

**Modelo de manejo para plantaciones
forestales con especies de alto valor
económico en El Petén, Guatemala**

Julio Alberto Albizu Portillo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Modelo de manejo para plantaciones forestales con especies de alto valor económico en El Petén, Guatemala

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Julio Alberto Albizu Portillo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

Modelo de manejo para plantaciones forestales con especies de alto valor económico en El Petén, Guatemala

Presentado por:

Julio Alberto Albizu Portillo

Aprobado:

Nelson Agudelo, M.Sc.
Asesor principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director
Carrera de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Nils Berger, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Abelino Pitty, Ph.D.
Coordinador Área de Fitotecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Albizu P., J.A. 2009. Modelo de manejo para plantaciones forestales con especies de alto valor económico en El Petén, Guatemala. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 44p.

Más del 90% de la madera de color que se comercializa en el mundo procede de los bosques latifoliados maduros de tierras bajas, de la región tropical y subtropical, apenas el 4% de los bosques sometidos a explotación maderera en estas dos regiones están bajo manejo técnico sostenible. En consecuencia, los bosques residuales pueden ser eliminados para actividades agrícolas o ganaderas, quedando degradados en términos económicos o experimentando una fuerte erosión genética. A futuro, la demanda internacional de maderas nobles se incrementará, mientras que la oferta disminuirá ante las elevadas tasas de deforestación y carácter selectivo de las explotaciones. Sobre esta base se abren enormes ventanas de mercado internacional para las maderas cosechadas en plantaciones. El objetivo de este estudio fue determinar especies maderables de alto valor económico, sitios de procedencia y la rentabilidad con un análisis financiero en la finca Valle Azul, en un ecosistema de bosque muy húmedo subtropical en El Petén, Guatemala. Se determinaron 15 especies con los siguientes factores de selección: mercado actual de la madera y sus tendencias, calidad de la madera, características climáticas del sitio y estación del crecimiento. El presente estudio sugiere un esquema de plantaciones con especies de alto valor económico y mercado garantizado. El esquema será el de un mosaico de especies plantadas en bloques puros a fin de facilitar los tratamientos silvícolas y la cosecha de la madera. Mediante un análisis financiero proyectado a 34 años se determinó un VAN de US\$771,705 y una TIR de 37%. Se determinaron cuatro sitios de procedencia: AGROCAN en Guatemala y La Mosquitia, Lancetilla y Olancho en Honduras.

Palabras clave: Bosque muy húmedo subtropical, bosque residual, madera noble, tierras bajas, tratamiento silvícola, región latitudinal.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3. METODOLOGIA	8
4. RESULTADOS	12
5. CONCLUSIONES	19
6. RECOMENDACIONES	20
7. BIBLIOGRAFÍA	21
8. ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

1. Selección de procedencia para cada una de las especies a plantar en finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009..... 11
2. Distribución de las especies por bloques en finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009. 12
3. Plan de fertilización para plantaciones forestales en la finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009..... 14
4. Plan de fertilización con Micorriza para plantaciones forestales en la finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009..... 14

Figura

1. Ubicación de finca Valle Azul, El Petén, Guatemala (Fuente: Segeplan 2009)..... 7
2. Mapa planimétrico de la finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009. 8
3. Diseño de un vivero forestal para la finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009. 13

Anexo

1. Diseño espacial para plantaciones forestales en finca Valle Azul, El Petén, Guatemala. 22
2. Análisis de suelo de finca Valle Azul, El Peten, Guatemala. 23

3. Flujo de caja del año proyectado a 34 años para proyecto forestal en Finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.	24
4. Ficha Técnica <i>Carapa guianensis</i>	30
5. Ficha Técnica <i>Cedrela odorata</i>	31
6. Ficha Técnica <i>Colophyllum brasiliense</i>	32
7. Ficha Técnica <i>Hyeronima alchorneoides</i>	33
8. Ficha Técnica <i>Cojoba arborea</i>	34
9. Ficha Técnica <i>Cordia megalantha</i>	35
10. Ficha Técnica <i>Dalbergia retusa</i>	36
11. Ficha Técnica <i>Dialium guianense</i>	37
12. Ficha Técnica <i>Guarea grandifolia</i>	38
13. Ficha Técnica <i>Juglans olanchana</i>	39
14. Ficha Técnica <i>Magnolia yoroconte</i>	40
15. Ficha Técnica <i>Platymiscium dimorphandrum</i>	41
16. Ficha Técnica <i>Peltogyne purpurea</i>	42
17. Ficha Técnica <i>Swietenia macrophylla</i>	43
18. Ficha Técnica <i>Terminalia amazonia</i>	44

1. INTRODUCCIÓN

América Latina y el Caribe disponen de abundantes recursos forestales. Se estima que el 47% de sus tierras están cubiertas por bosques, lo que representa un 22% de toda la superficie forestal del mundo. De 1990 a 2005 se han perdido 64 millones de hectáreas de superficie forestal por causa de la conversión de bosques a tierras agrícolas. Durante este periodo, la superficie forestal aumentó 11% en el Caribe y disminuyó 7% en América del sur y 19% en América Central (Kneeland 2007).

Emprender una ordenación de los bosques con una perspectiva a largo plazo resulta difícil, debido a que las fuerzas macroeconómicas que determinan los precios de los mercados, por lo general favorecen al sector agrícola. La mayoría de los bosques de la región son de propiedad pública. Una limitante para algunos países que están mejorando la ordenación de los bosques públicos es el factor económico, porque el presupuesto asignado para el manejo de estos bosques es insuficiente. A pesar de eso las plantaciones forestales están aumentando 1.6% al año (Kneeland 2007).

Los bosques abarcan el 42% del territorio en Guatemala, según el Boletín de Estadística Forestal, 2005 que fue realizado por el Instituto Nacional de Bosques (I.N.A.B.). El mismo estudio reporta una pérdida anual de 73,148 ha, Petén en el departamento que perdió la mayor cobertura representando, con 64.8% del total perdido anualmente en Guatemala. Por el contrario a lo anterior, Retalhuleu fue el departamento que ganó mayor cobertura forestal, con 0.46% respecto al bosque existente en el año inicial de estudio. Existen especies latifoliadas que durante varias décadas han logrado posicionarse en mercados mundiales, debido al alto valor de su madera. En Guatemala muchas de estas especies son comercializadas en el exterior, siendo la teca (*Tectonia grandis*) y el conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) aprovechadas en mayor cantidad durante 2005 (Barrera 2005).

La madera de alto valor económico es extraída de bosques naturales, siendo los arboles de mejor calidad los que son aprovechados y los de una baja calidad son dejados como progenitores, situación que contribuye a una degradación genética y económica de la masa residual (Agudelo 2009)¹.

En la actualidad la mayor parte de los bosques latifoliados madereros no son manejados en forma sostenible en términos de la perpetuidad de especies y del rendimiento

¹ Agudelo, N. 2009. Información sobre especies nobles de alto valor económico. Profesor de Ecología. Zamorano, Honduras. (Comunicación personal)

sostenido. Bajo esta óptica, el establecimiento y manejo de plantaciones forestales con especies de alto valor económico podrían contribuir a una alteración orientada a la conservación a largo plazo de los bosque latifoliados madereros aun existentes en la región tropical y sub tropical del mundo (Agudelo 2009)².

El presente estudio pretende contribuir a la silvicultura mediante el diseño, establecimiento y manejo de plantaciones con especies de alto valor económico, mientras que los objetivos específicos fueron, Seleccionar y caracterizar sitios de plantación en la finca “Valle azul” en el departamento del Peten, Guatemala. Sobre una superficie aproximada de 3500ha, Seleccionar las especies y procedencias para los sitios de plantación, Diseñar los esquemas de las plantaciones y Realizar el estudio económico y financiero para estas plantaciones.

² Agudelo, N. 2009. Información sobre estado actual del manejo de bosques no sostenibles. Profesor de Ecología. Zamorano, Honduras. (Comunicación personal)

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 RECURSOS FORESTALES MUNDIALES

2.1.1 Superficie de bosques naturales y plantaciones

Se estima que en la actualidad la superficie boscosa mundial es de 4 billones de hectáreas que representan el 30.3% del total de la superficie de la Tierra, de la cual 60 millones de hectáreas pertenecen a plantaciones forestales. Se considera que 36% del área es bosque primario, con especies nativas donde no hay indicaciones de ningún tipo de actividad humana y del cual se pierden seis millones de hectáreas por año (McConnell 2005).

2.1.2 Distribución de estos ecosistemas

Más de la mitad de la superficie boscosa del mundo se encuentra en la Federación Rusa con 809 millones de hectáreas, en Brasil hay 478 millones de hectáreas, en Canadá 310, Estados Unidos 303 y en China 197 (McConnell 2005).

