

ZAMORANO

**CARRERA DE GESTIÓN DE
AGRONEGOCIOS**

**Estudio del riesgo técnico-financiero para la
producción *in vitro* y plantación de clones de
Swietenia macrophylla (caoba) en Honduras.**

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

301374

Presentado por:

Edison David Manosalvas Scacco

Honduras: Diciembre, 2001

#1326

301374

140 impreso

**Estudio del riesgo técnico-financiero para la producción
in vitro y plantación de clones de *Swietenia macrophylla*
(caoba) en Honduras.**

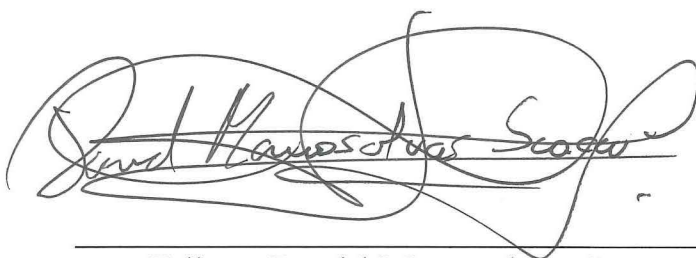
Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciatura

Presentado por:

Edison David Manosalvas Scacco

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2001

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.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Edison David Manosalvas Scacco', written over a horizontal line.

Edison David Manosalvas Scacco

**Zamorano, Honduras
Diciembre, 2001**

DEDICATORIA

Este trabajo y todo el esfuerzo que encierra se lo dedico a Dios, por darme la fuerza y el valor para seguir adelante.

A mis padres, Guillermo y María Tereza por ser los mejores de este mundo.

A mis hermanos Mónica, Guillermo y Rubén, y a mi prima María de Lourdes

A Zamorano, por darme algunas de las herramientas necesarias para ser exitoso en la vida.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo incondicional y ejemplo. Toda mi formación se la debo a ellos.

A mis hermanos por su comprensión y apoyo.

A Gonzalo Santillán y Cristian Coltro por su amistad de hermanos que perdurará a través del tiempo.

A Sofía por su amor y cariño durante mi vida en Zamorano, que permanecerá siempre en mí

A la Ing. Dinie de Rueda por su valiosa ayuda en la elaboración de este trabajo y por no limitar mi creatividad.

Al Ing. Héctor Vanegas y al Lic. Guillermo Berlioz por sus enseñanzas y ayuda.

Al profesor Miguel Avedillo por sus consejos y ejemplo.

Al Ing. Romelio Rodríguez en Cuba y al Ing. Darío Mejía por su apoyo en información.

A los Padrinos de la Residencia Washington.

Al Lic. Oscar Sanabria por sus prácticas enseñanzas para la vida.

A las familias Doyle, Pilz, Miselem y Cave por su amistad en Zamorano.

A Camilo, Byron, Douglas, Fernando, Peter y todos mis amigos de la Carrera de Gestión de Agronegocios.

A Soila y Erica por su apoyo en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos.

A los trabajadores del comedor estudiantil, que siempre estuvieron con una sonrisa.

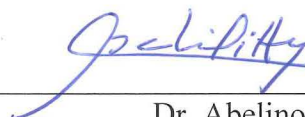
A todos aquellos que contribuyeron de alguna forma en la elaboración de este documento en Zamorano y desde Brazil, Alemania, Australia y Cuba.

RESUMEN

Manosalvas Scacco, Edison, D. 2001. Estudio del riesgo técnico-financiero para la producción *in vitro* y plantación de clones de *Swietenia macrophylla* (caoba) en Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 61 p.

