2002).

Es una especie en el pasado constituía una de las principales fuentes de madera tropical de América latina, varía en cuanto a la evaluación del estado de conservación de la especie. En la actualidad, la caoba obtenida mediante plantaciones representa un porcentaje muy pequeño de la madera que circula en los mercados internacionales. Prácticamente toda la caoba comercializada proviene de árboles extraídos en bosques primarios (FAO, 1999).

La extracción sistemática de una sola especie acaba por evitar su regeneración natural provocando su extinción. La selva se empobrece y la apertura del dosel forestal transforma las condiciones de humedad y temperatura del interior del bosque. Los efectos adversos de estas interrelaciones impactan directamente en las poblaciones de caoba, generando estímulos para la tala y alterando el potencial para su nuevo crecimiento (Acosta, 2011).

Actualmente la mara es protegida por la ley dada la fuerte explotación que ha sufrido, quedando un número reducido de individuos en bosques fragmentados que podrían estar sufriendo procesos de endogamia. Además la caoba fue incluida en la enmienda de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) apéndice III, dados los actuales niveles de explotación en centro y Sudamérica. (Navarro, 1999).

El departamento de Pando tiene una extensión territorial de 63.827 km<sup>2</sup> que representa el 5,81% de total de territorio nacional, de los cuales el 94% está cubierto por bosques naturales (ZONISIG1997)

El sector forestal es el más importante de la economía departamental, debido principalmente a los importantes volúmenes de maza recolectada de sus bosques. La explotación de madera ha adquirido importancia en los últimos años, actualmente las tres especies más valiosas son: almendrillo (*Apuleia leiocarpa*), tumi o roble (*Amburana cearensis*) y cedro colorado (*Cedrela odorata*); la maza ocupa pasó a ocupar el décimo tercer puesto (ABT, 2015).

### **1.1. Justificación**

En las últimas décadas, en el departamento Pando se observa un proceso de deforestación paulatino 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 esta de esta especie.

### **1.2. Planteamiento del problema**

En el año 2008 con fines investigativos se establecieron 240 plantas de maza (*Swietenia macrophylla* King.), en la propiedad Santa Rita, municipio de Cobija, provincia Nicolás Suárez. Las mismas se hallan establecidas en un bosque secundario En la misma se realizó una investigación sobre la incidencia de la *Hypsipyla grandella* en el crecimiento durante el segundo año, a partir de entonces no se tiene información sobre la mortalidad, crecimiento en altura y diámetro ni la calidad y sanidad de los individuos.

El crecimiento de las plántulas establecidas en sitio definitivo presentan una serie de dificultades, como las condiciones bióticas (vegetación circundante,

plagas como la el barrenador de los vástagos y otros insectos o enfermedades) y abióticos como las condiciones climáticas y edáficas del área.

En consecuencia, el problema a abordar en la presente investigación es: ¿Cuál es la tasa de crecimiento y mortalidad de la mara (*Swietenia macrophylla* King.), en ocho años de establecido en un bosque secundario del municipio de Cobija?

### 1.3. Objetivos e hipótesis

#### Objetivo general:

- Evaluar la tasa de crecimiento y mortalidad de la mara (*Swietenia macrophylla* King.), en ocho años de establecido en un bosque secundario del municipio de Cobija.

#### Objetivos específicos:

- Describir las condiciones agroecológicas del área de estudio, durante el desarrollo en sitio definitivo.
- Determinar la tasa de crecimiento en altura y diámetro de las plantas de mara, en ocho años.
- Evaluar la incidencia del insecto *Hypsipyla grandella* y sus efectos en la calidad, sanidad y mortalidad de las plantas.

### 1.4. Hipótesis

Hipótesis de investigación: El desarrollo de la mara en un bosque degradado es influenciado por las condiciones agroecológicas e incidencia del insecto barrenador de meliáceas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 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. 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

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 axila 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 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  $0.94 \pm 0.01$  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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>3</sup> 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**

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

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

En el caso de podas sanitarias ante ataques del barrenador, estas se deben hacer en dos pasos: primero eliminando el brote dañado o atacado, y unos tres meses después, una vez que se ha definido el eje dominante, eliminar los otros.

Esto evita la formación de bifurcaciones en la parte baja del árbol, que será la más valiosa desde el punto de vista maderable (Hilje 2001).

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

### **2.7.1. 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 m<sup>3</sup>/ha/año en Fiji, 6 m<sup>3</sup>/ha/año en Belice, 17 m<sup>3</sup>/ ha/año durante 25 años en Guadalupe, 18 m<sup>3</sup>/ha/año durante 20 años en Indonesia, y 14-20 m<sup>3</sup>/ha/ año durante 35 años en Martinica, con máximas de 30 m<sup>3</sup>/ha/año en los mejores sitios. En términos generales, cifras de 10 - 25 m<sup>3</sup>/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).

Las plántulas de caoba pueden sobrevivir bajo un rango amplio de condiciones pero no bajo el dosel, donde 95% murieron en cinco años.

Aproximadamente la mitad de las plántulas de caoba sobrevivieron cinco años en aperturas de 500 m<sup>2</sup> o más. Cabe notar que las aperturas creadas por el aprovechamiento comercial de madera suelen ser menores a 300 m<sup>2</sup> (Robinson 1998). Las condiciones creadas por el tratamiento de tumba en México impidieron la supervivencia de las plántulas de caoba, debido a la alta competencia provocada por la abundancia de rebrotes de los tocones de los árboles tumbados

En Belice, donde los árboles tumbados fueron extraídos con maquinaria, los rebrotes no fueron tan problemáticos. El crecimiento de la caoba fue más variable, según las condiciones, que su supervivencia. Las plántulas crecieron más en aperturas más grandes, y crecieron el doble cuando se plantaron poco después de crear la apertura, en comparación con las que se plantaron un año después.

En áreas abiertas por quema el crecimiento fue mayor que en áreas abiertas por tumba. Estos patrones revelan que el crecimiento de la caoba responde de forma positiva a la cantidad de luz disponible y de forma negativa a la competencia, si los individuos de otras especies se establecen antes que las plántulas de caoba. La competencia más fuerte provino de plantas originadas en rebrotes, ya que éstas tienen raíces bien desarrolladas. Si las plántulas de caoba se establecen a los pocos meses de un tratamiento de apertura que logra impedir la regeneración de otras especies por rebrotes (tratamiento mecánico y de quema), éstas compiten bien con la regeneración de otras especies que logran establecerse a partir de semillas. Bajo estas condiciones experimentales, limpiar las plántulas no aumentó su crecimiento.

Esto implica que no es necesario hacer inversiones en tratamientos de limpieza, por lo menos durante los primeros cinco años, si los tratamientos de apertura son los adecuados. De hecho, limpiar la vegetación competidora alrededor de las plántulas de caoba tuvo un impacto negativo, ya que aumentó

fuertemente el ataque del barrenador de yemas (*Hypsipyla grandella*). Esto puede deberse a que la vegetación alrededor de las plántulas de caoba las protege de alguna forma.

