

**Análisis financiero de la producción de 10
hectáreas de Teca (*Tectona grandis* L.) en
Santa Rosa, Guatemala**

María Mercedes Isaula Rodríguez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

**Análisis financiero de la producción de 10
hectáreas de Teca (*Tectona grandis* L.) en
Santa Rosa, Guatemala**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Administración de Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

María Mercedes Isaula Rodríguez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2011

Análisis financiero de la producción de 10 hectáreas de Teca (*Tectona grandis* L.) en Santa Rosa, Guatemala

Presentado por:

María Mercedes Isaula Rodríguez

Aprobado:

Fredi Arias García, Ph.D.
Asesor principal

Ernesto Gallo, M.Sc, M.B.A.
Director
Carrera de Administración de
Agronegocios

Nelson Agudelo, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Isaula Rodriguez, M.M. 2011. Análisis financiero de la producción de 10 hectáreas de Teca (*Tectona grandis*. L.) en Santa Rosa, Guatemala. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 32 p.

La producción de teca (*Tectona grandis* L.) ha ido aumentando pero no todos los productores conocen la importancia de realizar un estudio financiero que cuantifique los costos en los que se incurren y la rentabilidad que se puede obtener al momento de establecer una plantación. El objetivo de este estudio fue evaluar técnica y económicamente el establecimiento y manejo de una plantación de teca (10 ha) en el departamento de Santa Bárbara, Guatemala. Se recopiló información climatológica de la zona y estos se compararon con los requeridos por la especie. Se realizó un plan de manejo para cada etapa de la plantación con base en literatura, productores y expertos del tema. Se determinó la inversión y costos por actividades a realizar durante el establecimiento, manejo y aprovechamiento de la plantación. Los rendimientos utilizados para calcular los ingresos fueron obtenidos de estudios realizados anteriormente en producción maderera de Guatemala. Los precios fueron determinados mediante proyecciones. Finalmente se realizó un flujo de caja para 25 años, obteniendo los indicadores financieros del proyecto: VAN, TIR, relación costo/beneficio y período de recuperación. Se determinó que el costo total del establecimiento es de \$ 1,904.00 y el costo del terreno \$. 41,454 El flujo neto presentó valores negativos para todos los períodos excepto en los años 4, 12 y 25 debido a ingresos por raleos y corta final. Se obtuvo un VAN (12%) de \$. 202,076.00; una TIR de 27% y una relación costo/beneficio de \$.5.30. El análisis de sensibilidad indica que aun ante el incremento de costos en 50% y decrecimiento de precios del 30% el VAN se mantiene positivo.

Palabras clave: Especie latifoliada, producción maderera, rentabilidad.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4. CONCLUSIONES.....	18
5. RECOMENDACIONES	19
6. LITERATURA CITADA.....	20
7. ANEXOS	21

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Rendimientos esperados por árbol/año.....	4
2. Costos mano de obra por establecimiento de la plantación en dólares.	7
3. Costo de maquinaria para establecimiento de la plantación en dólares.	8
4. Salarios mínimos esperados en dólares.	8
5. Costos por mantenimiento en dólares.....	9
6. Costos por insumos en dólares.	9
7. Costos por raleo y aprovechamiento en dólares.	10
8. Precios de los productos en dólares.	10
9. Precios en dólares esperados por año.	11
10. Rendimientos por hectárea de los 4 productos.....	11
11. Ingresos en dólares por producto de la plantación.	12
12. Flujo de caja de la plantación de teca.	13
13. Incentivos por reforestación	15
14. Indicadores financieros a diferentes tasas de descuento.....	16
15. Análisis de sensibilidad	17
Anexos	Página
1. Diseño espacial para plantaciones puras de teca.	21
2. Formularios para ser parte de los incentivos forestal.	22

1. INTRODUCCIÓN

La teca, *Tectona grandis* es originaria de Birmania, Tailandia y de algunas partes de la India. Se ha identificado Trinidad y Tobago como el primer país del continente Americano donde fue introducida la especie. En su lugar de origen, el árbol es grande y deciduo alcanzando más de 50 m de altura y 2 m de diámetro; en América central alcanza alturas superiores a los 30 m. es una especie maderable clasificada de uso múltiple, produciendo postes, vigas, horcones. Es fácil de trabajar, secar y preservar; es resistente a termitas y hongos (CATIE).

Las cualidades físicas y estéticas de teca le han dado una reputación mundial como una madera de alta calidad. Es muy demandada para la construcción naval y para el mueble de interior como exterior. Con la producción actual mundial cerca de 3 millones de m³/ año, la teca ocupa un puesto pequeño en relación con el total de la producción mundial de madera, aun así es reconocida como una madera de alto valor en los mercados de maderas globales. La teca es una especie de plantación muy importante en muchos países tropicales y subtropicales, incluyendo Myanmar (antes Birmania), Indonesia, Tailandia, India, Nigeria, Costa de Marfil, Panamá, Costa Rica, Brasil y PNG (Padmanabhan 2006).

Teca requiere una estación seca bien definida, en los lugares donde se distribuye naturalmente, que comprende de tres a siete meses, con una precipitación media anual que va de los 760 a 5,000 mm y una temperatura media anual 21° a 28° C. Para Bacilieri *et al.* (1998), lo óptimo para la especie es al menos contar con 4 meses secos con menos de 60 mm de precipitación, con precipitaciones medias entre 1,250 y 3,750 mm al año y temperaturas medias anuales que oscilen entre 22° y 27° C. Por otra parte Briscoe (1995), reporta que esta especie ha sido plantada en áreas con precipitaciones superiores a los 1000mm por año. Para Centro América, Chávez y Fonseca (1991), indican el factor precipitación como uno de los principales que determinan el crecimiento de teca, encontrando que los mayores incrementos se producen en sitios con una variación entre 2,500 a 3,000 mm por año.

Las plantaciones forestales han tenido mayor auge en las últimas décadas en los trópicos y subtrópicos debido a los beneficios que ofrecen. La teca es una especie popular para inversionistas y productores forestales, aunque gran parte de los interesados se involucran en la producción sin contar con conocimientos básicos sobre su potencial de crecimiento y productividad (Vaides, 2004).

