

**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONOMICO Y
AMBIENTE**

**ESTUDIO TÉCNICO FINANCIERO DE
TECTONA GRANDIS Y SWIETENIA
HUMILIS CON MICORRIZA EN EL
VALLE DEL YEGUARE, FCO.
MORAZÁN, HONDURAS.**

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en
Desarrollo socioeconómico y ambiente en el grado académico de licenciatura**

presentado por

Jorge Alfredo Cárcamo Ardón

**Zamorano, Honduras
Diciembre, 2003**

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

Jorge Alfredo Cárcamo

Honduras, Zamorano
Diciembre, 2003

**Estudio técnico financiero de plantaciones de *Tectona grandis* y
Swietenia humilis con micorriza en el Valle del Yeguary, Fco.
Morazán, Honduras.**

por:

Jorge Alfredo Cárcamo Ardón

Aprobado por:

Carlos Orellana, Ing. For.
Asesor Principal

Mayra Falck, M.Sc.
Coordinadora de la Carrera de
Desarrollo Socioeconómico y
Ambiente

George Pilz, Ph.D.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso por ayudarme a alcanzar esta meta.

A mi familia por su apoyo incondicional en todo momento.

A mis asesores por su ayuda a completar esta meta.

A mis amigos por su apoyo y por brindarme su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por que haberme guiado siempre.

A mis padres Jorge y Dilma, a mis hermanos Marcelo, Miguel y Luis, por su inmenso cariño, apoyo y confianza, que fueron alicientes para seguir adelante cada día.

A la memoria de mi abuelo Gustavo Ardón, gracias por tus enseñanzas, me serán de mucha ayuda por el resto de mi vida.

A Mariel le agradezco su confianza, su amistad y por haber estado conmigo cuando más necesité ayuda.

A Agueda, Angélica, Alejandra, Andrea, Natalia, Carlos, Manuel, Ricardo, Juan José, Krystian, Felipe, Néstor, José y Octavio gracias por haber compartido conmigo su amistad durante estos 4 años.

A Carlos Orellana por su amistad y ayuda en la realización de este trabajo.

A George Pilz por la ayuda y confianza brindada.

A Rommel Reconco por su ayuda en la elaboración de este documento.

A toda la gente de la Carrera de DSEA por su apoyo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Secretaría de Agricultura y Ganadería, al Soberano Congreso de la República, a la Fundación Food for Progress y a Zamorano por el financiamiento que me brindaron para llevar a cabo esta meta.

Resumen

Cárcamo Ardón, Jorge Alfredo. 2003. Estudio técnico financiero de plantaciones de *Tectona grandis* y *Swietenia humilis* con micorriza en el Valle del Yeguaré, Fco. Morazán, Honduras. 50p.

Honduras es un país en su mayoría forestal según PLANFOR el 88% (98,629 km²) de las tierras son de vocación forestal, con lo cual se entiende que este país tiene un potencial tremendo para los cultivos forestales, de estos 98,629 km² un total de 56,805 Km² son de bosques latifoliados.

Debido a la sobreexplotación de estas especies de alto valor, en los últimos años se ha visto un alza en las tendencias del precio de las maderas preciosas en el mercado nacional e internacional.

Zamorano tomando conciencia de la situación, inició en 1997 un proyecto para el establecimiento de plantaciones forestales, con el propósito de establecer un modelo de producción forestal sostenible y al mismo tiempo crear un fondo dotal verde para el financiamiento de generaciones futuras de estudiantes en Zamorano.

Las plantaciones de Teca y Caoba analizadas en este documento muestran una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior al 25% en ambos casos, con un Valor Actual Neto (VAN) de \$134,600 y \$160,479 para Caoba y Teca respectivamente, usando una tasa de descuento del 12%. Con un período de recuperación de 8 años y una relación beneficio/costo de 25.

Al final de este trabajo se dan una serie de recomendaciones, que pueden ser tomadas en cuenta, para mejorar la productividad de las plantaciones futuras. Este documento puede ser utilizado para estudios posteriores, pues las variables técnicas estudiadas (Control de plagas y malezas, ciclo de corta, podas, raleos, preparación del terreno, micorrización, preparación de vivero y establecimiento y mantenimiento de vivero) son aplicables a muchos casos que se puedan dar en la zona.

Palabras clave: Sobreexplotación, Fondo dotal verde, TIR, VAN, Período de recuperación, Relación beneficio/costo, micorrización, plagas y malezas.

Carlos Orellana, Ing. For

Contenido

Portadilla	i
Derechos de autor	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimiento a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Contenido	viii
Índice de figuras	xi
Índice de Cuadros.....	xii
I. Introducción.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos	2
II. Revisión de Literatura.....	3
2.1 Caracterización de Tectona grandis L. f.	3
2.1.1 Origen e historia.....	3
2.1.2 Taxonomía	3
2.1.3 Descripción Botánica	3
2.1.4 Propiedades Físicas	4
2.1.5 Propiedades mecánicas	4
2.1.6 Trabajabilidad	4
2.1.7 Usos.....	5
2.1.8 Teca como especie de plantación.....	5
2.1.9 Temperatura, pluviosidad y período seco	5
2.1.10 Selección de Terrenos	6
2.1.11 Factores limitantes	6
2.1.12 Procedencias con las que se trabaja	6
2.1.13 Siembra en el semillero.....	7
2.1.14 Transporte en bolsas	8
2.1.15 Propagación vegetativa	8
2.1.16 Control de enfermedades y plagas	8
2.1.17 Control de Malezas	9
2.1.18 Riego	9
2.1.19 Preparación del suelo	10
2.1.20 Control de malezas y plagas	10
2.1.21 Mercado internacional	10
2.1.22 Comportamiento del precio.....	10
2.2 Caracterización para Swietenia humilis Zucc.....	11
2.2.1 Taxonomía	11
2.2.2 Descripción Botánica	11

2.2.3	Distribución.....	12
2.2.4	Requerimientos climáticos.....	12
2.2.5	Requerimientos edáficos.....	12
2.2.6	Aspectos fenológicos y de regeneración natural.....	12
2.2.7	Preparación del sitio para plantaciones.....	13
2.2.8	Siembra o trasplante para Teca y Caoba.....	13
2.2.9	Control de malezas.....	13
2.2.10	Control de plagas.....	13
2.2.11	Fertilización para Teca y Caoba.....	14
2.2.12	Podas para Teca y Caoba.....	14
2.2.13	Raleos para la Teca y Caoba.....	15
2.2.14	Factores limitantes.....	15
2.2.15	Usos.....	15
2.2.16	Mercado.....	15
2.2.17	Comportamiento del precio.....	16
III.	Materiales y métodos	17
3.1	Metodología de levantamiento.....	17
3.1.1	Estudio técnico.....	17
3.1.2	Estudio financiero.....	17
IV.	Resultados y discusión.....	19
4.1	Estudio Técnico.....	19
4.1.1	Establecimiento del Vivero.....	19
4.1.2	Acondicionamiento del sitio.....	19
4.1.3	Preparación del sustrato.....	19
4.1.4	Construcción de bancales germinadores.....	20
4.1.5	Selección de semilla.....	20
4.1.6	Construcción de sombra.....	20
4.1.7	Preparación y siembra de la semilla.....	20
4.1.8	Micorrización.....	21
4.1.9	Trasplante.....	21
4.1.10	Lugar de la plantación.....	22
4.1.11	Preparación del suelo.....	22
4.1.12	Transporte.....	22
4.1.13	Trasplante.....	23
4.1.14	Control de las malezas.....	23
4.1.15	Control de plagas y enfermedades.....	23
4.1.16	Podas.....	23
4.1.17	Raleos.....	24
4.1.18	Corta final.....	24
4.2	Estudio Financiero.....	24
4.2.1	Determinación de costos.....	24
4.2.2	Costo de establecimiento.....	24
4.2.3	Preparación del flujo de caja.....	29
4.2.4	Análisis financiero.....	34
4.2.5	Análisis de sensibilidad.....	34
4.2.5.1	Matriz Multidimensional de Riesgo.....	34

4.2.6	Punto de Equilibrio	36
4.3	Consideraciones Socioeconómicas y Ambientales.....	37
V.	Conclusiones	38
VI.	Recomendaciones.....	39
VII.	Bibliografía	40
Anexos		42

Índice de Figuras

Figura 1	Distribución natural de la Teca en Asia	49
Figura 2	Partes varias de la Caoba (<i>Swietenia humilis</i>)	49
Figura 3	Fruto de la Caoba <i>Swietenia humilis</i>	50
Figura 4	Distribución natural de la caoba	50
Figura 5	Fotografía de la <i>Hypsipyla grandella</i>	50
Figura 6	Construcción de sombra en bancales.....	51
Figura 7	Inoculación en los bancales	51
Figura 8	Inoculación en la bolsa	52

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Características mecánicas de la teca	4
Cuadro 2	Propiedades físicas de la madera de diferentes procedencias	7
Cuadro 3	Respuesta a tratamientos pregerminativos en <i>Tectona grandis</i> L.f.	7
Cuadro 4	Animales dañinos a la <i>Tectona grandis</i>	9
Cuadro 5	Proyecciones de los precios de Teca	11
Cuadro 6	Salarios y Beneficios.....	25
Cuadro 7	Maquinaria	25
Cuadro 8	Costos de riego	25
Cuadro 9	Insumos	26
Cuadro 10	Costos indirectos	26
Cuadro 11	Costos administrativos	26
Cuadro 12	Parámetros por especie.....	27
Cuadro 13	Costos de Mano de obra para vivero.....	28
Cuadro 14	Costos de Mano de obra en la plantación.....	28
Cuadro 15	Costos de extracción	29
Cuadro 16	Costos indirectos de mantenimiento	30
Cuadro 17	Actividades de campo para el mantenimiento de la plantación	31
Cuadro 18	Flujo de caja	33
Cuadro 19	VAN de Teca y Caoba	34
Cuadro 20	Matriz de riesgo de costos e ingresos totales	35
Cuadro 21	Matriz de riesgo de precio y pies tablares para Teca	35
Cuadro 22	Matriz de riesgo de precio y pies tablares para Caoba.....	36
Cuadro 23	Punto de equilibrio	36
Cuadro 24	Flujo de caja para Caoba.....	43
Cuadro 25	Flujo de caja para Teca	46

I. Introducción

“El acelerado crecimiento de la población mundial ha traído como consecuencia un aumento en la presión de los recursos, en especial de aquellos que necesitan de largos períodos de tiempo para alcanzar su máximo desarrollo y poder ser utilizados en beneficio del hombre. En este sentido los bosques naturales son los recursos que más presión han tenido debido a su inmediata disponibilidad” (Vásconez, 2002).

La República de Honduras cuenta con, 98,629 km² de tierras de vocación forestal, o sea un 87.7% del territorio nacional. Actualmente la cobertura forestal es de 56,805 km² de las que 2,899,000 hectáreas son de bosque latifoliado, lo que lo hace el país de América Central con mejor potencial para convertirse en el mayor productor de madera y de productos no maderables provenientes del bosque, Pero se ha llevado a cabo una sobreexplotación de estas especies en éstos bosques, por lo que se encuentran en peligro de extinción, aumentando su valor. Esta es una de las razones por las que se opta por establecer plantaciones forestales¹.

Otra de las razones es que muchas personas talan el bosque para sembrar cultivos agrícolas, pasando así de un suelo de vocación forestal a uno de vocación agrícola, degradando el suelo por el aumento considerable de la escorrentía. Aparte de esto los árboles talados no son aprovechados reduciendo así el ingreso del campesino.

Estas son solo algunas de las razones por las que se opta por plantaciones forestales. En los valles se establecen plantaciones con especies de alto valor financiero, por ejemplo Caoba (*S. humilis*) y Teca (*T. grandis*), para que de esta forma puedan tener más ingresos. Las plantaciones forestales producen muchos beneficios, como son: mejora la calidad de los suelos, cambia el microclima, mejora la calidad de vida de la localidad, genera empleo y la economía nacional incrementa. Pero todos esos cambios son a largo plazo por lo que esta opción no es muy bien vista por los agricultores.

¹ Disponible online en: http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/V8/ES/V8S_E6.HTM

1.1 Objetivo General

Contribuir al fondo dotal verde de Zamorano, haciendo estudios del establecimiento de una plantación con Caoba y Teca, analizando variables técnicas y financieras para las plantaciones en el valle del Yeguaire.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de un vivero para la plantación con una cantidad total de 16000 plantas por transplantar, incluyendo todas las actividades que esta conlleva (preparación de bancales, preparación de semilleros, construcción de sombra).
- Realizar el estudio del establecimiento de la plantación y todo lo que involucra (Transporte de las plantas, ahoyado, prácticas culturales).
- Calcular los costos de producción de plántulas en vivero y el monto total por hectárea necesario para efectuar este proyecto.
- Evaluar la viabilidad en términos financieros por medio de indicadores tales como: VAN, TIR, relación beneficio/costo y período de recuperación.

II. Revisión de Literatura

2.1 Caracterización de *Tectona grandis* L. f.

2.1.1 Origen e historia

Es una especie frondosa nativa de la India, Myanmar (Birmania), la República Democrática Popular Laos y Tailandia, tiene una larga historia de ordenación sistemática. Se introdujo en Indonesia (Java) hace cientos de años y las más antiguas plantaciones en Sri Lanka se han documentado a fines del siglo XVII. Los primeros sistemas intensivos de ordenación de los bosques naturales se desarrollaron hace unos 150 años en Myanmar, donde la ordenación activa de la especie pasó a la India y Tailandia durante un período de unos 40 años.

En la actualidad se encuentra en muchos otros países asiáticos, y extensas plantaciones se han establecido también en África y América Central y del Sur. En América se desarrollan interesantes proyectos forestales en Costa Rica, Panamá y Ecuador países con clima tropical y con condiciones que se ajustan a sus requerimientos. (Ver figura 1)

(Accesado el 1 de agosto de 2003. Disponible en <http://www.bosquestropicales.com/html/Espanol/generalidades.html>)

Las plantaciones empezaron a establecerse en la India en 1842 y en la actualidad abarcan un área de 980,000 ha. En Tailandia las plantaciones pioneras se establecieron en 1906, cubriendo en la actualidad 159,000 ha. Las plantaciones son también corrientes en América tropical, donde se introdujeron a principios del siglo XX. Los primeros países del continente americano que introdujeron esta especie son Trinidad y Tobago desde Birmania (1913), Panamá desde Sri Lanka (1916) y posteriormente se distribuyó en el resto de América (Hashim, 1999).

2.1.2 Taxonomía

Familia: Verbenaceae

Nombre Científico: *Tectona grandis* L.f.

Nombres comunes: Teca de Birmania, teca de Rangoon, teca de moulmein, thi de gia, sak de jati, kyun, sak de mai, rosawa.

