

**Estudio técnico económico para establecer
una plantación de caoba africana
(*Khaya senegalensis*) en el valle
del Yeguaré, Honduras**

Vicente Guamán Lima

**Honduras
Diciembre, 2002**

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

**Estudio técnico económico para establecer
una plantación de caoba africana
(*Khaya senegalensis*) en el valle
del Yeguaré, Honduras**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Vicente Guamán Lima

Honduras
Diciembre, 2002

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

Vicente Guamán Lima

Honduras
Diciembre, 2002

Estudio técnico económico para establecer una plantación de caoba africana (*Khaya senegalensis*) en el valle del Yeguaré, Honduras

presentado por:

Vicente Guamán Lima

Aprobada:

Carlos Orellana, Ing. For.
Asesor Principal

Peter Doyle, M.Sc.
Coordinador de la Carrera de
Desarrollo Socioeconómico
y Ambiente

George Pilz, Ph.D.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

George Pilz, Ph.D.
Coordinador PIA

Mario Contreras, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A mis padres, aunque ya no estén presentes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

Al ingeniero Carlos Orellana por todo su apoyo brindado, además por ser un buen amigo.

Al Doctor George Pilz por toda su paciencia y dedicación.

A mi familia por estar siempre pendiente de mí.

A la doña “Ticha” y familia por toda su amistad y sus consejos.

Al personal que trabaja en biblioteca Wilson Popenoe.

A mis compañeros y amigos: Julio Mora, Alexis Andaluz, María Cristina Omonte, Gusman Catari, José Gómez, Claudia Sarango, Braulio Triguero, Patricia Medina y todos lo demás, por todos los buenos momentos de compañerismo que vivimos.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Fundación Alemana para el Desarrollo (DSE) por el financiamiento brindado durante los cuatro años de estudio.

Agradezco a las Fundaciones Hanns Seidel y Kawsay de Ecuador por el apoyo financiero durante el último año de estudio.

.

RESUMEN

Guamán, V. 2002. Estudio técnico económico para establecer una plantación de caoba africana (*Khaya senegalensis*) en el valle del Yeguaré, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras 41 p.

Las plantaciones comerciales de árboles maderables de alto valor económico han incrementando en las últimas décadas, debido a que el aprovechamiento de los bosques naturales a llegado a su punto máximo; sin embargo, con este incremento aún no es posible cubrir la demanda en el mercado. Como una alternativa para abastecer el mercado nacional se desea establecer una plantación de caoba africana en el valle del Yeguaré, ya que posee ventajas ante otras especies de alto valor económico. Para este estudio se recopiló información de datos climáticos y edáficos del lugar de origen para determinar su adaptabilidad bajo las condiciones del valle del Yeguaré. Se describe el plan de manejo que incluye desde la producción de plántulas en vivero hasta el aprovechamiento final de la madera en el año 25. Se calcularon los costos para cada etapa de la plantación y el monto total de la inversión. Con los ingresos y egresos de cada año se elaboró el flujo de caja para 25 años y se evaluó en términos financieros por medio de: VAN, TIR, relación beneficio/costo y período de recuperación. También se realizó el análisis de riesgo para determinar que tan sensible es la rentabilidad debido a la variación de ingresos y egresos. Las condiciones climáticas y edáficas del valle del Yeguaré son adecuadas para la adaptabilidad de la caoba africana. El costo de establecimiento por hectárea es de \$ 3,978 y la inversión total es de \$ 14,594. La tasa interna de retorno (TIR) fue 15% a una tasa de descuento de 9.2%, el valor actual neto (VAN) fue de \$ 10,986. La relación beneficio/costo fue de \$ 7.0 y el período de recuperación de la inversión fue de 11 años. En el análisis de sensibilidad se comprobó que el VAN es poco sensible a las variantes de ingreso y costo, aun cuando los costos totales incrementan en 60% y el ingreso neto disminuye en 40%, el ingreso es positivo.

Palabras claves: Especie exótica, plantaciones maderables, rentable, valor económico.

Abelino Pitty, Ph. D.

Nota de prensa

CAOBA AFRICANA FUENTE DE ALTOS INGRESOS

Como una alternativa para abastecer el mercado local de madera de alta calidad, se realizó un estudio en la Escuela Agrícola Panamericana para determinar si es posible la introducción de la caoba africana en el valle del Yeguaré, Honduras. Esta especie se ha logrado establecer con éxito en otros lugares fuera de su lugar de origen y no ha presentado problemas por plagas, como normalmente presentan otras especies de caoba.

Los estudios indican que las condiciones de clima y suelo son óptimas para el establecimiento, se ha comprobado que el crecimiento es de 90 centímetros por año hasta el décimo año, de aquí en adelante el crecimiento anual disminuye con el tiempo, hasta alcanzar aproximadamente 24 metros de altura en el año 25.

Para plantar una hectárea de caoba africana se necesita cerca de 4 mil dólares, esto incluye el costo de semillas e insumos, materiales y equipo y mano de obra en el año de establecimiento, después sólo se necesitan unos 5 mil dólares para cubrir gastos por mantenimiento de los 24 años siguientes.

Con los ingresos que se obtienen por venta de sus productos en los años 6^{to} y 12^{avo} es suficiente para cubrir todos los costos de establecimiento y mantenimiento. Los siguientes ingresos se obtienen en los años 17^{avo} y 25^{avo} y suman cerca de 140 mil dólares por hectárea, sin tomar en cuenta el ingreso por semillas que también pueden ser aprovechables a partir del año 20.

En conclusión, las plantaciones comerciales de caoba africana constituyen una alternativa económica viable para aquellos productores que deseen dedicarse a su cultivo.

Lic. Sobeyda Álvarez

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría.....	ii
Páginas de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Indice de cuadros.....	xii
Indice de Anexos.....	xiii
 1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DEFINICIÓN DE PROBLEMA.....	2
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 GENERAL	3
1.4.2 ESPECÍFICOS	3
 2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA CAOBA AFRICANA	4
2.1.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
2.1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA	4
2.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	5
2.1.4 AREA DE DISTRIBUCIÓN.....	5
2.1.5 ECOLOGÍA DE LA ESPECIE	5
2.1.5.1 Requerimientos climáticos..	5
2.1.5.2 Suelos y topografía.....	6
2.1.5.3 Requerimientos altitudinales	6
2.1.5.4 Reacción a la competencia.....	6
2.2 ASPECTOS SILVICULTURALES.....	6
2.2.1 REGENERACIÓN NATURAL	6
2.2.2 REPRODUCCIÓN VEGETATIVA.....	7

2.2.3	CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO	7
2.2.4	PRODUCCIÓN DE SEMILLAS	8
2.3	PLAGAS Y ENFERMEDADES	8
2.4	USOS POTENCIALES.....	9
2.5	ELABORACIÓN DE PROYECTOS.....	9
2.5.1	ESTUDIO TÉCNICO.....	9
2.5.2	ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO	9
2.5.3	EVALUACIÓN DE PROYECTOS	9
2.5.3.1	Flujo de caja proyectado.....	9
2.5.3.2	Tasa de descuento	10
2.5.3.3	Periodo de recuperación	10
2.5.3.4	Valor actual neto (VAN)	10
2.5.3.5	Tasa interna de retorno (TIR)	10
2.5.3.6	Costo de oportunidad.....	10
2.5.3.7	Relación Beneficio/Costo	10
2.5.4	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	10
3	MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	12
3.1	METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO	12
3.1.1	ESTUDIO TÉCNICO.....	12
3.1.2	MÉTODO PARA CALCULAR CANTIDAD DE SEMILLA.....	12
3.1.3	TÉCNICA DE RALEO	13
3.1.4	CÁLCULO DE RENDIMIENTO	13
3.2	ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO	13
3.3	CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	14
3.3.1	SUPERFICIE DE PLANTACIÓN	14
3.3.2	LOCALIZACIÓN	14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1	ESTUDIO TÉCNICO.....	16
4.1.1	SELECCIÓN DEL SITIO DE PLANTACIÓN	16
4.1.2	SELECCIÓN DE PROCEDENCIA	16
4.1.3	PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN VIVERO	17
4.1.3.1	Preparación de bancales	17
4.1.3.2	Cantidad de semilla requerida	17
4.1.3.3	Siembra.....	17
4.1.3.4	Transplante a bolsas	18
4.1.3.5	Riego	18
4.1.3.6	Control de enfermedades.....	18
4.1.3.7	Control de malezas	18
4.1.4	PLANTACIÓN	18
4.1.4.1	Preparación de terreno	19
4.1.4.2	Transplante	19
4.1.4.3	Control de malezas	19
4.1.4.4	Fertilización.....	19
4.1.5	CONTROL DE PLAGAS	20
4.1.5.1	Control de zompopos.....	20

4.1.5.2 Barrenador de las meliáceas	20
4.1.6 PODAS.....	20
4.1.7 RALEOS	20
4.1.8 COSECHA Y RENDIMIENTO	21
4.2 ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO	22
4.2.1 DETERMINACIÓN DE INGRESOS	22
4.2.2 DETERMINACIÓN DE COSTOS	23
4.2.2.1 Costos en la etapa de vivero	23
4.2.2.2 Costos de establecimiento	23
4.2.2.3 Costos de mantenimiento	23
4.2.2.4 Costo de aprovechamiento de la madera	24
4.2.3 ESTIMACIÓN DE ÍNDICES FINANCIEROS	24
4.2.3.1 Valor Actual Neto.....	24
4.2.3.2 Tasa Interna de Retorno.....	24
4.2.3.3 Flujo de caja	24
4.2.3.4 Relación Beneficio/Costo	24
4.2.3.5 Periodo de recuperación	24
4.2.3 ANALISIS DE RIESGO	25
5 CONCLUSIONES.....	26
6 RECOMENDACIONES.....	27
7 BIBLIOGRAFÍA	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1 Características físicas y mecánicas de la caoba africana.....	4
2 Características comparativas de los sitios.....	15
3 Cronograma de actividades para la producción de plántulas de caoba africana en vivero, en el valle del Yeguaré, Honduras.....	17
4 Cronograma de actividades para el establecimiento de una plantación de caoba africana en el valle del Yeguaré, Honduras.....	18
5 Régimen de fertilización para crecimiento rápido de plantaciones.....	19
6 Plan preliminar de raleos (ha) para plantaciones de caoba africana.....	20
7 Rendimiento esperado de una plantación de caoba africana.....	21
8 Valores de altura y diámetro de caoba africana a la edad de 5 años en el valle del Yeguaré, Honduras.....	22
9 Matriz multidimensional de riesgo para la plantación de caoba africana en (\$).	25