2.1.3 Tasa de deforestación y plantación

La causa principal de la deforestación a nivel mundial es la expansión de la frontera agrícola que avanza a un ritmo alarmante, y a lo que se atribuye pérdidas de 13 millones de hectáreas al año. Así mismo, las plantaciones forestales, la restauración de paisajes y la regeneración natural de los bosques se han reducido notablemente. El cambio mundial neto del área boscosa del mundo en el periodo 2000 – 2005 fue de -7.3 millones de hectáreas al año. Dado a la forestación y a la regeneración natural de los bosques, la tasa neta de pérdida descende y la pérdida anual es de 0.18% (McConnell 2005).

2.2 PLANTACIONES FORESTALES

2.2.1 Especies utilizadas y propósitos de las plantaciones

Se estima que del total de las plantaciones forestales que hay en el mundo 57% son especies latifoliadas y el 43% coníferas de rápido crecimiento. El 63% de las plantaciones

forestales son con fines industriales, y el 37% con fines de regeneración y con especies de alto valor económico (Palmberg y Bell 2000).

Las especies de madera dura con mayor área plantada a nivel mundial son: Eucalipto con 10 millones de hectáreas, acacia que cuenta con 3.9 millones de hectáreas teca 910 mil hectáreas (Palmberg y Bell 2000).

En América latina las especies plantadas que tienen mayor dominancia: Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) con 44.7%, pinos (*Pinus sp.*) de crecimiento rápido 42.08%, otras latifoliadas 8.37%, otras coníferas 2.4%, Melina (*Gmelina arborea*) 1.63%, *Terminalia spp.* 0.3%, Teca 0.29% y Caoba (*Swietenia macrophylla*) 0.06% (Palmberg y Bell 2000).

2.2.2 Especies nobles o de alto valor económico y las plantaciones

Por muchos años las coníferas de crecimiento rápido eran las especies plantadas y había poco interés en establecer plantaciones con especies valiosas de madera dura, tales como Teca y Caoba, por los periodos largos de retorno y problemas con pestes como el barrenador de las Meliáceas (*Hypsipyla grandella*). Dado que el 100% de las especies de alto valor que se están consumiendo en el mundo provienen de bosques naturales y que estas especies están desapareciendo de los bosques, se espera un mayor precio y un gran interés de inversión en plantaciones de este tipo (Agudelo 2009).

2.2.3 Aportes de las plantaciones

La estimación del aporte que las plantaciones forestales puedan dar al abastecimiento de maderas es imprecisa y está basada en suposiciones no muy confiables, especialmente en cuanto a la tasa a la que continuará la reforestación (McConnell 2005).

2.3 TIPOS DE BOSQUES EN GUATEMALA

2.3.1 Bosques latifoliados de baja elevación

Los bosques latifoliados de baja elevación (hasta 600 msnm) en Guatemala se encuentran en la región norte, en los departamentos de Quiché, Alta Verapaz, Izabal y El Petén, y se consideran hábitat crítico para especies endémicas y amenazadas. Las especies de estos bosques con mayor importancia son Caoba y Cedro (*Cedrela odorata*), las cuales han sido muy demandadas en el mercado nacional e internacional y su existencia en los bosques naturales ha descendido notablemente (Melgar 2003)

2.3.2 Bosques de coníferas

En las altitudes mayores a 600 msnm en el departamento de El Petén se encuentra la mayor concentración de pinos de Guatemala. Otros departamentos con especies de coníferas son las regiones montañosas occidental en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango, y en la región oriental en los departamentos Chiquimula y Zacapa, así como también la cadena montañosa de la Sierra Madre, siendo el pinabete (*Abies guatemalensis*) una de las especies más importantes por ser endémica de la región (Melgar 2003).

2.3.3 Bosques mixtos

Los bosques compuesto por especies de hoja ancha y coníferas cuya proporción puede variar de 31% de coníferas y 69% de hoja ancha hasta 69% de coníferas y 31% de hoja ancha, se encuentran en todo el país (Melgar 2003).

2.3.4 Bosques latifoliados de altura

En elevaciones arriba de 2000 msnm se encuentra el bosque latifoliado de altura cuyas principales especies son Roble (*Quercus robur*) y Encinos. Estos bosques se encuentran en las partes altas de todo el país (Melgar 2003).

2.3.5 Bosques fragmentados y arboles dispersos

Estos bosques son remanentes de la vegetación arbórea que existía en la costa sur, que fueron remplazados por la agricultura extensiva y ganadería intensiva por sus suelos profundos. Muchas especies de esta región son bien cotizadas por la calidad, las más importantes: Caoba del Sur (*Swietenia humilis*) y Volador (*Terminalia oblonga*) (Melgar 2003).

2.3.6 Bosque manglar

Estos bosques se encuentran en el litoral Pacífico de Guatemala y forman una franja discontinua que ha sido interrumpida por la actividad humana. Las principales especies en este bosque son: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y Mangle negro (*Avicennia germinans*) (Melgar 2000).

2.3.7 Monte espinoso

Este tipo de bosque se encuentra en la región oriental, en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, en valles cuya precipitación varía de 400 a 600 mm anuales. La mayor parte de la vegetación son arbustos y plantas espinosas (Melgar 2000).

2.4 GREMIOS ECOLÓGICOS DE ESPECIES FORESTALES

Existen grupos muy bien definidos de especies de crecimiento muy rápido y de reproducción precoz que colonizan los claros naturales, que se les llaman pioneras. Por otro lado hay especies de crecimiento lento que crecen bajo la sombra de bosques maduros. Aunque las especies forestales no se asignan a gremios según los criterios de ciclo de vida, es importante saber que se asignan con respecto al comportamiento de las especies ante las gradientes ambientales (Peralta 1987).

Las preferencias que muestran las especies forestales con relación al suelo son secundarias, siendo la luz el factor limitante más importante con respecto a una regeneración exitosa, y compensa recursos del suelo limitantes para el crecimiento, como es el caso de los bosques húmedos de tierras bajas (Peralta 1987).

Hay circunstancias donde el recurso suelo llega a ser de gran importancia, cuando el sustrato es muy poco fértil, y se les puede clasificar como hostiles o incompatibles a especies arbóreas. Existen especies arbóreas que no se presentan en la vegetación, pero muestran adaptaciones claras a sitios hostiles, siendo la luz un factor que no limita su crecimiento debido al alto grado de adaptabilidad que estas han desarrollado. La silvicultura tropical y subtropical utiliza actualmente para el establecimiento de plantaciones forestales la clasificación de especies en gremios ecológicos (Peralta 1987).

2.5 DEMANDA MUNDIAL DE LOS PRODUCTOS MADEREROS

La demanda de los productos madereros es uno de los motivos de inversión en plantaciones forestales, sin embargo, existen cambios a corto plazo en el mercado de maderables como la variación continua de los precios basado en la demanda de distintas especies de color, y cambios a largo plazo que causan mayor impacto en las inversiones en las distintas actividades forestales. Entre las principales cambios a largo plazo de la demanda mundial de productos madereros podemos mencionar los cambios demográficos, el crecimiento económico continuo, los cambios regionales, las políticas y reglamentos ambientales, las políticas energéticas, la disminución de la cosecha de los bosques naturales y la conservación de bosques plantados (OIMT 2008).

3. METODOLOGÍA

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

3.1.1 Localización

La finca Valle Azul está situada en la parte sur-este del departamento de Petén, en la región forestal VIII, en la aldea Sajul en el km 333 de la ruta hacia el municipio de Poptún. Se encuentra a una altitud de 184 msnm y entre las coordenadas $16^{\circ}01'34.07''N$ $89^{\circ}17'48.74''W$ y $16^{\circ}06'55.14''N$ $89^{\circ}12'34.41''W$.



Figura 1. Ubicación de finca Valle Azul, El Petén, Guatemala (Fuente: SEGEPLAN 2009).

