

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
INSTITUTO TECNOLÓGICO PUERTO RICO
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIO



**PROPUESTA PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA
MARA (*Swietenia macrophylla* King.) EN EL MUNICIPIO
DE PUERTO RICO-PANDO.**

Monografía: Para obtener el Título de
Técnico Superior del Programa Sistemas de
Producción Agropecuario.

Elaborado por: Univ. Siney Guasase Mogre

Asesor: Ing. Waldo Pasten Sánchez

Puerto Rico – Pando - Bolivia

Diciembre, 2013

HOJA DE PROBACIÓN

Monografía aprobada el ____ de _____ de _____

Nombres

Firmas

Postulante: _____

Asesor: _____

Pdte. Tribunal: _____

Tribunal 1: _____

Tribunal 2: _____

Tribunal 3: _____

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida, la salud y a mis Padres por las tantas noches de desvelo y entrega incondicional, por sus consejos y orientación que fueron cruciales para la formación de mi persona, por ser la solución en los momentos difíciles, por su comprensión y por creer en mí.

A mi asesor de monografía: Ing. Waldo Pastén Sánchez, por sus consejos y orientaciones en la presente investigación.

A los miembros del tribunal revisor, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A los docentes del programa académico Sistema de Producción Agropecuaria, por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

Al Instituto Tecnológico Puerto Rico, a su Directora y Personal Administrativo, por su apoyo durante mi formación y en la elaboración de la presente investigación monográfica.

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

DEDICATORIA

A mis Padres: Anselmo y Ana, a mis hermanos y mi esposa Angélica, quienes han logrado con mucho sacrificio y dedicación formarme como persona y como profesional.

A la Universidad Amazónica de Pando (templo de sabiduría) por acogerme en sus aulas durante estos tres años.

INDICE

	Pág.
Hoja de aprobación	i
Agradecimientos	ii
Dedicatoria	iii
Índice	iv
Lista de Cuadros	vi
Lista de Gráficos	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS	3
3.1. Objetivo General	3
3.2. Objetivos específicos	3
IV. METODOLOGÍA	4
4.1. Métodos	4
4.2. Técnicas	4
4.3. Instrumentos	5
V. MANEJO SOSTENIBLE DE LA MARA	6
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	6
5.1.1. Importancia de la Mara (<i>Swietenia macrophylla</i> King).	6
5.1.2. Zona de distribución geográfica natural	7
5.1.3. Hábitat y ecología	9
5.1.4. Taxonomía	10
5.1.5. Características Botánicas	11
5.1.6. Riesgos naturales	16
5.2. CONVENCIÓN, CITES Y APÉNDICES	17
5.3. PROPUESTAS PARA UN MANEJO SOSTENIBLE	21
5.3.1. Componente: evaluación de las poblaciones remanentes	21

5.3.2. Investigación silvicultural sobre la Mara.	22
5.3.3. Componente: sensibilización sobre el valor de la Mara.	23
5.3.4. Componente: Formación de recursos humanos	24
5.4. APORTE TEÓRICO	25
5.4.1. Estrategias de aprovechamiento....	25
5.4.2. Plan de plantaciones de Mara en el departamento Pando.	29
5.4.3. Plan de Reforestación con Mara	30
5.5. CONCLUSIONES	36
5.6. RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	38

I. INTRODUCCIÓN

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 (15)

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% está cubierto por bosques naturales (21)

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 más valiosas son: mara (*Swietenia macrophylla* King.), tumi o roble (*Amburana cearensis*) y cedro colorado (*Cedrela odorata*); a nivel nacional, estas tres especies dominan cerca del 90 por ciento del comercio de madera (21)

La *Swietenia macrophylla* King, comúnmente conocido como mara 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.

Según CATIE, produce una de las maderas más conocidas y apreciadas del mundo para muebles y ha sido comercializada y utilizada internacionalmente por más de 400 años. Es una especie de crecimiento moderadamente rápido con características favorables para plantaciones, que puede producir madera de aserrío en turnos de rotación de 30- 40 años. La principal desventaja a la plantación es su susceptibilidad al barrenador del tallo (*Hypsipyla grandella*). Este insecto puede atacar diversas

estructuras del árbol, pero el daño principal lo causa al barrenar el brote principal en árboles jóvenes, lo cual provoca ramificación, bifurcaciones, y así, el valor comercial del árbol resulta disminuido o anulado (5).

La madera es conocida en todo el mundo por su atractivo acabado y figura altamente decorativa, así como por sus buenas propiedades para usos comerciales. Aunque se usa principalmente para muebles y chapa decorativa, su facilidad para trabajarla y su alta resistencia en comparación a su peso la hace apta para un gran número de usos como construcción ligera, de embarcaciones, instrumentos musicales, modelos y maquetas. Tiene enorme valor comercial para la industria de tableros de calidad, aunque la variación en color, su grano ondulado, nudosidad y daños por el perforador, así como su escasez limitan un poco su aptitud para chapas de calidad.

También tiene un rango de usos menos frecuentes como medicinas, tintes y taninos en la corteza. La infusión de la corteza y semillas se usa contra diarrea y fiebre. La semilla es muy amarga y se ha usado para calmar el dolor de muelas. Contiene también aceites usados en la preparación de cosméticos.

II. JUSTIFICACIÓN

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.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Diseñar una propuesta para el manejo sostenible de la mara (*Swietenia macrophylla* King.) en el municipio de Puerto Rico-Pando.

3.2. Objetivos Específicos:

- Recopilar y sistematizar información bibliográfica referida las características y hábitat de la especie.
- Describir el manejo silvicultural y como parte de los sistemas de producción agroforestal.
- Evaluar las perspectivas de aplicación de sistemas de manejo en las condiciones del departamento Pando.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Métodos.

Para la elaboración de la monografía se empleó el enfoque de investigación cualitativa, cuyas características se describen a continuación:

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma procura lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular.

Las técnicas empleadas son dos: a) el estudio de caso y b) la investigación documental.

a) Estudio de Caso:

Consiste en el estudio de escenarios, fenómenos y comportamientos de hechos reales que denotan problemas aún desconocidos en el plano teórico.

Tipos de Estudio de Casos: Según los objetivos: Existen tres categorías o tipos principales de estudios de caso: explicativos, descriptivos y de metodología combinada. Aunque en la vida real a menudo se superponen estas categorías:

- 1) Explicativos. El propósito de los estudios de caso explicativos, tal como su nombre lo indica, es explicar las relaciones entre los componentes de un programa.
- 2) Descriptivos. Estos estudios son más focalizados que los casos explicativos.

b) Investigación Documental

La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema. Al igual que otros tipos de investigación, éste es conducente a la construcción de conocimientos.

La investigación documental tiene la particularidad de utilizar como una fuente primaria de insumos, más no la única y exclusiva, el documento escrito en sus diferentes formas: documentos impresos, electrónicos y audiovisuales. Sin embargo, los textos monográficos no necesariamente deben realizarse sobre la base de sólo consultas bibliográficas; se puede recurrir a otras fuentes como, por ejemplo, el testimonio de los protagonistas de los hechos, de testigos calificados, o de especialistas en el tema.

4.2. Materiales

En concordancia con la metodología y las técnicas, se emplearon los siguientes materiales:

Bibliografía:

- Bibliografía especializada existente en las bibliotecas de la UAP, CIPA, ONG Herencia, etc.
- Bibliografía digital obtenida mediante internet.

Equipos de Oficina:

- Computadora e impresora
- Material de escritorio

- Papel bond
- Tinta para impresora
- USB

4.3. Análisis

Consistió en la síntesis e integración de la información obtenida de diversos instrumentos y medios de observación. Prepondera más un análisis descriptivo coherente que pretende lograr una interpretación minuciosa y detallada del asunto o problema de investigación.

Las conclusiones y recomendaciones se derivaron continuamente durante el proceso.