La demanda mundial por la madera de teca ha experimentado en los últimos años un continuo crecimiento; en contraposición la oferta de la misma es insuficiente para

abastecer esta demanda pues es bastante baja la cantidad de plantaciones en edad de ser explotables, sumando a que varios países han impuesto una veda al aprovechamiento y/o exportación de sus recursos forestales.

Entre las maderas finas para fabricación de muebles, la teca (*Tectona grandis*) es la especie que más se puede manejar en plantaciones forestales. Es una especie relativamente fácil de establecer en monocultivos y, debido a que la demanda mundial por madera fina es permanente, existe una buena oportunidad para que se pueda producir en plantaciones sin correr mucho riesgo (ISTF 2009).

Al escasear la disponibilidad de la teca de bosques naturales, crece la importancia de las plantaciones como fuente de abastecimiento para atender a la demanda. Las plantaciones son una importante fuente potencial de suministros de madera para reducir el desnivel entre la oferta y la demanda de teca. La durabilidad de la teca y la facilidad con que se trabaja esta madera ha propiciado su distribución y cultivo relativamente amplios por las regiones tropicales. La teca se sitúa hoy entre las 5 primeras especies de frondosas tropicales por la superficie de plantación en todo el mundo (Krishnapillay, 2000).

Se estima que en Centro América existe un potencial de plantar teca en no menos de 100 mil ha, de las cuales el 25 % se localizan en Guatemala, 25 % Nicaragua, 25 % Costa Rica, 15 % Salvador y 15 % Panamá. Por lo que en la región se ha presentado un auge en el interés por plantar esta especie con fines de producción, sin contar con información local de crecimiento y productividad (Camino 2002).

El destino principal de la madera de teca de Guatemala es India, seguido por Singapur, Vietnam, China, Tailandia. Estos países, pero especialmente India manufacturan la madera de teca importada de África y América Latina convirtiéndola en artículos de consumo con altos estándares de acabados que exportan a Europa y América del Norte. El mercado de la india es particularmente demandante de dicha madera esto debido al crecimiento económico sostenido de dicho país. Los principales exportadores de madera de teca en America son Trinidad y Tobago, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, México, Bolivia, Ecuador y Colombia (ISTF 2009)

Los objetivos del presente estudio fueron:

- Determinar la viabilidad financiera para el establecimiento y manejo de una plantación de teca en Santa Rosa, Guatemala.
- Desarrollar un plan con las actividades a realizar durante establecimiento y manejo de la plantación.
- Estimar mediante datos secundarios los rendimientos esperados de madera de teca de Santa, Rosa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio técnico se realizó a través de la investigación técnica en manuales y plantaciones existentes de teca, debido a que existe información en Guatemala pero las cuales son muy jóvenes para que puedan proporcionar información verídica sobre crecimiento. Se decidió trabajar con información de estudios realizados en plantaciones en Costa Rica que presentan condiciones climáticas similares a las del departamento de Santa Rosa, Guatemala.

En un estudio realizado en Costa Rica se evaluaron las variables de sitios, suelo e índice de sitio en *Tectona grandis*. Los mejores crecimiento se obtuvieron en lugares con temperaturas media anuales de 26-27 °C, precipitaciones media anual de 1500-2000 mm con altitud de 0-1000 m.s.n.m. Suelos con pH de 6.5 a 7.5, bien drenados y profundidad mayor a 20 cm. Estos sitios presentaron crecimientos para las edades de 1 a 5 años. El incremento medio anual en altura fue de 1.9 m/año y crecimiento en Dap de 2.25 cm. Del año 6 al año 16 el incremento medio anual se registro en 1.06m/año y crecimiento en diámetro de 1.1cm. Para los años 20 al 25 el incremento medio anual registrado fue de 0.21 m/año (CATIE 1991).

Con la información anterior se proyectó el volumen en m³ por árbol esperado (Cuadro 1) para cada año de la plantación. Luego de obtener el volumen por árbol se calculó el volumen total a cosechar durante los raleos. Esto se logra multiplicando el volumen esperado por árbol por el número de árboles que se esperan cosechar ese año.

Para calcular el volumen por árbol se utilizó la fórmula árbol en pie:

$$V = 0.7854(Dap)^2 \times h \times f \quad [1]$$

Donde:

V = Volumen de la madera en metros cúbicos

Dap = Diámetro del árbol a la altura del pecho en metros

h = Altura comercial del árbol en metros

f = Factor de forma (0.75)

Cuadro 1. Rendimientos esperados por árbol/año.

Edad (Año)	Número arboles/ha	Altura (m)	Diametro (cm)	Volumen (m ³)	Total volumen comercial/ha
1	1111	1.9	2.25		
2	1111	3.8	4.5		
3	1111	5.7	6.75		
4	1111	7.6	9		
5	556	9.5	10.1		
6	556	11.4	11.2	0.08	
7	556	13.3	12.3	0.12	
8	556	14.36	13.4	0.15	
9	556	15.42	14.5	0.19	
10	556	16.48	15.6	0.24	
11	556	17.54	16.7	0.29	
12	556	18.6	17.8	0.35	96.50
13	278	19.66	18.9	0.41	
14	278	20.72	20	0.49	
15	278	21.22	21.1	0.56	
16	278	21.72	22.2	0.59	
17	278	22.22	23.3	0.62	
18	278	22.72	24.4	0.66	
19	278	23.22	25.5	0.69	
20	278	23.72	26.6	0.73	
21	278	23.93	27.7	0.75	
22	278	24.14	28.8	0.79	
23	278	24.35	29.9	0.83	
24	278	24.56	31	0.89	
25	278	24.77	31.5	0.91	252.98

Fuente: Adaptado Chaves 1991.

Condiciones de sitio Santa Rosa, Guatemala. El departamento de Santa Rosa se localiza en la región suroriental de Guatemala. Se encuentra dentro de las coordenadas 14° 16'42" N y 90° 18'00" W. El área en la que se realizara el proyecto cuenta una con elevación de 600 m.s.n.m, con precipitaciones que varían entre 1800- 2487 mm y temperatura entre 21 y 25 °C. De La Cruz (1982).