Cuando se deja crecer alrededor de las plántulas de caoba la vegetación que resulta de la regeneración natural de otras especies, el nivel de ataque por este insecto (12%) no representa un problema.

Estos estudios confirman que los tratamientos actualmente utilizados en la zona para crear patios de concentración de trozas (bacadillas) producen condiciones favorables para la supervivencia y el crecimiento de la caoba. Conviene seguir plantándolas (ver Argüelles *et al*) en este mismo número).

Las miles de hectáreas de campos de cultivo, creados fuera de las áreas forestales permanentes por medio de la técnica de roza-tumba-quema, son áreas muy favorables para la regeneración de la caoba. Podría valer la pena plantar caoba entre los cultivos y evaluar cómo integrar el uso de estas técnicas en el manejo forestal. Pareciera que las aperturas de 5000 m<sup>2</sup> ofrecen mejores condiciones de crecimiento que las aperturas menores.

### **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).

### **2.7.3. Cultivos asociados en sistemas agroforestales**

Los sistemas agroforestales simultáneos (SAS) son aquellos donde se integran de manera conjunta y continua los cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería. En algunos SAS la posibilidad de competencia entre los cultivos aumenta cuando algunas especies de árboles presentan arquitecturas radicales y del dosel similares (García y Ong, 2004).

Es necesaria una selección adecuada de las especies para lograr niveles de interacción intra e interespecífica cuyo balance neto permita que el sistema sea viable y productivo. Algunos estudios (Montagnini et al., 1997; Swaminathan, 2001; Hagggar et al., 2003) reportan que en los SAS la imbricación de árboles genera mayores ingresos económicos que en los monocultivos. La mayor productividad se alcanza mediante la complementariedad ecológica entre los componentes del dosel superior e inferior (Hagggar y Ewel, 1997).

Los sistemas agroforestales son una alternativa para reforestar áreas de cantera, una actividad minera a cielo abierto que afecta significativamente al ambiente (Montañez et al., 2005). En esta actividad se elimina toda la cubierta vegetal, se retira el suelo y se extraen las capas de roca. Al final sólo quedan grandes agujeros con sustratos inertes (Clemente et al., 2004).

En países como México existen leyes que regulan la recuperación de las áreas de cantera. Sin embargo son ineficientes y poco claras (Montañez et al.,

2005). Es común que al cesar la explotación, estas áreas sean abandonadas y utilizadas como basureros porque las compañías concesionadas no quieren invertir en su rehabilitación.

Consideran que la inversión es alta y la evitan, aunque tienen el compromiso legal y ético de recuperarlas. Algunas alternativas de recuperación han sido convertirlas en parques recreativos, acua-parques (debido al afloramiento del manto freático) y áreas para producción animal. Sin embargo, estas actividades pueden causar contaminación del agua y afectar los acuíferos circunvecinos utilizados para consumo doméstico. Otra opción es el establecimiento de sistemas agroforestales que promuevan la repoblación de áreas aprovechadas previamente como minas de cantera y eviten la contaminación del ambiente.

El objetivo de esta investigación fue conocer el crecimiento y desarrollo de los cultivos de caoba (*Swietenia macrophylla* King) y ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) asociados a tamarindo (*Tamarindus indica* L.) y achiote (*Bixa orellana* L.) para el primero y huaxín (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.) y pixoy (*Guazuma ulmifolia* Lam.) para el segundo durante la etapa de establecimiento en una cantera abandonada. La hipótesis fue que mientras el ramón alcanza la edad productiva y la caoba cierra su dosel, el estrato inferior puede ser aprovechado con árboles acompañantes de menor talla y con producción a corto plazo.

## **2.8. El barrenador de vástagos *Hypsipyla grandella* Zeller.**

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).

### **2.8.1. 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).

### **2.8.2. 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 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 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).

### **2.8.3. 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).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la propiedad Santa Rita del Ing. Griceldo Carpio T, ubicado en la comunidad “Bajo Virtudes”, a 7,5 km de la ciudad de Cobija.

Geográficamente está localizado en:

Municipio	:	Cobija
Provincia	:	Nicolás Suárez
Departamento	:	Pando

Las coordenadas geográficas son:

Longitud oeste	:	87°61'51,8”
Latitud sur	:	05°30'09,1”



Foto 1. Ubicación de la propiedad

### 3.2. Materiales.

#### 3.2.1. Materiales de campo:

- Machete
- Hacha
- Estacas
- Cinta métrica
- Clinómetro
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Materiales de laboratorio de suelos



### 3.3. Material vegetal

Plantas de mara (*Swietenia macrophylla* King.), establecidos en el mes de octubre del año 2008.



### **3.4. Procedimiento experimental**

Primeramente se efectuó un censo de los individuos (plantas de mara) vivos, esta información permitió determinar la tasa de mortalidad, dividiendo el número de plantas vivas sobre el total de plantas establecidas hace ocho (8) años.

Luego se efectuó una toma de datos del crecimiento de las plantas es decir la altura y diámetro de tallo, esta información permitió clasificar los individuos de mayor crecimiento y de menor crecimiento, a partir de esta clasificación, de los entornos se tomaron muestras de suelo, de los cuales por cuarteo se obtuvo una muestra para su análisis del laboratorio.

Mediante observación directa, se registrarán datos referidos a la sanidad y calidad de las plantas.