V. MANEJO SOSTENIBLE DE LA MARA

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

5.1.1. Importancia de la Mara (*Swietenia macrophylla* King).

Los bosques tropicales y subtropicales de América son el hábitat natural de la valiosa Caoba (conocido en nuestro medio como Mara). Estos ambientes cumplen un rol especial en la conservación de la diversidad biológica; en los bosques tropicales y subtropicales se alberga el 75 por ciento de las especies de animales y plantas del mundo, más de 13 millones de especies diferentes. Contienen el 70 por ciento de las especies de plantas vasculares, el 30 por ciento de todas las especies de aves, el 90 por ciento de los invertebrados. En lo que respecta a especies de árboles, los bosques tropicales y subtropicales son extremadamente diversos y contienen a menudo más de 250 especies representadas por alrededor de 700 individuos por hectárea. (6)

En los bosques tropicales o en sus alrededores viven aproximadamente 400 millones de personas. Estas poblaciones constituyen uno de los grupos menos privilegiados de nuestra sociedad mundial. Necesitan de los bosques tropicales para la obtención de muchos productos importantes y servicios ambientales. Incluidos en esta cantidad

de pueblos dependientes de los bosques están los 60 millones de pueblos nativos o indígenas cuyo modo de vida depende de los bosques, puesto que no sólo satisfacen sus necesidades económicas de alimento y abrigo sino que además forman parte integral de su cultura y sus tradiciones espirituales. Se estima que hay 1.2 billones de personas que viven en comunidades rurales que dependen de los árboles y los bosques como componentes integrales de sus sistemas agrícolas. (9)

Los bosques tropicales, incluida la caoba, nos brindan una amplia gama de productos industriales que utilizamos en la vida cotidiana: madera, tableros contrachapados, postes, palos, pulpa y papel. Los productos industriales de madera representan alrededor de uno por ciento del producto interno bruto global y tres por ciento de todos los bienes comercializados. El comercio internacional de productos madereros se calcula en más de 200 billones de dólares estadounidenses. (11)

Además de los productos de la madera, el bosque tropical brinda una gran variedad de productos forestales no madereros, los llamados productos forestales “menores”, que en muchos casos son “mayores” para las poblaciones locales. Entre ellos se incluyen las fibras, las resinas, el látex, las frutas y los medicamentos tradicionales. Los bosques son a menudo fuente importante de productos alimenticios, particularmente en épocas de sequía y hambre, cuando se pierden los cultivos agrícolas básicos. Los bosques tropicales son también muy importantes económicamente para el mejoramiento genético de cultivos. (2)

La *Swietenia macrophylla* King, es la especie maderable con mayor valor económico en el mundo. Los mayores volúmenes de madera de Mara que son comercializados en los mercados mundiales provienen de las selvas tropicales nativas en donde se realiza una abusiva extracción de esta valiosa especie, es decir, no se la está utilizando de manera sostenible como lo solicitan los países exportadores y CITES. La consecuencia de esto, es que las poblaciones naturales de caoba están muy reducidas en las áreas en que se encuentran. En función de esto, ha aumentado la preocupación de que la caoba esté amenazada por la explotación forestal predatoria. Brasil y Bolivia han estado en el centro del debate, porque son los mayores

productores de caoba del mundo y detentan las mayores reservas naturales de dicha especie. (4)

5.1.2. Zona de distribución geográfica natural

El área de distribución fitogeográfica de la Mara está en zonas con climas tropicales y subtropicales, originalmente se la encuentra en México, Belice, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Brasil y Bolivia. Su distribución corresponde generalmente a los bosques húmedos tropicales. (1)

La Mara crece en altitudes que van desde 0 a 1.400 msnm., sobre variedad y condición de suelos (aluviales, alcalinos, volcánicos, metamórficos, calcáreos, profundos, ácidos, bien drenados y arcillosos). Puede ser encontrada en suelos periódicamente inundados, en terrenos ligeramente ondulados, en áreas relativamente planas y también en suelos pobres en nutrientes y arcillas (18).

Esta especie ha sido extraída del continente americano desde hace unos 500 años, desde la conquista española a América, esta madera se la explotó y explota hasta la fecha en todo su zona de distribución natural. En la Amazonía brasileña, la comercialización de la caoba comenzó a producirse de manera significativa recién a partir de la década del 60, después de la construcción de carreteras en la región. La disminución de las reservas naturales de caoba en América Central mantuvo el elevado nivel de demanda para dicha especie en la Amazonía brasileña y boliviana en las últimas tres décadas. La consecuencia de esta extracción ha sido la severa reducción de las reservas naturales de esta especie en América Central (Costa Rica, Panamá, Honduras) y en diversas áreas de la Amazonía Oriental brasileña. (17).

Descripciones en América del Sur han hecho hincapié en la tendencia que tiene la Mara a crecer en suelos secos, firmes y ligeramente por encima de las áreas periódicamente inundadas.

Estudios llevados a cabo sobre la estructura poblacional horizontal y vertical de la Mara han demostrado consistentemente que la mayoría de los árboles existentes representan una clase, son coetáneos y presentan tamaños similares, otras clases están pobremente representadas dentro de estos estándares. (13).

Los árboles maduros de Mara se encuentran diseminados en la zona, formando manchas en los bosques naturales, lo que en resumen significa que considerando grandes superficies, se hallan en densidades inferiores a un árbol por hectárea. Tiende a crecer en grupos formados por algunas centenas de árboles maduros, intercalados por extensas áreas de bosques en los cuales no se encuentra dicha especie. Los primeros colonizadores europeos en América Central asociaron a la caoba con los cursos de agua de los ríos que desembocan a la costa atlántica de Belice. La proximidad con los ríos facilitó la explotación y la exportación de esta especie hasta llegar al agotamiento de las reservas naturales (11)

5.1.3. Hábitat y ecología

Los extremos tolerables de temperatura y altitud para el cultivo de la Mara fluctúan entre los 12°C a los 37°C y 0 a 1.400 msnm. La mínima precipitación anual aceptable es de alrededor de 800 mm por año, y puede ser cultivadas en regiones con precipitación hasta los 5.000 mm/año. De hecho las plantaciones con más alto rendimiento son encontradas en regiones con precipitaciones mayores a 2.000 mm/año. (10)

La distribución anual de la precipitación es importante. Una región con una precipitación total alta pero con una larga estación seca puede ser menos adecuada para la caoba que una región con precipitación baja y estación seca corta; la especie puede tolerar una estación seca de hasta cuatro meses. La estación seca más larga reportada en un país donde crece la Mara es de 5 meses, pero las tasas de crecimiento durante largos períodos secos son bajas. El incremento medio del diámetro en un año seco en Sri Lanka fue solo de 2-3 mm; lo esperado sería 8-10

mm en un año normal. Plantaciones en regiones con estaciones secas largas, por consiguiente, no tendrán una alta productividad.

Los árboles de caoba requieren suelos con buenas características agrológicas (fértils, profundos y bien drenados) para tener un óptimo desarrollo, turnos de rotación entre 25 y 50 años; pero también crece en suelos aluviales, arcillosos y pesados, lateríticos, superficiales tipo rendzina y no tolera anegamientos. (12)

En Indonesia, ha sido ampliamente reportado que la caoba crece bien en suelos infértiles. Suelos considerados más óptimos no han producido crecimiento en altura significativamente más rápido que en suelos menos fértiles. Aunque la caoba puede desempeñarse mejor que otras especies en suelos estériles, las especies parecen preferir suelos bien drenados y fértiles. El PH del suelo preferido fluctúa de alcalino a neutral (6.0 a 7.5). Se piensa que el sistema radicular profundo de la caoba provee un efectivo medio de estabilización del suelo. Experimentos sobre erosión bajo diferentes tipos de vegetación revelaron que las tasas de erosión del suelo bajo caoba fueron las más bajas. La topografía del sitio de plantación está estrechamente vinculada a las variables de profundidad del suelo y drenaje. (14)

Los bosques de Belice, Guatemala y Méjico se ven frecuentemente afectados por huracanes que damnifican la cobertura, liberando la regeneración y permitiendo la invasión de especies secundarias en grandes áreas, la Mara sobrevive a los huracanes mejor que todas las otras especies de Belice. Las condiciones de luminosidad en bosques damnificados por huracanes favorecen la regeneración de la Mara y arribó a la conclusión de que las mudas crecieron vigorosamente después del huracán. La ausencia de Mara indica que los árboles que sobrevivieron al huracán ocuparon rápidamente la apertura de la cobertura, generando dificultades para que la Mara consiguiese la predominancia de la cobertura. La caoba puede establecerse exitosamente después de huracanes e incendios que se producen a intervalo de décadas o centenares de años, y concluye que la apertura creada por la caída de un único árbol por una intervención maderera es insuficiente (siendo muy pequeña) o inapropiada para la regeneración y el crecimiento de la Mara (16).