Después de analizar los requerimientos climáticos de la teca, se realizó una comparación con las condiciones climáticas de la zona y los requerimientos de la planta con el cual se comprobó que Santa Rosa cuenta con las condiciones necesarias para el establecimiento de la plantación. Luego se elaboró un plan de manejo que detalla las actividades de establecimiento y manejo de la plantación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ESTUDIO TECNICO

Preparación del suelo. Consiste en la eliminación total de la vegetación que se encuentra en el área donde se realizara la plantación, esto con el objetivo de evitar que estas se conviertan en competencia directa y sirvan de hospederos de insectos que generalmente son dañinos para la plantación. Para la limpieza primero se realizará una chapea general luego de tener un terreno limpio se realizaran 2 pases de rastra liviana y 2 pases de rastra pesada esto con el objetivo de obtener un terreno limpio, nivelado. Además el tractor ayuda a incorporar la materia orgánica al suelo ayudando esto a la fertilidad del mismo. Durante este proceso se realizara el marcado con pita (cabuya) y ahoyado del terreno con una distancia entre hoyo de 3m x 3m en un sistema cuadrado.

Selección del material de siembra. La semilla se consigue de plantaciones existentes en la zona, debe seleccionar semillas provenientes de plantas identificadas. La selección debe realizarse sobre criterios de vigor, altura y ramificación. Generalmente, es preferible sacar semillas de arboles con más de 15 años de establecidos. Para el transplante se recomienda conseguir plántulas de 6 a 9 meses, rectas o seúdo-estacas de 2 cm de diámetro y 15 cm de alto.

Trasplante. Se realizará al principio de la época de lluvia. La distancia inicial de establecimiento será de 3m x 3m en un sistema cuadrado, esto con el objetivo de obtener una población inicial de 1,111 plantas por hectárea. Se mide con cinta métrica o cabuya y se estaquea los lugares de siembra; se realiza el ahoyado y, antes de la colocación de la planta, se rellena el fondo del hoyo con la tierra superficial apartada durante el trasplante.

Al momento del trasplante la planta debe enterrarse derecha, el hoyo debe tener de dos a tres veces más del tamaño de la bolsa que contiene el pilón de teca. La tierra debe cubrir hasta el cuello de la raíz, y evitar que se formen espacios con aire en la zona de las raíces es por ello que se debe compactar. Seguido de la siembra se realiza alrededor de la planta una rodaja con azadón (comaleo) de 0.50 a 0.80m de diámetro. La resiembra se hace en los primeros 6 meses, después de haber establecido la plantación. Esta práctica se justifica cuando se ha perdido más del 20% del total de las plantas sembradas. Después de transcurrido este tiempo no se justifica la actividad de resiembra.

Control de maleza. Se realiza durante los primeros años de la plantación y debe realizarse un constante control de las malezas debido a que la teca es sensible a la humedad y a la competencia con malezas, realizando al menos tres limpiezas el primer año,

dos el segundo año y una los años siguientes. Las limpiezas además ayudan a controlar el riesgo por incendios que se dan en las épocas de verano, estas pueden realizarse de manera manual, mecánica, química o mixta.

Control de plaga. La teca por ser considerada una especie muy resistente al ataque de los insectos y no haber registrado problemas significativos en bosques naturales y plantaciones, se realiza poco o casi ningún control de plagas (Hashim 1999).

Las podas. Se realiza a edades tempranas de la plantación cuando la planta cuenta con ramas que estén aun delgadas. Esta labor se realiza por dos razones importantes la primera es proporcionarle una formación al árbol y la otra es para mejorar la calidad y el aspecto de la madera y por ello conseguir mejores precios en el mercado al proporcionar una madera libre de nudos para el aserrío. Se recomienda realizar dos podas en el año dos. Realizar una poda para los años 3, 4, 5, 6, y 10. Para realizar esta práctica se utilizan herramientas como machete, motosierra, serruchos o sierras muy afilada, esto para evitar rasgar la corteza de los árboles. La primera poda se realiza inmediatamente después que se producen las primeras hojas nuevas.

Raleos. Es una operación realizada en una plantación de edad uniforme que consiste en la corta de árboles, su objetivo es redistribuir el potencial de crecimiento manteniendo el crecimiento en altura y en diámetro en niveles aceptables o mejorar la calidad de los árboles residuales (Fonseca 2004).

Una de las operaciones silviculturales más importantes en el manejo de plantaciones forestales destinadas a producir madera, 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 a 9 mt 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/ha que serán aprovechados en la corta final. (Gullison et al, 1996)

La corta final. Se realizara en el año 25 aproximadamente, durante esta actividad se cortara el total de arboles restantes de los raleo antes mencionados, a esta edad se espera que los arboles hayan alcanzado su máximo de producción para llegar a obtener la mayor utilidad. La madera obtenida de esta actividad es la que cuenta con la mayor calidad es por ello que obtiene los precios más altos en el mercado debido a que cumple con las características buscadas por los clientes.

Los rendimientos por hectárea. Durante el primer raleo que se realiza en el año 4 se espera obtener: 277 vigas de 20 pies/ha, 557 postes de 6-7 pies y 1667 sacos de carbón 33 lbs. /ha. Segundo raleo año 12: 96.50 metros cúbicos/ha, 139 vigas de 20 pies, 554 postes de 6-7 pies y 1,455 sacos de carbón de 33lb/ha. Aprovechamiento año 18: 360 metros cúbicos/ha, 139 vigas de 20 pies, 557 postes de 6 a 7 pies y 2786 sacos de carbón de 33 lb/ha. (Vásconez 2002).

En el mercado local. El precio de la madera aserrada de teca varía entre 300-330 dólares/m³. Según la Organización Internacional de las Madera Tropicales OIMT “En el mercado internacional, alcanza precios de US\$ 428 (precio FOB). En caso de producir madera de calidad para exportación, se puede esperar un precio de 487 dólares/m³”. El carbón que se producirá de la madera no comercial se venderá en las ciudades del departamento de Santa Rosa con precios de mercado local al igual que los postes y vigas que se venderán en mercado local.