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1 Ingresos esperados por hectárea de una plantación de caoba africana en el valle del Yeguaré, Honduras.....	30
2 Costos de producción de 1,000 plántulas de caoba africana en vivero....	31
3 Costo de establecimiento de una hectárea de caoba africana.....	32
4 Costos de mantenimiento de una hectárea de caoba africana.....	33
5 Flujo de caja proyectado para una plantación de caoba africana en el valle del Yeguaré, Honduras.....	36
6 Materiales y herramientas necesarias durante el mantenimiento.....	41
7 Costo de alquiler de maquinaria de la Zamoempresa de Servicios Agrícolas.....	42

1. INTRODUCCION

Superficies y tasas de forestación de acuerdo a la FAO (2002), se estima que en el año 2000, en la región de América de Norte, América Central y América del Sur, hay una superficie total de plantaciones forestales de 28 millones de hectáreas, sin los Estados Unidos. Esta cifra baja poco más de 12 millones de hectáreas (8% de la producción mundial). Aún cuando esta superficie solo representa un 2% de los bosques de la región, las plantaciones constituyen un componente importante de los recursos forestales regionales ya que aportan un alto porcentaje del abastecimiento de las principales industrias forestales.

Brasil se destaca como el principal país en América del Sur, con una superficie de 4.9 millones de hectáreas, luego sigue Chile con una área plantada de 2 millones de hectáreas y una tasa de forestación anual de 97,000 hectáreas. En estos países la mayoría de las plantaciones se han hecho con especies introducidas, en donde predominan las especies de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*. En Centroamérica y México, en cambio predominan las plantaciones de especies originarias de la misma región, aún cuando también se plantan algunas especies del genero *Eucalyptus* (FAO, 2002).

Según Holdridge (1996), aunque las plantaciones forestales ocupan menos del 5% de la cubierta forestal mundial, suponen al menos el 22% del suministro mundial de materia prima de madera a la industria. Las plantaciones tendrán una importancia creciente en el suministro de madera a medida que disminuyan los bosques naturales o seminaturales a causa de la deforestación (fundamentalmente en los países en desarrollo de los trópicos y subtrópicos) y se destinan a fines de conservación o de otro tipo (básicamente en los países desarrollados de la zona templada).

También ha suscitado un gran interés la función de las plantaciones forestales en la ordenación forestal sostenible, porque se prevee que la demanda adicional de madera en el futuro se satisfará en gran medida gracias a las plantaciones. Las plantaciones constituyen un medio eficaz de producir productos forestales en superficies relativamente reducidas y por consiguiente contribuyen a reducir la deforestación y degradación de los bosques naturales. Ahora bien, las plantaciones pueden tener efectos ambientales y sociales negativos si no se planifican y gestionan de forma correcta y si no se toman en consideración los usos de la tierra existente.

La caoba africana (*Khaya senegalensis*), es una especie que ha sido recientemente introducida a Centroamérica y otras partes del mundo, las plantaciones de mayor escala se encuentran en Puerto Rico y Panamá. Se ha observado que esta especie presenta una buena adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y se cree que esta puede ser una

potencial alternativa para satisfacer la demanda de madera en el mercado nacional e internacional. Ante esto surge la necesidad de saber cuanto necesitamos invertir en determinada área y cuales son los ingresos esperados.

1.1 DEFINICION DE PROBLEMA

Ya que la caoba africana es una especie exótica y no se conoce exactamente su comportamiento y rendimiento en diferentes zonas climáticas, llega a generar un alto grado de incertidumbre si deseamos invertir. La plantación de Zamorano carece de información de manejo así como detalles de costos que se incurrió para establecer dicha plantación.

1.2 ANTECEDENTES

La plantación de caoba africana de Zamorano fue establecida en julio de 1996, ubicada en los sectores denominados Florencia y Ciruelo en un área de 0.68 y 4.73 ha respectivamente. Se empezó este proyecto con la finalidad de dar inicio a la implementación de plantaciones maderables de alto valor económico, para obtener fondos para que se utilicen en el futuro para becar a estudiantes que ingresen a la Escuela Agrícola Panamericana.

1.3 JUSTIFICACION

- Si se realiza un estudio antes de ampliar la plantación se conocerá exactamente cuales son los costos, beneficios y las limitantes que se pueden encontrar durante el período de la plantación.
- La caoba africana se puede utilizar con diferentes fines: las hojas jóvenes se utilizan para alimentación de ganado, la madera para producir fibra, ensambladuras finas, muebles, leña y resina. El aceite de la semilla se utiliza para preparar los alimentos ya que contiene 67% de aceite y 66% de ácido oleico (Francais y Lowel, 2000).
- Según Howard y James (2001), esta especie ha reemplazado en gran parte a la caoba del pacífico (*Swietenia humilis*) en los mercados europeos. Sin embargo, no es a gran escala ya que la oferta no es capaz de satisfacer a la demanda.
- Existen estudios realizados en Africa y Filipinas en donde se encuentra características climáticas similares al valle del Yeguaré, comprobándose que la tasa de crecimiento anual es similar a la de su estado natural.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Determinar la viabilidad técnica y económica para establecer una plantación de mayor área de caoba africana en Zamorano.

1.4.2 Específicos

- Elaborar el plan de manejo, este incluye desde la producción de plántulas en vivero hasta la cosecha final.
- Comparar las condiciones climáticas y edáficas de su estado natural con las existentes en el valle del Yeguaré, para predecir su comportamiento.
- 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.
- Realizar análisis de sensibilidad.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZACION DE LA CAOBA AFRICANA

2.1.1 Clasificación taxonómica

Según Francais (1999), clasifica de la siguiente manera:

Filo:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Sapindales
Familia:	Meliaceae
Nombre científico:	<i>Khaya senegalensis</i>
Sinónimo:	<i>Swietenia senegalensis</i>
Nombre común:	Caoba africana, homra, homraya, murraya african mahogany, dry zone mahogany, Senegal mahogany.

2.1.2 Características físicas y mecánicas de la madera

La madera es de color rosado pálido variando hasta el pardo rojizo, de textura media y de grano entrecruzado que produce un dibujo de bandas. Es ligeramente pesada, siendo de fácil secado y estable, se caracteriza por ser de fácil manejo y adquirir un buen acabado, aunque se requiere cuidados especiales en las superficies cortadas (Holdridge, 1996). Algunas de las características adicionales se menciona en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características físicas y mecánicas de la caoba africana.

Parámetro	Características
Densidad media al 12% de humedad	520 (kg/m ³)
Dureza	Blanda
Velocidad de secado	Rápida
Defectos de secado	Repelo, astillado
Hongos	Medianamente durable
Insectos	Medianamente durable

Fuente: World Rainforest Movement (2002).

2.1.3 Descripción botánica

La caoba africana, es un árbol que va de mediano a grande que produce fustes limpios (sin ramas) aunque cortos. La corteza es de color gris agrietada y salpicada de manchas más claras. La copa es amplia y caracterizada por ramas gruesas y raíces profundas. Durante el primer año, las plántulas desarrollan una raíz pivotante profunda y vigorosa que provee resistencia contra las sequías frecuentes.

Las hojas son paripinnadas, con un ráquíz de hasta 20 cm de largo, en el que se encuentran de tres a seis folíolos que miden de 7 a 11 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho. El haz es de color verde brillante y el envés es gris.

Las flores tetrámeras son de color blanco con un disco anaranjado alrededor del ovario. Las flores aparecen en panículas axilares de hasta 20 cm de largo. Cuando la fruta es de color gris y de cuatro celdas se madura. Durante la temporada seca se vuelve de un color negro.

2.1.4 Área de distribución

El área natural se extiende desde Senegal hasta Uganda y Sudán, de manera casi paralela a la línea ecuatorial, entre las latitudes 8 °N y 14 °N. En las áreas más húmedas se encuentran en terrenos elevados, pero está restringida a hábitats ribereños o lechos de arroyos que se extienden hacia adentro de la sabana en las porciones más secas de su distribución (Lamprecht, 1990).

Se ha cultivado con éxito en plantaciones en Puerto Rico, Cuba, Australia, Indonesia, la India y en varios sitios de África fuera de su área de distribución natural (International Institute of Tropical Forestry, 2002).

2.1.5 Ecología de la especie

Según Francais y Lowel (2000), en su estado natural se adapta a las siguientes condiciones ecológicas:

2.1.5.1 Requerimientos climáticos. En su área de distribución natural crece en zonas de vida tropical seca y a lo largo de arroyos en el bosque tropical muy seco. El clima está caracterizado por una precipitación anual promedio de 950 a 1,750 mm, una temporada seca de 4 a 5 meses y la temperatura anual promedio oscila entre 24.5 a 28.2 °C. Las lluvias de monzón durante el verano son la norma en el centro de África, pero pueden ocurrir sequías severas de manera periódica.