5.1.4. Taxonomía

La Mara, pertenece a la:

División: Magnoliophyta (angiosperma, plantas con flores),

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas),

Orden: Sapindales,

Familia: Meliaceae,

Género: Swietenia

Especie: *macrophylla* King. 1886. (12)

Los principales nombres comerciales son: Caoba del Sur, Aguano, Ahuano, Mara, Orura, Acajou d' Amérique, Araputang, Mahogany. (12)

5.1.5. Características Botánicas

Es un árbol caducifolio con copa de forma de corona, que con frecuencia alcanza hasta 50 m de alto y diámetros de 2.5 m. La longevidad precisa de la caoba es desconocida, aunque árboles individuales pueden aparentemente vivir por algunas centurias. Tiene fuste recto y neiloide o casi cilíndrico, sin ramas hasta aproximadamente los 25 m. Ramas jóvenes glabras, finamente lenticeladas. (3)

Tiene hojas agrupadas en el externo de las ramas, usualmente paripinnadas, a veces imparipinnada con folíolo terminal abortado, de 14 hasta un máximo de 40 cm. de largo; raquis glabro. Folíolos opuestos a sub-opuestos, apegaminados, 8 a 18 cm. de largo y de 3 a 5.5 cm. de ancho, con pecioluelos de 0.5 cm. hasta 1.2 cm. de largo, 2 a 8 pares, usualmente oblongo a oblongolanceolados u ovado lanceolados, algunas veces elíptico ovados, ápices agudos o muy cortamente acuminados, bases irregulares, truncadas, redondeadas o subcordadas. Ambas superficies de los folíolos son glabras, de color verde oscuro brillante; venación secundaria prominente en la superficie superior, la terciaria hendida y oscura. (3)

Flores unisexuales, inflorescencias axilares o subterminales, por lo general más cortas que las hojas, glabras, de 10 a 20 cm de longitud, con ramificaciones laterales

cortas. Flores con pedicelos de 1.5 mm. de largo, glabros. Cáliz penta lobulados, lóbulos anchamente redondeados de 1 a 1.5 mm. de largo, márgenes ciliados, pétalos 5, libres de 4.5 a 6 mm de largo y de 2 a 2.5 mm. de ancho, oblongos a ovados oblongos, glabros y con margen ciliado. Tubo estaminal cilíndrico. Ovario globoso, glabro, tetra, penta loculares, lóculos con 10 a 14 primordios seminales. Flores pequeñas de color cremoso amarillo. (19)

Fruto en cápsula erecta, elongado a elongado ovocide, a veces periforme, marrón grisáceo de superficie lisa o con verrugas muy pequeñas, 10 a 22 cm. de largo y 6 a 10 cm. de diámetro, tetra o penta valvados, siendo las valvas externas leñosas de 6 a 8 mm de grosor. Los frutos de la Mara son del tamaño de un puño cerrado con cinco gajos. Dichos frutos maduran durante la estación lluviosa y caen durante la estación seca antes de que recomience la floración, liberando 45 a 60 semillas aladas. La fecundidad aumenta gradualmente con el tamaño del DAP, llegando a 130 cm; un individuo con este diámetro produce 600 cápsulas de frutos en un único año, o aproximadamente 33 semillas. La intensidad de la fructificación varía considerablemente de un año a otro (19).

Semillas marrón oscuros brillantes de 7.5 a 12 cm. de largo incluyendo las alas. Las semillas germinan entre el 35 y 90%, en viveros, la germinación se produce entre los 20 a 28 días, en los viveros las plantas permanecen entre 6 a 12 meses hasta que alcancen un desarrollo de 0.5 m. de altura y 2.5 y 5.0 cm. de diámetro en el cuello de la raíz. (7)

La viabilidad de la semilla en el momento de la dispersión es generalmente del 90%. Las semillas no tienen mecanismos de latencia a largo plazo, pero pueden sobrevivir de cuatro a seis meses durante el período seco y hasta diez meses en condiciones de sequía y frío. La germinación es “hipogea” y generalmente ocurre dentro de un período de diez días después de que la semilla ha sido plantada, continuando durante tres semanas, con un tiempo promedio de 28 días entre la siembra y la germinación total. La disponibilidad de humedad, conjuntamente con el fin de la estación lluviosa acelera la germinación, aunque los mecanismos exactos

permanecen desconocidos. Para que las semillas sean embebidas por el agua, es necesario un período prolongado de humedad; las primeras germinaciones en bosques cerrados ocurren en los micro sitios donde la humedad queda retenida durante las primeras semanas completas de la estación lluviosa. Si las primeras lluvias están separadas por “mini-sequías” a lo largo de algunas semanas, las semillas germinan en poblaciones uniformes dentro de un único árbol porta-semillas. La germinación bajo cobertura cerrada en bosques abiertos ha sido documentada en tasas entre 35-60%, con la humedad aparentemente acelerando la respuesta. La germinación requiere luz abundante, correspondiendo al tamaño mediano para grandes claros. Sin embargo, las semillas son corrientemente encontradas en condiciones de sombra moderada, cerca de los árboles adultos. (20)

Las semillas sufren la acción de los predadores en el propio árbol, donde monos y araras se alimentan de los frutos dentro de cápsulas. Animales tales como la paca y roedores comen las semillas en el piso. Las semillas son altamente astringentes, sugiriendo que componentes secundarios protectores puedan ser un importante mecanismo de defensa. No se sabe hasta qué punto esa protección se extiende a las mudas. (20)

Muchas semillas germinan después del aprovechamiento forestal en sitios con adecuada humedad del suelo y buen drenaje, pero la Mara presenta un débil desempeño en la competencia con la regeneración avanzada de otras especies, excepto después de grandes disturbios (7).

En otro aspecto, se debe analizar el crecimiento que tendría la especie en plantaciones, las que se ubican siempre en terrenos de hábitat natural, y para ello se expone tablas de desarrollo en promedio para América (12):

Cuadro N° 1. Pronóstico de desarrollo de la Mara en plantaciones

Edad años plantación	Diámetro en centímetros	Altura en metros
1	2-3	1,5 – 2

2	3-4	3 – 3,5
4	8 – 10	5 – 5,5
6	15 - 18	7 – 7,5
10	23 – 25	12 – 14
15	33 – 37	17 – 20
20	50 – 54	20 – 22
25	63 - 67	22 – 23

Fuente: Tomado H. Lamprecht 1975.

En relación a datos logrados con información obtenida de Internet, se puede apreciar a continuación comparaciones de crecimiento, considerando los datos anteriormente expuestos, tablas de estudios en México y con el análisis de tasas de crecimiento más elevadas que fueron encontradas. (8)

Poco se sabe sobre los procesos fisiológicos que determinan el crecimiento de la caoba. Como se trata de una especie decidua con considerable variación del tamaño de las hojas y textura, de acuerdo con el sitio, la caoba evita y tolera al mismo tiempo el stress hídrico. El desplazamiento de los nutrientes ocurre aparentemente antes del cambio de color de las hojas, tal como queda evidenciado por el cambio de coloración, que pasa de verde oscuro a rojo. Ya que la floración y la caída de las hojas se producen antes del final de la estación seca, durante la estación de las lluvias los carbohidratos y el agua pueden ser acumulados y almacenados dentro de las raíces; la asimilación continúa durante la estación seca con las raíces retirando agua del suelo profundo (napa freática). El color de la madera y las propiedades astringentes de la savia y semillas atestiguan la alta tasa de inversión en los componentes secundarios para finalidades anti-hongo y herbívora, un tratamiento común en las Meliaceae. (6).