ESTUDIO FINANCIERO

Los costos. Se calcularon para las etapas de establecimiento, mantenimiento y corta final de la plantación. Los costos por siembra, ahoyado, comaleo, resiembra limpia y podas se calcularon en base a la eficiencia de la persona para realizar las diferentes actividades las cuales fueron basadas en prácticas realizadas en la finca vecinas. El costo de las plántulas se obtuvo de los viveros del lugar y los precios de los demás insumos como los insecticidas se encontraron en agrocomerciales de la zona de Santa Rosa, Guatemala.

Los costos de establecimiento. Son principalmente por mano de obra los cuales se obtuvieron tomando en cuenta la eficiencia de las personas para realizar las diferentes actividades y el salario mínimo para actividades que exigen las leyes de Guatemala.

En el cuadro 2 se detalla todas las actividades a realizar y el costo para una hectárea de plantación de teca. La mayoría de las actividades se realizaran solo una vez durante todo el ciclo productivo de la plantación debido que después de los 6 años los arboles son los suficientemente fuertes para poder crecer sin darle un mantenimiento.

Cuadro 2. Costos mano de obra por establecimiento de la plantación en dólares.

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo/unidad	costos/ha
Trazado del terreno	Jornales	3	8.13	24.38
Chapea general	Jornales	16	8.13	130.00
Ahoyado	Jornales	8	8.13	65.00
Siembra	Jornales	4	8.13	32.50
Resiembra	Jornales	1	8.13	8.13
Comaleo	Jornales	10	8.13	81.25
Control de plagas (quimico)	Jornales	1	8.13	8.13
Total				349.38

La maquinaria. Se utilizará para remover y nivelar el terreno, además que ayuda a incorporar la materia orgánica al suelo lo que proporciona mayor calidad en ellos. Los costos se obtuvieron tomando en cuenta la eficiencia de la maquinaria para realizar las actividades y el costo por unidad. Esta actividad no es necesaria si se cuenta con un terreno nivelado.

Cuadro 3. Costo de maquinaria para establecimiento de la plantación en dólares.

Actividades	Unidad	Cantidad	Costo/unidad	Costo/ha
Rastra incorporacion primera pase	horas	1.4	42.77	59.88
Rastra incorporacion segunda pase	horas	1.11	42.77	47.47
Rastra primera pase	horas	1.4	42.67	59.74
Rastra segunda pase	horas	1.11	42.67	47.37
Total				214.46

Fuente: Velasquez 2011

Los costos por mantenimiento. Se muestran en el cuadro 5 se tomaron de referencia de fincas vecinas que ha producido teca durante 20 años y el salario mínimo para el cual se realizo un pronóstico con los salarios mínimos esperado en los próximos años como se muestra en el cuadro 4. Esto para calcular el costo que tendrán las actividades al realizarse en cada año.

Cuadro 4. Salarios mínimos esperados en dólares.

Año	Salario minimo
2001	3.20
2002	3.51
2003	4.07
2004	4.92
2005	4.92
2006	5.42
2007	5.69
2008	5.69
2009	6.63
2010	7.14
2011	8.13
2012	8.08
2013	8.52
2014	8.97
2015	9.41
2016	9.86
2017	10.31
2018	10.75
2019	11.20
2020	11.65
2021	12.09

Cuadro 5. Costos por mantenimiento en dólares.

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo/unidad	Costo/ha
Control maleza (manual) año 2	Jornales	8	8.13	16.13
Control maleza (manual) año 3	Jornales	8	8.52	16.52
Control maleza (manual) año 4	Jornales	6	8.97	14.97
Control maleza (manual) año 5	Jornales	6	9.41	15.41
Control maleza (manual) año 6	Jornales	6	9.86	15.86
Control de plaga año 2	Jornales	1	8.13	9.13
Control de plaga año 3	Jornales	1	8.52	9.52
Poda año 2 (dos podas)	Jornales	12	8.13	20.13
Poda año 3	Jornales	6	8.52	14.52
Podas año 4	Jornales	6	8.97	14.97
Podas año 5	Jornales	6	9.41	15.41
Comaleo año 2	Jornales	5	8.13	13.13
Comaleo año 3	Jornales	5	8.52	13.52
Comaleo año 4	Jornales	5	8.97	13.97
Comaleo año 5	Jornales	3	9.41	12.41
Comaleo año 6	Jornales	3	9.86	12.86
Total				228.44

Fuente: Velásquez 2011

Los costos de insumos. Incluye las plántulas el cual el costo de esta se obtuvieron de viveros de la zona ya que la empresa considera una mejor opción comprar los pilones que construir ellos su propio vivero por la variable tiempo, los costos de los de los otros insumos fueron investigados en agro comerciales cercanos a la finca.

Cuadro 6. Costos por insumos en dólares.

Insumo	Unidad	Cantidad	Costo/unidad	Costo/ha
Plantulas	Pilon	13,330	0.21	2,805.42
Pita	Rollos	1	1.28	1.28
Gastion	tubo	1	6.25	6.25
Total				2,812.95

Los costos por cosecha. Se muestran en el cuadro número 7 que contiene las actividades en que se incurren al momento de realizar los raleo y la cosecha final, para estas actividades se contratara personas que se dedican a este tipo de actividad y se ha fijado un costo por cada árbol cortado.

Cuadro 7. Costos por raleo y aprovechamiento en dólares.

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo/unidad	Costo/ha
Raleo 1 (motosierrista)	Arboles	556	0.77	425.51
Raleo 1 (ayudante)	Arboles	556	0.38	212.76
Raleo 2 (motosierrista)	Arboles	278	1.15	319.13
Raleo 2 (ayudante)	Arboles	278	0.77	212.76
Aprovechamiento (motosierrista)	Arboles	278	1.53	425.51
Aprovechamiento (ayudante)	Arboles	278	1.02	283.67
Total				1,879.34

Fuente: Velasquez 2011

Los precios. De los 4 productos que se esperan obtener se muestran en el cuadro número 8, este cuadro muestra los precios esperados para los años en los que se esperan obtener productos provenientes de los raleos y corta final que se le realizara a la plantación.

Cuadro 8. Precios de los productos en dólares.