2.1.3 Descripción Botánica

Es una especie decidua, los árboles descartan sus hojas durante la época seca, y un nuevo follaje aparece durante la época de lluvias. Posee un tallo recto que puede alcanzar sobre los 50 m en condiciones favorables. Cuando crece aislado hay bifurcación del fuste y presenta una copa más amplia, ramas gruesas y bajas. Pero la bifurcación también se puede llegar a dar al llegar a la madurez o cuando la floración

empieza a una edad temprana. La corteza es áspera y delgada, fisurada de color café claro. (Geilfus, 1994).

T. grandis en su hábitat natural florece a los 5-6 años de edad. Poblaciones plantadas fuera de su distribución natural florecen a los 2-4 años después de plantadas. La floración usualmente comienza luego de las lluvias. Sus flores son numerosas y se disponen en panículas erectas terminales. Los pedicelos miden de 0.9 a 4.5 mm de largo. Las brácteas son grandes, foliáceas con bractéolas numerosas. Las flores presentan un cáliz en forma de campana, de color amarillo verdoso con un estilo blanco amarillento con pubescencia de pelos ramificados. Las flores se abren pocas horas después del amanecer, siendo el mejor período de polinización entre las 11:30 a.m. y la 1:00 p.m. insectos como avispa, abejas, moscas y escarabajos han sido encontrados polinizando las flores.

El fruto es subgloboso, más o menos tetrágono, aplanado; exocarpo delgado, algo carnoso cuando fresco; endocarpo grueso, óseo, corrugado con cuatro celdas que encierran generalmente una o dos semillas de 5 mm de largo (Chaves, 1991). Los frutos maduran cerca de 120 días después de la fertilización (Hashim, 1999).

2.1.4 Propiedades Físicas

La madera es bastante densa tiene una densidad de 0.56g/cm^3 , por lo que cae en el rango de maderas pesadas. Tiene una contracción tangencial de 4.6%, contracción radial de 2.1% y una contracción volumétrica igual a 5.1%. (Weaver, 1993)

2.1.5 Propiedades mecánicas

La dureza que posee esta madera es de 505 kilogramos lateral y en los extremos es de 519, en el cuadro 1 se muestran la flexión estática, compresión paralela y compresión perpendicular (Vásconez, 2002).

Cuadro 1 Características mecánicas de la teca

Propiedad	Esfuerzo al límite proporcional	Esfuerzo máximo	Módulo de elasticidad
	Kg/cm ²		
Flexión estática (verde)	594	937	97.88×10^3
Compresión paralela (verde)	373	477	106.33×10^3
Compresión perpendicular (verde)	94	-	-

Fuente: Weaver, 1993

2.1.6 Trabajabilidad

El duramen, que empieza a formarse durante el sexto año, cambia de color, de verde olivo a un pardo dorado, con la exposición y el secado. La albura es amarillenta o

blanquecina y defiere marcadamente del duramen. La madera tiene anillos anuales de crecimiento, pero con anillos falsos ocurriendo ocasionalmente. Tiene una textura uniformemente mediana y es aceitosa al tacto. Una fragancia ligera se puede detectar después del secado. La madera se seca rápidamente al aire y de manera satisfactoria, con una torcedura menor, pero sin endurecimiento o cuarteadora superficial. También se seca bien pero muy lento al horno, con cuarteadoras, rajaduras o torceduras mínimas.

La conclusión práctica más importante de estos estudios es que no todos los trozos de duramen son altamente durables y que la mayoría de los interiores del tronco son menos durables que la madera en etapa madura. Una tasa de crecimiento muy acelerado, particularmente en las etapas tempranas de crecimiento, puede disminuir la durabilidad de manera apreciable (Weaver, 1993).

2.1.7 Usos

Fue usada en la India para la construcción de casas, puentes y muelles, coches de ferrocarril, cubiertas en barcos de buen tamaño. También se usa para hacer muebles finos, pisos, ensambladuras, terminaciones de interior, puertas, entrepaños, tallados, artículos torneados, se ha reportado que también es usada para mástiles y perchas, puntales en minas de carbón, traviesas de ferrocarril, chapa ornamental, pianos, órganos y armonios, llaves para violines y pipas de tabaco.

La madera descartada se ha mezclado con otros tipos de madera de especies frondosas y con desperdicios de la manufactura de chapa para estudiar su potencial como pulpa de madera, blanqueada y sin blanquear. Estudios preliminares mostraron que el rendimiento fue satisfactorio y la pulpa mostró una fortaleza apropiada para la producción de papel para envolver, escribir e imprimir. También se mostró que la resina manchó las láminas de pulpa. De la corteza se puede obtener ácido oxálico, la que es una sustancia química de alto valor en la industria. (Weaver, 1993).

2.1.8 Teca como especie de plantación

El árbol se establece con relativa facilidad en plantaciones y gracias a la constante demanda mundial tiene buenas perspectivas como especie de plantación. Pese a la amplitud de las plantaciones, la madera procedente de ellas no ha tenido, hasta tiempos recientes, un efecto notable sobre la oferta de madera industrial en rollo en el comercio maderero mundial, excepto en algunas exportaciones a corto plazo de Papua Nueva Guinea y Ecuador (Vásquez, 2002).

2.1.9 Temperatura, pluviosidad y período seco

Soporta una gran variedad de climas, pero crece mejor en condiciones tropicales moderadamente húmedas y calientes. Gran parte del área de distribución natural se caracteriza por climas de tipo monzonal, con una precipitación entre 1300 y 2500 mm por año y una estación seca de 3 a 5 meses. La cantidad de lluvia óptima esta entre

1500-2000 mm por año, pero soporta precipitaciones tan bajas como de 500 mm por año y tan altas como 5100 mm por año. Es natural de áreas secas, sin embargo, las condiciones de sequía prolongada en la India ha matado muchos árboles.

Tolera grandes variaciones de temperatura, que varían entre los 2 y 48 grados centígrados. En la India, es un componente común en los bosques clasificados como muy secos, secos, húmedos y muy húmedos. La precipitación anual en estas áreas, respectivamente, varían entre menos de 900 mm hasta más de 2540mm. El clima óptimo que se puede encontrar esta entre 16 y 40 grados centígrados. (Weaver, 1993)

2.1.10 Selección de Terrenos

Crece en áreas desde el nivel del mar hasta una altitud de 1200 msnm (metros sobre nivel del mar), se puede establecer sobre una variedad de suelos, pero el mejor crecimiento se da en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ligeramente ácido. Soporta condiciones de suelo muy extremas, siempre que exista un drenaje adecuado. (Weaver, 1993)

2.1.11 Factores limitantes

El más importante son los suelos son la poca profundidad, capas duras, condiciones densas con un bajo contenido de Ca. o Mg (Calcio y Magnesio), puesto que esta especie requiere que el suelo contenga buenas cantidades de estos dos elemento para que tenga un desarrollo adecuado. (Weaver, 1993).

2.1.12 Procedencias con las que se trabaja

La definición de la procedencia es muy importante ya que la resistencia a la sequía y la adaptabilidad al tipo de suelo, están estrechamente relacionadas a la procedencia en esta especie. Las semillas a utilizar deben provenir de individuos sanos (libres de plagas y enfermedades), vigorosos y con buena producción de frutos. Con esto se pretende asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características de los parentales.

Pueden cultivarse plantas a partir de semillas o tejidos vegetativos (estacas, esquejes, etc). Para obtener materiales de siembra razonablemente uniformes a partir de las semillas, hay que establecer viveros de plántulas o huertos de semillas clonales de árboles de buena calidad (Hashim, 1999).

Para las regiones exteriores al ámbito natural, los suministros de semillas locales han sido a veces muy deficientes en algunas características de importancia comercial, lo que las hace inadecuadas para usarlas en plantaciones a escala comercial

En Asia, se han realizado muchos estudios de comparación entre diversas procedencias. Generalmente, las procedencias de la India presentaron deformaciones y mucha ramificación del fuste. Las procedencias de Tailandia y Birmania fueron las mejores. En Trinidad se ha mejorado gradualmente la calidad genética de la semilla,

introducidas en 1913 de Birmania al eliminar los árboles mal formados. En el cuadro 2, se muestran algunas propiedades físicas de varias procedencias utilizadas comercialmente en plantaciones (Vásconez, 2002).

Cuadro 2 Propiedades físicas de la madera de diferentes procedencias

Procedencia	Edad/Años	P.E.B	C.R	C.T	C.V	C.R./C.T.
Puerto Rico	-	0.55	2.1	3.8	6.2	1 /1.8
Honduras	-	0.56	2.1	4.6	5.1	1 /2. 2
Myanmar	-	0.57	2.3	4.2	6.8	1 /1.8
Africa y Asia	-	-	2.7	5	7.9	1 /1.9
Quepos, C.R.	28	0.61	2.3	5.4	5.7	1/ 2.3
S.L.- Panamá	-	0.63	1.9	4.9	5.6	1/ 2.6
India	-	0.57	2.2	4	-	1/ 1.8
Abangares C.R.	17	0.58	2.2	3.9	6.2	1/ 1.8

P.E.B: Peso específico básico
C.R : Contracción radial
C.T : Contracción tangencial
C.V: Contracción volumétrica
C.R./C.T.: Razón de contracción

Fuente: Weaver, 1993

2.1.13 Siembra en el semillero

La germinación de las semillas es lenta, comenzando después de 1-3 semanas de sembrada y se completa hasta después de 4 meses. Frutos largos (diámetros mayores de 1.8 cm.) poseen altos porcentajes de germinación. La siembra de semillas se realiza sobre camas de germinación donde las semillas son colocadas en hileras. La distancia entre filas es de 3 cms.

Como tratamiento de escarificación para acelerar y uniformizar la germinación, se ha empleado la inmersión de la semilla en agua por períodos de 24 a 72 horas antes de la siembra. Hashim (1999), en su estudio evaluativo de 15 tratamientos pregerminativos, se encontró que los mayores porcentajes de germinación, energía germinativa y tiempo medio de germinación se obtuvieron con la escarificación mecánica más inmersión en agua y secado alterno por diferentes tiempo como se muestra en el Cuadro.

Cuadro 3 Respuesta a tratamientos pregerminativos en *Tectona grandis* L.f.

Tratamientos				Germinación (%)
Escarificación	Inmersión en agua (horas)	Secado (horas)	Duración (días)	
1 Si	12	12	3	66
2 Si	12	12	4	70
3 Si	24	24	3	72

Fuente: Weaver, 1993

2.1.14 Transporte en bolsas

Transplante se realiza en bolsas de 7 x 8 pulgadas a los 15 días después de la germinación. El transplante debe hacerse cuando las plántulas alcancen cuatro hojas, colocándolas en bolsas o en camas para después de seis meses estar listas para llevarlas al campo. (Hashim, 1999).

Para el llenado de bolsas se necesita un sustrato con ciertas características: Permeabilidad, retener bien el agua, humedecerse fácilmente, 20-40% del volumen total del sustrato ocupado por aire, pH comprendido entre 5 y 8, ser fértil, no portar semillas o propágulos de malezas, permitir una buena micorrización, ser homogéneo y resultar barato. (Montoya y Cámara, 1996).

2.1.15 Propagación vegetativa

El método más corriente de propagación vegetativa en plantaciones es por medio de estacas. Se escogen de las plantas que presentan características deseadas y estas deberían tener de 0.5-1.0 cm. de diámetro. A los 5 meses aproximadamente las plántulas más grandes se podan para permitir el desarrollo de las más pequeñas. Cuando alcanzan el diámetro del pulgar al nivel del suelo las plántulas se desentierran y podan, dejándoles 5 a 10 cm. de tallo y 15-20 cm. de raíz principal. Se recomienda que para producción de estacas, las plántulas tienen que crecer hasta alcanzar un diámetro mayor a 10 mm, lo que toma aproximadamente un año. Las estacas mantienen su viabilidad, incluso después de un período de almacenamiento mayor a 6 meses. Cuando se propaga por estacas, el transplante se debe realizar en bancales a un distanciamiento de 20 x 20 cm, donde las plantas permanecen un promedio de 4 a 12 meses (Geilfus, 1994).

2.1.16 Control de enfermedades y plagas

La mayoría de los patógenos han sido identificados en la India y el Lejano Oriente, con sólo unos cuantos registrados en plantaciones. El uso de insecticidas para controlar las plagas en plantaciones, aunque efectivo, fue abandonado por el daño que causa a los insectos benéficos, parásitos y otros tipos de fauna.

Es considerada como resistente a la mayoría de los patógenos en las plantaciones y en bosques naturales. El duramen es resistente a las termitas de la madera seca y moderadamente resistente a las termitas subterráneas, pero es afectado con facilidad por la polilla del mar. La albura no es resistente a ninguno de los organismos mencionados (CONSEFORH, 1999).

Cuadro 4 Animales dañinos a la *Tectona grandis*

Animal responsable	Dañno, control sugerido	Región
<i>Aularches militaris</i>	Defoliación	Nueva Guinea
<i>Cossus cadambae</i>	Mechitamiento causado por la ingestión de la corteza, tejido calloso y la albura exterior; remover los árboles infectados	Kerala, India
<i>Dichorius puntiferalis</i> <i>Leptocentrus vicarius</i> <i>Pagida salvalis</i> <i>Pyrausta macheralis</i>	Dañno a la inflorescencia y formación pobre de la fruta; aplicación de herbicida en el estrato inferior y uso de trampas de luz	India
<i>Dihamnus cervinus</i>	Consumo de la madera	Bangladesh
<i>Endoclitia gmelina</i>	Dañno al collar radical en los árboles jóvenes; remover otras especies de árboles huéspedes del área circundante	Malasia
<i>Hapalia machaeralis</i>	Defoliación; control biológico	La India
<i>Hyblaea puera</i>	Defoliación; control biológico	La India
Lepidóptera	Defoliación	La India
<i>Lixus camerunus</i>	Ataque del follaje joven	Nigeria
Melolonthinae	Dañno de las semillas por la larva	Trinidad
<i>Neoclytus caciueus</i>	Barrenador de las partes leñosas de las plantulas jóvenes	América Central
<i>Pagida salvaris</i>	Consumo de las flores en botón por la larva	Tailandia
<i>Phyllophag sp.</i>	Infestación de las raíces en viveros por la larva; aplicación de insecticida	Costa Rica
<i>Phyllophag sp.</i>	Destrucción de las raíces en cepas de vivero y tallos	América Central
<i>Plagiohammus spinipennis</i>	Barrenador de la madera y el meollo de los tallos jóvenes	América Central
Hormigas parasol	Defoliación localizada	Trinidad, Nicaragua
Hormigas blancas	Consumo de la corteza	Bangladesh
Termitas	Dañno a las plántulas en el vivero	Ghana
Ratones	Consumo de las semillas	Bangladesh
<i>Orthogeomys underwoodii</i>	Destrucción de cepas de vivero y plantas jóvenes	América Central

Fuente: Weaver, 1993

2.1.17 Control de Malezas

La planta es muy sensible a la competencia de las malezas, por lo que se recomienda realizar controles manuales en las bolsas. (Vásconez, 2002)

2.1.18 Riego

El crecimiento de la planta depende de la cantidad de agua que se le proporciona en la etapa de crecimiento. El riego se realiza por aspersión, es necesario para evitar la

deseccación de la parte inferior de las plántulas, pudiéndose producir la muerte de los extremos de las raíces o el reviramiento hacia arriba de las raíces que tienden a buscar la humedad en la parte superior. (Montoya y Camara, 1996).