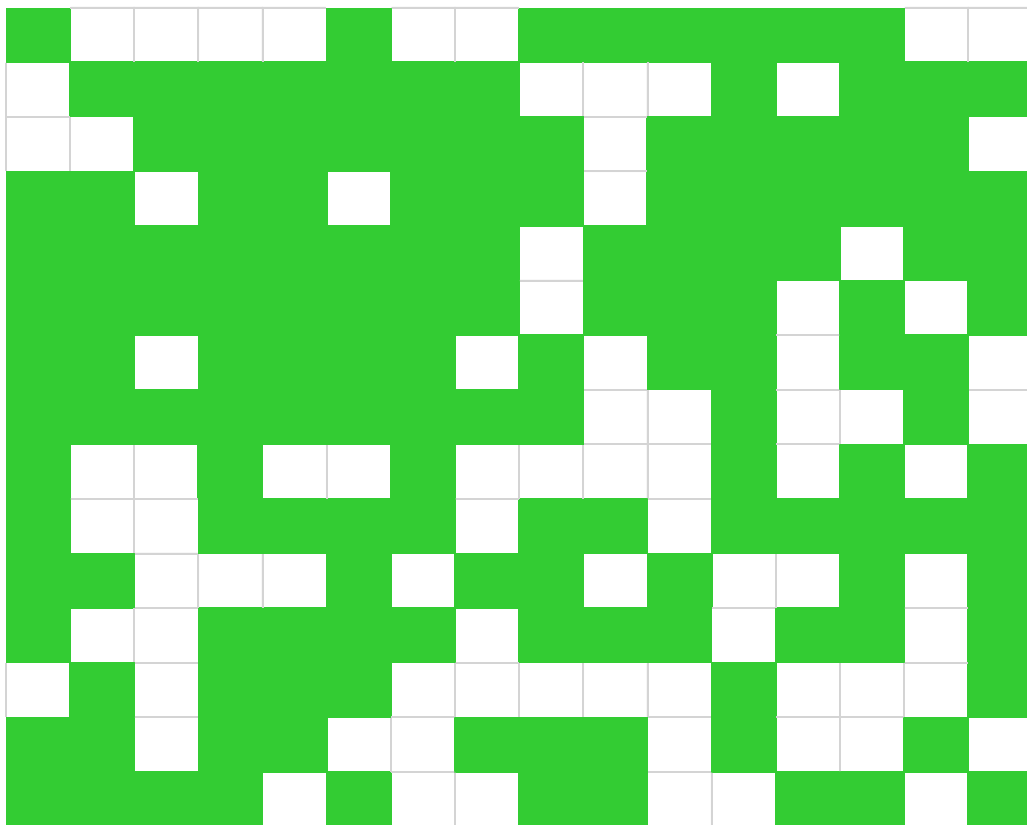
### **3.5. Universo y muestra**

El universo teórico está compuesto por un total de 240 plantas distribuidas de la siguiente forma:

Hileras	15
Columnas	16
Distancia entre columnas	5 m
Distancia entre hileras	5 m
Área total del experimento	6000 m <sup>2</sup> (75 m x 80 m)

Considerando la mortalidad de plantas, a través de la primera observación se determinó que son 155 plantas que aún están vivas y por tanto pueden ser objeto de medición de las características morfológicas, calidad y sanidad.

En consecuencia, la muestra estuvo compuesta por las 155 plantas vivas al cabo de los ocho de establecido en el sitio definitivo.



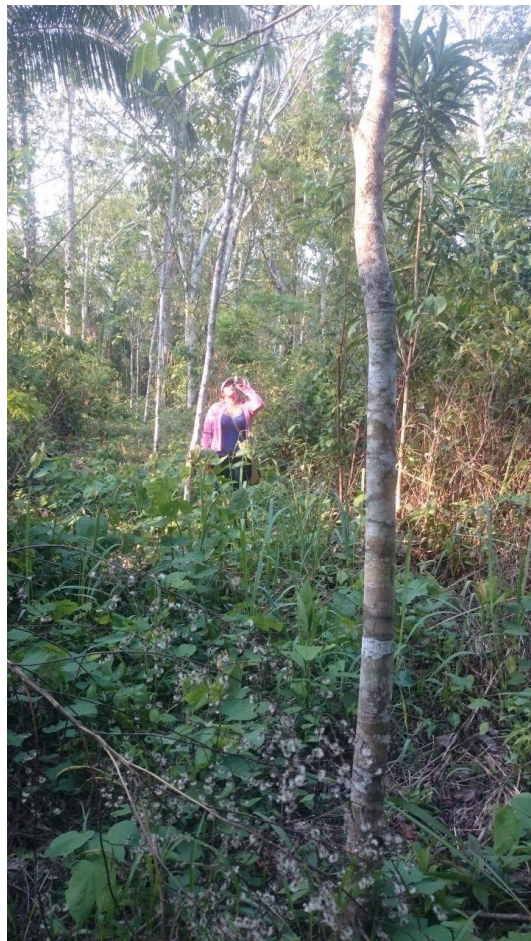
### 3.6. Toma de datos

#### a) Condiciones climáticas

Los datos de temperatura y precipitación pluvial mensual de los ocho años fue obtenida de la página web del servicio nacional de meteorología e hidrología dependiente de ASSANA.

#### b) Altura de la planta:

Para determinar la altura de planta, el observador se ubicó a 5 m de la planta y con el clinómetro se determinó el ángulo de inclinación hasta el ápice de la planta y a través de fórmula geométrica se determinó el cateto opuesto a cuyo valor se sumó la altura desde donde se hizo la observación (1,5 m aproximadamente).



Fotografía 2. Medición de altura de planta

**c) Diámetro del tallo**

Con la ayuda de una cinta métrica se midió el perímetro del tallo a 1,5 m de altura del suelo, luego por fórmula (dividiendo entre el valor de pi se calculó el diámetro altura pecho). Los valores fueron expresados en centímetros.



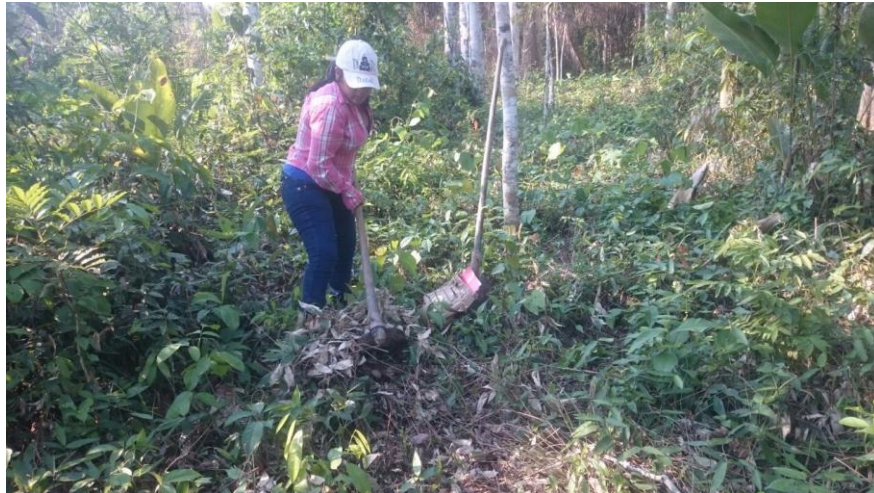
Fotografía 3. Medición del diámetro del tallo

**d) Porcentaje de mortalidad:**

Se cuantificó el número de plantas muertas, en cada hilera de 15 plantas.

**e) Efecto de factores abióticos**

Se evaluará las condiciones edáficas, mediante un muestreo de suelo hasta una profundidad de 50 cm, una muestra por cada planta.



Fotografía 4. Muestreo de suelo

**f) Calidad y sanidad**

Se evaluará el estado de sanidad de las plantas, según los siguientes criterios: planta sana, con daño leve, con daño moderado y daño severo.