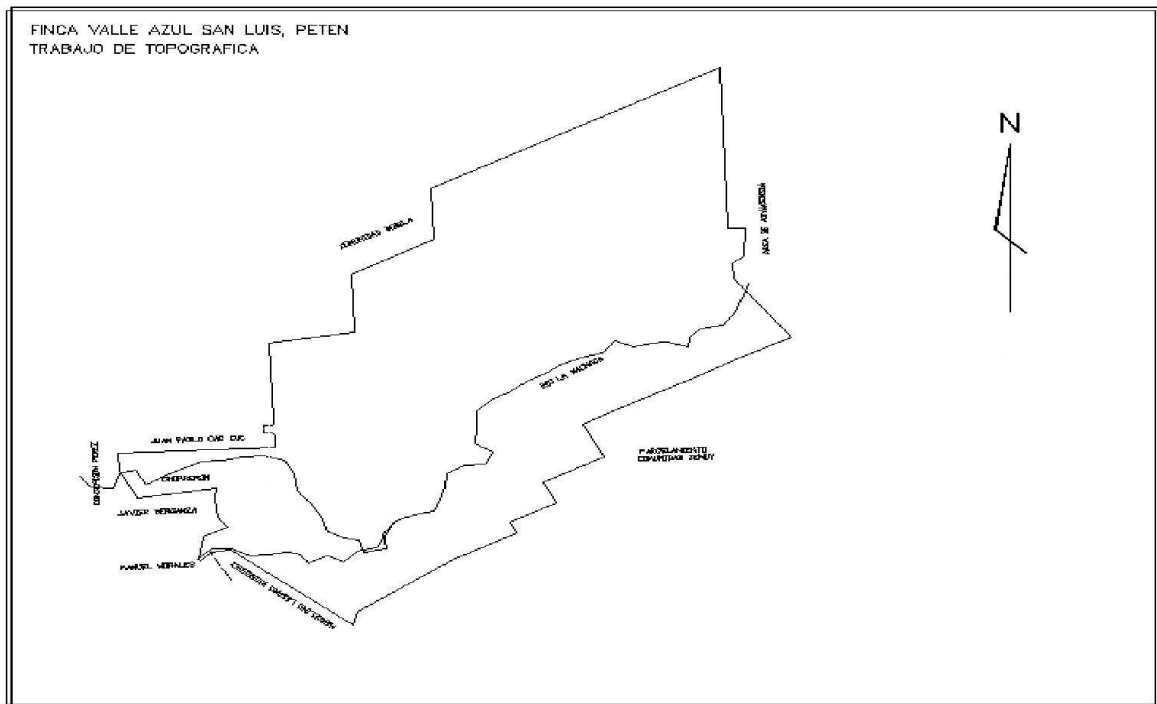


Figura 2 . Mapa planimétrico de la finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.

3.1.2 Clima y ecología

Con base en la fisonomía de la vegetación natural del sitio y el sistema para la clasificación de ecosistemas de Holdridge, en la zona de estudio se cuenta con una precipitación promedio total anual del orden de los 3000 a 4000 mm y una temperatura media anual de 28 °C. La biotemperatura media anual es de 23 °C.

La zona de estudio está enclavada en las tierras bajas de la región subtropical, con temperaturas relativamente altas y precipitación elevada, pero no excesiva, en este caso en particular el suelo permanece prácticamente húmedo durante todo el año, siendo los meses de febrero, marzo y abril los meses de menor intensidad de lluvia.

3.1.3 Topografía, y suelo

En su mayoría, la topografía del terreno donde van a establecerse las plantaciones es plana. El suelo es arcilloso sin problemas de drenaje.

3.1.4 Recolección de información climática

Para la recolección de la información climática existente dentro y en los alrededores de la zona de estudio, registros de temperatura y precipitación, mapas de isoyectas e isotermas

se usó información del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) del municipio de San Luis, Petén. Debido a la alta variación del sitio de estudio y la estación meteorológica más cercana se determinó, con base en la vegetación natural, la distribución de las lluvias y la temperatura, que el sitio se encuentra en un bosque muy húmedo subtropical (bnh-S), de acuerdo a la clasificación de ecosistemas de Holdridge (Holdridge 1979)

3.1.5 Levantamiento del mapa de ecosistemas

El mapa de ecosistemas para la zona de estudio se levantó con base en indicadores ecológicos, independientemente si la vegetación estaba en estado maduro o en proceso de sucesión.

3.2 SELECCIÓN DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS

La selección de especies y procedencias se realizó en función de las características del ecosistema en donde se establecerán las plantaciones, complementada esta información con las exigencias del mercado en términos de la demanda de madera de color y precios de la misma.

3.2.1 Selección de especies

La selección de especies se hizo con base en los siguientes criterios:

3.2.1.1 Características climáticas del sitio o estación del crecimiento

Mediante la evaluación del lugar del estudio se realizó una primera preselección de especies que se adaptan a las características biotemperatura media anual, precipitación media anual y altitud del lugar.

3.2.1.2 Calidad de la madera

Para determinar la calidad de la madera se tomaron en cuenta distintas cualidades de esta: estabilidad dimensional, trabajabilidad con herramientas manuales, veteado y usos de la madera.

3.2.1.3 Mercado actual de la madera y sus tendencias

Los principales mercados son la Unión Europea y Estados Unidos.

3.2.2 Selección de procedencia

Para seleccionar las procedencias de cada especie se utilizó la información climática y la disponibilidad de fuentes de semilla de reconocida reputación fenotípica y/o genotípica.

3.2.3 Análisis financiero

Para el estudio financiero se elaboraron flujos de caja a 34 años con base en la información obtenida a manera de cuantificar costos e ingresos del proyecto. Como resultado se podrá determinar la rentabilidad del proyecto evaluando algunos indicadores financieros y su implicación en la toma de decisiones. Se determinaron la tasa de descuento a usar, VAN y TIR.

4. RESULTADOS

4.1 CARACTERIZACIÓN DEL ECOSISTEMA

La zona de estudio se encuentra en las tierras bajas de la región subtropical. En términos ecológicos corresponde al bosque muy húmedo subtropical (bnh-S). Tiene una biotemperatura anual que varía entre los 18 y 24°C. La precipitación promedio anual oscila entre 3000 y 4000 mm, distribuidos en 9 o 10 y no presenta deficiencia de agua para el desarrollo de plantaciones forestales.

4.2 SELECCIÓN DE ESPECIES Y PROCEDENCIA

Se seleccionaron 15 especies. En el Cuadro 1 se indican los nombres científicos, país y sitio de procedencia de las especies seleccionadas. Todos los sitios de selección cuentan con especies de alta calidad fenotípica.

Cuadro 1. Selección de procedencia para cada una de las especies a plantar en finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.

Nombre científico	País	Procedencia	Características climáticas
<i>Carapa guianensis</i>	Honduras	La mosquitia	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Cedrela odorata</i>	Guatemala	AGROKAN	T > a 22°C y PP > 2550
<i>Colophyllum brasiliense</i>	Guatemala	AGROKAN	T > a 22°C y PP > 2550
<i>Cojoba arborea</i>	Honduras	Lancetilla	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Cordia megalantha</i>	Honduras	Lancetilla	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Dalbergia retusa</i>	Guatemala	AGROKAN	T > a 22°C y PP > 2550
<i>Dialium guianense</i>	Honduras	Lancetilla	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Guarea grandifolia</i>	Honduras	Lancetilla	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Honduras	Lancetilla	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Juglans olanchana</i>	Honduras	Olancho	T > a 22 °C y PP > 1800
<i>Magnolia yoroconte</i>	Honduras	Toncontin	T > a 24 °C y PP > 2000
<i>Platymiscium diamorphandrum</i>	Honduras	Lancetilla	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Peltogyne purpurea</i>	Honduras	Lancetilla	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Switenia macrophylla</i>	Honduras	Lancetilla	T > a 24 °C y PP > 3000
<i>Terminalia Amazonia</i>	Guatemala	AGROKAN	T > a 22°C y PP > 2550

¹Temperatura; precipitación pluvial en milímetros.

4.3 DISEÑO DEL ESQUEMA DE PLANTACIONES

Se pretende establecer una plantación de 100 ha, las que pueden estar consideradas en un solo bloque o en bloques diferentes. Para el diseño se utilizó como criterio la constitución de un mosaico de bloques puros para cada especie, evitando que géneros de meliáceas americanas sean colindantes (Cuadro 2). Además se dará un mayor peso en términos de bloque a la caoba (25 ha del total). Para la implementación de las plantaciones se prevee establecer parcelas de 20 ha anuales.

Cuadro 2. Distribución de las especies por bloques en finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.

Nombre científico	Nombre vulgar internacional	Área a plantar en ha
<i>Carapa guianensis</i>	Cedro macho	4
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo	4
<i>Colophyllum brasiliense</i>	Santa maría, cedro maría	4
<i>Cojoba arbórea</i>	Algarrobo, barba de jolote	4
<i>Cordia megalantha</i>	Laurel negro	3
<i>Dalbergia retusa</i>	Granadillo negro	4
<i>Dialium guianense</i>	Paletto	4
<i>Guarea grandifolia</i>	Marapolan	10
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Rosita, pilón	10
<i>Juglas olanchana</i>	Cedro negro, nogal	10
<i>Magnolia yoroconte</i>	Redondo	10
<i>Platymiscium diamorphandrum</i>	Hormigo, granadillo	3
<i>Peltogyne purpurea</i>	Nazareno	1
<i>Switenia macrophylla</i>	Caoba	25
<i>Terminalia amazonia</i>	Volador, surá	4

4.4 ESQUEMA DE MANEJO

Para fines prácticos de establecimiento y manejo de las plantaciones se seguirá el siguiente esquema:

4.4.1 Diseño y construcción de un vivero forestal

Para garantizar plántulas de alta calidad se construirá un vivero para 30,000 individuos por año. En la Figura 3 se muestra la distribución de las áreas del vivero. Se utilizará serán de 4.20×100 m con 50% sombra para regular el paso de luz y disminuir la transpiración de las plantas. Se usarán bolsas de 20×20 cm. El sustrato es una mezcla de arena de río tamizada, materia orgánica (estiércol de ganado descompuesto) y suelo del sitio.