Es una de las especies maderables más resistente a las sequías. La capacidad de este árbol de perder sus hojas durante la temporada seca debe tener un valor considerable para la supervivencia. Las plantaciones exitosas de la caoba africana en otras partes del mundo, han tenido lugar por lo general en áreas con una temporada seca de corta duración y una precipitación alta.

2.1.5.2 Suelos y topografía. Al igual que otras especies de árboles, la caoba crece mejor en francos arenosos neutrales, profundos, fértiles y con un buen drenaje. Tales condiciones fértiles se encuentran a menudo en suelos aluviales en donde el gradiente de pendiente no es muy plano. Estos suelos aluviales fértiles pueden ser convertidos en tierras agrícolas de primera categoría y muchos de los mejores sitios de la caoba africana se han perdido precisamente a este uso. Los suelos volcánicos constituyen también unos buenos sitios para la especie. Por lo usual crece de manera satisfactoria en suelos lateríticos, pero puede sufrir un achaparramiento en los suelos superficiales sobre arcillas duras.

En Sudán, los rodales naturales se encuentran en gran parte confinados a los suelos delgados, areniscos y lixiviados de las cimas y las altiplanicies cubiertas con una corteza de piedra férrea. Las texturas de los suelos a través de la distribución varían entre medianas y pesadas, con un contenido de arcilla del 12 al 65%.

Los plantíos exitosos en Puerto Rico indican una tolerancia a una gran variedad de condiciones de suelo, los mismos que van desde neutrales hasta fuertemente ácidos y desde francos arenosos toscos y bien drenados hasta arcillas un tanto pobres en drenaje.

2.1.5.3 Requerimientos altitudinales. En su hábitat natural, la especie crece desde el nivel del mar hasta 1,500 metros.

2.1.5.4 Reacción a la competencia. Es moderadamente tolerante a la sombra. Los brinzales crecerán a través de la sombra ligera de las especies pioneras o persistirán en el estrato inferior en situaciones más sombreadas. Sin embargo, no sobrevivirán bajo sombra densa.

Esta especie es intolerante a la sombra en su madurez, deberá alcanzar una posición en el estrato superior o morir en el proceso. Los individuos que sobreviven tienden a dominar eventualmente los rodales en donde crecen.

Dependiendo de la humedad disponible y del historial de incendios, los rodales de caoba de zonas secas pueden variar de abiertos (en las sabanas) a rodales ribereños densos con poca vegetación terrestre baja. Es por lo usual una especie de subclímax; en la ausencia de perturbaciones, será reemplazada eventualmente por otras especies; sin embargo, los cambios ocurren con lentitud y las perturbaciones son frecuentes en su hábitat natural. A excepción de los lugares de donde se le remueve de manera selectiva durante las operaciones madereras, esta especie permanece como una especie dominante.

2.2 ASPECTOS SILVICULTURALES

2.2.1 Regeneración natural

La regeneración natural es por lo usual buena, pero la sequía y la competencia severa de las plántulas con la vegetación herbácea puede causar el fracaso. Las plántulas pueden

sobrevivir unas condiciones de sombra de ligera a moderada. Las estrategias para obtener una suficiente regeneración natural en los sitios pobres, deberán incluir una corte de liberación de los rodales con una regeneración avanzada. El establecimiento de nuevas plántulas puede ser fomentada por las perturbaciones tales como los cultivos o incendios controlados poco antes de la caída de las semillas. Una corte parcial después de la emergencia de las plántulas, con el objeto de permitir la penetración de la luz hasta la superficie del terreno del bosque, ayudaría al establecimiento de las plántulas antes de la cosecha final del rodal existente (Lampretch, 1990).

2.2.2 Reproducción vegetativa

La regeneración artificial no es difícil. El uso de plántulas en contenedores es la mejor opción; sin embargo, las plantaciones usando provisiones con las raíces desnudas o con la parte superior podada han dado resultados satisfactorios (Francais, 1999). La supervivencia de las plántulas se mejorará si los vástagos se encuentran completamente lignificados al momento del trasplante al campo.

La caoba africana rebrota bien al ser cortada. La reproducción puede tener lugar también a través de los brotes radicales.

2.2.3 Crecimiento y rendimiento

Un modelo para el patrón de crecimiento en el género *Khaya* ha sido propuesto por Rauh (1986; citado por Francais, 1999), en el cual un tronco monopodial crece de manera rítmica, desarrollando en el proceso capas de ramas a medida que asciende. El modelo se ajusta mejor al crecimiento en los rodales cerrados en sitios buenos, en donde los árboles jóvenes crecen con rapidez y producen unos tallos rectos y unas copas ralas y pequeñas que permiten que entre una gran cantidad de luz al estrato inferior. Con una mayor humedad disponible, el plantado bajo el dosel de árboles leguminosos tales como *Cassia siamea* Lam., *Albizia lebbek* (L.) Benth., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit o *Dalbergia sissoo* Roxb, acelerará la poda natural, fijará nitrógeno adicional y reducirá el daño por los barrenadores de los vástagos (*Hypsipyla* spp.). Las leguminosas leñosas deberán ser cosechadas de manera regular para evitar la competencia excesiva con la caoba.

Los espaciamientos comunes en los sitios talados y preparados son de 5 por 5 y de 5 por 10 metros. Se usa un espaciamiento de 5 por 20 m cuando se planta en plantíos de enriquecimiento o de conversión en hileras en los bosques (Howard y James, 2001).

La altura en la madurez varía entre 15 y 40 m, pero por lo general no excede los 24 m. El diámetro a la altura del pecho (DAP) puede alcanzar 1.50 m. Los fustes claros de 6 m de largo son poco usuales debido a que la especie desarrolla por lo normal una copa muy ramosa a medida que envejece, pero en los rodales ribereños cerrados se pueden a veces encontrar unos fustes de 12 a 15 m.

Un rodal de 22 años de edad plantado en Sudáfrica con una precipitación media anual de 1,300 mm, tuvo una altura promedio de 8.2 m, un DAP promedio de 11.7 cm y una densidad de 650 árboles por hectárea. Una plantación pequeña de 23 años de edad en Puerto Rico con una precipitación media anual de 3,000 mm, tuvo una altura promedio de 22 m y un DAP promedio de 20.1 cm. Con irrigación, en Mali, Niger y Senegal exhibe un crecimiento promedio en altura de 1.3 m por año (International Institute of Tropical Forestry, 2002).

2.2.4 Producción de semillas

Comienza a producir semillas cuando los árboles tienen de 20 a 25 años de edad (Mayhew y Newton, 1998). La producción de semillas es por lo usual abundante, el número de semillas varía entre 6,000 y 7,000 por kilogramo, pero ocasionalmente habrán solamente 3,000 por kilogramo (SETRO, 2002).

Alrededor del 90% de las semillas frescas germinan dentro de un período de 12 a 18 días. Las semillas almacenadas por dos meses a temperatura ambiente no germinarán; sin embargo, permanecerán viables por hasta seis meses al almacenarlas en contenedores metálicos sellados en refrigeración. Las semillas pueden ser dispersadas hasta una distancia de 100 m por los vientos (Holdridge, 1996).

2.3 PLAGAS Y ENFERMEDADES

En su distribución natural puede ser atacada de manera severa por las larvas de *Hypsipyla robusta* Moore, que barrenan los vástagos. Estos ataques pueden resultar en árboles deformados sin ningún valor maderero. Las plantaciones con espaciamientos estrechos pueden fracasar debido a los barrenadores de los vástagos. Las especies de la familia Meliaceae (las caobas) son los huéspedes para los barrenadores de los vástagos del género *Hypsipyla*. En pruebas en las cuales otros miembros de la Meliaceae se encontraron ausentes, la caoba de zonas secas creció rápidamente y de manera recta. La caoba africana parece ser menos sensible al ataque del barrenador del vástago que otras especies de *Khaya*. Cuando la especie se planta fuera de Africa, los barrenadores de los vástagos no presentan ningún problema (Francais, 1999). Esta especie es resistente a *Hypsipyla grandela* Zeller, el barrenador de los vástagos de las especies meliáceas en el nuevo mundo.

Se ha reportado que es ligeramente resistente a las termitas que en otras especies de *Khaya*. La albura es susceptible al ataque por los escarabajos de polvo de salvadera (powder-post beetles, *Lyctus* spp.). Una enfermedad bacterial de la caoba de zonas secas en Sudán, causada por *Xanthomonas khayae* Sabet, resulta en manchas foliares ásperas y costrosas y en úlceras nudosas en el tallo. A pesar de que los árboles de mayor edad son resistentes a los incendios, las plántulas tienen una gran susceptibilidad a los mismos (International Institute of Tropical Forestry, 2002).

2.4 USOS POTENCIALES

Según International Institute of Tropical Forestry (2002), esta especie se prefiere para muebles, ensambladuras finas, molduras y la construcción de botes. La madera se usa también a nivel local para traviesas de ferrocarril, pisos, artículos torneados, pulpa, combustible (valor calórico = 19,998 kJ/kg) y chapa decorativa. Las ramas con sus hojas se cortan para forraje para el ganado cuando existe una escasez de alimento. La caoba africana es un árbol urbano de importancia en el oeste de África.

2.5 ELABORACION DE PROYECTOS

2.5.1 Estudio técnico

Según Gittinguer (1982), el análisis técnico se ocupa de los insumos del proyecto, los productos, bienes y servicios. Su importancia es extrema y el marco del proyecto debe de estar definido con suficiente claridad para que ese análisis sea preciso. Además, el análisis técnico examina las posibles relaciones técnicas de la propuesta. Este también puede identificar lagunas en la información, las que deberán llenar antes de la planificación del proyecto o bien en las fases iniciales de su ejecución.