2.1.19 Preparación del suelo

Una vez seleccionado el sitio se procede a realizar la limpieza del terreno. La preparación del terreno varía dependiendo de la vegetación presente. Se pueden hacer limpiezas manuales o mecanizadas (con tractor), no se recomienda el uso de productos químicos, debido a que muchas veces afectan aguas subterráneas, flora y fauna existente, etc., apertura y mantenimiento de 6 m de callejón (3 m a ambos lados) en sitios plantados con frutales perennes (Geilfus, 1994).

2.1.20 Control de malezas y plagas

Insectos: Debido a las características de la madera, no se conocen insectos o infestaciones de insectos que hayan ocasionado daños a ninguna plantación madura.

Enfermedades: Es sumamente resistente a las plagas y las enfermedades. Lo que más preocupa es el trasplante del vivero al campo, ya que sus raíces son susceptibles a un ataque de hongos, por lo que se recomienda un tratamiento con un fungicida de probada eficacia. (Consultado el 1 de agosto de 2003, Disponible en <http://www.bosquestropicales.com/html/Espanol/riegos.html>)

2.1.21 Mercado internacional

La región asiática domina desde hace largo tiempo la producción y comercialización de maderas tropicales. Esto es especialmente cierto en el caso de la teca: Asia acumula el 88 por ciento de las existencias mundiales y solamente Indonesia tiene más del 40 por ciento de las plantaciones mundiales. Parece probable, pues, que el mercado seguirá estando dominado por las tendencias del mercado asiático, tanto por lo que respecta a los países productores como consumidores.

En los últimos años ha aumentado considerablemente la demanda interna en los países asiáticos productores, la mayor parte de los cuales han comenzado a importar madera de las plantaciones de África y América Latina, que tiene un precio inferior: de 150 a 250 dólares EE.UU. por metro cúbico. (Vásconez, 2002)

2.1.22 Comportamiento del precio

Dado el descenso de los suministros de bosques naturales, las perspectivas a largo plazo de plantaciones son prometedoras. Los estudios sobre precios históricos de la madera de teca apuntan a una tendencia ascendente. En el año 2000 se registraron precios de 1.200 dólares por metro cúbico de madera teca de 24 años en troncos (Hashim, 1999).

Cuadro 5 Proyecciones de los precios de Teca

PROYECCIONES DEL PRECIO DE LA MADERA ASERRADA DE TECA ASIATICA / AFRICANA / AMERICANA Y RELACIÓN A SUS EDADES											
INCREMENTO ANUAL PROYECTADO 3%											
		REFERENTE			REFERENT -20%			REFERENT -30%			
		USD. \$ TECA DE 20 AÑOS			USD. \$ TECA DE 16 AÑOS			USD. \$ TECA DE 12 AÑOS			
AÑO	FACT.	ASIA PRECIO M ³	AFRICA PRECIO M ³	AMERICA PRECIO M ³	ASIA PRECIO M ³	AFRICA PRECIO M ³	AMERICA PRECIO M ³	ASIA PRECIO M ³	AFRICA PRECIO M ³	AMERICA PRECIO M ³	
0	2002	1	1,058	882	705	941	784	627	823	686	549
1	2003	1.03	1,090	908	727	969	808	648	848	707	565
2	2004	1.03	1,123	936	749	998	832	665	873	728	582
3	2005	1.03	1,157	964	771	1,028	857	685	900	750	600
4	2006	1.03	1,191	993	794	1,059	882	708	927	772	618
5	2007	1.03	1,227	1,022	818	1,091	909	727	954	795	636
6	2008	1.03	1,264	1,053	843	1,123	936	749	983	819	655
7	2009	1.03	1,302	1,085	868	1,157	964	771	1,012	844	675
8	2010	1.03	1,341	1,117	894	1,192	993	795	1,043	869	695
9	2011	1.03	1,381	1,151	921	1,228	1,023	818	1,074	895	716
10	2012	1.03	1,422	1,186	948	1,264	1,054	843	1,106	922	738
11	2013	1.03	1,465	1,221	977	1,302	1,085	868	1,140	950	760
12	2014	1.03	1,509	1,258	1,006	1,341	1,118	894	1,174	978	782
13	2015	1.03	1,554	1,296	1,036	1,382	1,151	921	1,209	1,007	806
14	2016	1.03	1,601	1,334	1,067	1,423	1,186	949	1,245	1,038	830
15	2017	1.03	1,649	1,374	1,099	1,466	1,221	977	1,283	1,069	855
16	2018	1.03	1,698	1,415	1,132	1,510	1,258	1,006	1,321	1,101	881
17	2019	1.03	1,749	1,458	1,166	1,555	1,296	1,037	1,361	1,134	907
18	2020	1.03	1,802	1,502	1,201	1,602	1,335	1,068	1,401	1,168	934
19	2021	1.03	1,856	1,547	1,237	1,650	1,375	1,100	1,443	1,203	962
20	2022	1.03	1,912	1,593	1,274	1,699	1,416	1,133	1,487	1,239	991
21	2023	1.03	1,969	1,641	1,313	1,750	1,44	1,167	1,531	1,276	1,021
22	2024	1.03	2,028	1,690	1,352	1,803	1,502	1,202	1,577	1,314	1,052
23	2025	1.03	2,089	1,741	1,393	1,857	1,547	1,238	1,625	1,354	1,083

Fuente: www.bosquestropicales.com (Custode, 1998)

2.2 Caracterización para *Swietenia humilis* Zucc.

2.2.1 Taxonomía

Familia: Meliaceae

Nombre científico: *Swietenia humilis* Zucc

Nombres comunes: Caoba, Mara, Cáugano, Caobilla, Combilla.

2.2.2 Descripción Botánica

La Caoba del pacifico es un árbol que puede alcanzar entre 15 y 20 metros de altura, posee una copa redonda que aparentemente esta verde durante lo largo del año sin embargo, esta cambia de color una vez que es cuando el fruto esta maduro.

Las flores son blancas, pequeñas y están agrupadas en racimos. Los frutos erectos por encima del follaje hacen que el árbol sea fácilmente reconocible desde lejos. El fruto tiene una forma parecida a una pelota alargada llamada cápsula que mide aproximadamente 10 cm de ancho por 15 cm de largo. Cada fruto tiene entre 40 y 55

semillas, las cuales, cuando están maduras son de un color café claro con un ala que mide entre 6 y 8 centímetros de largo; dicha ala tiene la función de permitir a las semillas dispersarse por acción del viento (CONSEFORH, 1999). Ver Figuras # 2 y 3

2.2.3 Distribución

Se distribuye desde México a los 23° N pasando por la costa Atlántica de América Central hasta Costa Rica. Se la encuentra, de acuerdo a los ecosistemas clasificados por Holdridge en los siguientes ecosistemas o zonas de vida: bosque muy seco tropical, bosque seco tropical, bosque seco subtropical y bosque húmedo subtropical cálido, en estos ecosistemas puede soportar 6 o más meses sin lluvia. En su hábitat natural la temperatura media anual varía entre los 18° C y más de 24° C (Holdridge, 1967). Ver figura # 4.

El rango natural de la *S. humilis* comprende seis países de la región mesoamericana. Este se sitúa desde el norte con la franja Pacífica de la República Mexicana, continuando con Guatemala, El Salvador, la zona sur de Honduras, abarcando así hasta Nicaragua e inclusive la zona norte de Costa Rica (Barahona, 2000).

2.2.4 Requerimientos climáticos

Se localiza en sitios con precipitación promedio total anual entre los 500 y 1000 mm, se le encuentra en los siguientes ecosistemas o zonas de vida: Bosque muy seco tropical, Bosque seco tropical, Bosque seco subtropical y bosque húmedo subtropical cálido. En estos ecosistemas puede soportar 6 ó más meses sin lluvia. Se localiza en elevaciones que van hasta 800 msnm, pero se ha encontrado hasta en 1000 msnm En su hábitat natural la temperatura media anual varía entre 18 y más de 24 grados centígrados (Holdridge 1967).

2.2.5 Requerimientos edáficos

Prefiere suelos ligeros, profundos y bien drenados, con más de 50 cms de profundidad efectiva, con preferencia en los valles, el desarrollo óptimo se produce en suelos con un rango de pH entre 6.5 y 7.5 (Mayhew y Newton, 1998).

2.2.6 Aspectos fenológicos y de regeneración natural

Pertenece al grupo ecológico de las heliófitas, es decir que necesitan sol para que crezcan adecuadamente, debido a su naturaleza es de hábito no gregario pero crece muy bien en plantaciones puras.

La semilla de esta especie soporta ciertos niveles de sombra para germinar y para su posterior establecimiento hasta el estado de brinzal, sin embargo, a medida que estos se desarrollan se hacen más exigentes en luz, a partir de esto se puede concluir que esta es una especie que requiere claros para renovarse. (Gullison et al, 1996).

2.2.7 Preparación del sitio para plantaciones

Ya seleccionado el terreno con las características dichas anteriormente se procede a realizar una limpieza del terreno. En ciertos casos cuando se establece la plantación, se puede realizar una limpieza por carril, eliminando progresivamente la vegetación existente en los años siguientes a medida que crecen los árboles de la plantación. (Agudelo, 2002)

2.2.8 Siembra o transplante para Teca y Caoba

El transplante se realiza al principio de la época de lluvia. La distancia inicial de establecimiento es de 3 x 3 m al cuadro, para obtener una población de 1,111 plantas/ha. Se mide y se estaquean los lugares de siembra, se realiza el ahoyado, antes de la colocación se rellena el fondo del hoyo con la tierra superficial apartada durante el transplante, en sitios buenos un espaciamiento de 3 x 1 debe ser utilizado. Asimismo indica que una distancia de plantación de 2.4 x 3 m bajo el sistema taungya, dan los más altos retornos económicos. Después de la siembra, se realiza alrededor de la planta un comaleo (limpieza circular alrededor de la planta) con azadón, de 0.5 a 0.8 m de diámetro alrededor de la planta (Hashim, 1999).

2.2.9 Control de malezas

Para obtener un crecimiento óptimo de las plantas, se realizan dos chapeas y tres comaleos al año, alternando estas actividades, durante los primeros tres años. La primera chapea y comaleos se realiza a 45-50 días después del transplante, 4 meses después se repite estas actividades. A partir del cuarto año, se reduce el control de maleza a una chapea y 2 comaleos. (Agudelo, 2002)

2.2.10 Control de plagas

Hypsipyla grandella:

Durante los primeros años de la plantación es ocasionalmente atacada por el insecto *H. grandella*, este es un gusano que se desarrolla en las ramas nuevas, comiéndose la parte central del corteza y la parte de adentro de la semilla (figura # 5). En algunos casos el ataque puede ser muy grave y afectar el 100% de la plantación. El control puede realizarse mediante el uso de sustancias repelentes como la criolina (50 cc/bomba de mochila) y el aceite de Liquidambar (*Liquidambar styraciflua*). (Agudelo, 2002)

Al parecer el ciclo de vida de esta plaga se completa entre 11.5 y 13 semanas en la época seca, por lo tanto pueden haber varias generaciones en el año (CONSEFORH, 1999).

En Costa Rica, se inventariaron especies presentes en árboles de cedro (*Cedrela odorata*), se capturaron seis especies, de las cuales cinco aparecieron tanto en el café como en el cedro. Las especies dominantes fueron *Solenopsis geminata* y *Pheidoles*

radoszkowskii, que juntas representaron el 88% de los individuos y resultaron más abundantes en el café que en el cedro.

Además mediante pruebas de escogencia en el laboratorio y el invernadero, se determinó el potencial de depredación de *S. geminata*, *P. radoszkowskii* y *Crementogaster spp.* Sobre varios estados de *H. grandella*. En el laboratorio, las tres especies causaron depredación en al menos un estadio de *H. grandella*, a veces con niveles hasta del 100%, no obstante, esto no ocurrió en el invernadero, ya que sólo *S. geminata* lo hizo sobre huevos de *H. grandella*.

(Accesado el 30 de agosto de 2003. Disponible en http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev67/pag96_97.pdf)

Zompopos (*Atta sp.*)

El mayor riesgo para plantas pequeñas son los zompopos. Es mejor tratar de eliminar los nidos antes de establecer la plantación. Métodos de control de zompopos incluyen: Repelentes tradicionales y con veneno (CONSEFORH, 1999).

Monitoreo del Zompopo

Estos se deben hacer antes, durante y después de plantar para prevenir y controlar ataque de zompopos.

Es recomendable vigilar los nidos de zompopos durante varias noches, hasta que esté seguro de que los árboles no corren peligro (CONSEFORH, 1999).

2.2.11 Fertilización para Teca y Caoba

Esta práctica es opcional en la producción de plantas en el vivero. Los resultados de los diferentes estudios demuestran que la aplicación de N, P y K mejora el color, vigor y el crecimiento de las plántulas. En caso que se desee realizar la fertilización, se recomienda aplicar 5 gr/planta a los dos y cuatro meses después de la germinación.

Para la parte de la plantación la época de fertilización deberá ser de 15 a 30 días después de ésta. Las dosis más recomendables varían 100 a 150 gramos por planta de N-P-K dependiendo de las deficiencias que tenga el suelo. (Agudelo, 2002)

2.2.12 Podas para Teca y Caoba

Las podas de formación se realizan a partir del tercer año, eliminando las ramas laterales hasta la mitad de la altura total de la planta para evitar la formación de nudos en la madera. Las podas se realizan en forma semestral durante los primeros dos años y nuevamente a los 3 ó 4 años de edad tratando de despejar de ramas los primeros 6 m de fuste. Existen varias técnicas de poda para árboles destinados a la producción de madera (Geilfus, 1994).

2.2.13 Raleos para la Teca y Caoba

Una de las operaciones silviculturales más importantes en el manejo de plantaciones forestales destinadas a producir madera, es el raleo, cuyo objetivo es favorecer los mejores individuos para el turno final. A la vez, existe una falta de claridad sobre el momento oportuno, la intensidad y la frecuencia de esta operación

El primer raleo se realiza al cuarto año o cuando la plantación alcanza de 7-9 m de altura, eliminando el 50% de los árboles (bifurcados y/o mal desarrollados). El segundo raleo se realiza a los 12 años, eliminando otro 50% de la plantación existente para dejar una población de 194 árboles/manzana o 278 árboles/hectárea que serán aprovechados en la corta final. (Gullison et al, 1996)

2.2.14 Factores limitantes

El factor mas importante que limitaría la producción de una plantación es el suelo, suelos poco profundos, arcillosos y con mal drenaje limitan el crecimiento de la especie. Otro factor muy importante a tomar en cuenta es *H. grandella* que es una de las plagas que más ataca a esta familia, el mayor daño lo hace en los brotes nuevos, especialmente en el meristemo apical el cual, una vez atacado, se ramifica produciendo varios tallos (CONSEFORH, 1999).