La Mara está fisiológicamente equipada para ambientes extremadamente luminosos asociados con la apertura de claros, pero no necesariamente a pleno sol. Se describen las mudas como heliófilas que necesitan de abundante luz para crecer. A pesar de que ellos hayan documentado densidad de 300 mudas por hectárea alrededor de adultos reproductivos, no ha sido observada ninguna acumulación de bancos de mudas a largo plazo. Se estima que las mudas pueden sobrevivir seis años como máximo dentro de las condiciones de cobertura cerrada. Se descubrieron mudas con densidades de hasta 250 individuos por 0,5 hectáreas en las áreas inmediatamente adyacentes a los árboles madres, aunque la mayoría de los árboles tuvo poca o ninguna regeneración. Ellos documentaron 18% de sobrevivencia para mudas establecidas naturalmente en áreas forestales cerradas después de diez meses y 28% de tasa de sobrevivencia para las mudas plantadas. (3)

Estudios experimentales sobre el crecimiento y la sobrevivencia de las mudas de caoba en México y Costa Rica confirman la preferencia de dicha especie por ambientes de elevada luminosidad en la edad inicial. En un estudio de siete años en bosques húmedos cercanos a Veracruz (México), el crecimiento en altura estaba positivamente correlacionado con el grado de apertura de la cobertura, aunque las tasas de sobrevivencia eran las más altas en los niveles intermedios. Estudiando las áreas forestales abiertas en el noroeste de Costa Rica, se descubrió que las tasas de sobrevivencia aumentaban con el nivel de irradiación; después de tres años de crecimiento, las mudas fueron, en promedio, más altas en ambientes de pasturas, al ser comparadas con bosques secundarios. La mortalidad ocasionada por la actividad predatoria fue mayor en los bosques. (9)

En bosques naturales, plantíos de enriquecimiento en bosques secundarios y plantaciones, el incremento del diámetro y la altura varían dramáticamente en función del sitio y de las diferencias genéticas de las semillas. En todos los casos, la caoba presenta una gran capacidad de crecer rápidamente. Las tasas de crecimiento en bosques tienden a ser menores que en las plantaciones: 0,14 a 0,36 cm/año. Con pocas excepciones, el crecimiento del diámetro en plantaciones sobrepasa a 1

cm/año; llegando a tasas de 3 cm por año. El crecimiento en altura, generalmente excede 1 metro por año en plantaciones con algunas mudas en Costa Rica, llegando a 5 metros al final del primer año. En México estiman en 122 la cantidad de años necesarios para que el árbol llegue al tamaño comercial de 55 centímetros DAP. En Bolivia calculan 105 años para que un árbol de caoba llegue a 80 cm de DAP. (1)

La regeneración posterior al aprovechamiento maderero es baja. Si se produce alguna regeneración, la elevada densidad inicial de mudas alrededor de árboles expuestos disminuía rápidamente en competencia con el avance de la regeneración de otras especies, reduciéndose generalmente a cero en el período de un año. En Bolivia, se encontró regeneración de la caoba en claros de tres años de edad creados por la explotación de dicha especie, pero no encontró ninguna en claros de nueve años de edad. (4).

5.1.6. Riesgos naturales

Uno de los problemas más comunes en plantaciones de *Swietenia* es el ataque de *Hypsiphyla grandella* que provoca deformaciones en los árboles afectados. Este insecto mata el botón terminal, provocando la ramificación del árbol de caoba, con la consiguiente pérdida de la forma del tronco (16).

El ataque es más frecuente durante los primeros 7 años de vida de la plantación; una medida para evitar el ataque de es plantar pocos árboles de caoba por ha., ejemplo: unos 20 a 100 árboles por ha. En los últimos años hay experiencias exitosas, con los métodos mejorados de control del barrenador de la yema terminal y de otras plagas que atacan la Mara (esqueletizador de la corteza y taladrador del tallo). También, debido al diseño de las plantaciones que están mejor conceptualizadas, se busca que las plantaciones se comporten de manera mejorada en comparación a la regeneración natural de las poblaciones naturales de la especie (16).

El taladrador de las meliáceas, *Hypsiphyla 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 (1).

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 del meristemo apical, 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' (9).

5.2. CONVENCIÓN, CITES Y APÉNDICES

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) firmada en Washington el 3 de marzo de 1973; enmendada en Bonn, el 22 de junio de 1979 no permitirá el comercio en especímenes de especies incluidas en los Apéndices I, II y III, excepto de acuerdo con las disposiciones de la presente Convención (4).

El Apéndice I incluirá todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. El comercio en especímenes de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta a fin de no poner

en peligro aún mayor su supervivencia y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales.

El Apéndice II incluirá: a) todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia; y b) aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en las especies a que se refiere el subpárrafo (a) del presente párrafo.

El Apéndice III incluirá todas las especies que cualquiera de las partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras Partes en el control de su comercio. (7)

Cronología de CITES de las Caobas Americanas

1992 (CdP8) Las dos especies del género *Swietenia*, la caoba Hondureña *S. humilis* y la Caoba de hoja grande *S. macrophylla*, propuestas para inclusión en el Apéndice II en propuestas separadas por Costa Rica y los EUA. La propuesta de EUA es apoyada por Brasil. La propuesta de Costa Rica es retirada en el Comité y la propuesta de EUA es reducida durante la CdP primero para incluir solo las poblaciones de América Central, la cual no es apoyada, y luego para incluir sólo la Caoba Hondureña *S. humilis*, la cual es aceptada.

1994 (CdP9) la Caoba de hoja grande propuesta para inclusión en el Apéndice II por Holanda. La mayoría de las Partes votan a favor pero faltan pocos votos para alcanzar la mayoría requerida de 2/3 por seis votos y la propuesta no es aceptada.

1995 Costa Rica incluye sus poblaciones de caoba en el Apéndice III. Esto requiere que todos los cargamentos en el comercio internacional estén acompañados de documentos CITES.

1997 (CdP10) la Caoba de hoja grande propuesta para su inclusión en el Apéndice II por Bolivia y los EUA. La mayoría de las Partes votan a favor pero faltan pocos votos para alcanzar la mayoría requerida de 2/3 por seis votos y la propuesta no es aceptada.

Brasil, Bolivia y EUA proponen la formación de un Grupo de Trabajo sobre la Caoba, apoyados por las Partes, Brasil ofrece organizar la primera reunión y no se pide una potencial segunda votación en plenaria.

1997 (CdP10) Las Recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre la Caoba son aceptadas, incluyendo el reconocimiento de la validez funcional de la CITES en regular el comercio de especies maderables y la modificación de los requerimientos de los permisos CITES en vista de ciertas prácticas de comercio de madera. Las resoluciones y decisiones importantes son adoptadas por consenso.

1998 Bolivia, Brasil y México incluyen sus poblaciones de Caoba de hoja grande en el Apéndice III. Brasil convoca a la reunión del Grupo de Trabajo de la Caoba.

2000 (CdP11) Las Partes consideran el informe de la reunión del Grupo de Trabajo sobre la Caoba y subsecuente progreso y concluyen que se requiere un proceso formal de CITES para abordar las preocupaciones del comercio.

Acuerdan la Decisión 11.4, la cual establece un Grupo de Trabajo sobre la Caoba de CITES (MWG), con términos de referencia específicos.

2001 El Grupo de Trabajo sobre la Caoba se reúne en Bolivia y considera una serie de asuntos incluyendo la sostenibilidad de la extracción y silvicultura, comercio ilegal y la aplicación del Apéndice III, haciendo una serie de recomendaciones dirigidas a abordar las preocupaciones. Los Términos de Referencia o la Agenda no incluyen la discusión sobre la consideración de una inclusión en el Apéndice II.

2001 Perú y Colombia incluyen sus poblaciones de la Caoba de hoja grande en el Apéndice III.

2002 (pre-CdP12) la Caoba de hoja grande propuesta para inclusión en el Apéndice II por Nicaragua y Guatemala. Apoyo a la propuesta expresado por el Comité Técnico de CITES de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), el Secretariado de CITES, la Federación de Comercio de Madera del Reino Unido (UK Timber Trade Federation), la Federación Europea de Maderas Duras (European Hardwood Federation) y el Instituto del Hombre y Medio Ambiente de la Amazonía, IMAZON.