Producto	Unidad	Precio
Madera de teca año 12	m ³	597.45
Madera de teca año 18	m ³	707.40
Poste año 4	c/u	1.04
Poste año 12	c/u	1.58
Poste año 18	c/u	1.99
Viga 20" año 4	c/u	2.39
Viga 20" año 12	c/u	2.93
Vigas 20" año 18	c/u	3.35
Carbón año 4	saco/33 lb	2.39
Carbón año 12	saco/33 lb	2.93
Carbón año 18	saco/33 lb	3.35

Fuente: OMT 2011

Para determinar el precio de la madera se tomaron el historial de precio de los últimos 9 años y se proyectó a los años en los que se estima producir madera. El precio de los otros tres productos no se pudo realizar proyección de precios porque no se encontraron datos por lo que se realizó mediante el uso de la inflación anual en Guatemala en los últimos 11 años. En el cuadro 9 se muestran los precios esperados para los años que se realicen los raleos y corta final.

Cuadro 9. Precios en dólares esperados por año.

Año	Precio	Año	Precio
2003	235	2020	524
2004	250	2021	542
2005	250	2022	560
2006	236	2023	579
2007	250	2024	597
2008	340	2025	615
2009	245	2026	634
2010	330	2027	652
2011	427	2028	670
2012	377	2029	689
2013	395	2030	707
2014	413	2031	726
2015	432	2032	744
2016	450	2033	762
2017	468	2034	781
2018	487	2035	799
2019	505	2036	817
		2037	836

El cuadro numero 6 se presenta los rendimientos por hectáreas de los 4 diferentes productos que se estima obtener.

Cuadro 10. Rendimientos por hectárea de los 4 productos.

Productos	Rendimientos/ha		
	Año 4	Año 12	Año 25
Viga 20"(unidades)	277	139	139
Postes(unidades)	557	554	557
Carbón (sacos)	1,667	1,455	2,786
Madera (m ³)		96.5	252

Fuente: Vásquez 2002

Para la teca la proyecciones volumétricas promedios esperadas son las encontradas en las proyecciones que muestra en cuadro 1. El rendimiento por hectárea por año se multiplico por la cantidad de años que se espera obtener madera comercial y así se obtuvo el total de madera que estima obtener para cada año por hectárea de terreno plantado de Teca.

Los ingresos. Se calcularon en base a los 4 productos que se esperan obtener de la plantación durante los raleo y la corta final de los arboles, los productos son el carbón que se producirá de la madera no comercial y que se venderá con un peso de 33 lb/saco, el segundo producto son los postes con una longitud de 6 a 7 pies, el tercer producto son las vigas de 20 pies y el cuarto producto es la madera que es el único producto que solo se obtendrá en dos ocasiones en el segundo raleo cuando la plantación tenga 12 años y a los 25 años para la corta final. La madera obtenida en la corta final es el producto principal debido que con este se obtienen los mayores ingresos. En el cuadro 11 se detallan los ingresos obtenidos en una hectárea plantada de Teca.

Cuadro 11. Ingresos en dólares por producto de la plantación.

Productos	Año 4	Año 12	Año 25	Total/producto
Viga 20"	660.70	407.78	537.21	1,605.69
Postes	579.02	876.22	1,463.55	2,918.79
Carbón	3,976.14	4,268.49	11,371.43	19,616.06
Madera		58,246.30	199,949.11	258,195.41
Total/ ha				282,335.95

El cuadro 11 muestra los ingresos esperados para los años en los que se realizaran los raleo y corta final si se obtienen los rendimientos estimados en el cuadro 10 y se dan los precios proyectados en el cuadro 8. Los ingresos brutos para una hectárea de teca son de \$ 282,335.95 si se dan las condiciones de mercado estimado y los rendimientos esperados.

Preparación de flujo de caja. Para elaborar el flujo de caja se tomaron en cuenta los costos por establecimiento, mantenimiento e insumos no se tomo en cuenta el costo de transporte ya que la compañías compran la madera en forma EXWORS (producto puesto en la finca). Los ingresos se obtuvieron tomando como referencia los precios proyectados para los 4 productos obtenidos de la plantación. En el primer raleo no se consideraron ingresos por madera debido a que el diámetro de los arboles es pequeño y por lo tanto se obtienen volúmenes bajos, mientras que los mayores ingresos se obtienen en el segundo raleo y la corta final que es cuando los arboles alcanzan los mayores volúmenes de madera que se comercializara en rollo o trozas y se paga al mejor precio en el mercado internacional. Otros productos que proporcionan ingresos son los postes, vigas y carbón que son productos que se obtienen durante los dos raleo y la corta final el precio utilizado para calcular el ingreso de estos productos es el que se maneja en el mercado local de Guatemala.

Cuadro 12. Flujo de caja de la plantación de teca.

	0 Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
INVERSIÓN TOTAL	-44259.57											
Compra de terreno	-41454.08											
Plantulas	-2805.48											
INGRESOS												
Madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	612,110
Poste	-	-	-	5,790	-	-	-	-	-	-	-	8,762
Viga	-	-	-	6,607	-	-	-	-	-	-	-	4,078
Carbon	-	-	-	39,761	-	-	-	-	-	-	-	42,685
Incentivo forestal	6,377.55	2,679	2,296	1,786	1,658	1,020	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2,679	2,296	1,786	53,817	1,020	-	-	-	-	-	-	667,635
COSTOS ESTABLECIMIENTO												
Chapea general	1,300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trazado del terreno	244	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ahoyado	650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Siembra y resiembra	406	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comaleo	813	813	813	406	244	244	-	-	-	-	-	-
Control de plagas	81	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria	2,170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COSTOS MANTENIMIENTO												
Control de malezas	-	650	682	538	565	592	-	-	-	-	-	-
Podas	-	975	511	538	565	-	-	-	-	-	-	-
Raleo	-	-	-	6,383	-	-	-	-	-	-	-	5,319
Insumos	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OTROS COSTOS												
Aprovechamiento												
Costos de carbonización				1,701								1,474
OTROS COSTOS	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857
TOTAL COSTOS	8,596	5,375	4,862	12,423	4,230	3,692	2,857	2,857	2,857	2,857	2,857	9,651
UNAI	-5,918	-3,079	-3,077	41,394	-3,210	-3,692	-2,857	-2,857	-2,857	-2,857	-2,857	657,985
Impuesto 12 %	0	0	0	4,967	0	78958						
UNDI	-5,918	-3,079	-3,077	36,426	-3,210	-3,692	-2,857	-2,857	-2,857	-2,857	-2,857	579,027
FNE	-37,882	-5,918	-3,079	-3,077	36,426	-3,210	-3,692	-2,857	-2,857	-2,857	-2,857	579,027

Dentro de los ingresos también se incluyó un incentivo que se proporciona por medio de Instituto Nacional de Bosques (INAB) por su ley de Programa de Incentivos Forestal (PINFOR) en Guatemala a las personas dedicadas a proyectos forestales esto con el objetivo de aumentar las áreas reforestadas. El incentivo consta de 6 cuotas monetarias para ayudar a los productores a bajar el costo por mantenimiento de la plantación en los primeros años el siguiente cuadro muestra los montos por hectárea.