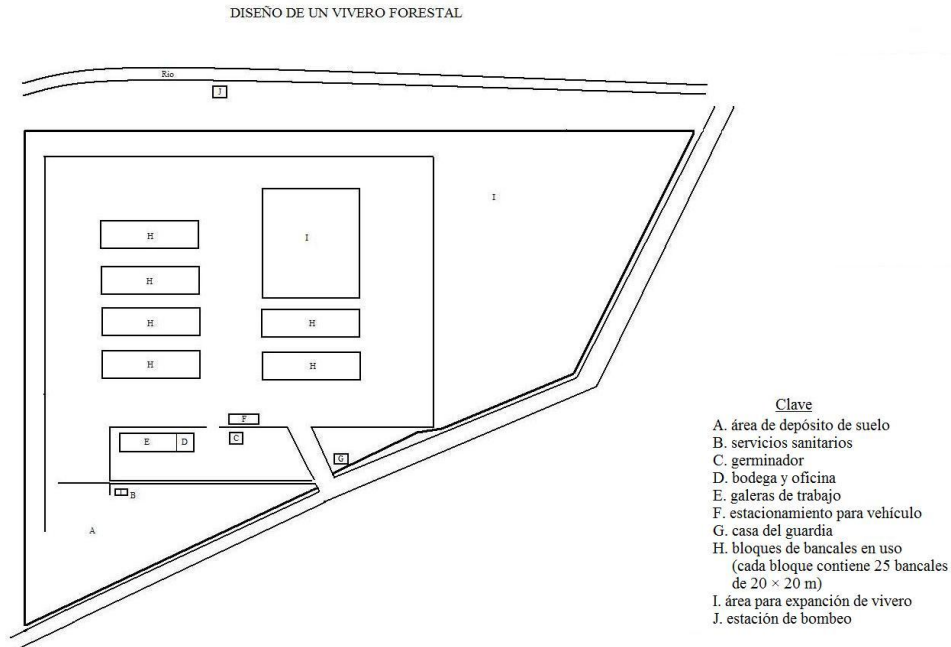


Figura 3. Diseño de un vivero forestal para la finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.

4.4.2 Preparación y marcación del sitio de estudio

La preparación de los sitios se hará con machete y hacha. La materia orgánica producto de este proceso será picada y esparcida en el área de plantación para que esta pueda ser incorporada y aportar nutrientes al suelo. Garantizada la limpieza se procede a la marcación del sitio. Para ello, se tirarán líneas de norte a sur y de este a oeste. Para obtener una cuadrícula con espaciamientos cada 3 m y un total de 1,111 árboles por hectárea.

En cada marcación se abrirá un hueco de 25 cm de profundidad y 30 cm de diámetro. Luego se quitará la bolsa de la plántula rompiendo la base de la misma con una cuchilla y la bolsa se extraerá de la raíz hacia la copa. El suelo extraído de hueco se deberá colocar en la parte superior del suelo alrededor de la planta. Posteriormente, se compacta alrededor de la plántula con el pie para que quede firme y no se tengan problemas posteriores de acame.

4.4.3 Fertilización

Debido a las condiciones climáticas y a la naturaleza de los suelos se tendrá un esquema de fertilización anual que se extenderá hasta los seis años utilizando micorriza o hasta los nueve años sin micorriza. La micorriza se aplica una sola vez al momento del trasplante a campo definitivo, colocando en el fondo del hueco 200 g/planta, después a modo de que se tenga un contacto directo entre la micorriza y la planta.

La fertilización se hará a nivel individual, colocando el fertilizante alrededor de la copa del árbol si el terreno es plano, si éste es ondulado o quebrado a media luna. La dosis a aplicar cada año se presenta en los Cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Plan de fertilización para plantaciones forestales sin Micorriza en la finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.

Año	Plantas/ha	Fertilizante kg/ha [∞]		
		K-Mag	KCl	DAP
1-4	1111	166.50	27.70	166.50
5-8	555	83.25	13.88	83.25
9	333	49.25	8.32	49.25

[∞] Datos para cada año, fueron calculados de acuerdo al número de plantas por hectárea, con una dosis de 150g/planta de K-Mag y DAP más 25g/planta de KCl.

Cuadro 4. Plan de fertilización para plantaciones forestales con Micorriza en la finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.

Año	Plantas/ha	Fertilizante (kg/ha) [∞]		
		K-Mag	KCl	DAP
1-4	1111	83.25	13.85	83.25
5-6	555	41.62	6.94	41.62

[∞] Datos para cada año, fueron calculados de acuerdo al número de plantas por hectárea, con una única dosis de 200g/planta de Mycoral[®]. 75g/planta de K-Mag y DAP más 12.5g/planta de KCl.

4.4.4 Plagas y enfermedades

Las plantaciones forestales recién establecidas tienen una alta susceptibilidad al ataque por insectos defoliadores, principalmente hormigas. En este sentido, es necesario un monitoreo permanente de las plantaciones para combatir la defoliación de plántulas por zomposos.

Algunas de las especies a plantar (cedro, caoba, cedro macho y marapolan) son fuertemente atacadas por el barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*). Es necesario un monitoreo y control permanente del ataque. En las plantaciones de este proyecto no se utilizara ninguna medida preventiva contra el barrenador de las meliáceas. Se procederá a un control de esta plaga mediante la aplicación de podas, esperando el ataque y su finalización. Pasada esta etapa se procederá a podas de formación de cada

individuo afectado, haciendo cortes con una navaja de podar y con un ángulo de 45° en el sitio de finalización del ataque. Se espera la aparición de rebrotes y se selecciona el renuevo que este en posición más vertical con el eje, siendo los demás eliminados. Esta práctica de manejo deberá realizarse hasta garantizar una altura del árbol de 6 a 7 m en la que la madera puede ser comercializada, que se alcanza entre los cinco a seis años.

4.4.5 Limpieza

Dadas las condiciones climáticas de los sitios de plantación, es necesario realizar como mínimo tres o cuatro cortes de limpieza por año. Estos cortes de limpieza se extenderán hasta que la plantación cierre sus copas. A partir de este momento sólo se requerirá una limpieza por año. Todos los cortes de limpieza se realizaran con machete.

4.4.6 Sistemas agroforestales

Debido a las condiciones climáticas y edáficas de la zona es recomendable utilizar de forma intensiva el terreno con sistemas agroforestales. El sistema que mejor conviene es el sistema Taungya bajo la modalidad de contrato, asociando los arboles maderables con cultivos de maíz y/o frijol. La siembra de los cultivos se hará con chuzo. Los cultivos pueden permanecer en los sitios de plantación hasta los tres o cinco años aproximadamente.

4.4.7 Podas

Las podas se hacen con el fin de conducir al árbol a obtener ramas principales fuertes y dejar la copa a cierta altura del suelo. Por lo general, las especies que se introducen en un sitio de plantación pierden su capacidad de auto poda. Para garantizar madera de alta calidad y obtener mejores índices de crecimiento en altura debe aplicarse un régimen de podas. Este régimen dependerá de cada especie y de sus tasas de crecimiento. Como regla general se debe iniciar el programa de podas con podas de formación al primer o segundo año después de que los árboles sean plantados. Posteriormente se mantendrá un esquema de podas hasta que se garantice alturas comerciales de 6 a 8 m. Después de cada poda, deberá permanecer en cada árbol como copa la tercera parte de la altura total del mismo. Después de la poda es recomendable aplicar un cicatrizante en el nudo para reducir o evitar el ingreso de plagas y/o enfermedades. El mejor cicatrizante es cal viva diluida en agua.

4.4.8 Raleos

Los raleos son una práctica muy importante en el manejo de plantaciones forestales, estos se hacen para que las ramas de los arboles no interfiera unas con otras y así evitar competencias por luz. Para las plantaciones se propone el esquema de raleos que se detalla en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Esquema de raleos para plantaciones forestales en finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.

Edad (años)	árboles a ralear	árboles que quedan	Raleo (%)
4	555	555	50
8	222	333	40
16	100	233	30

4.4.9 Cosecha

La cosecha final consiste en aprovechar los árboles adultos. En esta actividad se espera la madera de mejor calidad comercial y un mayor volumen en rollo.