2002 (pre CdP12) El Grupo de Trabajo sobre la Caoba y el Secretariado producen el Doc. 12.47, informe y recomendaciones de la reunión del Grupo.

La caoba se incluyó en el Apéndice II por decisión de la XII Conferencia de las Partes de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, COP 12, celebrada en noviembre de 2002), con efectividad a partir del 15 de noviembre de 2003.

La Decisión 12.21 de la 12a. Conferencia de las Partes Solicitó al Grupo de trabajo sobre la caoba, realizar un informe para la 13a. Conferencia de las Partes (CoP13, Bangkok, Octubre 2004).

El borrador de las recomendaciones formuladas en la segunda reunión del Grupo de trabajo sobre la caoba (Belem, Octubre 2003) fue circulado por la Secretaría CITES en la 14a. reunión del Comité de Flora (Windhoek, Febrero 2004) como documento PC14 Doc. 19.1 (Rev. 1).

El Comité de Flora recomendó las siguientes prioridades:

- a) Planes de manejo: Es prioritaria la preparación y oficialización de planes de manejo de la caoba a nivel nacional y subregional.
- b) Inventarios: Es importante promover la realización de inventarios forestales, así como adelantar y promover programas para determinar y monitorear la distribución de la caoba, el tamaño de sus poblaciones y su estado de conservación.

- c) Capacitación: Es necesario desarrollar programas de capacitación en el monitoreo y en el manejo de procesos y documentos relacionados con CITES.
- d) Grupos de trabajo: Se recomienda la formación de grupos de trabajo sobre caoba en los países del área de distribución.
- e) Colaboración internacional: Se recomienda que los países Parte, la Secretaría CITES, las organizaciones internacionales y las organizaciones no gubernamentales busquen la forma de compartir información a través de la realización de talleres regionales, programas de capacitación, intercambio de experiencias e identificación de fuentes de financiación, entre otros.

5.3. PROPUESTAS PARA UN MANEJO SOSTENIBLE

5.3.1. Componente: evaluación de las poblaciones remanentes

La evaluación de las poblaciones remanentes de Mara debe realizarse en toda el área de distribución natural de la especie en el país. Mediante el uso de información satelital remota se deben preparar mapas escala 1:250.000 de las zonas de distribución natural y en ellos ubicar las existencias de poblaciones remanentes de Mara; posteriormente ampliar la información cartográfica a mapas escala 1:100.000 y ubicar las poblaciones y sus características estructurales a nivel horizontal y vertical obtenidas a base de inventarios exploratorios. Además debe prepararse una memoria técnica con información del mapa temático y de localización de los remanentes.

En los sitios en donde se procederá a aplicar planes de manejo sustentable de las poblaciones remanentes, se deben preparar mapas escala 1:50.000, incluyendo censos e inventarios en las zonas donde se procederá a extraer árboles destinados a la comercialización de su madera y a la obtención de semillas para la producción de plantas en viveros y ejecutar con ellas proyectos de repoblación forestal con Mara. Las medidas de evaluación deben desarrollarse considerando las expectativas de la población de los alrededores y de otros usuarios del recurso. Estas medidas deben ser herramientas aceptables para las sociedades en las cuales se aplican.

Debe reconocerse la necesidad de involucrar a las poblaciones locales en la planificación y la implementación de programas de manejo de evaluación de las poblaciones remanentes de mara; se deben impulsar acuerdos entre los gobiernos seccionales y las comunidades locales, lo que crea verdaderas relaciones de cooperación para el manejo y el aprovechamiento conjunto de los beneficios del manejo de la especie. Las experiencias y soluciones exitosas en el manejo pueden reproducirse en otras partes con el apoyo de la cooperación nacional, internacional y el intercambio de información.

Los diseños estadísticos a ser utilizados en la conceptualización, instalación y evaluación de parcelas de inventarios y censos, análisis de crecimientos en altura, diámetro y volumen de las plantaciones de mara estarán en concordancia con lo tipificado en la normativa forestal para manejo y explotación de bosques húmedos tropicales.

Las actividades específicas de evaluación de poblaciones remanentes de Mara en el departamento Pando son:

- **Fase preliminar o de prospección:** Imágenes satelitales, GPS, ordenadores, toma de datos en campo, elaboración e impresión de mapas, etc.
- **Fase de cuantificación:** Instalación y evaluación parcelas de inventarios y censos, toma datos de campo, análisis datos y procesamiento información sobre crecimientos en altura, diámetro y volumen de las poblaciones remanentes de Mara.
- Fase de sistematización: Elaboración, edición y publicación de informes.

5.3.2. Investigación silvicultural sobre la Mara.

En principio, la silvicultura se centraba en la producción maderera, ahora, comprende también el mantenimiento de vegetación natural e introducida, la conservación de hábitats naturales, la protección de cuencas hidrográficas y el desarrollo de zonas recreativas, aprovechamiento silvopastoral y de productos no maderable, entre otras.

Debe entenderse la Silvicultura como el cuidado de los bosques orientado a obtener el máximo rendimiento sostenido de sus recursos y beneficios. Por tanto, el aprovechamiento de los bosques ayuda a utilizar las zonas arboladas con el fin de obtener de ellas el máximo beneficio acorde con su naturaleza.

El cuidado de los bosques comprende especialidades como dendrología, silvicultura, protección de bosques, cálculo, ingeniería, beneficio y aprovechamiento en sus variados usos. La silvicultura técnica abarca numerosas operaciones distintas, desde la plantación de árboles hasta su recolección. Un aspecto central del aprovechamiento de bosques y plantaciones es la tala y la regeneración.

En el contexto de la silvicultura comercial hay otras prácticas muy favorables como la repoblación artificial con plantones, en especial cuando se combina con la tala rasa, la aplicación de fertilizantes para aumentar la producción y la selección de especies madereras que destacan por crecimiento, resistencia a las enfermedades u otras características deseables. Estas medidas son propias de la silvicultura intensiva, cuyo objeto es alcanzar la máxima producción mediante la aplicación del conocimiento técnico y la mecanización.

El programa de investigación sobre manejo y silvicultura de la Mara deben tener las siguientes prioridades:

- Estudios sobre semillas y producción de plantas en viveros
- Realizar un análisis taxonómico, genético y ambiental de las poblaciones remanentes.
- Estudio sobre prevención de ataques de insectos y otros riesgos.
- Estudios dasonómicos.
- Documentar las causas directas y subyacentes del aprovechamiento de la mara.

5.3.3. Componente: sensibilización sobre el valor de la Mara.

El futuro de la Mara y de los bosques donde aún se puede encontrar esta especie depende en gran medida del valor e importancia que la población les otorgue; si estos son percibidos sin valor o como impedimentos para el desarrollo económico y la prosperidad de otros sectores, los bosques tropicales desaparecerán, con seguridad, en cuestión de unas pocas generaciones. Para que la *Swietenia macrophylla* King y los bosques tropicales de la amazonía boliviana donde se la encuentra, puedan sobrevivir, deberán tener valor para quienes de otra manera podrían destruirlos y los beneficios que de ellos se derivan deberán distribuirse equitativamente.

Para mejorar la cosmovisión de la sociedad local sobre la Mara y su entorno es necesario desarrollar un programa de sensibilización y educación sobre estos asuntos, impulsarse campañas de sensibilización y educación pública. Recurriendo tanto a los mensajes ecológicos como socioeconómicos, las campañas deben estar destinadas al público en general y a los responsables de la toma de decisiones políticas y económicas. Las campañas de sensibilización deberán alcanzar audiencias que viven en las ciudades y en el campo, adultos y niños, ricos y pobres. Los responsables de la toma de decisiones del deben comprender las causas y consecuencias de la mala administración de los bosques tropicales y sus especies valiosas, los beneficios potenciales de su uso sostenible y las medidas alternas apropiadas que pueden adoptar. Los mensajes de las campañas deben plantear argumentos sólidos y mensurables sobre los beneficios económicos y sociales que se pueden obtener del recurso forestal si este es manejado sabiamente. Es sólo a través de un público y liderazgo bien informado que se podrá encontrar la voluntad política para tomar las decisiones políticas necesarias.