Cuadro 13. Incentivos por reforestación

AÑO	MONTO (Q/ha) REFORESTACIÓN	MONTO (Q/ha) REGENERACIÓN
0	5,000	3,800
1	2,100	1,400
2	1,800	760
3	1,400	500
4	1,300	310
5	800	660
TOTAL	12,400	7,430

Fuente: INAB 2011

Los costos para el primer año son los obtenidos por las actividades de establecimiento de la plantación y los costos por los años siguientes son actividades de mantenimiento, raleo, extracción, gastos administrativos, permisos de aprovechamiento e imprevistos que se puedan dar durante la vida del proyecto.

La inversión. Incluye los costos de las plántulas totales a utilizar más un 20 % que se puedan perder por transporte enfermedad o cualquier otra situación que requiera realizar una resiembra durante los primeros meses de trasplante de la plantación otro costo incluido en la inversión es el costo de las 10 hectáreas de terreno necesarias para realizar el proyecto.

Al realizar el flujo de caja se calcularon índices financieros como: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR), la relación costo/beneficio y finalmente el periodo de recuperación de la inversión.

La tasa interna de retorno. Al final de los 25 años para este proyecto es de 27 % este lo que indica que este es rentable ya que el valor obtenido es mayor a la tasa exigida al proyecto lo que demuestra al inversionista que puede invertir en proyecto ya que es factible a largo plazo.

La relación costo/beneficio. Indica que por cada dólar que se invierta el proyecto retornara 5.30 dólares al inversionista. El proyecto obtendrá los primeros ingresos por el proyecto desde el año 4 cuando se realiza el primer raleo ya que aquí aunque no se obtiene

madera por su bajo volumen se obtendrá ingresos por otros productos como postes, vigas y carbón.

El periodo de recuperación es de 12 años, aunque en el año 4 el proyecto percibe sus primeros ingresos estos no son lo suficiente para cubrir la inversión, esto porque en este año no se obtiene el principal producto que es la madera el cual es el que tiene los mayores

La tasa de descuento que se utilizó para este proyecto es del 12% en Guatemala la tasa activa que se utiliza varía de 8- 12 % se utilizó (12%) esta más un porcentaje más esto con el objetivo de comprobar si el proyecto es más rentable que solo depositar el dinero en el banco. El resultado del VAN nos indica que el proyecto después de cubrir totalmente la inversión, y un 12 % de costo de oportunidad este generará al final de los 25 años 202,076 dólares lo que indica que es un proyecto rentable se plantearon diferentes escenarios con distintos porcentajes de costo de oportunidad como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Indicadores financieros a diferentes tasas de descuento

Costo oportunidad	VAN	TIR	R C/B	PRI
10%	297,496	27%	1.00	12
12%	202,491	27%	0.68	12
15%	114,374	27%	0.38	12
20%	41,429	27%	0.13	12

El cuadro 13 muestra que a diferentes tasas de descuento el proyecto sigue siendo rentable ya que se obtienen VAN positivo que significa que el proyecto recupera la inversión al igual que la tasa de descuento.

El análisis de sensibilidad. Se realizó utilizando dos variables, que son el costo total unitario y el precio para cada metro cúbico producido, con el objetivo de encontrar la sensibilidad en el VAN a cambios en estas dos variables como se observa en el cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis de sensibilidad

Costos	Ingresos								
	70%	80%	90%	100%	110%	120%	130%	140%	150%
70%	208,754.08	209,296.17	209,838.27	210,380.48	210,922.58	211,464.67	212,006.89	212,548.98	213,091.20
80%	206,124.36	206,666.45	207,208.55	207,750.77	208,292.86	208,834.95	209,377.17	209,919.26	210,461.35
90%	203,490.82	204,036.73	204,578.83	205,121.05	205,663.14	206,205.23	206,747.45	207,289.54	207,831.63
100%	200,864.92	201,407.02	201,949.11	202,491.33	203,033.42	203,575.51	204,117.73	204,659.82	205,201.91
110%	198,235.20	198,777.30	199,319.39	199,861.61	200,403.70	200,945.79	201,488.01	202,030.10	202,572.19
120%	195,605.48	196,147.58	196,689.67	197,231.89	197,773.98	198,316.07	198,858.29	199,400.38	199,942.47
130%	192,975.77	193,517.86	194,059.95	194,602.17	195,144.26	195,686.35	196,228.57	196,770.66	197,312.76
140%	190,346.05	190,888.14	191,430.23	191,972.45	192,514.54	193,056.63	193,598.85	194,140.94	194,683.04
150%	187,716.20	188,258.42	188,800.51	189,342.60	189,884.82	190,426.91	190,969.13	191,511.22	192,053.32

Matriz multidimensional de riesgo esta muestra que el que el VAN del proyecto no es sensible a cambios en los ingresos y los costos. El VAN se mantiene positivo incluso si los costos aumentan 50 % y los ingresos disminuyan 30%. En el peor de los escenarios se tendría un VAN \$ 187,716.20 lo que indica que es un proyecto con poco riesgo para el inversor.