2.2.15 Usos

Madera: Es una de las especies de “madera de color” con un alto valor comercial en el mercado de la ebanistería mundial. La madera tiene 2 partes. Una clara llamada albura y otra más oscura llamada duramen o corazón.

Construcción: Su principal producto es la madera que se utiliza localmente en construcciones.

Maderable: Artículos torneados, decoración de interiores y carpintería en general. La madera es muy apreciada por su dureza para la fabricación de sillas, camas y muebles en general, su color es oscuro.

Medicinal: La corteza sirve contra la diarrea, fortalece el organismo y quita la fiebre, para usarla contra la diarrea se prepara machacando la corteza y dejándola en agua por la noche para tomarla al día siguiente. También se prepara un té con sus semillas para el dolor de pecho (CONSEFORH, 1999).

2.2.16 Mercado

Estados Unidos es el principal consumidor mundial de caoba. Es del interés no solo de los consumidores estadounidenses aficionados de los muebles finos,

El Caribe y, últimamente, Centro y Sur América, han suministrado a los mercados internacionales casi desde su descubrimiento por parte de exploradores europeos a fines del siglo XV. Anualmente, más de 120,000 metros cúbicos de madera proveniente de América Latina ingresa al comercio internacional, de los cuales

Estados Unidos importa 76,000 metros cúbicos, 60% del comercio global. En 1998, aproximadamente 57,000 árboles fueron extraídos y embarcados a Estados Unidos para abastecer el negocio de muebles (Agudelo, 2002).

2.2.17 Comportamiento del precio

Los precios oscilan entre 800 dólares a 1200 dólares el metro cúbico en un período de 20 años, este precio esta con una tendencia alta, motivando a muchos a dedicarse a este sector.

III. Materiales y métodos

El estudio abarcó dos aspectos, la parte técnica y la parte financiera, para poder determinar una serie de aspectos con respecto a la plantación a realizarse en el Valle. Partiendo de la parte técnica, se obtuvieron varios aspectos, que fueron la base para determinar los costos y elaborar la parte financiera de este estudio.

3.1 Metodología de levantamiento

3.1.1 Estudio técnico

La información literaria sobre las prácticas de manejo en vivero y en plantación, fue obtenida de varias publicaciones científicas de investigadores de estas especies. Estos datos a la vez fueron revisados por varias personas e instituciones, así como por el personal encargado de las plantaciones forestales en Zamorano. Algunas prácticas que fueron encontradas en la literatura no fueron tomadas en cuenta por la falta de investigación o porque se han obtenido mejores resultados acá en Zamorano con otros tipos de prácticas.

Una vez definida la extensión del proyecto (10 Ha, según lo acordado en el proyecto Baldwin), se comenzó a recolectar información basada en las necesidades específicas que tiene la zona para estas especies. Se dividió el análisis en dos etapas: la primera parte que sería el estudio técnico en el que se determinó: Evaluación preliminar de las características climáticas y edáficas, luego, con base en el terreno, se elaboró un plan de manejo que detalla todas las labores de establecimiento, mantenimiento y control que demandan plantaciones de teca y caoba y la segunda parte es el estudio financiero del que hablaremos posteriormente.

Para determinar los años en que se llevarán a cabo las podas (ya sea de formación o para obtener fustes limpios de nudos) y los raleos, se estimó aproximadamente los años en que la especie cerraría el dosel, como segundo criterio se tomó la altura promedio que podría alcanzar la plantación en los diferentes años, como tercer criterio se consideró la cantidad de árboles que quedarán para la cosecha final. Se elaboró un control de las principales plagas que potencialmente pueden atacar al cultivo, proponiendo uno o varios métodos, que nos permitan controlar de manera efectiva la plaga.

Con base en una serie de actividades, consumo de insumos y otros recursos como equipo, mano de obra. Se procedió a elaborar el estudio financiero.

3.1.2 Estudio financiero

El estudio financiero se basó en los resultados obtenidos en la parte técnica, el que proporcionó las actividades, insumos y mano de obra necesaria en cada año para

establecer y mantener la plantación. El estudio abarcó todas las actividades desde las relacionadas a la producción de plántulas en el vivero hasta las involucradas con el establecimiento y mantenimiento de la plantación durante los 25 años que durará su rotación.

Para determinar los costos involucrados con el establecimiento del vivero se tomó como base el cronograma de actividades elaborado en la parte técnica. Los costos de establecimiento y mantenimiento se estimaron basados en la programación de actividades del estudio técnico. Las eficiencias en la mano de obra y maquinaria fueron obtenidas de la Zamoempresa de Servicios agrícolas. Los precios actualizados de los insumos y mano de obra fueron estimados con la ayuda de la Zamoempresa de Cultivos Forestales.

Los ingresos se estimaron basados en un rendimiento promedio que podría alcanzar la plantación. Los precios para los diferentes productos de la plantación a lo largo de su rotación fueron obtenidos del mercado al momento de realizar el estudio.

Con los costos e ingresos estimados, se elaboró el flujo de caja para los 25 años de rotación de la plantación, el mismo que sirvió para obtener algunos índices financieros para este proyecto: VAN, TIR, relación Beneficio/Costo, punto de equilibrio y Período de Recuperación. Para determinar la sensibilidad del proyecto se elaboró una tabla de datos, colocando como índice a variar el VAN del proyecto. Todos los análisis se realizaron haciendo uso del programa Microsoft® Excel XP.

IV. Resultados y discusión

4.1 Estudio Técnico

4.1.1 Establecimiento del Vivero

El área y la cantidad de semilla utilizada se basó en los requerimientos del proyecto, los cuales son establecer plantaciones de Teca dentro de un área de 7 Has y Caoba con un área de 3 Has inoculadas con micorriza, se plantó 1 Ha de cada una como testigo, es decir que al final quedarán 8 Has de Teca y 4 Has de Caoba para poder comprobar si la simbiosis beneficia a las plantas en la absorción de nutrientes y continuar su uso para futuras plantaciones.

Para todas las actividades realizadas en el vivero se contó con la ayuda de estudiantes de primer año como parte de su Aprender-Haciendo en la Zamoempresa de Cultivos Forestales, al igual que un trabajador, a todos se les instruyó permanentemente sobre las actividades que se realizaron.

4.1.2 Acondicionamiento del sitio

Esto fue la primera actividad que se realizó, la que consistió en desmalezar y nivelar los bancales para la ubicación y postura correcta de las bolsas, se utilizaron machetes y azadones durante una semana.

4.1.3 Preparación del sustrato

Se utilizaron dos tipos de sustrato, el primero y más utilizado fue una mezcla de dos porciones de tierra por una de arena (2:1), a este no le agregó nada de materia orgánica o algún elemento que la supla y a que iba a ser inoculado con micorriza. El segundo fue una mezcla de dos partes de tierra, una de arena y una de gallinaza con aserrín como materia orgánica para siembra de las plantas testigo (2:1:1).

Los materiales se obtuvieron en las cercanías de Zamorano: la tierra se la extrajo de un montículo ubicado en el vivero, la arena fue recolectada de un río que esta atrás de servicios agrícolas y que cruza la Escuela y la gallinaza de los desechos de la producción avícola de Zamorano.

Este medio fue colocado en bolsas negras con dimensiones de 12 X 9 X 5 pulgadas. Las actividades de recolección del material, mezcla, llenado y colocación de las bolsas en los bancales tardaron alrededor de dos meses.

4.1.4 Construcción de bancales germinadores

Con el fin de facilitar el manejo de la semilla, plántulas y control de malezas se elaboraron 3 bancales de madera elevado a un metro del suelo y con dimensiones de 10 m de largo por 1 m de ancho y 0.2 m de profundidad, con capacidad de 2 m³ cada uno para los cuales se utilizaron 162 pies tablares para las bases y laterales, en el fondo se colocó un conchón de pino que es un subproducto del proceso de aserrado de la madera, de estos se usaron 50 unidades.

Como medio de crecimiento en los bancales se usó arena que fue esterilizada durante tres horas a temperaturas superiores a los 100 °C para evitar cualquier problema con patógenos y crecimiento de malezas.

4.1.5 Selección de semilla

Las semillas que se usaron fueron compradas en Siguatepeque en dos lugares distintos uno fue SETRO y el otro fue la Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR).

Para el caso de la Teca la semilla fue comprada en Semillas Tropicales, SETRO, con un 80% germinación y procedencia de Río Lindo, Honduras. La primera compra fue de 10 Kg. que presentaron un 15% de germinación y no el esperado 80%, suponemos que fue la calidad de la semilla la que afectó la germinación ya que el mismo problema se presentó con 10 Kg. más que fueron devueltos por parte de SETRO después de presentar un reclamo por el bajo porcentaje de germinación obtenido.

La semilla de Caoba fue comprada en la Escuela Nacional de Ciencias Forestales, ESNACIFOR, un total de 4 Kg. procedencia de Lejamaní y un 94% de germinación el que fue obtenido sin problema alguno.

4.1.6 Construcción de sombra

Con el fin de evitar estrés en las plantas después del trasplante se levantó una sombra con sarán que deja pasar 40 % de luz, el cual cubre un área total de 820 m² colocado sobre una estructura de bambú, este fue retirado de 15 días a 21 días después del repique (ver figura # 6).

4.1.7 Preparación y siembra de la semilla

La semilla de Teca necesita de periodos de inmersión en agua para poder ser escarificada, para nuestro caso la dejamos durante 96 horas continuas (aunque la literatura recomienda de 36-72 horas de inmersión en agua), este período fue determinado como el que nos brindó un mejor resultado en las pruebas que se hicieron el año anterior.

Después de este período fue sembrada en los bancales germinadores con un distanciamiento de 1.5 cm. entre semillas e hileras, se inoculó con 100 g. de micorriza por hilera a lo ancho del bancal. Para las plantas testigo se sembró directamente en las bolsas que fue por doble postura para asegurar una planta por bolsa ya que en este medio es más difícil la emergencia de la semilla debido a su estructura más compacta, pero por factores de semilla no funcionaron, entonces se decidió dejar una parte en el semillero sin inocular y de igual manera se hizo con la Teca.

La Caoba fue sembrada directamente en las bolsas ya que no presenta problemas con la germinación y así evitamos dificultades con el repique, esto fue a doble postura, con el objetivo de asegurar una planta por bolsa. Aquí se aplicaron 15 gr. de micorriza por bolsa. (Ver figura # 7)

4.1.8 Micorrización

Las micorrizas son hongos benéficos que viven en simbiosis con las plantas: Una simbiosis es una convivencia entre dos organismos con ventaja mutua. Con las hifas (que se observan en el microscopio como hilos) el hongo se incrusta por un lado en la raíz y por el otro lado (parte externa de la hifa) tiene el contacto con el suelo. Las hifas del hongo transportan (como los pelos absorbentes) agua, micro y macroelementos a la raíz de la planta. Por su parte el hongo recibe carbohidratos como producto de la fotosíntesis de la planta. El hecho de que el sistema alterno de alimentación vegetal (las micorrizas) han sido desconocidas en la práctica, significa automáticamente que se ha optimizado el crecimiento vegetal en comparación a la “absorción tradicional” (a través de las raíces), mas no en cuanto al sistema alterno (micorrizas)².

4.1.9 Transplante

El transplante se comenzó entre los 12 a 15 días cuando las plantas tenían cuatro hojas verdaderas y alcanzaron alturas entre 2 cm. a 3 cm. En este punto se evitará que las plantas tiendan a inclinarse después de ser transplantadas y su desarrollo sea mas lento y deforme, lo que dificulta el transplante al campo y su crecimiento. En esta etapa fueron inoculadas con 25 g. de micorriza por bolsa y se mantuvo la sombra durante un periodo de 15 a 21 días. (Ver figura # 8)

El manejo después del transplante se basó en su mayoría en el suplemento de agua diario a las plantas, el cual se realiza regándolas preferiblemente en horas de la mañana y por la tarde, otra actividad realizada es el control de malezas que se debe llevar a cabo a mano, todo esto con el fin de disminuir o eliminar la competencia de luz y nutrientes, además se deben hacer muestreos o monitoreos de posibles plagas o patógenos que puedan afectarlas.

² Consultado el 30 de agosto de 2003. Disponible en línea en www.mycoral.de consultado el 30 de agosto de 2003

Manejo de la plantación

4.1.10 Lugar de la plantación

El valle del Yeguaré se encuentra dentro de las coordenadas 14° 00' latitud norte y 87° 02' longitud oeste, ubicada en la región Sur-Oriental de Honduras. EL área de estudio es Zona 1.

Los datos climatológicos obtenidos de la estación meteorológica del valle registran una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación promedio anual de 1180 mm, estando distribuida principalmente entre los meses de mayo a noviembre. (Bolívar, 1997).

El lugar donde se llevará a cabo la plantación será Zona 1, constando con una extensión de 14.1 Hectáreas, este terreno durante mucho tiempo estuvo siendo utilizado por Horticultura, quienes lo utilizaban para la producción de frutales como Plátano y Cítricos.

Hoy en día parte de Zona 1 se encuentra en periodo de barbecho, en ella se pueden observar aún los árboles de la ex-plantación de cítricos además de múltiples especies de gramíneas y arbustos de leguminosas que invadieron el terreno.

4.1.11 Preparación del suelo

Se debe eliminar totalmente la vegetación existente, para evitar la competencia por malezas, además de que las malezas muchas veces son hospederos de insectos que generalmente son dañinos a la plantación. La limpieza con tractor es la más recomendable, por su relativo bajo costo y por la rapidez con que se logra obtener un terreno listo para utilizar. Al mismo tiempo que se usa el tractor para nivelar el terreno.

Luego se realizará el trazado del terreno y la marcación del mismo. Se medirá con una cinta métrica o cabuya y se estaquean los lugares de siembra. La densidad inicial que se recomienda es de 1111 árboles /ha, con una separación de 3 x 3 m, en un sistema cuadrado.

4.1.12 Transporte

Se debe tomar las medidas necesarias para que las plantas no queden expuestas a condiciones adversas en el traslado al campo, evitando de esta manera un estrés que podría reflejarse en el crecimiento futuro de la plantación. El medio de transporte: carreta, troco o el vehículo que se cuente para este propósito debe estar dividido de manera que resulte eficiente desde el punto de vista financiero, abarcando el mayor número de plantas, pero sin causar daños a éstas. Al momento del cargado se tiene

que revisar que todas las plantas estén en buen estado. Antes de ser traspasadas al campo se debe eliminar raíces que salgan de la superficie de la bolsa y proporcionarles riego para evitar el estrés hídrico.