Por esto, las medidas que se deben considerar son:

- Campaña de difusión radial sobre el valor e importancia de la mara
- Campaña de prensa escrita sobre la importancia de la Mara, las características de su madera y los usos en ebanistería, elaboración instrumentos musicales, artesanías, etc.

- Elaboración de materiales misceláneos sobre el valor e importancia de la Mara y su difusión en la sociedad civil local, nacional e internacional.

5.3.4. Componente: Formación de recursos humanos

Uno de los principales objetivos del plan es contar con personal con conocimientos científicos y técnicos aplicados al correcto manejo, cultivo y aprovechamiento de la Mara.

Para lograr una adecuada formación del personal a capacitar, el programa académico abarcará los siguientes temas: aspectos dasonómicos y silviculturales de la especie, control y manejo de las plagas y enfermedades que la atacan, políticas y estrategias de recuperación, conservación y mejora de los remanentes de Mara, convención CITES, plantaciones y mercado de la madera de Swietenia.

5.4. APORTE TEÓRICO

5.4.1. Estrategias de aprovechamiento, manejo silvicultural y procesamiento de la Mara.

Los remanentes de poblaciones naturales de Mara deben ser manejados sustentablemente para que continúen prestando sus funciones vitales para el medio ambiente y fortaleciendo su enorme potencial económico. Aquellas tecnologías de manejo que se revelaron exitosas deben utilizarse más ampliamente como primeros pasos del uso forestal inteligente.

Ubicación

Provincia Manuripi, en la región amazónica de Bolivia, en las comunidades donde las prospecciones ubiquen masas interesantes de mara.

Ejecutores

En esta propuesta estarían involucradas varias instituciones públicas, privadas, ONGs, instituciones académicas y organizaciones comunitarias como: ABT, INRA

Unidades Forestales de los Gobiernos Municipales, Universidad Amazónica de Pando, Colegio de Ingenieros Forestales, Federación de Campesinos, etc.

Objetivos

- Apoyar el manejo sustentable del bosque húmedo tropical de la Amazonía boliviana.
- Optimizar la utilización de la madera de Mara, apoyando su transformación para darle mayor valor agregado.
- Mostrar oportunidades creativas de manejo del bosque mediante una propuesta pedagógica fruto de una profunda reflexión sobre las oportunidades de utilización de la madera en función de nichos de mercado a nivel global.
- Contribuir a la transformación sociocultural y política e los habitantes de la zona.
- Identificar nuevas actitudes y aspiraciones de los individuos de la localidad en busca de mejorar sus condiciones y calidad de vida.
- Generar oportunidades de una vida digna para todos reivindicando oportunidades de empleo productivo fruto de un trabajo colectivo interdisciplinario.

Ingeniería del Plan

Biología reproductiva

La edad y el tamaño de la primera floración y fructificación dependen, aparentemente, de que la copa alcance un nivel mínimo de predominio de cobertura, pero en bosques naturales, la reproducción puede atrasarse debido a la intensa competencia por el predominio de la cobertura después de la liberación de espacio de crecimiento. La floración se produce después de la caída de las hojas al inicio del período seco, ligeramente después de la maduración de nuevas hojas.

La caída de las semillas se produce hacia la mitad y el fin de la estación seca. La lluvia de semillas adquiere un formato parabólico a partir del árbol que está

fructificando. La distancia de dispersión podría ser mayor en regiones donde los vientos son más frecuentes y fluctúa entre 3 y 4 has. El agua también es considerada un importante mecanismo de dispersión.

Estrategia de regeneración

La dispersión de las semillas se produce hacia el final de la estación seca, creando una “camada” de semillas. Al llegar las lluvias, las mudas germinan. De manera general la producción de semillas ocurre anualmente pero a cierto nivel esta es significativa cada 3 a 4 años. Las semillas germinan tanto en áreas cerradas de bosque como en ambientes de claros. Las semillas crecen mejor en ambientes de intensa luminosidad, aunque puedan persistir durante algunos años en bosques cerrados. El desempeño óptimo de las mudas depende de la identificación de los micrositios dentro del paisaje con disturbios - “hotspots” de crecimiento - donde el crecimiento robusto a largo plazo está asegurado.

Algunos años tienden a ser más favorables que otros en lo que se refiere a la producción de semillas y, por lo tanto, en lo que se refiere a la regeneración de mudas posteriores a la explotación. El conocimiento básico sobre los ciclos de producción de semillas a nivel local y regional puede aumentar significativamente la tasa de éxito de la regeneración bajo régimen de manejo.

Una comprensión más amplia de las necesidades de recursos de las mudas - la relación del crecimiento hacia la luz, agua del suelo, nutrientes del suelo, vegetación competitiva, permitirá el desarrollo de una estrategia óptima para la regeneración artificial en los lugares donde las fuentes naturales de semillas fueron removidas o no se encuentran disponibles. Es probable que la selección de micrositios para el plantío de semillas sea más importante que la cantidad de semillas plantadas.

Establecimiento de las poblaciones en forma natural.

Como árbol emergente de baja densidad, con poca o ninguna muda estableciéndose bajo cobertura cerrada y capaz de un rápido crecimiento en ambientes de intensa

luminosidad, la regeneración de la Mara en bosques naturales es causada, aparentemente, por disturbios en amplia escala, otorgándole la clasificación de pionera, o sea especialista en ambientes de claro.

Los escenarios de los disturbios conocidos como siendo favorables a la Mara abarcan huracanes, incendios forestales, inundaciones, áreas abiertas para la agricultura, espacios abiertos y caminos asociados a la explotación maderera y claros creados por la caída de árboles.

Diámetro mínimo de corte

Para establecer el límite del diámetro mínimo de corte para el caso de Mara debe considerarse dos aspectos:

- a. El índice de producción de semillas de los individuos adultos crece expresivamente para árboles mayores de 60 cm de DAP. La remoción exagerada de los árboles de gran tamaño excluye potencialmente la disponibilidad de semillas para colonizar las áreas de explotación maderera.
- b. Muchos árboles de gran tamaño son huecos, y por lo tanto, tienen un menor valor comercial. Estos árboles son derribados debido a la expectativa de que parte del tronco pueda ser aprovechado.

Para asegurar un buen abastecimiento de semillas debe mantenerse una proporción de árboles emergentes de gran porte que estén saludables y ahuecados, independientemente de su diámetro. Aunque muchos de estos árboles sean relativamente pequeños y no tengan valor comercial maderero, ellos representan un valioso recurso ecológico, ya que producen polen y este es el capital genético de las poblaciones.

Esquema de aprovechamiento

En principio y mientras no se realicen estudios en el tema, los árboles deben ser cortados tomándose en cuenta la regeneración. Es decir, que siempre que sea posible, los claros deben abrirse en la dirección de los árboles adultos. Donde varios

árboles vayan a ser removidos de una sola área, claros mayores pueden ser creados por la caída orientada de los árboles, con miras a maximizar la apertura de espacio para las mudas heliófilas de Mara. Aunque los conjuntos de raíces aéreas, denominados sapopemas, en los árboles adultos determinen a veces la dirección de caída, así como el trazado de los caminos de madereo y los ramales de arrastre, un mínimo de planificación de la operación de corte puede aumentar significativamente el éxito de la regeneración.

Productos esperados

Como primer producto del aprovechamiento de estas poblaciones naturales remanentes, y considerando una mayor valor agregado a éste, se plantea producir partes y piezas de instrumentos musicales de alta calidad, elaborados artesanalmente aprovechando la madera de árboles de Mara y CEDRO extraídos selectivamente del bosque tropical húmedo primario nativo de la amazonia boliviana, esta propuesta busca el desarrollo sustentable de la zona y la sociedad local.

Lo anterior no deja descartar la opción de entregar otros productos al mercado.

5.4.2. Plan de plantaciones de Mara en el municipio de Puerto Rico.

Para mejorar la existencia comercial de *Swietenia macrophylla* King es necesario desarrollar plantaciones de esta especie en la zona de distribución natural que es la Amazonía.