Fotografías 5. Daños causados por *Hypsiphyla grandella*

### 3.7. Análisis y procesamiento de datos

Con los datos obtenidos, se procedió al análisis de variancia a 5% de margen de error y de ser necesario los promedios serán sometidos a la comparación múltiple de Duncan al mismo margen de error. Estos análisis se efectuarán empleando el paquete computacional SPSS ver 18.0

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Condiciones climáticas

Los datos correspondientes a la precipitación pluvial indican que el promedio durante los ocho años fue de 2040 mm/año, sin embargo la comparación por años permite observar que existe mucha variación entre años, siendo el menor registrado de 1407,1 mm en el año 2013 y la máxima 3479,0 mm en el año 2009, es decir el primer año después de establecido en sitio definitivo. La comparación entre meses permite observar que los meses de mayor precipitación son enero, febrero y marzo, cuya máxima es de 327,5 mm en el mes de febrero, mientras que el mes de menor precipitación resulta ser junio con solo 22,5 mm, como se muestra en el gráfico siguiente:

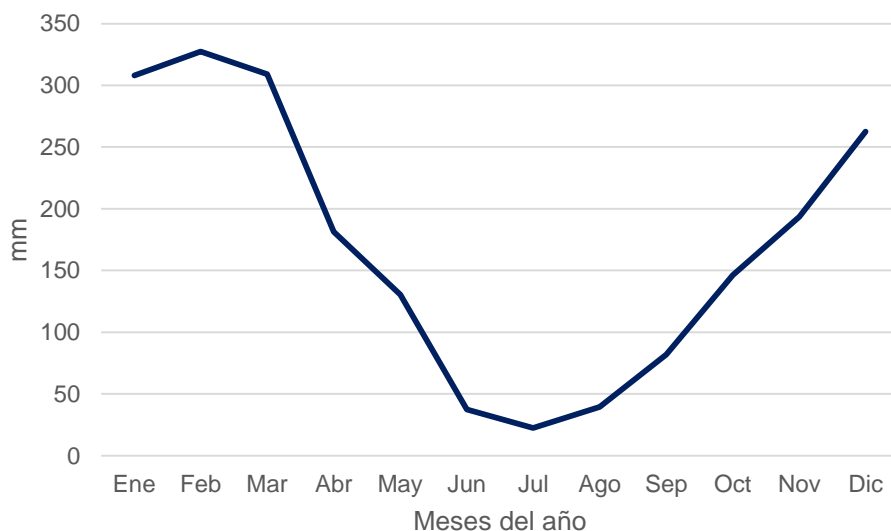
Cuadro N° 1

#### Promedios mensuales de precipitación pluvial

Meses	Periodo de estudio								Prom.
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Ene	151,5	643,6	235,6	273,5	178,6	344,5	349,7	287,8	308,1
Feb	407,7	519,8	215,8	270,3	219,4	347,7	272,7	366,6	327,5
Mar	579,8	346,7	395,5	218,8	213,2	350,7	195,9	171,8	309,1
Abr	403,2	234,2	207,0	176,6	59,9	100,5	210,3	58,7	181,3
May	346,3	82,8	110,4	82,4	85,5	82,8	192,8	60,7	130,5
Jun	63,7	0,6	4,7	46,4	107,0	28,8	41,5	6,2	37,4
Jul	51,5	22,3	0,4	20,5	27,9	6,9	13,1	37,7	22,5
Ago	64,4	36,8	8,2	17,2	62,0	50,8	37,3	39,4	39,5
Sep	93,5	58,8	77,0	147,8	52,6	94,2	16,8	114,2	81,9
Oct	155,9	170,6	92,2	196,3	139,8	148,2	75,0	192,5	146,3
Nov	389,8	219,8	112,1	202,1	162,1	194,5	110,1	157,2	193,5
Dic	771,7	228,5	236,2	219,0	99,1	192,3	133,4	220,1	262,5
Total	3479,0	2564,5	1695,1	1870,9	1407,1	1941,9	1648,6	1712,9	2040,0

Fuente: <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php> (Fecha: 31/12/2016)

Gráfico N° 1. Precipitación promedio mensual (2009 – 2016)



Cuadro N° 2

Promedios mensuales de temperatura media

Meses	Periodo de estudio								Prom.
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Ene	26,0	26,3	26,4	26,1	27,4	26,2	26,4	27,9	26,6
Feb	25,9	26,5	26,2	25,9	26,7	26,3	26,7	27,7	26,5
Mar	26,0	27,3	26,3	26,6	26,9	26,6	27,0	27,4	26,8
Abr	26,0	26,8	26,4	26,8	26,5	26,7	27,0	27,2	26,7
May	25,8	25,1	25,5	25,9	25,6	25,5	26,0	25,2	25,6
Jun	23,2	25,6	25,7	25,2	26,3	25,3	26,5	24,1	25,2
Jul	24,3	23,4	24,4	25,2	24,3	24,1	25,3	25,9	24,6
Ago	25,7	25,9	25,9	26,2	24,6	26,2	28,1	27,0	26,2
Sep	26,2	27,8	27,9	28,0	27,0	28,2	29,0	26,6	27,6
Oct	27,3	27,2	27,3	27,6	27,0	27,8	28,8	27,6	27,6
Nov	27,2	26,5	27,3	27,6	27,1	27,3	28,2	27,2	27,3
Dic	25,9	26,8	27,2	27,1	27,4	26,8	28,1	27,3	27,1
Total	25,8	26,3	26,4	26,5	26,4	26,4	27,3	26,8	26,5

Fuente: <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php> (Fecha: 31/12/2016)

Los datos correspondientes a temperatura media mensual que se detalla en el Cuadro N° 2 y Gráfico N° 2, indican que durante el periodo de estudio, se registró una temperatura media de 26,5°C. La menor temperatura media tiene lugar el mes de julio con 24,6°C, mientras que la mayor temperatura media tiene lugar los meses de septiembre y octubre con 27,6°C

Gráfico N° 2. Temperatura media mensual



#### 4.2. Condiciones edáficas

Los resultados del análisis de suelo se muestran en el Anexo N° 3 y el resumen en el cuadro N° 3, en el mismo se puede observar que el pH (potencial de hidrogeniones) es ácido, con un contenido medio en materia orgánica y contenido nitrógeno total, muy bajo en fósforo y bajo de potasio; bajo en magnesio, calcio y sodio. En resumen de baja fertilidad por el contenido alto de aluminio intercambiable.