Se espera que la cosecha de la maza plantada se realice al turno económico, entre 25 y 30 años, dependiendo de la calidad del sitio y las prácticas de manejo. Al turno económico se debe esperar como mínimo un rendimiento volumétrico por árbol de 1 m³ en rollo. El proceso de apeo, desrame y despunte de los árboles se hará con moto sierra. El transporte menor de la madera se hará con búfalos y/o bueyes, dado que el terreno permanece la mayor parte del tiempo en un alto estado de humedad no es recomendable utilizar tractores de oruga o maquinaria pesada. Se debe diseñar para cada bloque a cosechar un mapa de flujo natural de derrame de la madera. El transporte mayor se efectuará por medio de camiones de uno o doble rodaje.

4.4.10 Crecimiento y rendimiento

Se establecerá para todas las plantaciones una red de parcelas de muestreo permanente (PMP). Una PMP es una unidad de investigación que se establece ya sea en bosques naturales o en plantaciones, durante el turno de una especie o parte de este, con el propósito de monitorear de manera periódica el crecimiento en diámetro y altura de los árboles.

En los bloques de 25 ha serán necesarias 4-5 PMP, en los de 10 ha 2-3 PMP, en los de 4 ha 2 PMP y en los bloques de 1.0 ha una PMP.

Para cada PMP se levantará un mapa planimétrico en donde se numerarán los árboles de uno a 121. Los árboles serán medidos de W a E y de N a S. Cada PMP será ubicada en el plano de cada especie plantada.

Para delimitar cada PMP en el terreno y garantizar que las marcas no se pierdan, se utilizarán tubos de hierro de 5 cm y de un 1.50 m de largo. Estos tubos serán anclados en el suelo con una mezcla de cemento, arena y grava, dejando 80 cm sobre la superficie del mismo. Una vez anclados los tubos, estos serán rellenados con cemento y luego pintados con un anticorrosivo y pintura de aceite de color blanco.

Los individuos pertenecientes a cada PMP se evaluarán las siguientes variables dasométricas: diámetro a la altura del pecho (dap), altura total y altura comercial, las mediciones de dap se deberán hacer con cinta diamétrica y/o forcípula. Para la evaluación de alturas se utilizará varas telescópicas, hasta que los árboles alcancen alturas de 18 m. Para individuos de mayor altura se deberán utilizar aparatos ópticos.

Las PMP serán evaluadas anualmente durante los primeros cinco años y luego cada dos años hasta el turno final de cada especie. Con la información generada a partir de las PMP se diseñarán modelos de crecimiento y rendimiento.

4.5 ANÁLISIS FINANCIERO

Se realizó un flujo de caja sin préstamos a 34 años con una tasa de descuento de 15%. Se tomó en consideración que los futuros inversionistas van a utilizar fondos propios y la tasa de descuento es la del costo de oportunidad. Los indicadores financieros indicaron un VAN de US\$771,705 y una TIR de 37%.

5. CONCLUSIONES

- Se seleccionaron 15 especies tomando como criterio de selección la adaptabilidad al clima de la zona, mercado actual y potencial, trabajabilidad y usos de la especie, logrando obtener 13 especies para ebanistería fina y dos para pisos.
- Para la selección de procedencias se seleccionaron sitios con condiciones climáticas parecidas a las de la zona de estudio. También se tomó en cuenta la calidad genotípica y fenotípica de los árboles padres. Las procedencias seleccionadas fueron: Lancetilla, Olancho, la mosquitia y agrokan (Guatemala).
- Los indicadores económicos TIR (37%) y VAN (US\$771,705) son atractivos en términos de inversión, si se compara con el mantenimiento del dinero en la banca privada, lo que demostró que el proyecto es factible.

6. RECOMENDACIONES

- Aunque se propone mycoral® dentro de los esquemas de fertilización el uso parcial de micorriza, se recomienda realizar investigaciones más sólidas sobre el uso de micorriza en plantaciones forestales.
- Validar el modelo de manejo propuesto. Durante el desarrollo de las plantaciones se harán los ajustes que sean necesarios.
- Se recomienda de manera especial darle seguimiento a la red de PMP. Ante la deficiencia de información sobre crecimiento y rendimiento se espera que los datos generados por estas parcelas servirán a futuro para el manejo de plantaciones en otras latitudes bajo igualdad de condiciones.
- Ante los elevados costos de manejo de las plantaciones, es absolutamente necesario implementar el Sistema Agroforestal Taungya. Con ello se puede reducir hasta en un 50% los costos de manejo.
- Realizar un estudio financiero para cada especie y así determinar cuales son las más rentables.

7. BIBLIOGRAFÍA

Barrera, L. 2005. Boletín de estadística forestal. Instituto Nacional de Bosques, Guatemala. 36 p.

CATIE. 2003. Árboles de Centro América. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. 1026 p.

Holdridge, L.R. 1979. Ecología, Zonas de Vida. IICA, San José, Costa Rica. 116 p.

Kneeland, D. 2007. Situación de los bosques del mundo 2007. Departamento de Montes de la FAO, Roma, Italia.

McConnell, R. 2005. Situación de los bosques del mundo 2005. Departamento de Montes de la FAO, Roma, Italia. 166 p.

Melgar, W. 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles de Guatemala. Departamento de Montes de la FAO, Roma. Italia. 62 p.

Microsoft Office Excel, US. 2007. Windows Vista. (Programa de cómputo) Microsoft Corporación.

Microsoft Office Word, US. 2007. Windows Vista. (Programa de cómputo) Microsoft Corporación.

OIMT, 2008. Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas. Organización mundial de las maderas tropicales. Yocojama, Japon. (En línea), Consultado 17 de julio de 2009. Disponible en: <http://www.itto.or.jp/>

Palmberg, C; Bell, J. 2000. Estado actual de las plantaciones forestales en América Latina y el Caribe y examen de las actividades relacionadas con el mejoramiento genético. Departamento de Montes de la FAO, Roma, Italia.

Peralta, G. 1987. Representación de los gremios ecológicos en todos los tipos de bosques. 3-11 p.

Sandoval. C. 2001. Colección, análisis y presentación de información socioeconómica. Guatemala. 36 p.

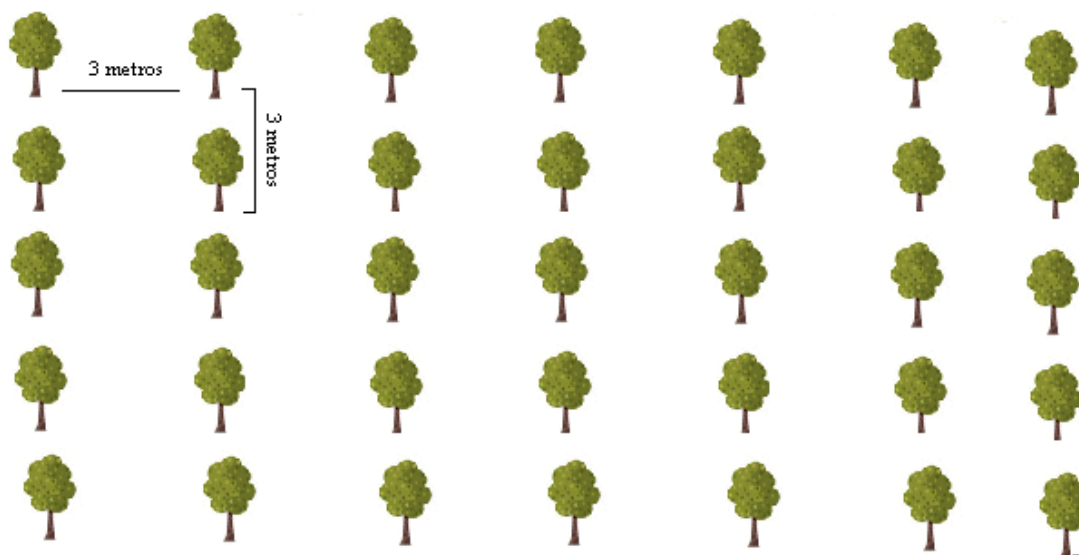
SEGEPLAN. 2009. Mapa planimétrico de la república de Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala. (En línea), consultado 12 de agosto de 2009. Disponible en:

http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/infectu_archivos/image006.jpg

8. ANEXOS

Anexo 1. Diseño espacial para plantaciones forestales en finca Valle Azul, El Petén, Guatemala.

DISEÑO ESPACIAL PARA PLANTACIONES PURAS
1,111 PLANTAS/ha



Anexo 2. Análisis de suelo de finca Valle Azul, El Peten, Guatemala.



11 Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.