Para la ejecución de estas plantaciones se pueden prever esos escenarios posibles:

- Siembra en pastizales asociada con Inga,
- Siembra en cultivos y realces recientes,
- Plantaciones en cultivos asociados como cacao, café y otras
- Plantación en bosque secundario de crecimiento avanzado,
- En claros o líneas de enriquecimiento en bosques maduros intervenidos,
- Plantaciones en riberas de ríos y zonas urbanas.

Aunque hay muchas preguntas sin respuesta sobre cuáles son los sistemas silviculturales realmente sostenibles para los bosques tropicales en donde está presente la Mara, existen muchas buenas prácticas muy conocidas que pueden emplearse más ampliamente, lo que mejorará el manejo forestal y reducirá la degradación del valor comercial del vuelo forestal que la tala produce en los bosques.

5.4.3. Plan de Reforestación con Mara.

La región amazónica boliviana es en su mayoría de vocación agrológica forestal. Muchas de estas zonas están cubiertas de pastizales (al menos por 10 especies de pasto introducidos) que soportan una actividad ganadera marginal. Estas tierras pueden y deben ser utilizadas para la plantación de árboles para diversos usos, entre ellos los de maderas duras de alto valor comercial a nivel mundial, como las de la familia de Meliaceas, géneros *Swietenia* y *Cedrela*.

El cultivo y el mantenimiento del pasto, junto al pastoreo intensivo han sido una de principales causas de la compactación y degradación de los suelos en los trópicos del país. Establecer en estos sitios un plan de plantaciones forestales de especie de Meliaceas como la *Swietenia* es factible y para ello es necesario identificar áreas de plantación en la amazonía. De seguro estas especies heliófitas tardías de gran tamaño, adaptadas a las condiciones ambientales existentes en las zonas de costa y amazonía, se adaptarán y se convertirán en activas competidoras por espacio, suelo, nutrientes y agua.

El mercado de maderas duras tropicales a nivel mundial es enorme, existe un déficit en la demanda de estos productos. Bolivia puede aprovechar la oportunidad, ya que es un país rango de distribución natural de esta especie, para producirla y exportarla y así satisfacer en parte la demanda existente y fomentar el empleo productivo en el país. Las maderas duras de alto valor comercial que actualmente el país exporta, provienen en su mayor parte del bosque nativo intervenido ilegalmente y en menor grado de plantaciones.

En Bolivia, la mayor extensión de cobertura vegetal con aptitud forestal se halla en la región amazónica, allí existe una reserva forestal capaz de abastecer en el corto, mediano y largo plazo las necesidades que el país tiene de madera, otros productos y de servicios ambientales del bosque.

La utilización de la madera es clave para el desarrollo de la población amazónica, el debilitamiento del sector forestal representa un peligro de desestabilización en la economía debido a las interrelaciones productivas existentes y a la generación de empleo directo e indirecto.

Las especies mejor adaptadas a las condiciones modificadas del hábitat y más vigorosas se convierten en activas competidoras por espacio, suelo, alimento y agua. En cada etapa de la sucesión vegetal en las comunidades forestales se produce un cambio de especies claramente reconocible que tiene como consecuencia una modificación estructural de la comunidad.

El análisis de las estructuras horizontales y verticales de los bosques de la amazonia boliviana, muestran la presencia de grandes áreas, especialmente las que se hallan a las orillas de los ríos navegables, cubiertas de un bosque natural secundario de sucesión progresiva antropógena, desarrollado a partir de la regeneración natural de especies heliófitas de las familias Bombacaceae, Cecropiaceae, Leguminosae, Euphorbiaceae, etc.

Estas especies heliófitas requieren plena insolación durante toda su vida, a este grupo pertenecen todas las colonizadoras de campo abierto, que inician sin ninguna dificultad la repoblación y caracterizan las primeras fases del bosque secundario. Estas especies invasoras de primera hora alcanzan precozmente el estadio reproductivo y tienen semillas muy adecuadas para el transporte zoócoro, anemócoro e hidrócoro, son livianas, pequeñas y aladas.

Cabe señalar también que existe en el país el “paquete tecnológico”, es decir, los conocimientos necesarios para comenzar a aplicar este programa, cuales son los suelos más aptos, las asociaciones de acuerdo a las características

medioambientales, cuando realizar podas y/o limpiezas, entre otras actividades silviculturales.

Los escenarios tipos previstos en donde se puede forestar árboles de Mara, según grado intervenido del bosque natural, son:

1. En pastizales
2. En realces recientes
3. Plantaciones con cultivos asociados
4. En bosque secundario
5. En claros o líneas de enriquecimiento en bosques maduros intervenidos
6. En riberas de ríos y en zonas urbanas.

Descripción del Plan

Abastecimiento de plantas

La mayoría de especies de árboles así como la *Swietenia macrophylla* se reproducen en viveros a partir de semillas. La planta óptima es con pan de tierra y está lista para ser llevada al sitio definitivo de plantación cuando en el vivero alcanza un desarrollo sobre el medio metro de alto, el diámetro del tallo al cuello de la raíz de ser mayor a un centímetro, con más de 6 hojas simples iniciales y por lo menos un par de hojas compuestas y debe ser vigorosa a simple vista.

Las plantas pueden ser producidas en viveros forestales de índole (provincial o municipal), de comuneros o también adquiridas en viveros particulares que estén debidamente identificadas.

En los viveros se producirán las plantas durante la estación menos lluviosa, entre septiembre y marzo, con la finalidad de que las plantas estén listas para ser plantadas en los meses más lluviosos de Abril a Junio.

Se usarán fundas de polietileno negro de 12 a 15 cm. de ancho por 17 a 22 cm. de largo.

Las plantas serán producidas a partir de semillas, estas deben ser certificadas para asegurarse de la calidad de las mismas y de que sea la especie que se desea plantar. En los germinadores, la semilla se siembra en hileras distanciadas a 15 cm., a una profundidad de 2 a 5 cm. y con una densidad de 60 a 80 unidades por m². La germinación demora de 16 a 28 días y se realiza el trasplante a los envases cuando las plantitas tienen una altura de 7 a 8 cm. El requerimiento, por regla general, es de 100 plantas por hectárea.

Se deberá mantener una adecuada fertilización y control de hongos mediante fungicidas cúpricos en la planta a fin de estimular su rápido crecimiento y como prevención a ataques de barrenador del ápice, taladrador del tallo y esqueletizador de la corteza se debe propender a lo siguiente:

- Desarrollar plantas en viveros hasta que alcancen un tamaño en altura mayor a los 40 cm, y ya posean las hojas compuestas;
- Para la producción de las plantas utilizar fundas plásticas para cepellón o tubetes que ayudan a desarrollar mejor el sistema radicular.

Manejo de la plantación

La variación de la tasa de crecimiento parece estar correlacionada con la topográfica, subsuelo, hidrología y tipo de suelo del sitio de siembra. Por ello, la plantación de Mara será fertilizada en su inicio con NPK (10-30-10) y subsiguientemente cada tres meses de acuerdo a los datos de laboratorio de suelo sobre faltantes de nutrientes minerales primarios y secundarios.

Desde el inicio de la plantación, donde la planta ya tiene más de 50 centímetros de alto se iniciará el control de plagas y enfermedades de la planta. Esta actividad se realizará también cuando se presente la posibilidad de plagas (barrenador del ápice, taladrador del tallo y esqueletizador de la corteza)

Para el control de estas plagas se ha estructurado el procedimiento de que en la plantación se hará periódicamente una fertilización y un control químico

ambientalmente amigable y también un control de hongos. Además se realizarán podas de las áreas afectadas por la larva de la mariposa hasta lograr que la planta llegue a los 7 metros de altura que se espera sea a una edad estimada de entre 2 a 3 años.

Productos esperados

La plantación de Mara tiene la finalidad de producir madera para exportación, ayudar a la conservación de esta especie que en la actualidad se halla en peligro de extinción, crear fuentes de empleo para la población local y desarrollar experiencias de manejo sustentable del bosque húmedo tropical.

Se espera producir entre los años 25 al 30 de la plantación, un aproximado de dos metros cúbicos de madera en rollizos por árbol que tenga más de 60 centímetros de DAP.