4.1.13 Transplante

El transplante de las bolsas al campo se debe realizar a comienzos de la época lluviosa. El ahoyado se hace de manera que el hoyo tenga más o menos el doble del tamaño de la bolsa de polietileno, para que no tenga problemas con el desarrollo de las raíces. Antes de la colocación de la plántula se rellena el fondo del hoyo con la tierra superficial apartada durante el transplante, para que las raíces de las plantas tengan un “colchón” de tierra suave para que el crecimiento de raíces sea adecuado. Al momento de plantar se debe dejar libre el cuello de la planta, para evitar una posible pudrición en el tallo de la planta.

4.1.14 Control de las malezas

Se debe tener un estricto control de las malezas durante los primeros años, hasta que cierre el dosel, ya que estas representan una gran competencia para la plantación, reduciendo de esta manera el crecimiento de la planta y por consiguiente aumentando el tiempo para que se cierre el dosel. Se debe realizar un control manual, pero cuando las malezas se presenten agresivas, se pueden utilizar aplicaciones localizadas de herbicidas, lo que da mayor tiempo de control y disminuye el número de jornales.

4.1.15 Control de plagas y enfermedades

Las plagas potenciales se pueden presentar en el ciclo de vida del cultivo, en especial durante los primeros años. Lo más recomendable es mantener un control preventivo de estas plagas mediante prácticas culturales, manteniendo un buen control de las malezas, eliminando hospederos (malezas) que atraigan las plagas, seleccionar plantas sanas y control de las poblaciones.

4.1.16 Podas

Para obtener madera de alta calidad, la labor de poda es indispensable por dos razones una es darle formación al árbol y la otra es para dar al árbol un fuste limpio de nudos y por lo tanto conseguir mayor precio en el mercado, por eso esta actividad debe ser vista como una inversión. Las podas de formación se realizarán dos veces en el año dos, en el año 3, 4, 5, 6 y 10 se hará únicamente una poda, eliminando las ramas que se encuentren en los primeros 6 metros del fuste. Debe utilizarse serruchos o sierras bien afiladas y no rasgar la corteza. La poda se debe realizar inmediatamente después del período en que se producen la mayoría de hojas nuevas

4.1.17 Raleos

El primer raleo se realizará cuando se observe que las ramas de los árboles comienzan a competir por la luz, cuando ocurra el cierre del dosel (año 5) se debe ralear el 34% de todos los árboles, eliminando aquellos deformes, enfermos o con nudos. El segundo raleo se ejecutará en el año 8 cuando nuevamente se observe la competencia entre árboles, talando el 40 % de la población existente y dejando un aproximado de 418 árboles/ha. El tercer y último raleo se hará en el año 17 cuando haya de nuevo competencia, se talará el 43% de la población, dejando un aproximado de 238 árboles/ha los cuales deberían presentar mayor diámetro, mayor altura, etc., quedándose así para la corta final.

4.1.18 Corta final

En el año 20 el crecimiento de los árboles será menor que en los años anteriores, por lo que muchos decidirán cortar la plantación en este momento, debido a que pareciera ser anti-financiero seguir manteniendo la plantación, pero para obtener mayor cantidad de duramen, lo que aumenta la calidad, se dejará 5 años más, es decir, en el año 25. Debido a los ataques de *H. grandella* el crecimiento de la caoba serán menos que los previstos, por lo que no se cosechará en el año 25, sino que en el año 30.

4.2 Estudio Financiero

4.2.1 Determinación de costos

Se estimaron los costos para la etapa de vivero, para el establecimiento y para el mantenimiento de cada hectárea y luego se calcularon los costos para el área total (10 ha). El costo de los insumos: materiales, maquinaria y mano de obra y otros se obtuvieron basándose en el tiempo que se tarda un individuo en realizar dichas actividades, por la compra directa y otros costos se obtuvieron de la Zamoempresa de Servicios Agrícolas.

4.2.2 Costo de establecimiento

Los costos de establecimiento incluyendo vivero y plantación se determinaron de la siguiente manera

Para comenzar se establecerá la tasa de cambio que es de 18.5 lps/dólar

Se comenzará con la parte de Salarios y beneficios

Cuadro 6 Salarios y Beneficios

SUEL ORD	TRECE	FOSovi	CATORCE	TRANS	BONO ESC	CLINICA	TOTAL
2,652	221	46	221	35	52	59	3,436
2,843	237	50	237	37	52	59	3,675
3,291	274	58	274	35	0	59	4,176
2,626	219	46	219	49	52	59	3,418
2,555	213	45	213	49	52	59	3,314
13,967	1,164	244	1,164	205	209	297	18,019

Fuente: Cárcamo, 2003

De este cuadro se puede decir que el salario anual es de \$18,019, es decir un salario mensual de \$1,502 se incluyen el treceavo, catorceavo, bono de transporte, FOSovi, bono escolar, Clínica, tal y como lo indica el estatuto del trabajador de Honduras.

Cuadro 7 Maquinaria

CULTIVOS	Efic (Ha/h)	Lps/Ha
PREPARACION Y SIEMBRA DE CULTIVOS		
SUBSOLADO PRIMER PASE	0.30	1,382
SUBSOLADO SEGUNDO PASE	0.55	754
RASTRA INCORPORACION PRIMER PASE	0.70	527
RASTRA INCORPORACION SEGUNDO PASE	0.90	410
RASTRA PRIMER PASE	0.70	527
RASTRA SEGUNDO PASE	0.90	410
CHAPIA MANTENIMIENTO DE CULTIVO	0.60	397

Fuente: Cárcamo, 2003

La parte de maquinaria tiene un costo total de \$2,595 para las 10 Has de la plantación, estos costos fueron determinados multiplicando la eficiencia, es decir la cantidad de Has que la maquina realiza en una hora, esto se multiplica por el número de has (10 en este caso) y luego se multiplica por el precio de los Lps/hora.

Cuadro 8 Costos de riego

Cultivo	Ene	Lps/hora
Establecimiento Plantaciones	160.00	112

Fuente: Cárcamo, 2003

El costo de riego está determinado por la cantidad de horas necesarias para regar las 10 has de la plantación por el precio de el riego por hora.

Cuadro 9 Insumos

INSUMOS	UNIDAD	PRECIO	INSUMOS	UNIDAD	PRECIO
Semilla	Lb	5.41	Mantenimiento de cercos		
Mycoral	Kg	0.46	Grapas	Lb	0.43
20-20-20	QQ	13.51	Alambre	Rol	14.00
Urea	QQ	10.22	Barras	C/U	10.27
Round up	Kg	8.20	Chanchas	C/U	12.70
Fusilade	Lt	25.95	Picos	C/U	3.95
Perfection	Lt	6.78	Provetas de 1 lt	C/U	2.16
Suelo	m ³	1.62	Cinta métrica	C/U	11.08
Arena	m ³	1.51	Bolsas	Lb	0.81
Estiércol	m ³	0.54	Aceite	Cuartos	1.79
Análisis de suelos	C/U	11.89	Hojas (shindaiwa)	C/U	6.49
Bomba mochila	C/U	36.05	Certificación COHDEFOR	m ³	5.41
Guantes de hule	PAIR	2.16	Gasolina (shindaiwa)	Gal	2.00

Fuente: Cárcamo, 2003

Estos son los insumos que son necesarios para la etapa de establecimiento, todos los precios son recientes y son los que están actualmente en el mercado.

Cuadro 10 Costos indirectos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL Co
Análisis de suelos	C/U	25.00	11.89	297.30
Bomba mochila	C/U	2.00	36.05	72.11
Guantes de hule	PAIR	35.00	2.16	75.68
Mantenimiento de cercos			0.00	
Grapas	Lb	50.00	0.43	21.62
Alambre	Rol	15.00	14.00	210.00
Barras	C/U	2.00	10.27	20.54
Chanchas	C/U	4.00	12.70	50.81
Picos	C/U	4.00	3.95	15.78
Probetas de 1 lt	C/U	4.00	2.16	8.65
Cinta métrica	C/U	1.00	11.08	11.08
Bolsas	Lb	56.00	0.81	45.41
Aceite	QUARTS	5.00	1.79	8.94
Hojas (shindaiwa)	C/U	5.00	6.49	32.43
Certificación COHDEFOR	m ³	56.00	5.41	302.70
Gasolina (shindaiwa)	Gal	150.00	2.00	300.49
TOTAL				1,473.53

Fuente: Cárcamo, 2003

Todos estos costos indirectos que están relacionados con el establecimiento y fueron obtenidos basándose en los costos incurridos en la Zamoempresa de Servicios y Cultivos Forestales (ZEFOR), en donde se incluyen herramientas, aceite, hojas para las chapeadotas (shindaiwa), cintas métricas, análisis de suelos, pagos a COHDEFOR por la certificación de la plantación dando un final de \$1,473.

Cuadro 11 Costos administrativos

COMPONENTE	COSTO M.O.	%	PRORRATEO
Admón	90,663		
Aserradero	40,454	33.9%	30,715
Bosques	48,752	40.8%	37,015
Plantaciones	30,205	25.3%	22,933
Total	119,411	100.0%	90,663

Fuente: Cárcamo, 2003

Este cuadro representa los costos indirectos, esto se debe a que el personal de la administración no está exclusivamente en la plantación, sino que como se ve en el cuadro están las partes de: Aserradero, Bosques y Plantaciones, en este caso la que interesa es la de plantaciones, por lo que se hizo fue que con respecto al porcentaje que este contribuye al total se sacó un porcentaje, correspondiéndole el 25.3% entonces el 25.3% de los costos administrativos son destinados a esta parte que traducidos a dólares significan \$22,933, pero este número es para las 124 hectáreas de plantación que está manejando la ZEFOR, por lo que este \$22,933 lo dividiremos entre las 124 hectáreas actuales para obtener el costo administrativo por hectárea.

Cuadro 12 Parámetros por especie

TECA (<i>Tectona grandis</i>)	RALEO 1	RALEO 2	RALEO 3	CORTE FINAL
Area Sembrada en Ha	7.00	7.00	7.00	7.00
Edad al Corte en años	5.00	8.00	17.00	25.00
Diametro a Altura de Pecho en cm	12.00	25.00	36.00	46.00
Incremento Medio Anual Diametro (cms.)	2.40	2.60	2.20	2.00
Altura Promedio en m	8.00	16.00	24.00	30.00
Incremento Medio Anual en altura (mts.)	1.60	1.33	1.60	1.00
Densidad Plantación por Ha	1,056.00	697.00	418.00	238.00
# Arboles Extraídos	359.00	279.00	180.00	238.00
Porcentaje de arboles a extraer %	34.00	40.00	43.00	100.00
# Arboles Remanentes	697.00	418.00	238.00	0.00
Volumen total por Arbol en m3	0.04	0.35	1.10	2.24
Volumen total por Ha en m3	43.00	246.31	459.47	533.93
Volumen Extraído en Raleo (m3/Ha)	14.62	64.09	128.61	347.06
Incremento Medio Anual m3/Ha/año	8.60	30.79	27.03	21.36
Valor Pie Tablar US\$/Pt	No comercial	\$1.14	\$1.30	\$1.99
Pies Tablares a Extraer por Ha en miles	3.44	23.20	46.56	125.63
Total Pies Tablares a Extraer en miles	No comercial	162.40	325.89	879.44

Caoba del Pacífico (<i>Swietenia humilis</i>)	RALEO 1	RALEO 2	RALEO 3	CORTE FINAL
Area Sembrada en Ha	3.00	3.00	3.00	3.00
Edad al Corte en años	5.00	8.00	17.00	25.00
Diametro a Altura de Pecho en cm	13.00	29.80	39.30	48.30
Incremento medio anual DAP (Cms).	2.60	2.80	1.90	1.80
Altura Promedio en m	7.00	13.60	20.10	26.10
Incremento Medio Anual en altura (mts.)	1.40	1.10	1.30	1.00
Densidad Plantación por Ha	1,056.00	729.00	438.00	271.00
# Arboles Extraídos	327.00	291.00	167.00	271.00
Porcentaje de arboles a extraer %	31.00	40.00	43.00	100.00
# Arboles Remanentes	729.00	438.00	271.00	0.00
Volumen por Arbol en m3	0.04	0.43	1.10	2.15
Volumen por Ha en m3	44.15	311.17	480.57	583.19
Volumen Extraído en Raleo (m3/Ha)	13.67	80.74	119.10	379.07
Incremento Anual Medio m3/Ha/año	8.83	38.90	28.27	23.33
Valor Pie Tablar \$/Pt	No comercial	\$1.50	\$1.71	\$2.62
Pies Tablares a Extraer por Ha en miles	3.77	34.23	50.50	160.73
Total Pies Tablares a Extraer en miles	No comercial	102.70	151.50	482.18

Fuente: Cárcamo, 2003

Es importante recalcar que los precios en el mercado internacional de las maderas de Teca y Caoba fueron obtenidos de Internacional Tropical Timber Organization (ITTO). http://www.itto.or.jp/market/archives_2003/downloads/Sep2-03e6.doc

DAP (cm): Es el diámetro promedio a 1.3 m de altura de los árboles.

ALTURA (m): Es la altura promedio de los árboles.

D INICIAL: Es la densidad de siembra o inicial de la plantación.

ARB EXT: Es el número de árboles a extraer en cada raleo.

ARB REM: Es el número de árboles restantes (remanentes) después del raleo.

Vol / Arbol (m3): Es el volumen en metros cúbicos por árbol.

Vol / ha (m3/ha): Es el volumen en metros cúbicos por hectárea.

Vol raleo (m3/ha): Es el volumen en metros cúbicos por hectárea a extraer con el raleo.

IMA (m3/ha/año): Es el incremento medio anual en metros cúbicos por hectárea por año.

Valor Pt Q/Pt: Es el valor de la madera en troza y puesta en planta.

Pt / ha: Es número de pies tablares por hectárea a extraer.

Pt totales: El número de pies tablares en miles totales a extraer en las 100 hectáreas.

% de árboles a extraer: Es el porcentaje de árboles a extraer respecto a la densidad inicial.

Cuadro 13 Costos de Mano de obra para vivero

Actividad	Unidad	Frecuencia	Cantidad	Costo/unidad	COST/HA
Vivero			54.55		428.64
Preparación de vivero	HOURS	1	0.32	6.26	2.00
Preparación de sustrato	HOURS	1	19.47	6.26	121.81
Llenado de bolsas	HOURS	1	17.78	6.26	111.23
Siembra en vivero	HOURS	1	2.22	6.26	13.90
Riego	HOURS	75	0.09	6.26	43.45
Control de malezas	HOURS	5	1.78	6.26	55.61
Control de plagas	HOURS	1	2.00	6.26	12.51
Control de zompopos	HOURS	1	2.00	6.26	12.51
Fertilización	HOURS	1	8.89	6.26	55.61

Fuente: Cárcamo, 2003

En esta parte están todos los costos de mano de obra para el vivero, el que como se puede ver hacen un total por hectárea de \$428.64, que fueron tomados con base en la eficiencia de los trabajadores para realizar las actividades.