Teléfono: PBX 442-2422 • Fax: 477-0678

E-mail: info@solucionesanaliticas.com

www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELO

Cliente : CAPE ESPECIAL, S.A. (1824) Número de orden : 43216
 Persona Responsable: RANFERY SALVATIERRA Código de muestra: 04.03.04.04.09
 Finca : VALLE AZUL (1824) Fecha de ingreso: 04/03/2004
 Localización : ALDEA SAJUL, SAN LUIS, PETEN Fecha del Informe: 11/03/2004
 Referencia Cliente : POTRERO LA FRONTERA Asesor : RECEPCION/AGRICOLA
 Cultivo : GENERALES (87)

PARAMETROS DEL SUELO		RANGO ADECUADO	
pH	6.8	5.5 - 7.2	
Concentración de Sales (C.S.)	0.24 dS/m	0.2 - 0.8	
Materia Orgánica (M.O.)	5.6 %	2.0 - 4.0	
C.I.C.e	30.1 meq/100 ml	5.0 - 15.0	
Saturación K	0.9 %	4% - 6%	
Saturación Ca	95.8 %	60% - 80%	
Saturación Mg	3.3 %	10% - 20%	
Saturación Al+H	0.0 %	< 20 %	

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVEL			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Nitrato N-NO3	< 5.0	X			25 - 250	75 N
Fósforo P	< 10.0	XX			30 - 75	160 P2O5
Potasio K	105.0	XXX			300 - 500	180 K2O
Calcio Ca	5760.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			2000 - 3000	
Magnesio Mg	119.0	XXXX			250 - 500	120 MgO
* Cobre Cu	4.7	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			1 - 7	
* Hierro Fe	107.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			40 - 250	
* Manganeso Mn	77.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX			10 - 250	
Zinc Zn	1.7	XXXXXXX			2 - 25	2 Zn
Aluminio Al	< 8.0	X			< 100	

* Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

 Revisado: *P. Salazar*
 Jefe de Laboratorio Agrícola

 Metodología con base en:
 Sparks D. (ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.

 Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
 La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
 Este informe es válido únicamente en su impresión original

Anexo 3. Flujo de caja proyectado a 34 años para el proyecto forestal en Finca Valle Azul, El Petén, Guatemala, 2009.

	Años					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos					49,961	46,544
Incentivos Forestales	12,500	17,760	22,280	25,800	29,080	18,600
Costos Variables					-6,549	-6,876
Gastos Administrativos		-27,300	-28,665	-30,098	-31,603	-33,183
Gastos Operación		-10,991	-15,592	-18,683	-21,460	-24,227
Depreciación de Activos (-)		-1,121	-1,121	1,121	1,1201	1,338
Imprevistos (10% adm+oper)		-3,829	-4,426	-4,878	-5,306	5,741
Utilidad antes de impuestos (UAI)		-25,481	-27,523	-28,980	13,002	-6,222
Impuestos(-)		-3,822	-4,129	-4,347	1,950	-933
Utilidad Neta Después de Impuesto (INUNDI)		-21,659	-23,395	-24,633	11,051	-5,287
Depreciación de Activos (-)		1,121	1,121	1,121	1,121	1,338
Inversión Maquinaria					-6,500	
Inversión Infraestructura	-15,840					
Inversión Inicia Establecimiento		-7,976	-6,476	-6,800	-7,140	-7,497
Capital de trabajo	-29,620	-30,922	-31,379	-39,119		
Flujo Neto de Efectivo (FNE)	-32,960	-59,437	-60,130	-69,431	-1,468	-11,447

	Años					
	6	7	8	9	10	11
Ingresos	42,286	42,312	1,225,182	825,894	381,379	384,055
Incentivos Forestales	13,380	8,900	5,420	2,180		
Costos Variables	-7,220	-7,581	-87,750	-83,779	-87,968	-92,366
Gastos Administrativos	-26,802	-28,142	-29,549	-31,027	-32,578	-34,207
Gastos Operación	-24,907	-10,290	-6,975	-7,311	-5,903	
Depreciación de Activos (-)	-570	-570	-570	-570	-570	-570
Imprevistos (10% adm+oper)	-5,171	-3,843	-3,652	-3,834	-3,848	-3,422
Utilidad Antes de Impuestos (UAI)	-9,004	786	1,102,106	701,555	250,512	253,492
Impuestos(-)	-1,351	118	165,316	105,233	37,577	38,024
Utilidad Neta Después de Impuestos (UNDI)	-7,653	668	936,791	596,322	212,935	215,468
Depreciación de Activos (-)	570	570	570	570	570	570
Inversión Inicia Establecimiento	-24,907	-10,289	-6,975	-7,311	-5,903	
Flujo Neto de Efectivo (FNE)	-31,991	-9,051	930,385	589,580	207,6020	216,038

	Años					
	12	13	14	15	16	17
Ingresos	419,295				1,180,593	826,908
Incentivos Forestales						
Costos Variables	-96,984				-82,588	-86,717
Gastos Administrativos	-35,9173	-37,713	-39,599	-41,579	-43,657	-45,840
Gastos Operación						
Depreciación de Activos (-)	-570	-570	-570	-570	-570	-570
Imprevistos(10% adm+oper)	-3,592	-3,771	-3,960	-4,158	-4,366	-4,584.
Utilidad Antes de Impuestos (UAI)	282,233	-42,054	-44,128	-46,306	1,049,412	689,197
Impuestos(-)	42,335	-6,308	-6,619	-6,946	157,412	103,380
Utilidad Neta Después de Impuestos (UNDI)	239,898	-35,746	-37,509	-39,360	892,000	585,818
Depreciación de Activos (-)	570	570	570	570	570	570
Flujo Neto de Efectivo (FNE)	240,467	-35,176	-36,939	-38,791	892,570	586,387

	Años					
	18	19	20	21	22	23
Ingresos	386,075	388,729	423,677			
Costos Variables	-91,053	-95,606	-100,386			
Gastos Administrativos	-48,132	-50,5390	-53,066	-55,719	-58,505	-61,430
Gastos Operación						
Depreciación de Activos (-)	-570	-570	-570	-570	-570	-570
Imprevistos (10% adm+oper)	-4,813	-5,054	-5,307	-5,572	-5,851	-6,143
Utilidad Antes de Impuestos (UAI)	241,507	236,961	264,349	-61,861	-64,925	-68,143
Impuestos(-)	36,226	35,544	39,652	-9,279	-9,739	-10,221
Utilidad Neta Después de Impuestos (UNDI)	205,281	201,417	224,697	-52,582	-55,187	-57,922
Depreciación de Activos (-)	570	570	570	570	570	570
Flujo Neto de Efectivo (FNE)	205,850	201,986	225,266	-52,012	-54,617	-57,352

	Años					
	24	25	26	27	28	29
Ingresos						
Costos Variables						
Gastos Administrativos	-64,502	-67,727	-71,113	-74,669	-78,406	-82,323
Gastos Operación						
Depreciación de Activos (-)	-570	-570	-570	-570	-570	-570
Imprevistos (10% adm+oper)	-6,450	-6,773	-7,111	-7,467	-7,840	-8,232
Utilidad Antes de Impuestos (UAI)	-71,522	-75,069	-78,794	-82,706	-86,812	-91,126
Impuestos(-)	-10,728	-11,260	-11,819	-12,406	-13,022	-13,669
Utilidad Neta Después de Impuestos (UNDI)	-60,794	-63,809	-66,975	-70,300	-73,791	-77,456
Depreciación de Activos (-)	570	570	570	570	570	570
Flujo Neto de Efectivo (FNE)	-60,224	-63,239	-66,406	-69,730	-73,221	-76,886

	Años				
	30	31	32	33	34
Ingresos	8,504,753	5,919,763	2,697,820	2,717,220	2,972,647
Incentivos Forestales					
Costos Variables	-860,150	-903,157	-948,315	-995,731	-1,045,518
Gastos Administrativos	-86,439	-90,761	-95,299	-100,064	-105,067
Gastos Operación					
Depreciación de Activos (-)	-570	-570	-570	-570	-570
Imprevistos (10% adm+oper)	-8,644	-9,076	-9,530	-10,006	-10,507
Utilidad antes de Impuestos (UAI)	7,548,951	4,916,199	1,644,107	1,610,849	1,810,986
Impuestos(-)	1,132,343	737,430	246,616	241,627	271,648
Utilidad Neta Después de Impuestos (UNDI)	6,416,608	4,178,769	1,397,491	1,369,222	1,539,338
Depreciación de Activos (-)	570	570	570	570	570
Flujo Neto de Efectivo (FNE)	6,417,178	4,179,339	1,398,060	1,369,791	1,539,908
VAN	US \$770,573.37				
TIR	37%				
TASA DE DESCUENTO	0.15				

Anexo 4. Ficha Técnica *Carapa guianensis*

1. SINONIMIA

- Botánica
Amapa guinaensis, Carapa guyanensis, Capa nicaraguense.
- Nombre vulgar internacional
Bastard, bateo, caobilla, cedro bateo, cedro macho, saba, warawere