Otros productos esperados de la plantación de mara son:

- Implementación de sistemas de plantación en las diferentes zonas
- Disponer de madera rolliza y en escuadría para ebanistería.
- Involucrar a la comunidad local en la producción de madera de alto valor comercial a partir de la madera de Mara de manera sostenible.
- Ayudar a la generación de puestos de empleo para la gente local.
- Sensibilizar a la comunidad sobre el valor e importancia de los ecosistemas naturales y capacitarla en la reforestación asociada con Mara

Impactos de la forestación

Los impactos derivados de proyectos de forestación, entre otros, podrían ser:

- Las plantaciones forestales de las tierras deterioradas o de producción marginal ocasionan resultados positivos por los bienes que se producen y por los servicios ambientales que prestan.
- Reducción de la tasa de deforestación y aumento de la forestación.

- Alternativa para la producción de madera y de otros productos al aprovechamiento de los bosques naturales.
- Se utilizan especies de leguminosas de crecimiento rápido como protección natural a la especie de interés fundamental.
- Los accesos a los frentes de aprovechamiento son más fáciles que en el caso de los bosques naturales.
- Se incrementa la fertilidad del suelo al agregar abono verde y nitrógeno y se mejora su retención de humedad, estructura y contenido de nutrientes.
- Se reduce la lixiviación del suelo
- La siembra de árboles estabiliza los suelos, reduce la erosión hídrica y eólica de las laderas, los campos agrícolas cercanos y los suelos no consolidados.
- Regula el caudal de los ríos y la calidad de las aguas al reducir el escurrimiento superficial rápido de las aguas lluvias.
- Debajo de los árboles, las temperaturas más frescas y los ciclos húmedos y secos moderados constituyen un microclima favorable para los microorganismos y la fauna.
- Las plantaciones tienen un efecto moderador sobre los vientos y ayudan a asentar el polvo y las otras partículas del aire.
- Atenúa el cambio climático al evitar la deforestación de los bosques tropicales y con la plantación se ayuda a la absorción de dióxido de carbono (CO₂).

5.5. CONCLUSIONES

El análisis de la bibliografía relacionada con el manejo de la especie y las características de la región, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- El municipio de Puerto Rico, ubicado en plena región amazónica de Bolivia, caracterizada por un bosque tropical húmedo, reúne las condiciones climáticas para el desarrollo de la Mara (*Swietenia macrophylla* King.), lo que constituye una potencialidad para el aprovechamiento racional de uno de los recursos naturales con que cuenta el departamento y la región.
- El aprovechamiento selectivos de especies forestales (Mara, Roble o Tumi y Cedro) en las últimas décadas y la falta de políticas de reforestación, hacen necesaria la formulación de propuestas orientadas al manejo sostenible de estas especies, con fines ambientales, económicos y sociales, toda vez que el hombre amazónico es extractivista por naturaleza.
- A pesar de ser considerada la *Swietenia macrophylla* King como especie en peligro, las normas vigentes a nivel nacional y específicamente en el sector forestal no son suficientes, o las instituciones responsables de hacer cumplir, no cuentan con los suficientes recursos, logísticos, humanos y financieros, situación que es aprovechada por los propietarios de las empresas privadas que solo buscan el mayor beneficio económico.
- La propuesta de manejo sostenible de la Mara en el departamento Pando, debe contemplar los siguientes componentes: a) evaluación de las poblaciones remanentes, b) Investigación silvicultural sobre la Mara, c) sensibilización sobre el valor de la Mara, y d) formación de recursos humanos.
- Se propone además, implementar estrategias de: Aprovechamiento, manejo silvicultural y procesamiento de la mara; Plan de plantaciones de mara en el departamento Pando y, Plan de reforestación con Mara.

5.6. RECOMENDACIONES

Consideramos que se deben implementar las siguientes medidas para el aprovechamiento sostenible de poblaciones naturales de la caoba:

- Conservar árboles padres de Mara en grupos para asegurar la producción de semillas, dado que en esta especie se produce la fertilización cruzada y así evitar también problemas de endogamia.
- Evitar la corta de los árboles de Mara demasiado grandes que estén huecos o tengan forma deficiente, ya que no será productivo y mejor calificación tendría dejarlo como árbol semillero.
- Estipular la tumba dirigida de los árboles de Mara, a fin de abrir espacios para la regeneración natural, esta dirección de caída de los árboles debe ser tomando en consideración la orientación que el viento tiene durante las épocas secas.
- Se debe analizar el criterio de diámetro mínimo de corta (60 cm), pues se debe tener en cuenta también que muchos de los especímenes que sobrepasan este diámetro se arruinan por la podredumbre que se suscita en la zona de la médula y parte del duramen del árbol.
- Incrementar las verificaciones de control del aprovechamiento y del manejo de la regeneración natural, plantaciones y de los árboles remanentes de Mara.
- Controlar la movilización de la madera de Mara con sistemas de posicionamiento geográfico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarenga, S., y E. M. Flores. 1988. Morfología y germinación de la semilla de caoba, *Swietenia macrophylla* King (Meliaceae). Revista de Biología Tropical 36(2a): 262-267.
2. Aoki, H., 1982: Consideraciones sobre la preservación de cerrados. Anales del congreso nacional sobre especies nativas. Revista del Instituto Forestal, Sao Paulo, Brasil.
3. Braun-Blanquet, J. 1979: Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Ediciones, Madrid, España.
4. Buitrón, X.; Mulliken, T., 2001: El apéndice III de CITES y el comercio de la caoba (*Swietenia macrophylla*). TRAFFIC International. Quito, Ecuador.
5. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, CR). 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Turrialba, CR, CATIE. 220 p. (Informe Técnico N° 86).
6. Combe, J.; Gewald, N.J. 1979: Guia de campo de los ensayos forestales de CATIE en Turrialba, Costa Rica.
7. Cozzo, D., 1976: Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires.
8. Félix de Barros, N., & R. M. Brandi. 1975. Observações sobre a ocorrência de ataque de *Hypsipyla* em plantas de mogno, na região de Viçosa, MG. Brasil Florestal 24: 22-25.
9. Gullison, R.E., and S. P. Hubbell. 1992b. Regeneración natural de la mara (*Swietenia macrophylla*) en el bosque Chimanes, Bolivia. Ecología en Bolivia 19: 43-56.
10. ITTO , 2003. Racionalizando el comercio de la Caoba. Serie técnica N° 22. 58 pgs.

11. Irmay, H. de. 1949. Mahogany, *Swietenia macrophylla* King, in Bolivia. Caribbean Forester 10: 43-57.
12. Lamprecht, H., 1975 a: *Swietenia macrophylla* King. Capítulo silvicultura. Descripciones de árboles forestales. IFLA Bol. Nro. 1.
13. Lamprecht, H., 1990: Silvicultura en los trópicos. GTZ, República Federal de Alemania.
14. Pennington, T. D., and J. Sarukhan. 1968. Árboles Tropicales de México. México: INIF/FAO. 413 pp.
15. Prefectura del Departamento Pando (2007). Plan de Desarrollo del Departamento Pando 2008 – 2015. Cobija, Pando, Bolivia,
16. Quevedo, L. H. 1986. Evaluación del efecto de la tala selectiva sobre la renovación de un bosque húmedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Master of Science thesis, Universidad de Costa Rica.
17. Revelo Nixon y Palacios Walter. 2005. Avances silviculturales en la Amazonía Ecuatoriana: Ensayos en la estación biológica Jatun Sacha. Quito Ecuador 172 pgs.
18. Schubart, H. D. R., 1982: Fundamentos ecológicos para el manejo forestal en la amazonia. Sao Paulo. Brasil.
19. Veríssimo, A. y Lima, E. 1998. Caracterização da atividade madeireira na Amazônia. Manuscrito, IMAZON, Belém, 33 p.
20. Whitmore, J. L. 1983. *Swietenia macrophylla* and *S. humilis* (caoba, mahogany). Pp. 331-333 en D. H. Janzen, ed., Historia Natural de Costa Rica. Chicago: Universidad de Chicago.
21. ZONISIG, 1997. Zonificación Agroecológica y Socio económica y perfil ambiental del Departamento de Pando. Impreso en Bolivia 159 P.