2.5.2 Estudio económico financiero

En el análisis de proyectos forestales interesa conocer, en primer lugar el rendimiento, la productividad o la rentabilidad global para la sociedad o la economía en conjunto, este rendimiento se realiza mediante análisis económico. En cambio, las distintas entidades financieras que participan en un proyecto, tales como: hombres de negocios, empresarios, sociedades privadas, organismos públicos y otros, solo les interesa conocer el rendimiento del capital que aportan. Este rendimiento es medido mediante el análisis financiero (Gittinguer, 1982).

Según Sapag y Sapag (2000), un proyecto puede justificarse con el beneficio de los productos que se obtengan durante el período de inversión, lo que se pretende realizar con un estudio previo es la asignación de recursos de una forma explícita, y de esta forma recomendar a los inversionistas.

2.5.3 Evaluación del proyecto

2.5.3.1 Flujo de caja proyectado. La proyección de los flujos de caja es uno de los aspectos más importantes de la evaluación de proyectos. Con los ingresos y egresos de desembolsos futuros de la compañía a lo largo del período se puede llegar al presupuesto de efectivo.

Este está compuesto de cuatro elementos, los cuales son: a) los egresos iniciales, b) los ingresos y egresos de operación, c) el instante en que ocurren estos ingresos y egresos, y d) el valor de desecho del proyecto (Sapag y Sapag, 2000).

2.5.3.2 Tasa de descuento. Se considera como la tasa de oportunidad para inversiones alternativas, estas debe ser fijado antes de iniciar la evaluación del proyecto. El Banco Central de Honduras es quien fija esta tasa, en los últimos meses se a mantenido alrededor del 9.2% (Banco Central de Honduras, 2002).

2.5.3.3 Período de recuperación. El período de recuperación es además del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) uno de los métodos más utilizados para la evaluación de proyectos. Este consiste en el número de períodos (por lo general años) necesarios para recuperar la inversión inicial. Este análisis tiene la desventaja que no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, como también las ganancias posteriores a la recuperación. Este análisis es más para la liquidez del proyecto que para la rentabilidad; sin embargo, es un análisis muy utilizado en la evaluación de proyectos como ayuda de VAN y TIR (Sapag y Sapag, 2000).

2.5.3.4 Valor actual neto (VAN). El Valor Actual Neto (VAN) de alguna cantidad futura, es la cantidad de dinero que dejaría indiferente al beneficiario si lo pusiera a escoger entre el recibir ahora o en algún determinado momento en el futuro (FAO, 1997).

2.5.3.5 Tasa interna de retorno (TIR). Es el tipo de descuento que hace que el VAN sea igual a cero; es decir, el tipo de descuento que iguala el valor actual de los flujos de entrada positivos, con el flujo de salida inicial y otros flujos negativos actualizados de un proyecto de inversión. En un análisis de inversión, para que el proyecto se considere rentable, su TIR debe ser superior al coste de capital empleado (Chang, 2001).

2.5.3.6 Costo de oportunidad. El costo financiero de un proyecto, es lo que se dejaría de ganar por la tasa de interés ofrecida en el mercado por mantener nuestro capital de trabajo durante todo el proyecto (Gitman, 2001).

2.5.3.7 Relación Beneficio/Costo. Según Romero (1980), este indicador provee información sobre la rentabilidad relativa de la inversión. Indica la ganancia neta generada por cada unidad monetaria invertida. La relación beneficio costo se calcula tomando el valor actual de los beneficios brutos dividido entre el valor actual de los costos brutos.

El análisis de beneficio/costo, como medio para ayudar a la selección de la inversión, permite analizar los desembolsos o gastos desde el punto de maximizar los beneficios. Se emplea este modelo para asegurarse de que el proyecto se ejecuta en el tiempo y en la forma que se produzca la razón mas alta del beneficio con respecto al costo, para obtener los rendimientos financieros más altos (Gitman, 2001).

2.5.4 Análisis de sensibilidad

El objetivo principal del análisis de sensibilidad es el de aumentar información a los resultados pronosticados del proyecto. El análisis de sensibilidad permite ver que tan sensible en su rentabilidad es el proyecto con respecto a variaciones en una o más variables. Estas variables que afectan el proyecto pueden ser económicas o no, como por

ejemplo la localización del proyecto o cambios en leyes del gobierno. La mayoría de los estudios de sensibilidad de proyectos se hacen con variaciones económicas, como por ejemplo: impuestos y salarios de trabajadores. La importancia de este análisis es ver como afectan negativamente o positivamente al proyecto los cambios en los valores de las variables escogidas.

Dependiendo del número de variables el análisis de sensibilidad puede ser unidimensional cuando es sobre una variable y multidimensional cuando son de dos o más variables (Sapag y Sapag, 2000).

3. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1 METODOLOGIA DE LEVANTAMIENTO

3.1.1 Estudio técnico

La mayoría de la información bibliográfica recolectada para este estudio se obtuvo de investigaciones realizadas en el continente africano, ya que en Centroamérica los estudios son escasos debido a que la especie es relativamente nueva.

Uno de los centros de investigación más importante es el “Internacional Institute of Tropical Forestry” (IITF), que se encuentra ubicado en Puerto Rico, éste fue de donde se obtuvo información sobre crecimiento promedio anual y rendimiento.

También se recolectó información de altura y diámetro de una parcela de muestreo de la plantación de Zamorano, la misma que consta de 242 árboles en una superficie de 906 metros cuadrados, estos datos se utilizaron para determinar la diferencia de crecimiento entre éste y el que se registra en Puerto Rico.

3.1.2 Método para calcular cantidad de semilla

Lampretch (1990), recomienda usar la siguiente ecuación para calcular la cantidad de semillas para establecer plantaciones.

$$S = \frac{N}{n \times p} \times 100 \quad [1]$$

S = Cantidad necesaria de semilla

N = Número requerido de plantas

n = Cantidad de semillas en kg

p = Porcentaje de germinación

A la cantidad de semilla que se obtenga con la ecuación 1, se debe aumentar entre el 20 al 30% para reemplazar aquellas semillas que no logren germinar en su debido tiempo.

3.1.3 Técnica de raleo

Se procedió a delimitar el área de la plantación de caoba de Zamorano con la ayuda del “Global Position System” (GPS), posteriormente se marcaron con cinta todos los árboles suprimidos, para que finalmente sean cortados y extraídos. Los criterios que se tomaron en cuenta para ralear fueron:

- Árboles muertos o moribundos
- Árboles atacados por plagas y/o enfermedades
- Árboles bifurcados
- Árboles sinuosos
- Árboles con cola de zorro
- Árboles suprimidos
- Espaciamiento para evitar la competencia de luz y nutrientes (cuando sea necesario)

3.1.4 Cálculo de rendimiento

Para cuantificar el rendimiento total de madera bruta en metros cúbicos, se utilizó la ecuación 2 desarrollada por Eguez (1999). Esta ecuación tiene como variables la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Se utilizó esta ecuación para obtener el volumen parcial de cada árbol y luego se sumó los volúmenes parciales para obtener el volumen total.

$$V = 0.00557984 + 0.00003684 * D^2 * H \quad [2]$$

V = Volumen total en metros cúbicos.

D = Diámetro a la altura de pecho (DAP) en centímetros.

H = Altura en metros.

0.00557984 y 0.0003684 = Constantes.

Para determinar el rendimiento bruto por hectárea del primer raleo, se procedió a calcular el volumen de todo los árboles destinados al raleo utilizando la ecuación 2.

3.2 ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

La finalidad de este estudio es transformar la información técnica y de mercado en valores monetarios, y mediante esto determinar la viabilidad financiera del proyecto en un tiempo determinado.

Para determinar los costos de producción de plántulas en vivero se utilizó como referencia los costos de producción de la teca (*Tectona grandis*). También se calculó el tiempo que se utilizó en transporte, distribución y plantación.

Los costos para el primer raleo, comaleo y chapeado se calcularon en base a la plantación de caoba africana de 4.73 ha. Las actividades se realizaron con trabajadores temporales y estudiantes. Todos los costos de mano de obra se expresan en días y equivale a ocho horas laborales.

Con todos los datos recolectados tanto técnicos como de precios de la madera en el mercado local se procedió a realizar el flujo de caja proyectado, para una duración de 25 años. Se determinó la rentabilidad en base a los siguientes indicadores financieros: TIR, VAN, relación beneficio/costo y el período de recuperación. Los cálculos de ingresos monetarios están en función de:

- Raleos comerciales hasta el turno final
- Precio de metros cúbicos de madera en rollo
- Rendimiento y precio en el mercado de semilla
- Costos de establecimientos
- Costos de mantenimiento
- Densidad final de cosecha
- Rendimiento promedio en m³/ha a los 25 años de edad

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

3.3.1 Superficie de plantación

La superficie de plantación o tamaño del proyecto se debe tomar en base a la demanda del mercado, así como también el volumen mínimo requerido para la exportación o venta local de madera y sus derivados.

Existen terrenos en Zamorano, que pueden ser utilizados para este proyecto, pero debido a que es una especie introducida recientemente a Centroamérica existe alto grado de incertidumbre; sin embargo, los cálculos están basados en una hectárea que fácilmente se puede ampliar.

3.3.2 Localización

Este proyecto se establecerá en los terrenos previamente seleccionados en propiedad de Zamorano, con especificaciones que se detallan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características comparativas de los sitios.

Características	Descripción **	
	Valle del Yeguaré	Hábitat natural
Latitud	14 ° 30' N	8 ° N a 14 ° N
Longitud	87 ° 02' W	18 a 25 E
Elevación	800 msnm	0 a 1,800 msnm
Temperatura media anual	23 °C	22.5 a 28.2
Precipitación media anual	1200 mm	950 a 1,750 mm
Humedad relativa media anual	69.5 %	62 %
Estación lluviosa	Mayo- Octubre	4 a 5 meses
Estación seca	Noviembre- Abril	similar
Zona de vida	bs - T	bs - T

Fuente: Carranza, (1995) adaptada por el autor.