4. CONCLUSIONES

- El lugar donde se encuentra la finca (Santa Rosa, Guatemala) cuenta con las condiciones edáficas y climáticas necesarias para el establecimiento de la plantación.
- Los costos por control de maleza, raleo, y la inversión representa el mayor porcentaje de costos del proyecto.
- El análisis de los ingresos demuestra que de los cuatro productos que se obtienen de la plantación de teca el que genera el mayor porcentaje de ingresos es la venta de la madera.
- Los indicadores financieros, VAN, TIR, relación costo/beneficio, periodo de recuperación, demuestra que invertir en proyectos de teca es altamente rentable, aunque el periodo de recuperación se obtiene hasta el año 12 cuando se realiza el segundo raleo.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda vender la madera en el mercado internacional debido que este ofrece mejores precios que el mercado local. En el mercado internacional se puede vender a precios arriba de 427\$/metro cubico a diferencia del mercado local que alcanza precios de 330\$/metro cubico.
- Se recomienda plantar también otras especies forestales que tengan un alto valor comercial y similares rendimientos que la teca. Entre ellas están la caoba (*Swietenia humilis*), granadillo (*Dalbergia tucurensis*) y el nogal (*Juglans regia*). Esto se realiza con el objetivo de diversificar la cartera de productos debido a cambios que se puedan dar en los precios de la teca.
- Se recomienda invertir en el proyecto debido que los indicadores financieros indican que el proyecto es rentable y de poco riesgo porque aun en los peores escenarios el productor obtendrá ganancias por su producción.
- Se recomienda al productor realizar un análisis de suelo para tener mayor información de los requerimientos que este puede tener al momento de plantar la teca.

6. LITERATURA CITADA

Chaves, E. 1991. Teca (*Tectona grandis L.f.*) árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

Hashim, N. 1999. *Tectona grandis (Verbenaceae)*. (en línea). Consultado el 01 de Septiembre de 2011. Disponible en <http://www.frim.gov.my/Hladang/SPECIES/TEAK/TEAK.HTM>

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.

Internacional Tropical Timber Organization. 2003. Market information. (En línea), Accesado el 6 de septiembre de 2011. Disponible http://www.itto.or.jp/market/archives_2011/downloads/Sep2-11e6.doc

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.

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

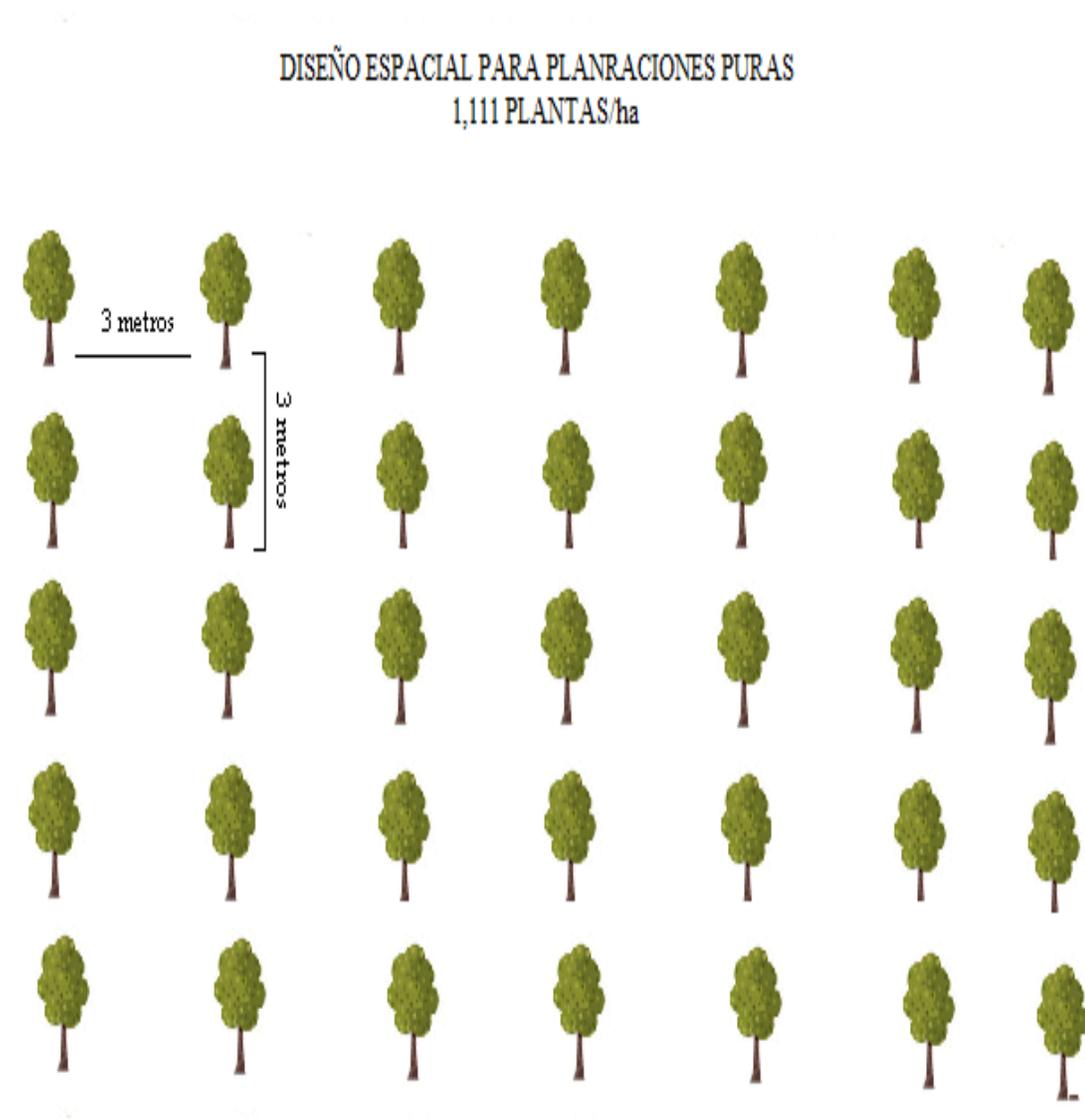
Vásquez, I. 1992. Teca. Serie maderas comerciales de Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA). Mérida, Ven., Ficha técnica n° 28. 30 p.

Chaves, SE. 1989. Factores limitantes en el crecimiento de teca (*Tectona grandis L. f*) en la zona de Puntarenas, Costa Rica. Guía Agropecuaria (CR) 7(14):64-66.

CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, CR). 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Turrialba, CR, CATIE. 220 p. (Informe Técnico n° 86).

7. ANEXOS

Anexo 1. Diseño espacial para plantaciones puras de teca.



Fuente: Albizu 2003.