.Cuadro N° 3

Características del suelo del área experimental

VARIABLES	UNIDAD	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C	
pH (1:5 agua)		4,57	4,94	4,77	
M.O.	%	0,01	0,51	0,10	
N Total	mg/kg	0,10	0,11	0,90	
P	ppm	11,20	3,67	4,06	
K	meq/100g	152,00	145,00	136,00	
Al	meq/100g	0,42	0,42	1,00	
Ca	meq/100g	5,10	4,10	2,30	
Mg	meq/100g	0,07	0,74	0,47	
Na	mg/kg	120,00	113,00	124,00	
Textura	%	A	46,24	50,96	48,24
		L	42,00	23,00	46,00
		Y	11,70	21,04	5,7

Fuente: Laboratorio de suelos del ACBN-UAP

### 4.3. Características Morfológicas

#### 4.3.1. Altura de planta

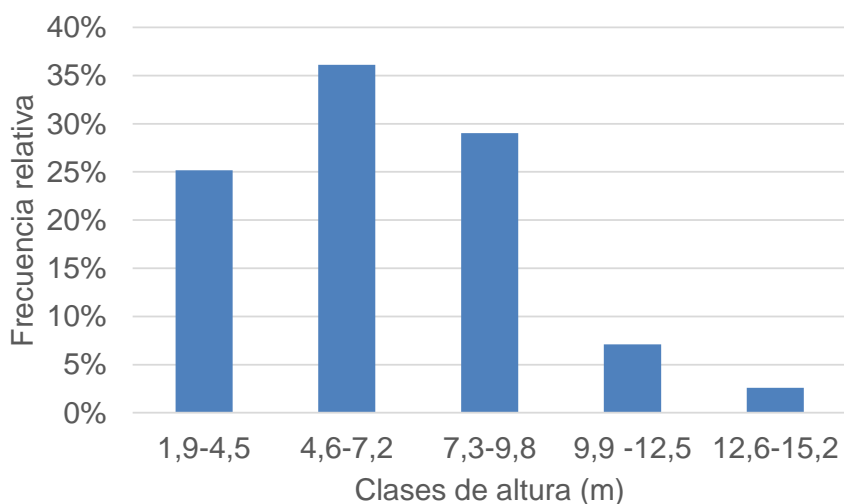
La altura total de las plantas varía de 1,9 a 15,2 m, con un promedio 6,71 m y una desviación típica de  $\pm 2,70$  m.

Cuadro N° 4. Distribución de frecuencias para altura de planta.

Clases de altura total (m)	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
1,9 - 4,5	39	25,2
4,6 - 7,2	56	36,1
7,3 - 9,8	45	29,0
9,9 - 12,5	11	7,1
12,6 - 15,2	4	2,6
Total	155	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Distribución de frecuencias para altura de planta



Agrupados por clases, se observa que la mayor proporción de plantas se encuentran entre 4,6 a 7.2 m, mientras que la menor proporción se encuentra entre 12,6 a 15,2 cm, es decir la clase más alta.

### 4.3.2. Diámetro altura pecho (DAP)

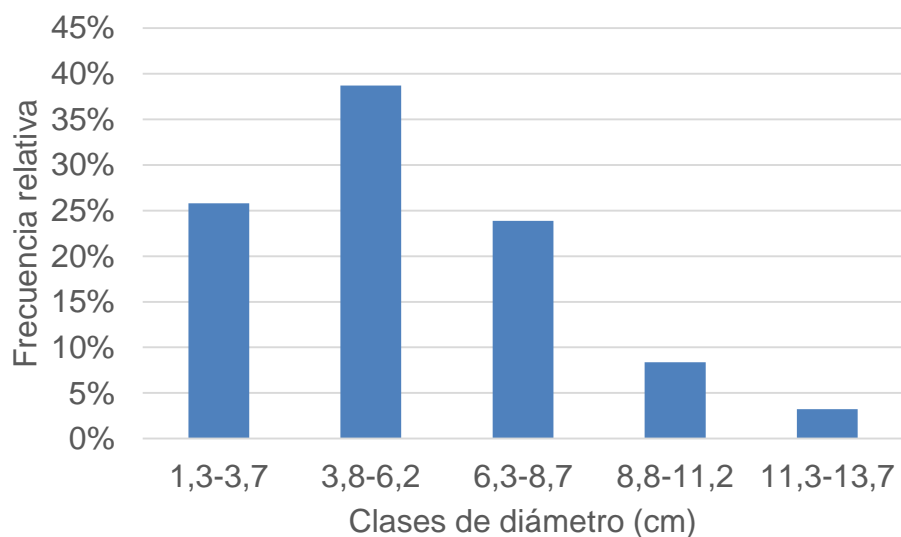
La altura total de las plantas varía de 1,3 a 13,6 cm, con un promedio 5,63 cm y una desviación típica de  $\pm 2,51$  m.

Cuadro N° 5. Distribución de frecuencias para diámetro altura pecho.

Clases de DAP (cm)	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
1,3 - 3,7	40	25,8
3,8 - 6,2	60	38,7
6,3 - 8,7	37	23,9
8,8 - 11,2	13	8,4
11,3 - 13,7	5	3,2
Total	155	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Distribución de frecuencias para diámetro altura pecho



Agrupados por clases, se observa que la mayor proporción de plantas se encuentran entre 3,8 a 6,2 cm, mientras que la menor proporción se encuentra entre 11,3 a 13,7 cm, es decir la clase más alta.

#### 4.4. Calidad del fuste

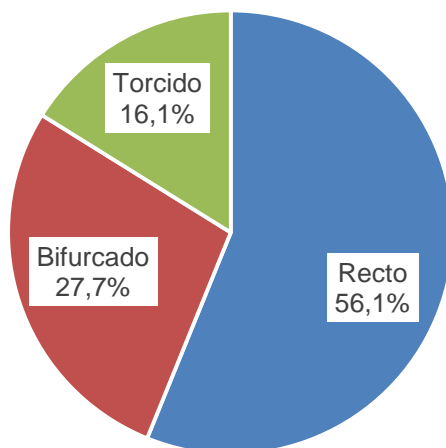
Cuadro N° 6. Distribución de frecuencias para calidad de fuste.

Calidad del fuste	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
Recto	87	56,1
Bifurcado	43	27,7
Torcido	25	16,1
Total	155	100,0

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro anterior y gráfico siguiente, permiten afirmar que una mayoría significativa presenta fuste o tallo recto, las demás presentan tallos bifurcados y torcidos. Las bifurcadas tienen origen en la presencia de *Hypsiphyla grandella* en la etapa de crecimiento antes de alcanzar los tres metros de altura.

Gráfico 5. Composición de la calidad de fuste



#### 4.5. Sanidad de la planta

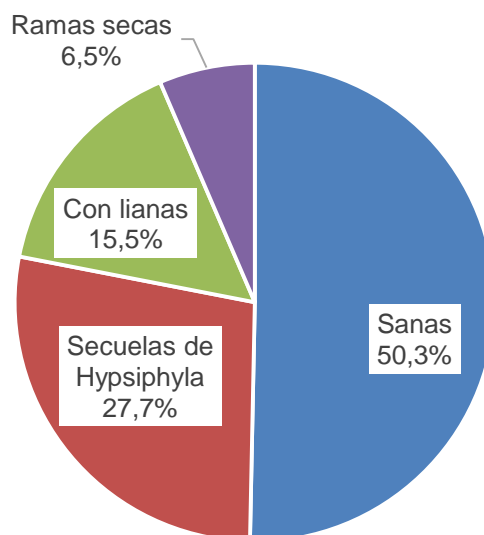
Cuadro N° 7. Distribución de frecuencias para sanidad de plantas.