Cuadro 14 Costos de Mano de obra en la plantación

Actividad	Unidad	Frecuencia	Cantidad	Costo/unidad	COST/HA
Vivero			54.55		428.64
Preparación de vivero	HOURS	1	0.32	6.26	2.00
Preparación de sustrato	HOURS	1	19.47	6.26	121.81
Llenado de bolsas	HOURS	1	17.78	6.26	111.23
Siembra en vivero	HOURS	1	2.22	6.26	13.90
Riego	HOURS	75	0.09	6.26	43.45
Control de malezas	HOURS	5	1.78	6.26	55.61
Control de plagas	HOURS	1	2.00	6.26	12.51
Control de zompopos	HOURS	1	2.00	6.26	12.51
Fertilización	HOURS	1	8.89	6.26	55.61

Fuente: Cárcamo, 2003

La metodología usada para determinar esos costos es la misma que las demás basándose en la eficiencia de los empleados (Costo/Ha.).

Cuadro 15 Costos de extracción

DESCRIPCIÓN	COSTO			
	DÍA	HORA	m3	P.T. (\$)
Mano de obra	1,056.40	140.85	52.82	0.011
motosierrista	264.10	35.21	13.21	0.003
ayudantes de motosierrista	528.20	70.43	26.41	0.005
chequero	264.10	35.21	13.21	0.003
Transporte de personal al área de extracción	351.96	46.93	17.60	0.004
Afilado de Motosierra	5.87	0.78	0.29	0.000
Materiales y equipo	80.29	10.70	4.01	0.001
Motosierra y accesorios	51.08	6.81	2.55	0.001
Cadena	18.17	2.42	0.91	0.000
Espada	8.58	1.14	0.43	0.000
Bovina eléctrica	2.46	0.33	0.12	0.000
Otros materiales y equipo	33.90	4.52	1.69	0.000
Lima para machetes	2.50	0.33	0.13	0.000
Machetes	0.47	0.06	0.02	0.000
Lima para motosierra	13.50	1.80	0.68	0.000
Cascos	1.72	0.23	0.09	0.000
Guantes	3.25	0.43	0.16	0.000
Protector de piernas	7.50	1.00	0.38	0.000
Protector de oídos	0.05	0.01	0.00	0.000
Protector de Espalda	2.92	0.39	0.15	0.000
Mascarilla para motosierrista	0.21	0.03	0.01	0.000
Ganchos	1.78	0.24	0.09	0.000
Combustible de la Motosierra	48.80	6.51	2.44	0.000
Gasolina	45.00	6.00	2.25	0.000
Aceite 2 tiempos	3.80	0.51	0.19	0.000
Total	1,577.21	210.30	78.86	0.016

Fuente: Cárcamo, 2003

Estos son los costos de extracción o raleos para una hectárea, contando todos los insumos que necesita el motosierrista y la mano de obra de éste. Todos estos costos están dados por hectárea.

4.2.3 Preparación del flujo de caja

Para determinar el flujo de caja se estimaron los ingresos y los costos por ha. con base en la tabla de crecimiento elaborada se estimaron los ingresos esperados. Para el ingreso se utilizaron los precios promedios del mercado al momento de realizar el estudio. Para el primer raleo no se consideró un ingreso por madera debido al bajo volumen que presentan los árboles. Para el segundo y tercer raleo se espera obtener madera para construcción. En el año de la corta final se toma como único producto la madera que será comercializada como trozas o rollos.

Los costos del primer año, fueron tomados del análisis de establecimiento de la plantación descrito en el punto anterior. Para los siguientes años existe un comportamiento similar utilizando recursos únicamente para aquellas actividades de mantenimiento de la plantación.

Para ciertos años existe un comportamiento diferente por la incorporación de otras prácticas necesarias en determinadas etapas del cultivo, como raleos y podas de formación para obtener madera de alta calidad.

Los costos de riego se mantienen iguales a los del primer año (\$97/ha) hasta llegar al año 8 cuando se estima que la plantación estará cerrando su dosel y por lo tanto no será necesario más riego.

Los costos administrativos, se estimaron de la siguiente forma: Tomando como base los del primer año (124 hectáreas), según lo acordado en el Proyecto Baldwin se aumentarán 10 Has. de terreno cada año, por lo que estos costos administrativos se irán diluyendo cada vez más por año transcurrido.

Los costos indirectos para el mantenimiento se obtuvieron así:

Cuadro 16 Costos indirectos de mantenimiento

DESCRIPCIÓN	1 AÑO EN ADELANTE
Análisis de suelos	
Bomba mochila	
Guantes de hule	75.68
Mantenimiento de cercos	
Grapas	21.62
Alambre	210.00
Barras	
Chanchas	50.81
Picos	15.78
Probetas de 1 lt	
Cinta métrica	
Bolsas	
Aceite	8.94
Hojas (shindaiwa)	32.43
Certificación COHDEFOR	
Gasolina (shindaiwa)	300.49

Fuente: Cárcamo, 2003

Se puede observar que no todos los ítems usados en el año uno serán utilizados en los años siguientes, por ejemplo: Costos de herramientas como palas, piochas, barras, cintas métricas, etc.

También se pueden observar estos otros costos indirectos para la parte de campo

Cuadro 17 Actividades de campo para el mantenimiento de la plantación

Actividad	ANO 1-5	ANO 6-8	ANO 9-17	ANO 18-25
Campo				
Trazado de Terreno				
Acarreo de plantas				
Ahoyado				
Siembra				
Resiembra				
Comaleo	50.05	34.55	20.76	12.84
Control de Malezas	25.03	25.03		
Fertilización	25.03	17.28	10.38	6.42
Control de Plagas	198.84	137.27	0.78	0.48
Rondas contra Incendio	9.38	9.38	9.38	9.38
Limpia 1	56.31	56.31		
Limpia 2	56.31	56.31		
Poda de formación	115.86	79.98	72.08	44.60

Fuente: Cárcamo, 2003

Como se puede ver en este cuadro los costos bajan a medida que van pasando los años en la plantación, ejemplo los costos por control de plagas, después del año 8 no se seguirán haciendo podas para el control de la *H. grandella*, puesto que para ese año la plantación ya estará lo suficientemente grande como para soportar ataques de este insecto, los costos que siguen son por el control del zompopo, el cual si se seguirá monitoreando. Hay otros que se mantienen constantes como por ejemplo las rondas para evitar problemas con incendios, estos costos si se tienen que mantener durante los 25 años que estará la plantación.

En los ocho primeros años se presupuestaron costos para control de plagas e insectos, estos incluyen mano de obra. En el año 5, donde se realizará el primer raleo se incluyó el costo de transformación de madera no comercial a carbón.

En el año 8 aumentan los costos debido al segundo raleo de la plantación, también son considerados los ingresos por la venta de éste, que es considerado ya de tamaño comercial.

En el año 17 se estimaron los costos y los ingresos para el último raleo, la madera obtenida de este raleo es la mejor pagada, debido al grosor del tallo. En el año 25 se consideraron los costos del aprovechamiento final de la madera.

Para todos los raleos y para la cosecha final se consideró el costo por motosierrista, transporte de los empleados, afilado de las herramientas, cadenas, cascots, limas, etc. Sacando costos totales y por hora. (Ver tabla 15)

Con los ingresos y los costos estimados se obtuvieron los flujos anuales por ha. Con estos datos se elaboró el flujo de caja consolidado para las 10 ha, multiplicando el beneficio y los costos de cada año por el área total (10 ha).

Ya con todos estos costos que se han obtenido, podemos empezar a hacer el flujo de caja que podemos ver en el siguiente cuadro, donde se contemplan todos los costos de establecimiento y de mantenimiento durante los 25 años que durará el ciclo de corta.

En este caso pondremos el ejemplo de la Teca, pero en la sección de anexos se podrá ver el flujo de caja para Caoba y Teca con mayor detalle.

Cuadro 18 Flujo de caja para Teca

Teca	PROYECTO PARA 7 HA.												
ACTIVIDADES	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12
PERSONAL PERMANENTE													
Costos Administrativos	\$1,295	\$513	\$478	\$447	\$420	\$395	\$374	\$355	\$337	\$321	\$307	\$294	\$282
Costos Indirectos	\$1,031	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72
ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO													
Producción de Plantas	\$3,000												
Trazado de Terreno	\$175												
Acarreo de plantas	\$316												
Ahoyado	\$1,352												
Siembra	\$869												
Resiembra	\$87												
Comaleo	\$350	\$350	\$350	\$350	\$350	\$350	\$242	\$242	\$242	\$145	\$145	\$145	\$145
Control de Malezas	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175				
Fertilización	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$121	\$121	\$121	\$73	\$73	\$73	\$73
Control de Plagas	\$1,392	\$1,392	\$1,392	\$1,392	\$1,392	\$1,392	\$961	\$961	\$961	\$5	\$5	\$5	\$5
Rondas contra Incendio	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66
Limpia 1		\$394	\$394	\$394	\$394	\$394	\$394	\$394	\$394				
Limpia 2		\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169				
Poda de formación		\$811	\$811	\$811	\$811	\$811	\$560	\$560	\$560	\$505	\$505	\$505	\$505
Raleo y Corta Final						\$416			\$3,783				
INSUMOS Y MATERIALES													
Semilla	\$59												
Agroquímicos	\$4,330	\$2,314	\$2,314	\$2,314	\$2,314	\$2,314	\$1,527	\$1,527	\$1,527	\$916	\$916	\$916	\$916
Sustrato de crecimiento	\$566												
MAQUINARIA Y EQUIPO													
Chapeo	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300				
Subsolar 1 pase	\$523												
Subsolar 2 pase	\$285												
Rastra incorporación 1 pase	\$199												
Rastra incorporación 2 pase	\$155												
Rastra 1 pase	\$199												
Rastra 2 pase	\$155												
Riego	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676				
TOTAL DE COSTOS	\$17,732	\$7,408	\$7,372	\$7,341	\$7,314	\$7,706	\$5,637	\$5,618	\$9,383	\$2,103	\$2,088	\$2,075	\$2,063
Costo total/ha	\$2,533	\$2,469	\$2,457	\$2,447	\$2,438	\$2,569	\$1,879	\$1,873	\$3,128	\$701	\$696	\$692	\$688
INGRESOS													
Venta de Raleos y Corte Final									\$184,758				
TOTAL DE INGRESO	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$184,758	\$0	\$0	\$0	\$0
FLUJO NETO DEL PROYECTO	(\$17,732)	(\$7,408)	(\$7,372)	(\$7,341)	(\$7,314)	(\$7,706)	(\$5,637)	(\$5,618)	\$175,375	(\$2,103)	(\$2,088)	(\$2,075)	(\$2,063)
FLUJO ACUMULADO AÑO POR AÑO	(\$17,732)	(\$25,140)	(\$32,512)	(\$39,853)	(\$47,167)	(\$54,873)	(\$60,510)	(\$66,127)	\$109,247	\$107,144	\$105,056	\$102,981	\$100,918

Fuente: Cárcamo, 2003

4.2.4 Análisis financiero

Con base en los valores netos obtenidos del flujo de caja, se determinó algunos índices financieros, entre ellos: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), relación Beneficio/Costo, punto de equilibrio y finalmente período de recuperación del proyecto.

La tasa de descuento usado en este proyecto fue del 12%, que es actualmente la tasa pasiva que usan los bancos. El Valor Actual Neto (VAN) fue positivo, con valores de \$160,479 para Teca y \$134,600 para Caoba, para determinar el VAN, se hicieron varios escenarios con múltiples tasas de descuento variando entre rangos desde 10% hasta el 16%, siendo positivo inclusive con éste último. Si un inversionista decidiera incursionar en la actividad, al final del proyecto tendría una cantidad de dinero que en el presente representarían \$160479 y \$134600 respectivamente, aparte de eso se plantearon varios escenarios variando el VAN.

Cuadro 19 VAN de Teca y Caoba

VAN Teca		VAN Caoba	
10%	\$243,286	10%	\$194,693
12%	\$160,479	12%	\$134,600
14%	\$105,879	14%	\$94,566
16%	\$69,290	16%	\$67,377

Fuente: Cárcamo, 2003

Como se puede ver en estos escenarios los Valores Actuales Netos para las dos plantaciones, aún poniendo una tasa de descuento de 16%.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) al final de los 25 años fue de 26% para Teca y 37% para la Caoba, es decir que el inversionista, al terminar el proyecto de 25 años, tendrá más de dinero que en la actualidad.

Al terminar el proyecto, por cada dólar que se haya invertido en él se obtendrán \$33.43 para la Caoba y \$21 para la Teca de ganancia o beneficio (Relación Beneficio/Costo). Los flujos de efectivo comienzan a ser positivos a partir del año 8, cuando nuestros ingresos del segundo raleo cubren el flujo negativo arrastrado de los años anteriores (Período de Recuperación).

Si juntamos los costos e ingresos de Teca y Caoba obtenemos un ingreso Valor Actual Neto de \$295,079, una TIR de 30%. Observando de esta forma que las plantaciones forestales si son rentables.

4.2.5 Análisis de sensibilidad

4.2.5.1 Matriz Multidimensional de Riesgo Se plantearon 2 escenarios de Matrices uno con Costos e ingresos totales, mostrando así las utilidades que se obtuvieron en los 25 años.

Cuadro 20 Matriz de riesgo de costos e ingresos totales

		Costos Totales						
		85%	90%	95%	100%	105%	110%	115%
Ingresos Totales		3,875,097	139,946	147,312	155,065	163,227	171,388	179,957
	85%	3,462,363	3,322,417	3,315,051	3,307,298	3,299,137	3,290,975	3,282,406
	90%	3,644,593	3,504,647	3,497,281	3,489,528	3,481,366	3,473,205	3,464,636
	95%	3,836,414	3,696,467	3,689,102	3,681,348	3,673,187	3,665,026	3,647,459
	100%	4,038,330	3,898,384	3,891,018	3,883,265	3,875,104	3,866,942	3,858,373
	105%	4,240,247	4,100,300	4,092,935	4,085,181	4,077,020	4,068,859	4,051,292
	110%	4,452,259	4,312,313	4,304,947	4,297,194	4,289,032	4,280,871	4,263,304
	115%	4,674,872	4,534,926	4,527,560	4,519,807	4,511,645	4,503,484	4,485,917

Fuente: Cárcamo, 2003

En esta matriz ya están incluidos los costos totales de los dos cultivos, los cuadros separados de cada cultivo están en la sección de anexos, pero se puede observar que incluso si aumentamos los costos en un 115% y reducimos los ingresos a un 85% vemos todavía que tenemos utilidades de \$3,273,408, viendo así que hasta en el escenario más pesimista planteado, obtenemos utilidades.