** Descripción comparativa entre el hábitat natural en que crece la caoba y las condiciones en donde tiene planificado establecer.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ESTUDIO TECNICO

4.1.1 Selección del sitio de plantación

Este es lo primero que debemos hacer, para determinar si los terrenos cumplen con una serie de requisitos adicionales referentes a:

- Las condiciones topográficas
- La localización respecto a la red de comunicación pública y a los mercados
- Las condiciones medioambientales

La apertura hacia el interior puede ser realizada con costos adecuados solo en terrenos uniformes, poco quebrados, lo cual es también requisito para el manejo mecanizado (Lampretch, 1990). Por lo tanto, los terrenos ideales son las llanuras y laderas extensas, sin accidentes topográficos y de pendiente leve.

El sitio donde se establecerá la plantación está ubicado en el sector Ciruelo, se plantará en la parte sur de la plantación existente, se seleccionó este terreno ya que es de fácil acceso y posee las características óptimas que se necesita según lo recomienda Lampretch.

4.1.2 Selección de procedencia

Normalmente el autoaprovisionamiento con material a plantar es necesario, ya que las plantas son ofrecidas en el mercado. Las condiciones para la adquisición de semillas es parecido, si bien las especies mas conocidas en el mundo se puede adquirir relativamente fácil a través del comercio internacional de semillas, pero especies poco conocidas la adquisición es difícil. Otra alternativa que se puede utilizar es la reproducción vegetativa, por ejemplo estacas.

Generalmente las semillas de esta especie no se encuentran fáciles en Centroamérica. La única empresa que ofrece esta especie es Semillas Tropicales (SETRO), ubicada en Siguatepeque, ellos cuentan con semilla importada desde Africa de procedencia Mondon, Sohouzaba y Po, al precio de \$ 97/ kg.

4.1.3 Producción de plántulas en vivero

La producción de plántulas requiere de un trabajo intensivo, en donde se realizan numerosas actividades, aún mas si se produce en viveros temporales, es por eso que las plántulas se producirán en el vivero que posee la Zamoempresa de Cultivos Forestales. Las actividades a realizar para la producción de plántulas en vivero se resumen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Cronograma de actividades para la producción de plántulas de caoba africana en vivero, en el valle del Yeguaré, Honduras.

ACTIVIDADES	MESES						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Preparación de bancales							
- Limpieza	x						
- Esterilización	x						
Tratamiento pregerminativo	x						
Siembra en bancales		x					
Preparación de medio							
- Tamizado	x	x					
- Mezcla		x					
Llenado de bolsas		x					
Transplante a bolsas		x					
Ubicación de bolsas		x					
Colocación de zaran	x						
Control manual de malezas			x	x	x	x	x
Control de plagas			x	x	x	x	x
Aplicación de riego			x	x	x	x	x
Listas para plantar en campo							x

4.1.3.1 Preparación de bancales. Los bancales ya están establecidos; sin embargo, se debe asegurar que estos tengan características óptimas para la germinación, tales como libre de malezas y patógenos ya que estos pueden retarda la germinación de semillas.

4.1.3.2 Cantidad de semilla requerida. Para establecer una plantación de una hectárea se necesita 1.13 kg. de semilla, esto se calculó con la ecuación 1 recomendada por Lampretch. Esta cantidad ya esta incluida el 20% adicional que se necesita para reemplazar la semilla que no germina.

4.1.3.3 Siembra. Se procederá a sembrar en los bancales a una profundidad máxima de 2 cm, en líneas, a una distancia de 4 cm entre plantas. La sombra es indispensable, se debe mantener durante 18 días por lo menos durante las horas del medio día.

Otra técnica de siembra para esta especie, es mediante la siembra directa en bolsas plásticas. En este caso, se debe colocar dos o tres semillas por bolsa, por esta razón se necesita mayor cantidad de semilla, pero se evita el estrés que sufren las plántulas al momento de traspasar del semillero a las bolsas.

4.1.3.4 Transplante a bolsas. Cuando las plántulas estén de cinco a ocho días después de la germinación, o una altura de 6 a 8 cm, se procederá a transplantar en una bolsa plástica. Se debe tener precaución para no romper las raíces. Las dimensiones de las bolsas que se utilizan son de 9 x 12 pulgadas.

4.1.3.5 Riego. Se debe evitar demasiada irrigación, ya que la alta humedad fomenta las enfermedades micóticas. Nunca se debe regar cuando el sol es tan fuerte, el momento adecuado para ello es por lo general al final de la tarde.

4.1.3.6 Control de plagas y enfermedades. Normalmente la incidencia de plagas en la etapa de vivero no es muy común; sin embargo, se debe mantener bajo constante monitoreo para detectar cualquier incidencia.

4.1.3.7 Control de malezas. A pesar que en los primeros días la incidencia de malezas no es un problema, pero se debe eliminar manualmente todas las malezas en caso que se presente.

4.1.4 Plantación

La plantación se realizará al inicio de la época de lluvia, la fecha exacta varía en algunos años, pero por lo general empieza al inicio de julio. Se seleccionó esta fecha ya que se considera que las plantas no necesitarán riego y así no se incurrirá en gastos por riego. El resumen de las actividades para el establecimiento se indica en cuadro 4.

Cuadro 4. Cronograma de actividades para el establecimiento de una plantación de caoba africana en el valle del Yeguaré, Honduras.

	MESES						
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Selección de terreno	x						
Preparación de terreno							
- Desmonte	x						
- Subsoleo		x					
- Rastreo			x				
- Marcación				x	x		
Transporte de plantas					x		
Ahoyado					x		
Transplante						x	
Replante							x

4.1.4.1 Preparación del terreno. Es necesario despejar las áreas de plantación; eliminando los arbustos, matorrales y malezas. Se requiere la roturación total utilizando un subsolador, el mismo servirá para descompactar el suelo y eliminar la cobertura herbácea.

Para la marcación de los puntos donde se excavarán los hoyos se utilizarán estacas de madera y estas deben ser plantadas a una distancia de 3 por 3 m, con lo que se obtendrá una densidad inicial de 1,111 árboles/ha.

4.1.4.2 Transplante. Una vez que las plántulas estén a una edad de 4 a 5 meses o con una altura de 20 a 30 cm, se debe sembrar directamente en el sitio de plantación.

4.1.4.3 Control de malezas. El control durante los primeros 4 años se debe realizar manualmente con machetes, por que las plantas aún son pequeñas. Esta práctica se debe realizar por lo menos tres o cuatro veces por año, dependiendo de la incidencia que se presente. Otra alternativa que puede ser utilizada es la aplicación dirigida de Roundup para eliminar cualquier tipo de maleza, pero se debe realizar con mucha precaución ya que cualquier desvío puede ser fatal para las plantas de caoba.

Para Eguez (1999), la caoba se considera la más tolerante a malezas en comparación con las otras especies bajo condiciones de plantación. Pero limpiezas frecuentes en un ciclo frecuente de 2 a 4 meses durante los primeros 5 años, producen un crecimiento muy significativo.

4.1.4.4 Fertilización. Este tipo de práctica no es muy común en las plantaciones forestales; sin embargo, se recomienda aplicar las cantidades que se indica en el cuadro 5, para que las plantas se desarrollen rápido y sean fuertes en caso que se presente alguna plaga o enfermedad.

Las aplicaciones de fertilizantes en plantaciones nuevas pueden ayudar a reducir el costo de limpieza, mejorando el crecimiento y reduciendo el período de las malezas. Grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados han aplicado a densas plantaciones produciendo diámetros de altura de pecho (DAP) de 40–60 cm en árboles de 14 a 20 años (Mayhew y Newton, 1998).

Cuadro 5. Régimen de fertilización para crecimiento rápido de plantaciones.

Año	Fertilizante NPK	Cantidad gr/árbol	No. de Aplicaciones
1	18 46 0	50	1
2	Urea	50	4
3	18 46 0	100	3
4	18 46 0	100	3
5	18 46 0	100	2
6	Urea	100	2

Fuente: Mayhew y Newton (1998), adaptado por el autor.

4.1.5 Control de plagas

4.1.5.1 Control de Zompopos (*Atta sp.*). Según Coronado (2000), el zompopo ha sido la plaga que mayor ataca actualmente, se ha encontrado árboles totalmente defoliados. Las prácticas de control que se han utilizado son químicos y la aplicación de “Tangle Foot”, que es un compuesto pegante en el cual se quedan atrapados los zompopos. Posterior a la fecha de presentación del plan se realizan muestreos nocturnos para detectar zompopos identificándolos para su posterior control. En cada época que se detecte la presencia de esta plaga se debe aplicar insecticidas como Isectrol o Attamix.

4.1.5.2 Barrenador de las meliaceas. Existen dos especies de *Hypsipyla*, *grandella* y *robusta*, el primero se encuentra en las Américas y es el principal limitante para las plantaciones del género *Swietenia* y *Cedrella*, el segundo se encuentra en las regiones africanas y es el limitante para plantaciones de *Khaya* en África (FAO, 1997). En Zamorano al igual que en otras regiones donde ha sido introducida la caoba africana no se ha notado la presencia de *Hypsipyla robusta*, y se espera que este comportamiento se mantenga durante el período de la plantación.

4.1.6 Podas

El costo de la poda es alto, especialmente en plantaciones densas. Plantaciones densas incitan el crecimiento vertical, por lo tanto se podará durante los primeros 5 o 6 años. Se debe podar con machetes cuando las ramas aún son pequeñas y con una sierra cuando las ramas son gruesas.

4.1.7 Raleos

Este se debe realizar con el fin de reducir el número de árboles en la plantación, para permitir el buen desarrollo de los árboles remanentes y de esta forma maximizar la productividad de la plantación. Holdridge (1996), recomienda realizar el primer raleo cuando los árboles empiezan a cerrar el dosel y se debe cortar el 50% de plantación.