Anexo 2. Formularios para ser parte de los incentivos forestal.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES- INAB- FORMULARIO PARA ESTUDIOS DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA									
						No de solicitud			
						Fecha:			
I. DESCRIPCION DE LA FINCA									
1.1 Nombre:									
1.2 Municipio				1.3 Departamento:					
1.4 Propietario:									
1.5 Solicitante (s):									
1.6 Superficie (ha)		1.7 Acceso							
1.8 Colindancias (N, S, E, O):									
1.9 Localización geográfica:									
II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO <i>(Relacionados con registro forestal, incentivos forestales, cambio de uso, manejo forestal, concesión, otros)</i>									
III. METODOLOGIA <i>(Descripción resumida de etapas de gabinete y campo según metodología de clasificación adoptada por el INAB)</i>									
IV. ANALISIS DE FACTORES Y NIVELES									
Unidad fisiografica	Pendiente del terreno (%)	Profundidad del suelo (cm)	Factores modificadores		Capacidad de uso	Uso predominante		Extensión (ha) (%)	
			Pedregosidad	Drenaje					
U1									
U2									
U3									
U4									
U5									
U6									
U7									
U8									
U9									
U10									
(Si fuera necesario mayor espacio utilice una hoja adicional)									
V. OBSERVACIONES GENERALES <i>(Aquí puede consignar información adicional que considere útil para los fines del estudio o bien sobre la aplicabilidad práctica de la metodología de clasificación adoptada por el INAB).</i>									

Fuente: INAB 2011

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
FORMULARIO PARA PLAN DE MANEJO DE PLANTACIONES POR
INCENTIVOS FORESTALES
BLOQUE PURO O MIXTO

Número _____ de
solicitud _____

I. DATOS GENERALES DEL TERRENO

1. Nombre _____
2. Aldea _____ Municipio _____
3. Nombre del propietario _____
4. Número de registro de la propiedad _____ Folio _____
Libro _____
5. Otro documento que acredita la propiedad. _____
6. Area total _____ (ha) Area con vocación forestal _____ (ha)

II. OBJETIVOS DE LA PLANTACION (deben estar bien definidos, especificando el tipo de producto a obtener, el número de años en que espera obtener ese producto y, de preferencia, cuantificar la cosecha).

1. _____

2. _____

3. _____

III. JUSTIFICACION DE LA UTILIZACION DE LA(S) ESPECIE(S)

1. _____

2. _____

3. _____

Observaciones en relación al cuadro anterior

VI. DESCRIPCION DEL METODO DE PLANTACION (SIEMBRA DIRECTA, PLANTAS EN BOLSA, ESTACAS, PSEUDOESTACAS; INCLUIR DISTANCIAS DE PLANTACIÓN).

VII. CROQUIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES. En caso de utilizar más de una especie en el proyecto de reforestación, haga un croquis de la distribución espacial de las diferentes especies, utilizando símbolos para su identificación.

VI. DESCRIPCION DEL METODO DE REFORESTACION (SIEMBRA DIRECTA, PLANTAS EN BOLSA, ESTACAS, PSEUDOESTACAS; INCLUIR DISTANCIAS DE PLANTACIÓN).

VII. En caso de utilizar más de una especie en el proyecto de reforestación, haga un croquis de la distribución espacial de las diferentes especies, utilizando símbolos para su identificación.

VIII. JUSTIFICACIÓN DE QUE LA VEGETACIÓN A ELIMINAR NO ES SUSCEPTIBLE DE EXPLOTACION ECONOMICA NI MEJORAMIENTO MEDIANTE MANEJO

1. Descripción de la vegetación en los terrenos a reforestar (especificar su composición, edad, densidad, distribución y calidad).

2. Justificación técnica que la vegetación de los terrenos a reforestar no es susceptible de mejoramiento mediante manejo.

3. Justificación económica que la vegetación de los terrenos a reforestar no es susceptible de explotación económica.

IX. PROGRAMA DE PROTECCION

1. Protección contra incendios forestales (incluir medidas preventivas y de control, especificando claramente las medidas de longitud y anchura de las rondas o fajas.)

- Tratamiento de residuos

- Construcción de caminos

X. MONITOREO DE LA DINAMICA DE LAS PLANTACIONES

Los proyectos de áreas mayores o iguales a 10 ha., deberán planificar el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo (Art. 33 Reglamento del PINFOR), éstas parcelas deberán establecerse en el cuarto año de edad (mante. 3), con un área mínima de 500 m² por parcela, y una intensidad de muestreo del 0.5 al 1% del área total reforestada, distribuyéndolas de forma sistemática en la plantación.

XI. PLANOS

Incluir superficie total, colindancias del terreno, localización administrativa, plano de ubicación, limite y superficie de los terrenos calificados de vocación forestal, límites y superficie de los terrenos a reforestar anualmente (se sugiere presentar un plano topográfico de esta(s) area(s)), escalas, identificación del propietario, nombre y firma del autor del estudio técnico. Indicar la fuente de origen del o los planos y medidas de protección que se puedan graficar (quebradas, cursos de agua, contrafuegos, red de caminos, etc.).

XII. CRONOGRAMA

(A nivel anual, para todo el periodo del proyecto, especificando clara y detalladamente cada actividad a realizar en el espacio y tiempo. Esto sugiere la idea de presentar un cronograma para cada año.)

XIII. EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA INVERSIÓN EN EL PROYECTO DE REFORESTACIÓN QUE SE PREVEE REALIZAR .

(Para todo el período de vida del proyecto hasta la cosecha o corta final, trabajando con la tasa de descuento que prevalece en el mercado y tomada de las estadísticas del Banco de Guatemala)

XIV. ANTECEDENTES DEL AUTOR DEL ESTUDIO TECNICO (Regente Forestal)

1. Nombre _____
2. Profesión _____
3. Dirección y Teléfono _____
4. Número de Registro Forestal Nacional _____
5. Firma _____

XV. ANTECEDENTES DEL PROPIETARIO Y FORESTADOR

1. Nombre _____
2. Profesión _____
3. Dirección y teléfono _____
4. Firma _____

Original: Expediente original, INAB
 1a. copia: Propietario.
 2a. Copia: Coordinación Nacional