Calidad del fuste	Frecuencia absoluta (n)	Frecuencia relativa (%)
Sanas	78	50,3
Secuelas de <i>Hypsiphyla</i>	43	27,7
Con lianas	24	15,5
Ramas secas	10	6,5
Total	155	100,0

Fuente: Elaboración propia

La Cuadro anterior y gráfico siguiente, permiten afirmar que aproximadamente una de cada dos plantas son sanas, más de una cuarta parte presenta secuelas de *Hypsiphyla grandella*, una pequeña proporción de plantas (6,5%) presenta ramas secas al momento de la evaluación, sin embargo con el transcurrir del tiempo se produce un retoño de estas plantas.

Gráfico 6. Sanidad de las plantas



#### 4.6. Tasa de mortalidad

Durante el trasplante al sitio definitivo fueron establecidos un total de 240 plantas, mientras que para la presente investigación se encontraron un total de 155 plantas vivas, lo que equivale a un 35,4% de mortalidad en los ocho años de crecimiento en el sitio definitivo.

De acuerdo a la información proporcionada por el propietario, la mortalidad tuvo lugar en los primeros años de establecido en el sitio definitivo, asimismo indica que esta mortalidad se debió a dos factores:

- a) Ataque del barrenador de las meliáceas *Hypsiphyla grandella*, que ataca al ápice de las plantas en estado de desarrollo, donde deposita sus huevos y estas con el tiempo necrosan la planta hasta provocar la muerte.
- b) Encharcamiento durante la época de lluvia, principalmente cuando el sistema radicular no está bien desarrollada.

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. Condiciones climáticas**

Esta especie se ha establecido bajo las siguientes condiciones climáticas: Temperatura media anual de 24,3 - 27,2°C, pudiendo alcanzar valores mínimos de 19,9 - 23,5°C y máximos de 30,2 - 32,6°C; con precipitación total anual de 1.400 – 2.800 mm, sin embargo, en ciertas zonas tolera valores inferiores a 100 mm mensuales; la humedad relativa media de 79 - 91%; el número de horas de luz anual de 2,000-2,500 horas de brillo solar. En Brasil se la reportó en tierras firmes y drenadas, siendo muy difícil encontrarla en suelos inundables; en Perú, los marales, se presentan sobre suelos arcillosos o arcillo-arenosos (Usca, 2012).

#### **5.1.1. Temperatura**

La descripción del clima se basa en la información de la estación climática del departamento Pando, específicamente de la estación meteorológica de Cobija cuentan con un período suficientemente largo de más de siete años.

Se puede observar que la mara se distribuye entre las isotermas de 26°C para el departamento Pando, es decir para todas las poblaciones, teniendo límites inferiores en la zona fronteriza con el departamento de La Paz y Beni. Si bien las temperaturas son estables dentro el departamento a diferencia de las precipitaciones que varían, esto no incide en una diferencia en cuanto al desarrollo óptimo de la especie ya que dentro de las isotermas señaladas se encontraron individuos bien desarrollados en el municipio de Cobija.

Lo expuesto anteriormente se puede observar en el cuadro de temperaturas medias mensuales y anuales (Cuadro 2), estos pueden mostrar las características de la región donde se desarrolla la especie en estudio. Durante el periodo de estudio, se registró una temperatura media de 26,5°C. La menor temperatura media tiene lugar el mes de julio con 24,6°C, mientras que la mayor temperatura media tiene lugar los meses de septiembre y octubre con 27,6°C.

Al respecto, (Usca 2012) afirma que en las áreas de dispersión natural de la especie, en la amazonia Peruana, Boliviana y Brasileña, la temperatura media anual varía 24,3 a 27,2°C con valores máximos de 30,6 y 32,6°C y mínimos de 19,9 y 23,5°C, por lo que es posible afirmar que las condiciones climáticas del área de estudio están enmarcadas en lo indicado por la bibliografía.

### **5.1.2. Precipitaciones**

La precipitación pluvial anual varía entre 1.400 y 2.800 mm, con ocurrencia en determinadas áreas de periodos hasta seis meses con precipitaciones mensuales inferiores a 60 mm. (Usca 2012).

En el área de estudio, la precipitación media anual de los ocho años considerados fue de 2040 mm/año, sin embargo la comparación por años permite observar que existe mucha variación entre años, siendo el menor registrado de 1407,1 mm en el año 2013 y la máxima 3479,0 mm en el año 2009, es decir el primer año después de establecido en sitio definitivo. La comparación entre meses permite observar que los meses de mayor precipitación son enero, febrero y marzo, cuya máxima es de 327,5 mm en el mes de febrero, mientras que el mes de menor precipitación resulta ser junio con solo 22,5 mm.

Estos resultados se enmarcan en lo mencionado por la bibliografía, por lo que es posible afirmar que la precipitación pluvial de la región es favorable para el desarrollo de la mara, es decir este factor no perjudicó el crecimiento en altura y en diámetro de la especie.

### **5.2. Condiciones edáficas**

Marmillod (2007), afirma que el tipo de suelo no es un factor muy determinante para el desarrollo de esta especie, ya que se sabe que los suelos tropicales son pobres en nutrientes y además son ácidos, pero se encontraron individuos que se desarrollan normalmente y en mayor cantidad (manchones mayores), en suelos bien drenados, por lo que se asume que la mara prefiere suelos muy bien drenados para un buen desarrollo y producción continua.

Un indicador que puede mencionarse es que en las zonas o lugares donde hay pocos individuos, algunos cítricos como la naranja no se desarrollaban normalmente y morían en antes de los dos años, luego de plantados; no así en las zonas donde se encuentran manchas de más de 9 individuos, que es donde estos cítricos y otros se desarrollan normalmente y estaban en producción. Pero esto es una conclusión preliminar por lo que se requiere un mejor estudio y más detallado en cuanto a suelos se refiere.

Los suelos son pobres en nutrientes debido a la naturaleza de la litología subyacente, la meteorización química fuerte y un lavado de nutrientes por alta precipitación durante gran parte del año. En estas condiciones naturales, la fertilidad del suelo está ligada al ciclo orgánico. Por la abundante cobertura vegetal del bosque tropical existe un aporte constante de materia orgánica, mayormente en forma de hojarasca que posteriormente es transformada en humus. Debido a las condiciones climáticas y a la acción de micro-organismos, la descomposición de la materia orgánica es tan rápida que sólo deja una delgada capa de humus relativamente rica en nutrientes. Se observa que la mayoría de las raíces de las plantas se encuentran en esta capa superficial para absorber estos nutrientes (ZONIZIG, 1993)

Según el mismo autor, en las planicies altas, generalmente los suelos son bien drenados. Solo en las unidades poco disectadas, los suelos son pobre a moderadamente bien drenados. Los suelos de las planicies altas tienen una fertilidad baja y pueden desarrollar niveles tóxicos de aluminio para las plantas. Esto puede ser una explicación del fracaso de cultivo de cítricos en algunas poblaciones.