Para mantener un margen de seguridad contra cualquier fenómeno, se estima conveniente cambiar el esquema de raleo propuesto por Holdridge. Los valores se indican en el cuadro 6. Según los cálculos realizados, el rendimiento final será de 260 árboles por hectárea.

Cuadro 6 . Plan preliminar de raleos en (ha) para plantaciones de caoba africana.

Edad (años)	Árboles a ralear		Árboles remanentes	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
6	444	40	667	60
12	266	40	400	60
18	140	35	260	65

Fuente: el autor.

4.1.8 Cosecha y rendimiento

Antes de realizar la cosecha en el año 25, se seleccionarán 30 árboles para que sean utilizados como semilleros y se dejarán los árboles que tengan buenas características tales como: altos, fuste recto y libres de enfermedades.

Para la cosecha de los 230 árboles remanentes se utilizará la técnica de tala rasa, serán extraídos con motosierras y luego almacenados en un lugar apropiado para evitar la proliferación de insectos dañinos.

En el cuadro 7, se puede observar el rendimiento esperado por año, el mismo que se calculó con la ecuación 1 y sus alturas respectivas.

Cuadro 7. Rendimientos esperados de una plantación de caoba africana.

Año	Arboles/ha	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen m ³ /planta	V Total m ³ /ha
1	1111	1.60			
2	1111	3.08			
3	1111	4.58			
4	1111	6.08			
5	1111	7.58	9.00	0.03	13.00
6	667	9.06	10.10	0.04	26.43
7	667	10.56	12.20	0.06	42.34
8	667	12.06	14.30	0.10	64.32
9	667	13.56	15.80	0.13	86.90
10	667	14.86	17.30	0.17	113.01
11	667	16.16	18.81	0.22	144.22
12	391	16.96	19.71	0.25	97.09
13	391	17.76	20.61	0.28	110.85
14	391	18.46	21.51	0.32	125.21
15	391	19.16	22.41	0.36	140.79
16	391	19.86	23.29	0.40	157.35
17	391	20.56	24.17	0.45	175.19
18	260	21.26	25.05	0.50	129.23
19	260	21.76	25.90	0.54	141.26
20	260	22.11	26.75	0.59	152.99
21	260	22.61	27.60	0.64	166.42
22	260	23.11	28.45	0.69	180.62
23	260	23.61	29.25	0.75	194.93
24	260	24.01	30.05	0.80	209.12
25	230	24.41	30.85	0.86	198.13

Fuente: IITF (2002), adaptado por el autor.

En el cuadro 8, se presentan los valores de altura y diámetro que fueron recolectados en la parcela de muestreo de caoba africana en Zamorano. Tanto la altura como el diámetro promedio son menores a los que se registra en las plantaciones de Puerto Rico, esta

diferencia puede ser por características relacionadas con manejo o condiciones climáticas y edáficas diferentes.

Cuadro 8. Valores de altura y diámetro de caoba africana a la edad de 5 años en el valle del Yeguaré, Honduras.

Parámetro	Altura total	Altura comercial	DAP
	(m)	(m)	(cm)
Máximo	9.50	5.77	10.70
Mínima	0.70	0.60	1.75
Mediana	4.62	2.89	6.20
Media	4.71	2.99	6.14

Fuente: el autor.

4.2 ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

4.2.1 Determinación de ingresos

Para determinar el ingreso, esta basaba en una hectárea de plantación, los principales productos para la venta son: leña, postes, madera en rollo y semillas. El precio internacional de la madera en rollo en el mercado europeo es de \$ 580/m³, pero debido a que es un producto nuevo y para consumo local se considera que se venderá a \$ 450/m³. Todos los detalles de ingreso por venta de los productos se puede observar detalladamente en el anexo1.

Se considera que el ingreso por la venta de leña empieza en el año 6, debido a que se realiza el primer raleo, posteriormente se obtendrá pequeñas cantidades de leña provenientes de los siguientes raleos. El ingreso total que se obtendrá por la venta de este producto es de \$ 91.

La segunda fuente de ingreso es en el año 12, por la venta de 50 postes y se obtendrá \$1,000; mas 54 metros cúbicos de madera con un valor de \$ 10,800. Por lo tanto, el ingreso total en este año es \$ 11,826.00.

El producto obtenido en el año 17, ya se considera que será madera de calidad comercial, se venderá a un valor de \$ 230/m³. El ingreso por 74. 2 metros cúbicos es \$ 17,066. La cosecha final será en el año 25, el volumen total de madera de 230 arboles es 198.13 metros cúbicos y se venderá a \$ 450/m³, obteniendo la cantidad de \$ 89,158.50.

Los ingresos por venta de semillas empiezan a partir del año 20, el precio por kilogramo es de \$ 100 y se obtendrá un total de 194 kg hasta el año 25, que en valor monetario equivale a \$ 19,400. Esta semilla servirá para satisfacer la demanda del mercado centroamericano e internacional, con la venta directa al cliente a través del Banco de Semillas Zamorano.

4.2.2 Determinación de costos

4.2.2.1 Costos en la etapa de vivero. Corresponden a las actividades que se realizan en la etapa de vivero (anexo 2) tales como: preparación de medio, compra de insumos y materiales, llenado de bolsas y el costo de mano para el mantenimiento por aproximadamente 5 meses. La semilla que se necesita para establecer una plantación de un hectárea es 1.13 kg y el costo por kilogramo es de \$ 97. El precio por cada planta producida en vivero es de \$ 0.56.

4.2.2.2 Costos de establecimiento. El establecimiento de una plantación de caoba africana esta estimada en \$ 1,478.71 (anexo 3), mas el costo de la tierra valorada en \$2,500 por hectárea; por lo tanto, el costo total de establecimiento es de \$ 3,978.71 por hectárea.

Preparación de suelo, este incluye todas las actividades que deben realizarse antes de establecer la plantación y que corresponde al uso de maquinaria agrícola como el subsolador y la rastra. El costo total de la preparación del suelo resultó de \$ 418.44 por hectárea que corresponde a 39 % del costo total necesario para el establecimiento.

Plantación o siembra, corresponde al costo de las plántulas, mano de obra utilizado para la siembra, transporte y distribución. La cantidad necesaria para esta actividad es \$ 695.42 por hectárea. Este es uno de los costos mas elevados durante el primer año, ya que representa el 40.5% de la inversión.

También se necesita materiales y equipo tales como: palas, piochas, barras, cinta métrica entre otras. Se asignó \$ 173.55 para el año de establecimiento, para los siguientes años se obtendrá a medida que se necesite.

4.2.2.3 Costos de mantenimiento. El costo total de mantenimiento para todo el período de la plantación es \$ 3,499.12, los mayores costos en que se incurren son los de limpieza manual y mecánica. Se realizará dos limpiezas con maquinaria en los años 2 y 9. La limpieza manual se realizará cada año con dos o tres intervenciones y se estima en una cantidad de \$ 80 por año cuando la plantación es joven. A medida que la plantación va creciendo los costos de limpieza disminuirán significativamente (anexo 4).

La fertilización normalmente representa un costo elevado, pero este proyecto la fertilización se realizará durante los primeros 6 años y el costo total es de \$ 251.65 por hectárea.

Las aplicaciones de productos químicos para el control de plagas es de \$ 79 por hectárea, durante el período de plantación. Esta cantidad es pequeña debido a que solo se utilizará para control de zompopos durante los primeros 5 años ya que esta especie forestal no presenta incidencia de plagas importantes.

La cantidad asignada para riego es de \$ 930 en toda la etapa de la plantación, este corresponde a alquiler de la bomba y la mano de obra. Esta cantidad no es alta, debido a que esta especie no requiere grandes cantidades de riego.

4.2.2.4 Costos de aprovechamiento de la madera. El costo total necesario para la cosecha en el año 25 es de \$ 791, que corresponde al costo de mano de obra de un motosierrista y su ayudante. El costo por cada árbol que se aproveche es de \$ 3.50.

4.2.3 Estimación de índices financieros

4.2.3.1 Valor Actual Neto (VAN). Este está representado por los valores presentes de los flujos netos de efectivo de cada año, menos el costo inicial de la inversión correspondiente al año de establecimiento del proyecto.

El Valor Actual Neto global obtenido fue de \$ 10,985.92, lo que indica, que el valor de la inversión aumentará en esa cantidad en términos de valor de dinero actual. Este valor es la cantidad de dinero de ganancia que se obtendrá de la plantación en los 25 años de inversión en dinero de hoy. Este es un indicador que nos ayuda a afirmar de que si se recomienda establecer esta plantación ya que el VAN es mayor a cero e indica que los beneficios son mas de lo requerido en la inversión.

4.2.3.2 Tasa Interna de Retorno (TIR). Es la tasa que iguala el Valor Presente Neto de las entradas de efectivo anual generadas durante los 25 años, con la inversión inicial. La TIR evalúa el proyecto en función de una tasa de rendimiento, con la cual todos los beneficios actualizados son iguales a los desembolsos también actualizados.

La TIR representa la tasa de interés más alta que este proyecto podría pagar sin tener pérdidas de dinero, si consideramos que los fondos con que se va invertir para establecer esta plantación proceden de alguna fuente externa de financiamiento. La TIR global que se obtuvo para los 25 años es de 15%, se considera aceptable ya que es 5.8% superior que la tasa de descuento.

4.2.3.3 Flujo de caja. En el anexo 5, se indica los flujos de efectivos por hectárea de la plantación proyectada para 25 años, en la cual se consideró el ingreso menos el egreso correspondiente a cada año, expresado en dólares americanos. La tasa de descuento utilizada para este proyecto es 9.2 %.

4.2.3.4 Relación Beneficio/Costo. Con el resultado de la relación beneficio/costo se determinó que al final del período de la plantación, por cada dólar que se invierta o se gaste, se recuperará el dólar y se obtendrá \$ 7.00 de ganancia.