Ahora esta es la matriz de precio y pie tablar con ésta se analizará puntos de equilibrio y vamos a ver el comportamiento de producir una cantidad determinada de pies tablares a un precio preestablecido.

Cuadro 21 Matriz de riesgo de precio y pies tablares para Teca

		Pies Tablares										
		40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%	140%
Precio		2,362,994	556,723	695,904	835,085	974,266	1,113,446	1,252,627	1,391,808	1,530,989	1,670,170	1,809,350
	40%	0.679	378,082	472,602	567,123	661,643	756,164	850,684	945,205	1,039,725	1,134,246	1,228,766
	50%	0.849	472,602	590,753	708,903	827,054	945,205	1,063,355	1,181,506	1,299,656	1,417,807	1,535,958
	60%	1.019	567,123	708,903	850,684	992,465	1,134,246	1,276,026	1,417,807	1,559,588	1,701,368	1,843,149
	70%	1.188	661,643	827,054	992,465	1,157,876	1,323,287	1,488,697	1,654,108	1,819,519	1,984,930	2,150,341
	80%	1.358	756,164	945,205	1,134,246	1,323,287	1,512,327	1,701,368	1,890,409	2,079,450	2,268,491	2,457,532
	90%	1.528	850,684	1,063,355	1,276,026	1,488,697	1,701,368	1,914,039	2,126,710	2,339,382	2,552,053	2,764,724
	100%	1.698	945,205	1,181,506	1,417,807	1,654,108	1,890,409	2,126,710	2,363,012	2,599,313	2,835,614	3,071,915
	110%	1.868	1,039,725	1,299,656	1,559,588	1,819,519	2,079,450	2,339,382	2,599,313	2,859,244	3,119,175	3,379,107
	120%	2.037	1,134,246	1,417,807	1,701,368	1,984,930	2,268,491	2,552,053	2,835,614	3,119,175	3,402,737	3,686,298
	130%	2.207	1,228,766	1,535,958	1,843,149	2,150,341	2,457,532	2,764,724	3,071,915	3,379,107	3,686,298	3,993,490
	140%	2.377	1,323,287	1,654,108	1,984,930	2,315,751	2,646,573	2,977,395	3,308,216	3,639,038	3,969,860	4,300,681

Fuente: Cárcamo, 2003

Cuadro 22 Matriz de riesgo de precio y pies tablares para Caoba

		Pies Tablares											
		40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%	140%	
Precio		1,678,933	294,550	368,187	441,824	515,462	589,099	662,737	736,374	810,011	883,649	957,286	1,030,924
	40%	0.91	268,629	335,787	402,944	470,101	537,258	604,416	671,573	738,730	805,888	873,045	940,202
	50%	1.14	335,787	419,733	503,680	587,626	671,573	755,520	839,466	923,413	1,007,360	1,091,306	1,175,253
	60%	1.37	402,944	503,680	604,416	705,152	805,888	906,624	1,007,360	1,108,096	1,208,832	1,309,568	1,410,303
	70%	1.60	470,101	587,626	705,152	822,677	940,202	1,057,728	1,175,253	1,292,778	1,410,303	1,527,829	1,645,354
	80%	1.82	537,258	671,573	805,888	940,202	1,074,517	1,208,832	1,343,146	1,477,461	1,611,775	1,746,090	1,880,405
	90%	2.05	604,416	755,520	906,624	1,057,728	1,208,832	1,359,936	1,511,039	1,662,143	1,813,247	1,964,351	2,115,455
	100%	2.28	671,573	839,466	1,007,360	1,175,253	1,343,146	1,511,039	1,678,933	1,846,826	2,014,719	2,182,613	2,350,506
	110%	2.51	738,730	923,413	1,108,096	1,292,778	1,477,461	1,662,143	1,846,826	2,031,509	2,216,191	2,400,874	2,585,556
	120%	2.74	805,888	1,007,360	1,208,832	1,410,303	1,611,775	1,813,247	2,014,719	2,216,191	2,417,663	2,619,135	2,820,607
	130%	2.96	873,045	1,091,306	1,309,568	1,527,829	1,746,090	1,964,351	2,182,613	2,400,874	2,619,135	2,837,396	3,055,658
	140%	3.19	940,202	1,175,253	1,410,303	1,645,354	1,880,405	2,115,455	2,350,506	2,585,556	2,820,607	3,055,658	3,290,708

Fuente: Cárcamo, 2003

La producción estimada para las 10 has de plantación es de 2,139,487 pies tablares donde 1,391,808 son de Teca y 736,374 son de Caoba, pero se puede observar que aún reduciendo la producción de pies tablares un 85% y los precios del pie tablar también un 85% se obtienen ingresos de \$4,214,789. Los costos totales de la plantación son \$163,227 y la ganancia neta de \$4,045,345.

4.2.6 Punto de Equilibrio

Se determinó la cantidad de pies tablares (P.T.) que se ocuparán para cada una de las dos especies para igualar los costos, es decir, obtener el punto de equilibrio, también se estimó la cantidad de pies tablares que contribuirán a utilidades, se obtuvo a partir de los costos totales por especie, luego de tener cada una de las especies se consolidó obteniendo un punto de equilibrio para ambas especies.

Cuadro 23 Punto de equilibrio

Punto de equilibrio			U.C.U.
Pies Tablares	85,050.30	2,104,107.36	2,019,057.06
Precio	\$1.92	\$1.92	
Ingreso	\$163,233.68	\$4,038,330.22	
Costos Totales	\$163,233.68	\$163,233.68	
Ingreso Neto	\$0.00	\$3,875,097	
Fuente			Cárcamo, 2003

Se puede ver que el punto de equilibrio es 85,050.3 pies tablares, a un precio de \$1.92 (precio promedio) y con costos totales de \$163,233.68. Si se sabe que la producción total es de 2, 104,107.36 pies tablares, entonces podemos sacar cuantas unidades contribuyen a utilidades (U.C.U.) que en este caso es de 2,019,057.06 pies tablares.

4.3 Consideraciones Socioeconómicas y Ambientales

Desde el año 2002 se implementó el Proyecto Baldwin, como un esfuerzo por generar ingresos y crear un fondo que permita el financiamiento parcial o total de posibles alumno con escasos recursos candidatos a ingresar a Zamorano.

La importancia financiera de una plantación no esta centrada únicamente en el aprovechamiento de la madera, sino en la utilización integral todos sus subproductos tales como: Resinas y corteza, que pueden ser utilizadas como fuente de energía alterna y pulpa para papel en diferentes campos inclusive en ganadería. Además, la ejecución de este tipo de proyectos trae consigo beneficios ambientales evitando la erosión y posible desedificación de suelos descubiertos, contribuyendo a su regeneración por el aporte de materia orgánica debido en su mayoría a la periódica defoliación de los árboles y el aumento del espacio poroso por el crecimiento de raíces que permiten la formación de agregados. Adicional a esto trae una serie de beneficios ambientales, financieros y sociales que son muy poco conocidos y por ende no promovidos dentro de los cuales tenemos: Captura y secuestro de carbono que ha sido rubro de sustanciales ingresos para algunos países en vías de desarrollo en años recientes, protección de cuencas y recarga de mantos acuíferos, la biodiversidad, su protección y estímulo al crecimiento dentro de áreas cultivadas.

Dentro de este proyecto se ha considerado plantar más de una especie tanto por consideraciones climáticas como preferencias de mercado, las cuales han sido: Teca y Caoba y adicionales se plantará Pino (*Pinus caribea*) y Cedro (*Cedrela odorata*).

Una plantación se inicia con la implementación de un vivero para generar plantas en condiciones óptimas para soportar el estrés a la hora de ser transplantadas al campo, éste depende entre otros factores de la elaboración del medio de cultivo apropiado para la germinación efectiva de la semilla, todo esto con el objetivo de utilizar eficientemente los recursos y evitar pérdidas por problemas de germinación o plantas raquíticas. Es por eso que a la hora de iniciar un proyecto de este tipo, se debe tener en cuenta el componente ambiental enfocado hacia los factores climáticos y edáficos que pueden incidir en nuestra plantación.

Tampoco hay que dejar sin mencionar la parte social que comprende, puesto que una plantación genera fuentes de trabajo, con lo que estamos aumentando el nivel económico de las zonas aledañas, teniendo ciertas externalidades como el incremento en la salud de estas zonas.

V. Conclusiones

- La inversión en plantaciones de teca y caoba es según los análisis financieros realizados, altamente rentable pese al largo período de recuperación de la misma.
- La eficiencia de los trabajadores al momento de realiza las diversas actividades de establecimiento y mantenimiento de la población es un factor crítico para la obtención de costos de producción.
- Las plantaciones de teca y caoba representan no sólo un potencial comercial, sino un potencial educativo que permitirá a estudiantes desarrolla habilidades y aplicar conocimientos relacionados al sector forestal.
- El establecimiento de plantaciones forestales en Zamorano debe ser un proceso integral de principio a fin, donde todos los diferentes actores (Administración, Zamoempresas, personal de campo, etc.) coordinen equilibradamente esfuerzos y recursos disponibles para obtener productos de alta calidad.
- El recurso humano es clave para el desarrollo de este tipo de actividad, pues el resultado finales depende no sólo de la capacidad técnica, sino también de su motivación para trabajar, dedicación e innovación.

VI. Recomendaciones

- Involucrar de una forma directa a los estudiantes a la toma de registros y mantenimiento de las plantaciones, para que afiancen los conocimientos teóricos con práctica de campo y enriquezcan su aprendizaje.
- Además de los análisis financieros para determinar la viabilidad de la inversión, deben realizarse análisis adicionales para determinar la rentabilidad de las actividades forestales y su impacto tanto ambiental como social en la zona de impacto.
- Se deberá mejorar la profundidad efectiva de los suelos a utilizar destruyendo el pie de arado, mediante el subsoleo cruzado a más de 50 cm de profundidad con ganchos debidamente espaciados, para garantizar el buen desarrollo radicular de las plantas a corto plazo y la productividad a largo plazo.

VII. Bibliografía

- Agudelo, N. 2002. Caso de Maderas Preciosas (*Swietenia macrophylla*, *S. humilis* y *Tectona grandis*). 38 p.
- Barahona, A. 2000. Propuesta de un proyecto de fijación de carbono en la plantación de caoba (*Swietenia humilis*) en Zamorano, honduras. 38 p.
- Brown R. Conservación y manejo sustentable de los bosques latifoliados en la costa norte de Honduras (En línea). Accesado el 10 de julio de 2003. Disponible en http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/V8/ES/V8S_E6.HTM
- Canelos Bolívar, 1997, Identificación de áreas aptas para agricultura de regadío en el valle de El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 75 P.
- Chaves, E. 1991. Teca (*Tectona grandis* L.f.) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- CONSEFORH. 1999. Caoba del Pacifico: Un árbol maderable de alto valor. Honduras. 45 p.
- Custode, J. 1998 Bosques Naturales Tropicales S.A. (En línea). Consultado el 1 de agosto de 2003. Disponible en <http://www.bosquestropicales.com/html/Espanol/generalidades.html>
- Custode, J. 1998 Bosques Naturales Tropicales S.A. (En línea). Consultado el 1 de agosto de 2003. Disponible en <http://www.bosquestropicales.com/html/Espanol/riegos.html>
- José C. El Caoba Hondureño. Consultado el 5 de septiembre de 2003. Disponible en <http://www.elmundoforestal.com/elcorazon/caoba/caoba.html>
- Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 657p.
- González, A. 1999. Respuesta de *Tectona grandis* L.f. (Teca) a 15 tratamientos pregerminativos en vivero. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 33-39p.
- Gullison, R.E.; Panfil, S.N.; Strouse, J.J.; Hubell, S.P. 1996. Ecología y manejo de la Mara en el bosque de chimanes, Beni, Bolivia.
- Hashim, N. 1999. *Tectona grandis* (Verbenaceae). (en línea). Consultado el 29 de agosto de 2003. Disponible en <http://www.frim.gov.my/Hladang/SPECIES/TEAK/TEAK.HTM>

- Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. San José, Costa Rica, Tropical Science Center.
- Internacional Tropical Timber Organization. 2003. Market information. (En línea), Accesado el 5 de septiembre de 2003. Disponible http://www.itto.or.jp/market/archives_2003/downloads/Sep2-03e6.doc
- Macias J, Arguedas M, Zanuncio J, Hilje L. Plagas forestales Neotropicales. (En línea). Accesado el 30 de agosto de 2003. Disponible en http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rev67/pag96_97.pdf
- Mayhew, J.E.; Newton, A.C. 1998. The silviculture of Mahogany, CABI publishing. 226 p.
- Montoya, JM; Cámara, MA. 1996. La planta y el vivero forestal. Barcelona, España. Ediciones mundi prensa. 127p.
- Mundo Forestal. 2000. *Hypsipyla grandella*. (En línea), Accesado el 1 de septiembre de 2003. Disponible en <http://www.elmundoforestal.com/elcorazon/caoba/caoba.html>
- Mycoral, 1999 (en línea). Consultado el 30 de agosto de 2003. Disponible en www.mycoral.de
- Vásconez, L. 2002. Estudio técnico y económico para el establecimiento de una plantación de teca (*Tectona grandis*, L. f.) en El Empalme, Guayas, Ecuador. 61 p.
- Weaver, P. 1993. *Tectona grandis* L.f. Teak. Department of agriculture. U.S. New Orleans. 540 p.