En las colinas muy fuertemente disectadas de la parte central norte del municipio de Porvenir en menor proporción en las terrazas altas del río Tahuamanu, los suelos presentan una textura franca en la capa superficial y una acumulación de arcilla en el subsuelo, siendo consecuentemente muy susceptibles a la erosión. Esta situación se ve agravada por las deforestaciones, sobre todo en las áreas más disectadas. Los suelos son

moderadamente bien drenados, tienen una fertilidad baja y normalmente la saturación con aluminio es alta (ZONIZIG, 1993).

Por su parte Usca (2012), señala que la mara prospera en áreas de tierra firme no inmutables, se adapta a terrazas altas, con una altitud de 300-1200 msnm, 30 a 50 msnm y a terrazas medias no inundables 20 a 30 msnm. Se adapta a suelos oxisoles y ultisoles de tierra firmes, pero no mal drenados y libre de encharcamiento, de textura media a pesados, de naturaleza franco- arcilloso, franco-arcilloarenoso, con pH entre 4.5 y 6.0.

El suelo del área de estudio presenta un pH (potencial de hidrogeniones) ácido, con un contenido medio en materia orgánica y contenido nitrógeno total, muy bajo en fósforo y bajo de potasio; bajo en magnesio, calcio y sodio. En resumen de baja fertilidad por el contenido alto de aluminio intercambiable.

Comparando estos resultados con la bibliografía, es posible afirmar que la baja fertilidad del suelo ha influido para que el crecimiento de la especie principalmente en los primeros años de crecimiento en sitio definitivo, sin embargo, considerando que con el transcurrir del tiempo, el sistema radical profundiza en crecimiento, es decir extrae nutrientes de capas profundas del suelo, la influencia haya sido mínima.

### **5.3. Crecimiento**

Bauer (1987), afirma que el crecimiento inicial del árbol de mara parece ser dirigido más hacia el crecimiento de la altura que al crecimiento en diámetro. Esto puede concluirse de la relación entre el diámetro y altura, de 20 a 25 cm de DAP, el incremento en altura por centímetro de DAP es mayor, (cuesta empinada de la curva), mientras que los árboles de más de 40 a 50 cm ya no crecen mucho más en altura. Por ejemplo, árboles entre 2 y 20 cm DAP tienen un incremento de 1 m en altura por cada cm que se incrementa el DAP. Para los árboles entre 20 y 40 cm DAP, el incremento de altura es 0.5 m por cm de incremento en DAP. Para los árboles más grandes, esta figura es aun más pequeña. Este modelo de crecimiento probablemente es una ventaja para alcanzar el dosel del bosque tan rápido como sea posible.

También puede verse el desarrollo tardío de la corona del árbol de mara, la relación entre el área de la corona y DAP, en el departamento del Beni, Bolivia. El área de la corona aumenta rápidamente en árboles con DAP de más de 100 cm. Los árboles de este tamaño son todos emergentes; esto implica que no hay ninguna limitación espacial en cuanto al desarrollo de una corona grande. En el gráfico también se muestra que el crecimiento de la corona continúa para los árboles más grandes (árbol de mara con DAP >150 cm).

La posición del árbol de mara en el dosel del bosque, cuando se trata de bosques naturales se relaciona estrechamente al DAP del árbol. En estos datos se puede observar que los árboles que alcanzan el dosel tienen un DAP de entre 20 y 30 cm. La transición siguiente de dosel a emergente, tiene lugar para los árboles de entre 40 a 60 cm DAP. Estas relaciones son importantes tal como se ha demostrado previamente.

### **5.3.1. Crecimiento en altura**

Según Irmay (1984), el valor más representativo en un estudio realizado en Madre de Dios (Perú), en la parcela "El Parureño" obtuvo una altura total de 22.79 m, y un índice medio de crecimiento en altura igual a 1,4 m/año. Sin embargo, presentó valores inferiores, presentando una alta variación en la capacidad de crecimiento en altura de los árboles, por lo tanto, existe un alto potencial en la parcela "El Parureño", ya que presentó una alta tasa de productividad en altura total en el presente estudio.

Los resultados de la presente investigación muestran que la altura total de las plantas varía de 1,9 a 15,2 m, con un promedio 6,71 m y una desviación típica de  $\pm 2,70$  m, lo que significa una tasa de crecimiento anual de 0,59 m/año alcanzando un máximo de 0,84 m/año. Estos valores son muy inferiores a los obtenidos en la provincia Madre de Dios (Perú), esto puede deberse a las características del suelo que en el área de estudio es de baja fertilidad y el manejo inadecuado dado en el presente estudio, porque no se practicaron tratamientos silviculturales, como la eliminación de lianas, tampoco se practicaron aclareos en la vegetación circundante, etc.

No se encontró información bibliográfica sobre el crecimiento para la variable altura de fuste, por lo que no se hace mención en este acápite de la presente investigación.

### **5.3.2. Crecimiento en diámetro**

Bocker (1987), después de haber realizado varios estudios, afirma que el crecimiento en el diámetro (DAP) de los árboles de mara, generalmente es alto comparado con otras especies de los árboles tropicales.

Se estudió el crecimiento del DAP en dos poblaciones naturales en Bolivia en un periodo de 2 a 3 años. Las tasas de crecimiento máximos de diámetro fueron a menudo de más de 1,5 cm por año; la tasa máxima absoluta fue de 2,6 cm por año para un árbol de 43 cm DAP. El modelo general que se observa en estos gráficos es que el crecimiento de DAP es bajo (generalmente menos de 0.5 cm por año) para los árboles pequeños y grandes, y mucho más alto para los árboles de tamaño intermedio. También, se muestra que la tasa máxima de crecimiento en una categoría es a menudo el doble de la tasa promedio. Esto implica que los árboles de mara tienen un gran potencial en cuanto a la tasa de crecimiento.

El modelo de crecimiento de DAP más bajo para los árboles pequeños y grandes, y la alta tasa de crecimiento para árboles de tamaños intermedios puede describirse usando ecuaciones de crecimiento que son comúnmente utilizadas en investigación forestal. Se han desarrollado varias de esas ecuaciones para describir modelos de crecimiento del árbol (en diámetro o altura) respecto al tamaño del árbol o a la edad del árbol. Una de las ecuaciones fue usada para relacionar el crecimiento del DAP con los datos iniciales del DAP. El crecimiento típicamente más alto en árboles de tamaño intermedio se encuentra sobre todo en los datos colectados en Pando. La cresta es menos pronunciada para los datos de crecimiento de Beni. La razón para esta diferencia -qué fue encontrada estadísticamente significativa - no es conocida. Las diferencias en las condiciones de la tierra y otros factores

abióticos pueden jugar un papel importante. No obstante la estructura del bosque y composición de los dos sitios son comparables.

Aparte del tamaño (DAP) también la luz puede jugar un papel determinante en el crecimiento del diámetro. En el estudio realizado en Bolivia se encontró que la posición de la corona del árbol puede influenciar el crecimiento del DAP, para árboles con el mismo DAP. En promedio, el crecimiento de DAP aumenta a 0.4 cm por año, cuando la corona de un árbol se localiza en o sobre el dosel, comparado con otro donde la corona se localiza debajo del dosel.