4.2.3.5 Período de recuperación. Debido a que la inversión en el primer año es alta el flujo neto es negativo durante los primeros años, con los ingresos que se obtiene en el año 6 se cubre parte de los costos acumulados desde el primer año; sin embargo, este continúa negativo hasta obtener mayores ingresos del segundo raleo en el año 12, que con este ingreso ya se puede cubrir todos los costos de mantenimiento.

4.2.4 Análisis de riesgo. En el cuadro 9, se presenta la matriz multidimensional de riesgo que se elaboró en base a los ingresos esperados y los costos totales de producción. Se combinaron diferentes escenarios, con incrementos y disminuciones de ingresos y costos totales. Como por ejemplo la disminución en un 80% de los costos totales y el incremento de los ingresos en el mismo porcentaje, que esto se daría en un caso muy optimista. También se puede observar que en caso pesimista en donde los costos totales suben hasta un 80 % y el ingreso disminuye en un 60%, aun el ingreso neto es positivo.

Cuadro 9. Matriz multidimensional de riesgo para la plantación de caoba africana en \$.

Ingreso (%)	Variación de costos totales (%)							
	40	60	80	100	120	140	160	180
20	27,050	24,248	21,446	18,644	15,842	13,040	10,238	7,436
40	59,705	56,903	54,101	65,309	48,497	45,695	42,893	40,091
60	92,359	89,557	86,755	97,963	81,151	78,349	75,547	72,745
80	125,014	122,212	119,410	130,618	113,806	111,004	108,202	105,400
100	160,470	157,668	152,064	163,272	146,460	143,658	140,856	130,054
120	190,323	187,521	284,719	195,926	179,115	176,313	173,511	170,709
140	222,977	220,175	217,373	228,581	211,769	208,967	206,165	203,363
160	255,632	152,830	250,027	261,235	244,424	241,622	238,820	236,018
180	288,286	285,484	282,682	293,889	277,078	274,276	271,474	268,672

5. CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas del valle del Yeguaré son adecuadas para la adaptabilidad de esta especie, por lo que se pronostica un buen desarrollo y rendimiento, si se le da un buen manejo. Los aspectos más importantes que debe tener presente son el tipo de suelo y la humedad ya que se adapta mejor en suelos poco pesados y con buen drenaje.

A pesar de que es una especie que fue recientemente introducida en Latinoamérica, se ha observado que presenta buen comportamiento. El crecimiento promedio anual es 90 cm, 60 cm menor que el valor máximo que se obtiene en su estado natural en África.

Los costos de establecimiento y mantenimiento son elevados durante los primeros 2 años, ya que se incluye el valor del terreno, además porque requiere mayor mano de obra, materiales y equipo.

El proyecto es económicamente viable, presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 15%, un Valor Actual Neto (VAN) de \$ 10,985.92, y con un período de recuperación de 11 años. Esto demuestra que cualquier empresa o persona que desee invertir, obtendrá buenos resultados a largo plazo.

6. RECOMENDACIONES

En Latinoamérica los estudios de esta especie son escasos, por lo que se recomienda realizar investigaciones relacionadas con la posición de la semilla para su germinación, utilización de micorrizas, niveles de fertilizantes óptimos para el desarrollo, tanto a nivel de vivero así como en las plantaciones ya establecidas.

Debido a que no presenta severos ataques por plagas o enfermedades, se debería implementar este proyecto en gran escala para aumentar el área actual y disponer mayor diversidad florística.

Se debe recolectar y almacenar datos de altura y diámetro a la altura del pecho (DAP), por medio de parcelas permanentes, los mismos que servirán de referencia para futuros estudios.

Antes de implementar este proyecto, se recomienda realizar estudios de mercado y de posibles impactos ambientales.

7. BIBLIOGRAFIA

Banco Central de Honduras. 2002. Serie de tasas de interés. Accesado el 20 de septiembre del 2002. Disponible en [http://: www. bch.hn/frames..htm](http://www.bch.hn/frames..htm)

Chang, J. 2001. Manual de un modelo artesanal para el diseño y evaluación de proyectos de inversión en banano y plátano. Guayaquil, Ecuador. 33 p.

Coronado, M. 2000. Caracterización de las plantaciones forestales de Zamorano y planes de manejo para Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*), Caoba Africana (*Khaya senegalensis*) y Pino (*Pinus caribaea*). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 40 p.

Eguez, J. 1999. Evaluación técnica económica de plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Honduras. Tesis. Ing. Agr. El Zamorano, Honduras 57 p.

Francais, J. 1999. Especies forestales para plantar en Areas Forestales, Rurales y Urbanas de Puerto Rico. Río Piedras, Puerto Rico. 80 p.

Francais, J; Lowel, C. 2000. Silvics of Native and Exotic Trees of Puerto Rico and Caribbean Islands. USDA. Río Piedras, Puerto Rico. 350 p.

FAO, 2002. Situación de los bosques en el mundo. Consultado el 2 de julio del 2002 Disponible <http://www.fao.org>.

FAO, 1997. Análisis Económico de Proyectos Forestales. Roma, Italia. Estudios FAO: Montes No 17. 228 p.

Gitman, L. Fundamentos de Administración Financiera. Traducido del inglés por Enrique Mercado. 7ma ed. México. Ed Castillo Hns, S.A. 1070 p.

Gittinguer, J. 1982. Análisis económico de proyectos agrícolas. Traducido del inglés por Carmelo Saavedra . 2da. ed. Madrid, España. Ed. Tecnos. 532 p.

Holdridge, L. 1996. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica IICA. 216 p.

Howard and James, 2001. U.S. timber production, trade consumption, and price statistics 1965 to 1999. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service 90 p.

International Institute of Tropical Forestry, 2002. African Mahogany. Accesado el 20 de agosto del 2002. Disponible en <http://www.fs.fed.us>.

Lampretch, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, 2 Ed. Eschborn, Alemania. 355 p.

Mayhew y Newton. 1998. The Silviculture of Mahogany. CABI Publishing. 226 p.

Romero, C. 1980. Normas practicas para la evaluación financiera de proyectos de inversión en el sector agrario. Madrid, España. Mundi Prensa. 113 p.

Sapag, N; Sapag, R. 2000. Preparación y evaluación de proyectos. 4^{va}. Ed. Chile. MacGraw Hill. 408 p.

SETRO, 2002. Semillas Tropicales. Consultado el 10 de agosto del 2002. Disponible en <http://www.setro.com/semillas>.

World Rainforest Movement, 2002. Especies de alto valor económico. Accesado el 30 de agosto del 2002. Disponible en <http://www.wrm.org.uy>.

Anexo 1. Ingresos esperados por hectárea de una plantación de caoba africana en el valle de Yeguaré, Honduras.

Año	Leña			Postes			Madera			Semilla			Ingreso
	Cantidad m estéreo	Precio Unitario	Ingreso \$	Numero	Precio Unitario	Ingreso \$	Cantidad m3	Precio Unitario	Ingreso \$	Cantidad Kg	Precio Unitario	Ingreso \$	Total \$/ha
6	5	13	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65.00
7	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	2	13	26	50	20	1000	54	200	10800	0	0	0	11826.00
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	74.2	230	17066	0	0	0	17066.00
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100	1000	1000.00
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	100	1800	1800.00
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	100	2500	2500.00
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100	3000	3000.00
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	100	4500	4500.00
25	0	0	0	0	0	0	198.13	450	89158.5	66	100	6600	95758.50
			91			1000			117024.5			19400	137515.50

Anexo 2. Costo de producción de 1,000 plántulas de caoba africana en vivero.

Actividades	Unidad	Cantidad en 1,000 plantas	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Preparación de semilleros				
Limpieza	días	1.30	4.00	5.20
Esterilización	días	0.50	4.00	2.00
Colocación de zaran	días	0.30	4.00	1.20
Preparación de sustrato				
Transporte de medio	días	0.30	4.00	1.20
Colado y tamizado	días	3.00	4.00	12.00
Mezcla de medio	días	1.00	4.00	4.00
Llenado de bolsas	días	2.00	4.00	8.00
Arreglo de bolsas	días	1.00	4.00	4.00
Siembra				
Siembra	días	2.00	4.00	8.00
Riego	días	4.00	4.00	16.00
Transplante	días	6.00	4.00	24.00
Materiales e insumos				
Zaran	m ²	110.00	0.95	104.50
Carreta	unidad	1.00	65.00	65.00
Bolsas	unidad	1200.00	0.01	12.00
Fungicidas	kg	0.50	20.00	10.00
Fertilizantes	kg	5.55	2.50	13.88
Semilla	kg	0.70	97.00	67.90
Tierra	m ³	10.14	3.00	30.42
Arena	m ³	3.38	4.00	13.52
Material orgánico	m ³	3.38	3.00	10.14
Mantenimiento				
Riego	días	30.00	4	120.00
Control manual de malezas	días	10.00	4	40.00
TOTAL				567.76

Anexo 3. Costo de establecimiento de una hectárea de caoba africana.

ACTIVIDADES	Unidad	Cantidad/ha	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Preparación de suelo				
Desmonte	horas	5.00	35.00	175.00
Subsuelo	horas	4.00	29.86	119.44
Rastreo	horas	4.00	20.00	80.00
Marcación	días	2.50	4.00	10.00
Ahoyado	días	8.50	4.00	34.00
Subtotal				418.44
Plantación				
Transporte	días	1.50	4.00	6.00
Costo de plántulas	unidades	1250	0.56	700.00
Distribución de plantas	días	1.86	4.00	7.44
Siembra	días	3.87	4.00	15.48
Replante	días	1.00	4.00	4.00
Subtotal				732.92
Materiales y equipo				
Alquiler de volquete	horas	6.00	20.00	120.00
Machetes	Unidades	5.00	2.41	12.05
Azadones	Unidades	10.00	4.06	40.60
Palas	Unidades	5.00	8.00	40.00
Piochas	Unidades	5.00	5.00	25.00
Limas	Unidades	20.00	1.31	26.20
Cinta métrica	Unidades	2.00	5.00	10.00
Barras	Unidades	2.00	10.00	20.00
Subtotal				293.85
Fertilizantes e insumos				
Urea	kg	100.00	0.19	19.00
18 46 0	kg	50.00	0.29	14.50
Insecticidas	gr	0.00	0.00	0.00
Subtotal				33.50
Total				1478.71

Anexo 4. Costos de mantenimiento de una hectárea de caoba africana.