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropical
- Países
Se extiende desde Belice, pasando por toda América Central hasta Ecuador y las Guayanas. También está presente en las Antillas
- Altitudinal
De 0 a 800 msnm
- Requerimientos climáticos
Esta especie se adapta bien a precipitaciones de 1900 a 3500 mm y a una temperatura media de 20 a 35 °C
- Suelos
Se adapta bien a suelos ácidos no muy húmedos, arcillosos y con un pH ácido

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Se recomienda un distanciamiento de 3 × 3, 3 × 4 y 4 × 5 m
- Crecimiento
Es de crecimiento lento, 1.2 a 1.4 m por año.
- Rendimiento
1 m³/árbol en turnos de corta de 18 años

4. USOS DE LA ESPECIE

- Es muy utilizada para la construcción de interiores y exteriores, muebles y enchapados decorativos. También es usada para pisos y embarcaciones

Anexo 5. Ficha Técnica *Cedrela odorata*

1. SINOMIA

- **Botánico**
Cedrela mexicana, *Cedrela occidentalis*
- **Nombre vulgar internacional**
Cedro, Cedro amargo, Cedro Colorado, Cedro real, Cedro rojo

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
Se encuentra desde México hasta Argentina
- Altitudinal
0 a 1200 msnm
- Requerimientos climáticos
Requiere una temperatura media de 20 a 32 °C y una precipitación de 1200 a 3000 mm
- Suelos
Requiere suelos profundos, fértiles, bien drenados, aireados, con buena fertilidad, especialmente en fosforo, potasio y calcio

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Asociado con especies anuales se ha usado 5 × 3 m, con plantaciones puras se ha usado 3 × 3 a 5 × 5 m y en plantaciones mixtas con otras especies arbóreas 6 × 4 a 14 × 7 m
- Crecimiento
El crecimiento medio anual en los primeros años es 1.3 a 1.6 m en altura
- Rendimiento
Turnos de corta más cortos (18-25 años) pueden producir mayor volumen en total (11-22 m³/ha/año)

4. USO DE LA ESPECIE

- Produce madera de excelente calidad que es usada para construcciones, decoraciones, construcción de barcos, muebles finos. Instrumentos musicales y ebanistería en general

Anexo 6. Ficha Técnica *Calophyllum brasiliense***1. SINOMIA**

- Botánica
Calophyllum antillanum Britton, *Calophyllum brasiliense* var. *antillanum*, *Calophyllum brasiliense* var. *rekoii* Standl, *Calophyllum calaba* Jacq
- Nombre vulgar internacional
Guanandi. Santa Maria, Leche amarilla, Cedro Maria

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
México, Centro América, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Brasil y las Guayanas
- Altitudinal
De 0 a 850 msnm
- Requerimientos climáticos
Es de clima muy húmedo, con temperatura media de 20 a 28 °C y una precipitación ideal es de 1800 a 3500 mm
- Suelos
Volcánico, profundo, arcilloso con roca calcárea, degradado, relativamente seco, arenoso, negro pedregoso, arcilla roja impermeable

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
En plantaciones puras se ha usado 2 × 2, en mixtas 10 × 10 y en pastizales se ha usado 4 × 5 m
- Crecimiento
La especie es de lento crecimiento inicial. de 4.6 a 5.4 m en 4 años.
- Rendimiento
En turnos de crecimiento de 25 a 30 años puede rendir 1.3 m³/árbol

4. USO DE LA ESPECIE

- Es un madera de excelente calidad, usada para embarcaciones, muebles finos, puentes, carrocerías armazones, tejamanil, chapas, ebanistería, durmientes, decoración de interiores, puertas y ventanas

Anexo 7. Ficha Técnica *Hyeronima alchorneoides*

1. SINONIMIA

- Botánica
Hyeronima caribaea, *Hyeronima chocoensis*, *Hyeronima ferruginea Tul*, *Hyeronima heterotrichia*, *Hyeronima laxiflora*.
- Nombre vulgar internacional
Pilón, asca, ascuá, chac-te-cook, curtidor, garay, rosita, curtidor, zapotero

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
Se distribuye desde México hasta Perú
- Altitudinal
De 0 a 800 msnm
- Requerimientos climáticos
Esta especie se adapta bien a precipitaciones de 1900 a 3500 mm y a una temperatura media de 20 a 35 °C
- Suelos
Se adapta bien a suelos ácidos no muy húmedos, arcillosos y con un pH ácido

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Se recomienda un distanciamiento de 3 × 3, 3 × 4 y 4 × 5 m
- Crecimiento
Es de crecimiento lento, 1.2 a 1.4 m por año
- Rendimiento
A los 20 años se espera un rendimiento de 1m³/árbol

4. USOS DE LA ESPECIE

- Madera fina usada para artesanías y ebanistería, para la elaboración de artículos deportivos, instrumentos científicos, joyeros y bastones

Anexo 8. Ficha Técnica *Cojoba arborea*

1. SINOMIA

- Botánica
Mimosa arborea, *Pithecellobium arboreum*
- Nombre vulgar internacional
Algarrobo, ardillo, barba de jolote, iguano, lorito, quebracho, sang sang, tamarindo, tambrán, tuburús.

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtrópico
- Países
Se extiende desde México hasta Ecuador
- Altitudinal
La altura ideal es de 0 a 800 msnm
- Requerimientos climáticos
Esta especie requiere una precipitación de 1600 a 5000 mm y una temperatura media anual que oscila de 20 a 28 °C
- Suelos
Se adapta bien a suelos francos, no demasiado drenados y con un pH de cinco a ocho

3. EXPERIENCIAS O NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
En plantaciones se ha experimentado distanciamientos de 3 × 3, 4 × 4, 5 × 5 m
- Tasa de crecimiento
Se han encontrado crecimientos de 2 m a los 18 meses
- Rendimiento
El rendimiento esperado a un turno de 20 años es de 0.65m³/árbol

4. USO DE LA ESPECIE

- Se usa para carpintería fina, instrumentos musicales, decoración de interior y exteriores, pisos y ornamentales para parques y jardines

Anexo 9. Ficha Técnica *Cordia megalantha***1. SINONIMIA**

- Botánica
Cordia macrantha
- Nombre vulgar internacional
Laurel negro, laurel mastate, laurel amarillo, laurel de montana

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
Nativo de México y se extiende hasta Costa Rica.
- Altitudinal
De 0 a 600 msnm.
- Requerimientos climáticos
Crece bien con una precipitación de 2000 a 5000 mm y una temperatura de 20 a 35 °C
- Suelos
Franco, franco arcilloso o franco limoso con una textura liviana y un pH ácido hasta neutro 4.8 a 6.5 con drenaje libre

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Para regeneración se recomienda plantar a un distanciamiento de 6 × 6 m. y 3 × 3 m en plantaciones puras
- Crecimiento
Se estima un crecimiento a los 2 años de 2.6 m. de altura, con un turno esperado de 20 años
- Rendimiento
Se estima 138 m³/ha en árboles de 14 años

4. USOS DE LA ESPECIE

- Es una madera muy apreciable, es usada en muebles finos, ebanistería, pisos, chapas, acabados interiores y exteriores.

Anexo 10. Ficha Técnica *Dalbergia retusa***1. SINONIMIA**

- Botánica
Dalbergia hypoleuca, *Dalbergia lineate*, *Pittiergia retusa*, *Dalbergia retusa* var. *hypoleuca*.
- Nombre vulgar internacional
Cocobolo, cocobolo prieto, funera, granadillo, granadillo negro, ñambar, palo negro, rosul

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
Se extiende desde Belice, pasando por toda América Central hasta Ecuador y las Guayanas. También está presente en las Antillas
- Altitudinal
De 0 a 800 msnm
- Requerimientos climáticos
Esta especie se adapta bien a precipitaciones de 1900 a 3500 mm y a una temperatura media de 20 a 35 °C
- Suelos
Se adapta bien a suelos ácidos no muy húmedos, arcillosos y con un pH ácido

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Se recomienda un distanciamiento de 3 × 3, 3 × 4 y 4 × 5 m
- Crecimiento
Es de crecimiento lento, 1.2 a 1.4 m por año
- Rendimiento
El rendimiento esperado a los 18 años es de 0.8m³/árbol

4. USOS DE LA ESPECIE

- Madera fina usada para artesanías y ebanistería, para la elaboración de artículos deportivos, instrumentos científicos, joyeros y bastones

Anexo 11. Ficha Técnica *Dialium guianense***1. SINONIMIA**

- Botánica
Arouna divaricata.; *Arouna guianensis*, *Aruna divaricata*, *Dialium acuminatum*
- Nombre vulgar internacional
Come negro, plateo, palo lacandón, slim, tamarindo, tamarindo de montaña

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
Se encuentra desde el sur de México, se extiende por toda la costa atlántica de América Central hasta Perú, Brasil y las Guayanas
- Altitudinal
De 0 a 430 msnm
- Requerimientos climáticos
Se adapta muy bien a climas húmedos con precipitaciones de 3000 a 3500 mm. La temperatura ideal es mayor a los 23 °C
- Suelos
Profundos, arcillosos bien drenados, con una textura ligera a pesada y con un pH ácido a ligeramente alcalino

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
No hay mucha experiencia en plantaciones, pero se ha experimentado a un espaciamiento de 3 × 3 m obteniendo buenos resultados
- Crecimiento
Es de muy lento crecimiento, crece 1.1 m en dos años teniendo las condiciones optimas. Se estima un turno de rotación de 40 años
- Rendimiento
El rendimiento esperado a los 30 años es de 1m³/árbol

4. USOS DE LA ESPECIE

- La semilla tiene sabor parecido al tamarindo, se usa para pisos, construcción en general, durmientes, puentes vigas, postes, mangos de herramientas, ventanas y marcos.