Comparado a otras especies de árboles, el árbol de mara es una especie que crece rápidamente. Considerando que la mayoría de las especies de árboles en esta área tienen una tasa de crecimiento entre 0.04 y 0.2 cm en DAP por año, la tasa promedio de crecimiento en diámetro del árbol de mara alcanza a 0.34 cm por año. También la tasa máxima de crecimiento de esta especie (más de 2.5 cm por año) es alta comparado con el de otras especies tropicales. La mayoría de especies de árboles tropicales no alcanzan una tasa de crecimiento máximo de 2.0 cm por año.

En la presente investigación, Los resultados muestran que el diámetro altura pecho (DAP) de las plantas varía de 1,3 a 13,6 cm, con un promedio 5,63 cm y una desviación típica de  $\pm 2,51$  cm. Lo que representa un promedio de crecimiento anual en diámetro de 0,70 cm año y con un valor máximo de 1,70 cm/año, estos valores se aproximan a lo mencionado por (Bascope *et al* 1975).

Mientras que Usca (2012) en las evaluaciones realizadas en "El Parureño" alcanzó un diámetro de 31.30 cm y un IMAD de 1.9 cm. Lo que nos demuestra una alta variación en la capacidad de crecimiento de los árboles en las diferentes plantaciones.

#### 5.4. Calidad y sanidad

Ugamoto y Pinedo (1986), afirma que la calidad de las plantas en desarrollo puede ser afectada por diversos factores entre ellas plagas y enfermedades. La plaga de ocurrencia más común es la hormiga cortadora (*Atta sexdens*), que corta las hojas y que puede ser controlada con cebos formícidas, distribuidas en el área. El lepidóptero *Hypsiphylia grandella* que ataca las maras en crecimiento, también ha sido registrada como plaga, siendo su ocurrencia, por ahora, rara. El control de este coleóptero puede ser efectuado fumigando la mara con fosfina.

También indica que hasta el presente, la mara es poco atacada por enfermedades. Solamente se tiene registrada la mancha parda de las hojas, cuyo agente etiológico es el hongo *Cercospora bertholletia* y el “tostado de los injertos”, causada por *Phytophthora heveae*, que ocasiona la muerte de los injertos, la primera puede ser controlada con fungicidas cúpricos (0,3%) o con Benomyl (0,1%) y la segunda por medio de pulverizaciones con Metalax más Mancozeb (0,1%).

En la presente investigación durante los ocho años de estudio se presentó una mortalidad del 35,4%, sin embargo este fenómeno tuvo lugar en los primeros dos años de crecimiento, según los registros de información existentes, y fueron causados por el barrenador de las meliáceas.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, el análisis de los mismos y contrastadas con la bibliografía consultada, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- El área de estudio presenta las siguientes condiciones ecológicas: la temperatura media es de 26,5°C; la precipitación media anual de los ocho años fue de 2040 mm/año, sin embargo existe mucha variación entre años, siendo el menor registrado de 1407,1 mm y la máxima 3479,0 mm. Estas condiciones son favorables para el desarrollo de la Mara.
- El suelo del área de estudio presenta un pH ácido, con un contenido medio en materia orgánica y contenido nitrógeno total, muy bajo en fósforo y bajo de potasio; bajo en magnesio, calcio y sodio; en resumen de baja fertilidad por el contenido alto de aluminio intercambiable; estas características han influido para que el bajo crecimiento de la especie principalmente en los primeros años de crecimiento en sitio definitivo.
- El crecimiento de las plantas de mara, en el periodo de ocho años, la altura total de las plantas tuvo un promedio 6,71 m, lo que significa una tasa de crecimiento anual de 0,84 m/año alcanzando un máximo de 1,9 m/año, considerado inferior a otros estudios realizados; mientras que el crecimiento en diámetro de las plantas varía de 1,3 a 13,6 cm, con un promedio 5,63 cm; lo que representa un promedio de crecimiento anual en diámetro de 0,70 cm año y con un valor máximo de 1,70 cm/año, estos valores se aproximan a otros estudios en la región.
- Respecto a la calidad, el 56,1% una de cada tres plantas tienen fuste recto (buena calidad), un 27,7 tienen la calidad regular y un 16,1% es de mala calidad; esta situación es atribuible al inadecuado manejo dado a las plantas en crecimiento, como la falta de prácticas silviculturales, que provocan la presencia de lianas y exceso de sombra; en los ocho años de estudio se presentó una alta mortalidad del 35,4%, sin

embargo este fenómeno tuvo lugar en los primeros dos años de crecimiento.

## **7. RECOMENDACIONES**

A partir de lo todo lo expuesto anteriormente, para posteriores estudios, es posible efectuar las siguientes recomendaciones:

- Considerando que la mara constituye una de las principales actividades económicas para la región Amazónica de Bolivia y particularmente el Departamento Pando, se deben profundizar investigaciones a nivel experimental, sobre las técnicas o manejo silvicultural en la fase de crecimiento en sitio definitivo.
- Difundir los resultados del presente estudio entre las instituciones públicas privadas y ONGs relacionadas con el sector, así como a los involucrados en los diferentes eslabones de la cadena es decir en el manejo de marales recolectores, transportistas, beneficiadores y comercializadores.
- Al personal técnico de las instituciones que tienen por misión la asistencia técnica a los pobladores del área rural, se recomienda considerar los resultados de la presente investigación y sugerir a los castañeros empleen de manera experimental las recomendaciones y luego hagan una evaluación con el fin de mejorar y/o retroalimentar.
- Los responsables del Centro de Investigación de Nuevas Tecnologías para la Amazonia (CINTA) deben concentrar mayor atención al manejo de esta plantación, toda vez que es el único referente en el departamento Pando y en la región.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABT (2015). Estadísticas de aprovechamiento forestal en el departamento Pando. Base de datos. Administradora de Bosques y Tierra Pando.
- Bascope, F.; Bernardi, A.L.; Lamprecht, H. (1975). Descripciones de árboles forestales No. 1. *S. macrophylla* King. Merida, Venezuela: Instituto Forestal Latinoamericano. 18 p.
- 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.
- 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.
- 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 thyrsoalis* (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.
- Marmillod, D. (2007). Diagnóstico para evaluar estrategias para manejar la coaba. Instituto Nacional de Recursos Naturales-Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
- 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 coaba (*Swietenia macrophylla* KING) y lechosa (*Carica papaya* L.), en gato negro, estado portuguesa, Venezuela
- 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.
- Usca, M. (2012). Regenerating mahogany (*Swietenia macrophylla* King) on clearings in Mexico's Maya forest: The effects of clearings method and cleaning on seedling survival and growth. Forest Ecology and Management 189: 143-160.
- ZONISIG, (1997). Zonificación Agroecológica y Socio económica y perfil ambiental del Departamento de Pando. Impreso en Bolivia 159 P.