Actividad	Unidad	Costo Unitario	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
			Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha
Control de maleza												
Limpieza mecánica	hr	14.8		0		0	0	0	0	0	0	0
Limpieza manual	días	4.00	25	100.00	5.2	20.8	7.2	28.8	7.2	28.8	7.2	28.8
Subtotal				100.00	5.2	20.8		28.8		28.8		28.8
Fertilización												
Urea	kg	0.19	160	30.40	83	15.77	83	15.77	83	15.77	83	15.77
18 46 0	kg	0.29	125	36.25	55	15.95	55	15.95	55	15.95	55	15.95
Mano de obra	días	4.00	1.10	4.4	1.1	4.4	1.1	4.4	1.1	4.4	1.1	4.4
Subtotal				71.05		36.12		36.12		36.12		36.12
Riego												
Mano de obra	días	4.00	5	20.00	5	20	5	20	5	20	5	20
Subtotal				20.00		20		20		20		20
Revisión periódica												
Supervisión	días	4.00	20	80.00	20	80	20	80	20	80	20	80
Subtotal				80.00		80		80		80		80
Control de insectos												
Atamix	lb	3.05	3	9.15	0	0.00	3	9.15	0	0	3	9.15
Mano de obra	días	4.00	4.32	17.28	0	0.00	4.32	17.28			4.32	17.28
Subtotal				26.43		0.00		26.43		0		26.43
Otras actividades												
Replante	días	4	1.2	4.8		0	0	0	0	0	0	0
Podas	días	4.00		0	3	12	0	0	1.96	7.84	2.5	10
Raleo	árbol	0.2		0		0	0	0	0	0	0	0
Comaleo	días	4.00	11	44	13	52	13	52	13	52	15	60
Subtotal				48.8		64		52		59.84		70
Total				346.28		156.92		191.35		224.76		241.35

Anexo 4. Continuación

Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10		Año 11		Año 12	
Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha
0	0	4	59.2	0	0	3	44.4	0	0	0	0	0	0
7.2	28.8	5	20	7.2	28.8	5	20	7.2	28.8	7.2	28.8	7.2	28.8
	28.8		79.2		28.8		64.4		28.8		28.8		28.8
83	15.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	15.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.1	4.4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	36.12		0		0		0		0		0		0
5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20
	20		20		20		20		20		20		20
20	80	20	80	20	80	15	60	15	60	5	20	5	20
	80		80		80		60		60		20		20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0		0		0		0		0		0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.12	4.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
444	88.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	266	552
11	44												
	137.28		0		0		0		0		0		552
	302.2		179.2		128.8		144.4		108.8		72.26		620.8

Anexo 4. Continuación

Año 13		Año 14		Año 15		Año 16-17		Año 18		Año 19- 24		Año 25	
Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha	Cantidad en 1 ha	Costo por ha
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.2	28.8	7.2	28.8	7.2	28.8	7.2	28.8	7.2	28.8	3	12		
	28.8		28.8		28.8		28.8		28.8		12		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0		0		0		0		0		0		0
5	20	5	20	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0
	20		20		20		0		0				0
5	20	5	20	5	20	5	20.00	5	20	5	20		
	20		20		20		20.00		20		20		0.00
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0		0		0		0		0		0		0
	0		0		0		0		0		0		0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0	140	490		0		
	0		0		0		0		490		0		0
	68.8		68.8		68.8		48.80		538.8		32		0.00

Anexo 5. Flujo de caja proyectado para una plantación de caoba africana en el valle del Yeguaré, Honduras.

	Años							
	0	1	2	3	4	5	6	7
INGRESOS								
Leña							65.00	
Postes								
Madera en rollo								
Semilla								
Total	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.00	0.00
EGRESOS	4267.49	356.34	592.01	381.34	305.25	318.85	621.40	264.17
Establecimiento								
Preparación de suelo	418.44							
Plantación	695.42							
Insumos	33.50							
Inversiones								
Materiales y equipo	293.85	80.49	371.1	137.99	80.49	57.5	319.2	80.49
Tierra	2500.00							
Mantenimiento								
Control de malezas	80.00	100.00	20.80	28.80	28.80	28.80	28.80	79.20
Fertilización	71.05	71.05	36.11	36.12	36.12	36.12	36.12	0.00
Riego	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Revisión periódica	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Control de insectos	26.43	0.00	0.00	26.43	0.00	26.43	0.00	0.00
Otras actividades	48.80	4.80	64.00	52.00	59.84	70.00	137.28	4.48
Cosecha								
Aprovechamiento de la madera								
Recolección de semilla								
FLUJO NETO								
Efectivo	-4267.49	-356.34	-592.01	-381.34	-305.25	-318.85	-556.40	-264.17
Acumulado	-4267.49	-4623.83	-5215.84	-5597.18	-5902.43	-6221.28	-6777.68	-7041.85
TIR % 15								
VAN= 10,985.92								

Anexo 5. Continuación

Años								
8	9	10	11	12	13	14	15	16
				26.00				
				1000.00				
				10800.00				
0.00	0.00	0.00	0.00	11826.00	0.00	0.00	0.00	0.00
213.77	249.37	254.38	286.03	1111.30	213.77	299.90	213.77	189.29
80.49	80.49	121.1	80.49	430.5	80.49	171.1	80.49	80.49
28.80	64.40	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80	28.80
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	0.00
80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.48	4.48	4.48	76.74	552.00	4.48	0.00	4.48	0.00
-213.77	-249.37	-254.38	-286.03	10714.70	-213.77	-299.90	-213.77	-189.29
-7255.62	-7504.99	-7759.37	-8045.40	2669.30	2455.53	2155.63	1941.86	1752.57

Años								
17	18	19	20	21	22	23	24	25
	17066.00							89125.50
			1000.00	1800.00	2500.00	3000.00	4500.00	6600.00
0.00	17066.00	0.00	1000.00	1800.00	2500.00	3000.00	4500.00	95725.50
189.29	599.90	192.49	312.49	372.49	433.10	412.49	492.50	1451.00
80.49	471.1	80.49	80.49	80.49	121.1	80.49	130.5	350.00
28.80	28.80	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
	300.00							791.00
			120.00	180.00	200.00	220.00	250.00	230.00
-189.29	16466.10	-192.49	687.51	1427.51	2066.90	2587.51	4007.50	94274.50
1563.28	18029.38	17836.89	18524.40	19951.91	22018.81	24606.32	28613.82	122888.32

Anexo 6. Materiales y herramientas necesarios durante el mantenimiento

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Costo total (\$)	Años							
				1	2	3	4	5	6	7	8
	Unidades										
Motosierras	3	350	1050.0								
Sierra telescópica	1	552	552.0		250						
Bomba para riegos	1	550	550.0	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99
Bomba manual	3	80	240.0								
Sierra podadora	5	2.96	14.80								
Machetes	5	4.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Azadones	10	4.06	40.60		40.60				40.60		
Hacha	5	10.00	50.00						50.00		
Palas	5	8.00	40.00								
Piochas	5	5.00	25.00								
Limas	15	2.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50
Cinta métrica	2	25.00	50.00								
Barras	2	10.0	20.00			57.5			171.1		
Total				80.49	371.1	137.99	80.49	57.5	319.2	80.49	80.49

Anexo 6. Continuación

Años																
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
			350						350							350
22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	22.99	
20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
	40.60				40.60				40.6				40.60			
					50.00										50	
37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	
80.49	121.1	80.49	430.5	80.49	171.1	80.49	80.49	80.49	471.1	80.49	80.49	80.49	121.1	80.49	130.5	350

Anexo 7. Costo de alquiler de maquinaria de la Zamoempresa de Servicios Agrícolas.

CONCEPTO	Lempiras/horas	Dólares/hora
Tractores		
Tractor John Deere 950	250	15.89
Tractor John Deere 970	250	15.89
Tractor John Deere 2030	270	17.16
Tractor John Deere 5400	285	18.12
Tractor John Deere 3130	290	18.44
Tractor John Deere 3350	300	19.07
Tractor John Deere 7210	370	23.52
Tractor Ford TW10	335	21.30
Tractor CASE IH C-100	370	23.52
Combinada John Deere 4420	345	21.93
Tractor Komatsu D60A	500	31.79
Implementos		
Sembradora Kinze	120	7.63
Sembradora Max Emerge	140	8.90
Sembradora Drill	85	5.40
Arado de vertedera John Deere	55	3.50
Arados Varios	30	1.91
Arado Reversible Baldan	40	2.54
Rastra pesada	20	1.27
Rastra liviana	20	1.27
Chapeadora	35	2.23
Tanque Agua/Melaza	10	0.64
Estercoladora	35	2.23
Vagon	40	2.54
Picadora	40	2.54
Embaladora	50	3.18
Segadora	90	5.72
Pala frontal	35	2.23
Pala trasera	35	2.23
Rotavator	50	3.18
Surcador	30	1.91
Carrileadora	50	3.18
Asperjadora	75	4.77
Subsolador	100	6.36
Cultivadora	30	1.91
Fertilizadora	50	3.18
Volteadora	50	3.18
Niveladora	35	2.23