Anexos

Cuadro 24 Flujo de caja para Caoba

CAOBA									
PROYECTO PARA 3 HA.									
ACTIVIDADES	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8
PERSONAL PERMANENTE									
Costos Administrativos	\$555	\$513	\$478	\$447	\$420	\$395	\$374	\$355	\$337
Costos Indirectos	\$442	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72
ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO									
Producción de Plantas	\$1,286								
Trazado de Terreno	\$75								
Acarreo de plantas	\$136								
Ahoyado	\$579								
Siembra	\$372								
Resiembra	\$37								
Comaleo	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$150	\$104	\$104	\$104
Control de Malezas	\$75	\$75	\$75	\$75	\$75	\$75	\$75	\$75	\$75
Fertilización	\$75	\$75	\$75	\$75	\$75	\$75	\$52	\$52	\$52
Control de Plagas	\$597	\$597	\$597	\$597	\$597	\$597	\$412	\$412	\$412
Rondas contra Incendio	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28
Limpia 1		\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169
Limpia 2		\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169
Poda de formación		\$348	\$348	\$348	\$348	\$348	\$240	\$240	\$240
Raleo y Corta Final						\$178			\$1,621
INSUMOS Y MATERIALES									
Semilla	\$65								
Agroquímicos	\$947	\$221	\$221	\$221	\$221	\$221	\$152	\$152	\$152
Sustrato de crecimiento	\$242								
MAQUINARIA Y EQUIPO									
Chapeo	\$129	\$129	\$129	\$129	\$129	\$129	\$129	\$129	\$129
Subsolar 1 pase	\$224								
Subsolar 2 pase	\$122								
Rastra incorporación 1 pase	\$85								
Rastra incorporación 2 pase	\$66								
Rastra 1 pase	\$85								
Rastra 2 pase	\$66								
Riego	\$290	\$290	\$290	\$290	\$290	\$290	\$290	\$290	\$290
TOTAL DE COSTOS	\$6,730	\$2,834	\$2,799	\$2,768	\$2,741	\$2,895	\$2,265	\$2,245	\$3,849
Costo total/ha	\$2,243	\$945	\$933	\$923	\$914	\$965	\$755	\$748	\$1,283
INGRESOS									
Venta de Raleos y Corte Final									\$154,049
TOTAL DE INGRESO	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$154,049
FLUJO NETO DEL PROYECTO	(\$6,730)	(\$2,834)	(\$2,799)	(\$2,768)	(\$2,741)	(\$2,895)	(\$2,265)	(\$2,245)	\$150,200
FLUJO ACUMULADO AÑO POR AÑO	(\$6,730)	(\$9,564)	(\$12,363)	(\$15,131)	(\$17,871)	(\$20,766)	(\$23,031)	(\$25,276)	\$124,924

ACTIVIDADES	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12	Year 13	Year 14	Year 15	Year 16	Year 17	Year 18
PERSONAL PERMANENTE										
Costos Administrativos	\$321	\$307	\$294	\$282	\$271	\$261	\$251	\$242	\$234	\$226
Costos Indirectos	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72
ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO										
Producción de Plantas										
Trazado de Terreno										
Acarreo de plantas										
Ahoyado										
Siembra										
Resiembra										
Comaleo	\$62	\$62	\$62	\$62	\$62	\$62	\$62	\$62	\$62	\$39
Control de Malezas										
Fertilización	\$31	\$31	\$31	\$31	\$31	\$31	\$31	\$31	\$31	\$19
Control de Plagas	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$2	\$1
Rondas contra Incendio	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28
Limpia 1										
Limpia 2										
Poda de formación	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$216	\$134
Raleo y Corta Final									\$2,392	
INSUMOS Y MATERIALES										
Semilla										
Agroquímicos	\$91	\$91	\$91	\$91	\$91	\$91	\$91	\$91	\$91	\$57
Sustrato de crecimiento										
MAQUINARIA Y EQUIPO										
Chapeo										
Subsolar 1 pase										
Subsolar 2 pase										
Rastra incorporación 1 pase										
Rastra incorporación 2 pase										
Rastra 1 pase										
Rastra 2 pase										
Riego										
TOTAL DE COSTOS	\$825	\$810	\$797	\$785	\$774	\$764	\$754	\$745	\$3,129	\$576
Costo total/ha	\$275	\$270	\$266	\$262	\$258	\$255	\$251	\$248	\$1,043	\$192
INGRESOS										
Venta de Raleos y Corte Final									\$259,138	
TOTAL DE INGRESO	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$259,138	\$0
FLUJO NETO DEL PROYECTO	(\$825)	(\$810)	(\$797)	(\$785)	(\$774)	(\$764)	(\$754)	(\$745)	\$256,009	(\$576)
FLUJO ACUMULADO AÑO POR AÑO	\$124,099	\$123,289	\$122,492	\$121,707	\$120,933	\$120,169	\$119,415	\$118,669	\$374,678	\$374,102

ACTIVIDADES	Year 19	Year 20	Year 21	Year 22	Year 23	Year 24	Year 25	TOTAL
PERSONAL PERMANENTE								
Costos Administrativos	\$219	\$212	\$206	\$200	\$194	\$189	\$184	\$7,968
Costos Indirectos	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$2,231
ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO								
Producción de Plantas								\$1,286
Trazado de Terreno								\$75
Acarreo de plantas								\$136
Ahoyado								\$579
Siembra								\$372
Resiembra								\$37
Comaleo	\$39	\$39	\$39	\$39	\$39	\$39	\$39	\$2,081
Control de Malezas								\$676
Fertilización	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$1,040
Control de Plagas	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$1	\$4,847
Rondas contra Incendio	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$28	\$732
Limpia 1								\$1,351
Limpia 2								\$1,351
Poda de formación	\$134	\$134	\$134	\$134	\$134	\$134	\$134	\$5,474
Raleo y Corta Final							\$7,613	\$11,804
INSUMOS Y MATERIALES								
Semilla								\$65
Agroquímicos	\$57	\$57	\$57	\$57	\$57	\$57	\$57	\$3,782
Sustrato de crecimiento								\$242
MAQUINARIA Y EQUIPO								
Chapeo								\$1,158
Subsolar 1 pase								
Subsolar 2 pase								
Rastra incorporación 1 pase								
Rastra incorporación 2 pase								\$66
Rastra 1 pase								\$85
Rastra 2 pase								\$66
Riego								\$2,609
TOTAL DE COSTOS	\$568	\$562	\$555	\$549	\$544	\$538	\$8,146	\$50,116
Costo total/ha	\$189	\$187	\$185	\$183	\$181	\$179	\$2,715	\$16,705
INGRESOS								
Venta de Raleos y Corte Final							\$1,262,149	\$1,675,336
TOTAL DE INGRESO	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1,262,149	\$1,675,336
FLUJO NETO DEL PROYECTO	(\$568)	(\$562)	(\$555)	(\$549)	(\$544)	(\$538)	\$1,254,003	\$1,625,220
FLUJO ACUMULADO AÑO POR AÑO	\$373,534	\$372,972	\$372,417	\$371,867	\$371,324	\$370,785	\$1,624,789	

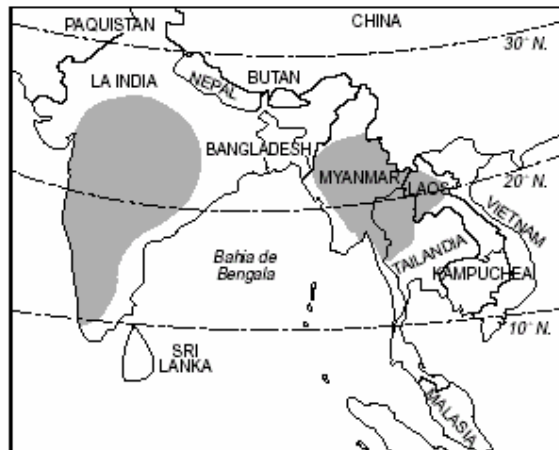
Cuadro 25 Flujo de caja para Teca

PROYECTO PARA 7 HA.									
Teca	Year 0	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8
ACTIVIDADES									
PERSONAL PERMANENTE									
Costos Administrativos	\$1,295	\$513	\$478	\$447	\$420	\$395	\$374	\$355	\$337
Costos Indirectos	\$1,031	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72
ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO									
Producción de Plantas	\$3,000								
Trazado de Terreno	\$175								
Acarreo de plantas	\$316								
Ahoyado	\$1,352								
Siembra	\$869								
Resiembra	\$87								
Comaleo	\$350	\$350	\$350	\$350	\$350	\$350	\$242	\$242	\$242
Control de Malezas	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175
Fertilización	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$175	\$121	\$121	\$121
Control de Plagas	\$1,392	\$1,392	\$1,392	\$1,392	\$1,392	\$1,392	\$961	\$961	\$961
Rondas contra Incendio	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66
Limpia 1		\$394	\$394	\$394	\$394	\$394	\$394	\$394	\$394
Limpia 2		\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169	\$169
Poda de formación		\$811	\$811	\$811	\$811	\$811	\$560	\$560	\$560
Raleo y Corta Final						\$416			\$3,783
INSUMOS Y MATERIALES									
Semilla	\$59								
Agroquímicos	\$4,330	\$2,314	\$2,314	\$2,314	\$2,314	\$2,314	\$1,527	\$1,527	\$1,527
Sustrato de crecimiento	\$566								
MAQUINARIA Y EQUIPO									
Chapeo	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300	\$300
Subsolar 1 pase	\$523								
Subsolar 2 pase	\$285								
Rastra incorporación 1 pase	\$199								
Rastra incorporación 2 pase	\$155								
Rastra 1 pase	\$199								
Rastra 2 pase	\$155								
Riego	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676	\$676
TOTAL DE COSTOS	\$17,732	\$7,408	\$7,372	\$7,341	\$7,314	\$7,706	\$5,637	\$5,618	\$9,383
Costo total/ha	\$2,533	\$2,469	\$2,457	\$2,447	\$2,438	\$2,569	\$1,879	\$1,873	\$3,128
INGRESOS									
Venta de Raleos y Corte Final									\$184,758
TOTAL DE INGRESO	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$184,758
FLUJO NETO DEL PROYECTO	(\$17,732)	(\$7,408)	(\$7,372)	(\$7,341)	(\$7,314)	(\$7,706)	(\$5,637)	(\$5,618)	\$175,375
FLUJO ACUMULADO AÑO POR AÑO	(\$17,732)	(\$25,140)	(\$32,512)	(\$39,853)	(\$47,167)	(\$54,873)	(\$60,510)	(\$66,127)	\$109,247

ACTIVIDADES	Year 9	Year 10	Year 11	Year 12	Year 13	Year 14	Year 15	Year 16	Year 17	Year 18
PERSONAL PERMANENTE										
Costos Administrativos	\$321	\$307	\$294	\$282	\$271	\$261	\$251	\$242	\$234	\$226
Costos Indirectos	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72
ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO										
Producción de Plantas										
Trazado de Terreno										
Acarreo de plantas										
Ahoyado										
Siembra										
Resiembra										
Comaleo	\$145	\$145	\$145	\$145	\$145	\$145	\$145	\$145	\$145	\$90
Control de Malezas										
Fertilización	\$73	\$73	\$73	\$73	\$73	\$73	\$73	\$73	\$73	\$45
Control de Plagas	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$5	\$3
Rondas contra Incendio	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66
Limpia 1										
Limpia 2										
Poda de formación	\$505	\$505	\$505	\$505	\$505	\$505	\$505	\$505	\$505	\$312
Raleo y Corta Final									\$2,392	
INSUMOS Y MATERIALES										
Semilla										
Agroquímicos	\$916	\$916	\$916	\$916	\$916	\$916	\$916	\$916	\$916	\$522
Sustrato de crecimiento										
MAQUINARIA Y EQUIPO										
Chapeo										
Subsolar 1 pase										
Subsolar 2 pase										
Rastra incorporación 1 pase										
Rastra incorporación 2 pase										
Rastra 1 pase										
Rastra 2 pase										
Riego										
TOTAL DE COSTOS	\$2,103	\$2,088	\$2,075	\$2,063	\$2,052	\$2,042	\$2,032	\$2,023	\$4,407	\$1,336
Costo total/ha	\$701	\$696	\$692	\$688	\$684	\$681	\$677	\$674	\$1,469	\$445
INGRESOS										
Venta de Raleos y Corte Final									\$423,936	
TOTAL DE INGRESO	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$423,936	\$0
FLUJO NETO DEL PROYECTO	(\$2,103)	(\$2,088)	(\$2,075)	(\$2,063)	(\$2,052)	(\$2,042)	(\$2,032)	(\$2,023)	\$419,529	(\$1,336)
FLUJO ACUMULADO AÑO POR AÑO	\$107,144	\$105,056	\$102,981	\$100,918	\$98,866	\$96,824	\$94,791	\$92,768	\$512,297	\$510,961

ACTIVIDADES	Year 19	Year 20	Year 21	Year 22	Year 23	Year 24	Year 25	TOTAL
PERSONAL PERMANENTE								
Costos Administrativos	\$219	\$212	\$206	\$200	\$194	\$189	\$184	\$8,708
Costos Indirectos	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$72	\$2,821
ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO								
Producción de Plantas								\$3,000
Trazado de Terreno								\$175
Acarreo de plantas								\$316
Ahoyado								\$1,352
Siembra								\$869
Resiembra								\$87
Comaleo	\$90	\$90	\$90	\$90	\$90	\$90	\$90	\$4,855
Control de Malezas								\$1,577
Fertilización	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$2,427
Control de Plagas	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$3	\$11,310
Rondas contra Incendio	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$66	\$1,708
Limpia 1								\$3,153
Limpia 2								\$1,351
Poda de formación	\$312	\$312	\$312	\$312	\$312	\$312	\$312	\$12,774
Raleo y Corta Final							\$7,613	\$14,204
INSUMOS Y MATERIALES								
Semilla								\$59
Agroquímicos	\$522	\$522	\$522	\$522	\$522	\$522	\$132	\$32,507
Sustrato de crecimiento								\$566
MAQUINARIA Y EQUIPO								
Chapeo								\$2,701
Subsolar 1 pase								
Subsolar 2 pase								
Rastra incorporación 1 pase								
Rastra incorporación 2 pase								\$155
Rastra 1 pase								\$199
Rastra 2 pase								\$155
Riego								\$6,088
TOTAL DE COSTOS	\$1,328	\$1,322	\$1,315	\$1,309	\$1,304	\$1,298	\$8,516	\$113,118
Costo total/ha	\$443	\$441	\$438	\$436	\$435	\$433	\$2,839	\$37,706
INGRESOS								
Venta de Raleos y Corte Final							\$1,754,300	\$2,362,994
TOTAL DE INGRESO	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$1,754,300	\$2,362,994
FLUJO NETO DEL PROYECTO	(\$1,328)	(\$1,322)	(\$1,315)	(\$1,309)	(\$1,304)	(\$1,298)	\$1,745,784	\$2,249,876
FLUJO ACUMULADO AÑO POR AÑO	\$509,633	\$508,311	\$506,996	\$505,687	\$504,383	\$503,085	\$2,248,869	

Figura 1 Distribución natural de la Teca en Asia



Fuente: Weaver 1993

Figura 2 Partes varias de la Caoba (*Swietenia humilis*)



Fuente: Weaver. 1993

Figura 3 Fruto de la Caoba *Swietenia humilis*



Fuente: Weaver. 1993

Figura 4 Distribución natural de la caoba



Fuente: Vásconez 2002

Figura 5 Fotografía de la *Hypsipyla grandella*



Fuente: <http://www.elmundoforestal.com/elcorazon/caoba/caoba.html>

Continuación fig. # 5



Fuente: <http://www.elmundoforestal.com/elcorazon/caoba/caoba.html>

Figura 6 Construcción de sombra en bancales



Fuente: Cárcamo, 2003

Figura 7 Inoculación en los bancales



Fuente: Cárcamo, 2003

Figura 8 Inoculación en la bolsa



Fuente: Cárcamo, 2003