Anexo 12. Ficha Técnica *Guarea grandifolia***1. SINONIMIA**

- Botánica
Guarea chichon
- Nombre vulgar internacional
awanka weinka; carbón; marapolán; prontoalivio; quitacalzón

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
Desde México, pasando por Centro América hasta la parte norte de Sur América
- Altitudinal
De 0 a 800 msnm
- Requerimientos climáticos
Se adapta a precipitaciones de 2500 a 8000 mm, temperaturas de 22 a 32 °C
- Suelos
Prefiere suelos con alto contenido de aluminio, arcillas rojas o aluviales, tolera pH ácido y por lo preferible bien drenados

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
En plantaciones puras se ha experimentado 3 × 3 m en sistemas de enriquecimiento de bosques se recomienda 10 × 10 m
- Crecimiento
Plantas de crecimiento lento, aproximadamente 1 m en 18 meses
- Rendimiento
El rendimiento esperado a los 20 años es de 0.75m³/árbol

4. USOS DE LA ESPECIE

- Carpintería fina, pisos, chapas decorativas, puertas, ventanas, armería, instrumentos musicales, tiene propiedades para controlar el estreñimiento, sobra para café y ornamentales

Anexo 13. Ficha Técnica *Juglans olanchana***1. SINONIMIA**

- Botánica
Juglans guatemalensis
- Nombre vulgar internacional
Cedro negro, nogal

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
Se encuentra desde el sur de México atreves de América Central hasta llegar a Argentina
- Altitudinal
De 400 a 1500 msnm
- Requerimientos climáticos
Esta especie se adapta bien a precipitaciones de 1300 a 3000 mm y a una temperatura media de 18 a 21 °C
- Suelos
Se adapta bien a suelos rocosos, limo arenosos con pH ácidos a neutros

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Se ha experimentado con espaciamentos de 2.5×2.5 y 3×3
- Crecimiento
Es una especie de crecimiento lento, alcanzando alturas de 0.5 a 1.7 m en 2 años.
- Rendimiento
No determinado

4. USOS DE LA ESPECIE

- Se usa para construcciones livianas, fabricación de instrumentos musicales, ebanistería de lujo, chapas decorativas, culatas para rifles

Anexo 14. Ficha Técnica *Magnolia yoroconte*.**1. SINONIMIA**

- Botánica
No se han encontrado
- Nombre vulgar internacional
Canelón, cucharo, magnolia, redondo, yaro, yoroconte

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del subtropico
- Países
En forma natural solo se encuentra en Belice y Honduras
- Altitudinal
De 400 a 2000 msnm
- Requerimientos climáticos
Se adapta bien a zonas lluviosas que van desde los 2000 a los 3200 mm y a temperatura media anual es de 26 a 30 °C
- Suelos
Los suelos ideales son los francos a franco arenosos, que sean bien drenados y profundos con alto contenido de materia orgánica

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Se ha experimentado con un distanciamiento de 3 × 3 m en plantaciones puras, aunque si se usa para regeneración de bosques se recomienda 6 × 6 m
- Crecimiento
Crece bien hasta los 4 años, alcanzando una altura de 4.9 m
- Rendimiento
El rendimiento esperado en un turno de 25 años es de 1.3m³/árbol

4. USOS DE LA ESPECIE

- Esta especie es usada para la construcción en general, muebles finos, ebanistería, chapas decorativas, estructura para barcos, pisos y armería.

Anexo 15. Ficha Técnica *Platymiscium dimorphandrum*.**1. SINONIMIA**

- Botánica
No se ha encontrado
- Nombre vulgar internacional
Aceituno montés, cachimbo, coyote, granadillo, hormigo, hormiguillo, palo de marimba, palo marimbo.

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del subtropico
- Países
Se encuentra en Guatemala, Belice, Honduras y Nicaragua
- Altitudinal
De 0 a 1400 msnm
- Requerimientos climáticos
Precipitación mayor a 2000mm, con una temperatura que va de 22 a 32 °C
- Suelos
Fértiles, bien drenados pero no demasiado secos

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Para regeneración de bosques 10 × 10 m
- Crecimiento
4 a 4.5 m a dos años de edad, es una especie con muy buen crecimiento
- Rendimiento
El rendimiento esperado en un turno de 20 años es de 1m³/árbol

4. USOS DE LA ESPECIE

- Se utiliza para elaborar instrumentos musicales, artesanías, muebles, mangos de herramientas, patas de muebles, tacos de billar, madera para construcción

Anexo 16. Ficha Técnica *Peltogyne purpurea***1. SINONIMIA**

- Botánica
No se han encontrado
- Nombre vulgar internacional
Nazareno

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico
- Países
Únicamente se encuentra en Costa Rica y Panamá
- Altitudinal
De 50 a 500 msnm
- Requerimientos climáticos
Se adapta bien precipitaciones de 2500 a 5000 mm y a temperaturas de 23 a 27 °C
- Suelos
Soporta suelos pobres, rojizos y arcillosos con pH ácido

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- No hay mucha experiencia con esta especie en plantaciones

4. USOS DE LA ESPECIE

- Es usada para la construcción interna y externa, construcción marina, pisos de lujo, carpintería, ebanistería, muebles, acabados internos, artículos deportivos.

Anexo 17. Ficha Técnica *Swietenia macrophylla***1. SINOMIA**

- Botánica
Swietenia belizensis, *Swietenia krukoviin*, *Swietenia macrophylla* var. *marabaensis*, *Swietenia tessmannii*
- Nombre vulgar internacional
Caoba, mahogany

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropico
- Países
Atlántica del sureste de México a través de América Central, el norte de América del Sur y en el sur de la cuenca del Amazonas en Bolivia y Brasi
- Altitudinal
50 a 500 msnm
- Requerimientos climáticos
Temperaturas de 22-28 °C, con climas secos, húmedos y muy húmedos donde la precipitación oscila entre 1000-2500 mm
- Suelos
De arenosos a arcilloso, se adapta mejor a suelos aluviales profundos, bien drenados y fértiles

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
Un espaciamiento adecuado es de 2 × 2 a 3 × 3 m
- Tasa de crecimiento
De crecimiento lento, crece de 1.2 a 3cm/año
- Rendimiento
El rendimiento esperado un turno de 25 años es de 0.70m³/árbol

4. USO DE LA ESPECIE

- Para fabricar muebles de alta calidad, decoraciones a embarcaciones. semilla para calmar dolor de muebles y contiene también aceites de uso cosméticos.

Anexo 18. Ficha Técnica *Terminalia amazonia*.**1. SINONIMIA**

- Botánica
Bucida angustifolia, *Bucida buceras* var. *angustifolia*, *Chuncoa amazonia*, *Chuncoa obovata*
- Nombre vulgar internacional
Almendro, amarillo, carabazuelo, amarillo real, amarillón, bolitree, canchán, canxún, carboncillo, cumbillo, guatuso, guayabo de charco, naranjo, raya, roble coral, volador

2. DISTRIBUCIÓN NATURAL

- Latitudinal
Tierras bajas del trópico y subtropical
- Países
Desde el sur de México, pasando por todo Centro América hasta Brasil
- Altitudinal
De 0 a 1200 msnm
- Requerimientos climáticos
Se adapta bien a precipitaciones de 1800 a 5000 mm, y a una temperatura de 18 a 35 °C
- Suelos
Soporta suelos con cualquier tipo de drenajes, calcáreos, arcillosos, ultisoles, volcánicos, con pH que va desde ácido hasta neutro

3. EXPERIENCIAS A NIVEL DE PLANTACIONES

- Espaciamiento
En plantaciones puras se obtienen buenos rendimientos a un distanciamiento de 2.5×2.5 y 3×3 m
- Crecimiento
Moderado, 1.4 a 2.3 m por año
- Rendimiento
El rendimiento esperado en un turno de 20 años es de $1\text{m}^3/\text{árbol}$

4. USOS DE LA ESPECIE

- Mueblería fina, construcciones, pisos, barriles, puertas, construcción, mangos de herramientas, durmientes para ferrocarril, puentes, tarimas, para curar pieles de animales