La deforestación de los bosques naturales en América Latina aumenta con el tiempo y ha reducido la disponibilidad de semilla de caoba. A pesar del retorno económico atractivo que tiene la extracción de madera para comerciantes e inversionistas, éstos no arriesgan sus capitales en inversiones de tan largo plazo. El objetivo de este estudio fue determinar el riesgo técnico-financiero para la producción *in vitro* y plantar clones de *Swietenia macrophylla* (caoba) en Honduras. El estudio se realizó entre enero y julio de 2001 en Zamorano, Honduras, y se dividió en experimentos *ex vitro* de inducción de brotación de estacas adultas, de desinfección y de establecimiento *in vitro*, un análisis financiero y uno de riesgo. Las pruebas experimentales *ex vitro* se realizaron en un invernadero cubierto y se usaron tres concentraciones de AIB (0, 0.8 y 1.6%) en estacas gruesas (1 a 2 cm de diámetro) y delgadas (0.5 a <1 cm de diámetro) de 15-20 cm de largo, con un diseño de bloques completamente al azar. Las pruebas de desinfección y establecimiento *in vitro* se realizaron en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Micropropagación, en estos experimentos se usaron diferentes tiempos de inmersión de los explantes a soluciones de agrymicin[®] + benlate[®] y NaOCl. Se transfirieron los explantes de cada prueba al medio WPM con el factorial hormonal de cuatro concentraciones de BAP y tres de AIB. En el análisis financiero se evaluó el VAN y TIR. Para el análisis de riesgo se construyeron dos modelos de simulación en Microsoft Excel[®] que se ejecutaron en el software @Risk[®]. El primer modelo fue técnico, basado en coeficientes observados en los experimentos y esperados de mortalidad y productividad de los explantes. El segundo modelo fue financiero, para estimar la distribución de VAN y TIR basado en el comportamiento del precio, tasa de cambio, rendimiento de madera por hectárea y costos en el flujo de caja. Económicamente el mejor tratamiento para inducción de brotación en estacas gruesas fue 0.8%, y técnicamente no hubo diferencia significativa entre el de 0.8 y 1.6% ($P < 0.01$). El tratamiento con menor porcentaje de contaminación (68.3%) fue el expuesto a 50 min en solución de agrymicin[®] + benlate[®], y 30 min en solución de NaOCl. De acuerdo al análisis de riesgo para el modelo técnico, se podría producir un máximo de 56398 vitroplantas y la probabilidad de obtener 3721 vitroplantas equivalente a la media o menos, es de 50%, lo que nos indica alta variabilidad. El análisis financiero dio un VAN de \$ 22173 US y TIR de 19%. La distribución probabilística de la TIR, según el modelo financiero, indicó que se podrían esperar valores hasta de 20.8% de retorno como máximo. Con una probabilidad del 90% se podría obtener valores menores a 16.5%, por consiguiente a mayor incertidumbre, mayor será el ingreso.

Palabras claves: Clonación, incertidumbre, inversionista, micropropagación, Meliaceae, retorno económico.



Dr. Abelino Pitty

NOTA DE PRENSA

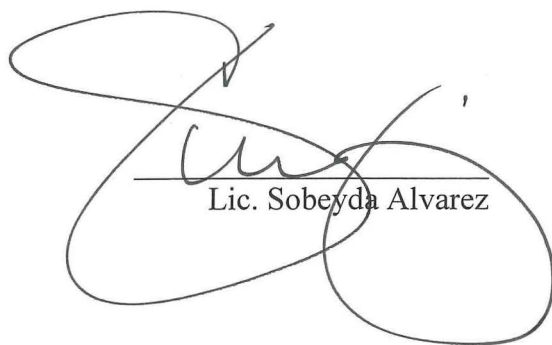
Asegure su futuro y el de su familia

En un estudio del riesgo de las inversiones a futuro se encontró que las plantaciones clonales de caoba rinden hasta un 22 % de retorno al capital en dólares, en comparación con el 4-5 % de intereses que pagan los bancos a plazo fijo.

El estudio se realizó en Zamorano con el objetivo de determinar el riesgo técnico-financiero para la producción *in vitro* y plantación de clones de caoba en Honduras se estudió las probabilidades de que el inversionista gane o pierda su dinero, y se aseguró en un 100 % que si se da el mantenimiento adecuado a las plantaciones, lo mínimo que ganaría luego de 25 – 30 años es \$ 100,000 US por hectárea.

La producción *in vitro* fue realizada entre febrero y julio de 2001 y no se obtuvo resultados positivos porque el desinfectante que se uso no fue el adecuado, pero comercialmente ya se venden las vitroplantas en Cuba.

La madera de caoba es hermosa por sus propiedades físicas y químicas y tiene un precio alto (\$ 1000 US/m³) en el mercado internacional. Lastimosamente la deforestación del bosque ha sido extrema, llegando al punto de poner a la especie en peligro de extinción. Lo que indica que si se produce masivamente las vitroplantas y se establecen plantaciones, el ingreso económico a largo plazo sería bastante alto.



Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Derechos del autor.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Nota de prensa.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	xii
Índice de figuras.....	xiii
Índice de anexos.....	xiv

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y LIMITANTES.....	1
1.2.	OBJETIVOS.....	3
1.2.1.	Objetivo general.....	3
1.2.2.	Objetivos específicos.....	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1.	EL GÉNERO <i>SWIETENIA</i>	4
2.1.1.	Taxonomía.....	4
2.1.2.	Descripción botánica.....	4
2.1.3.	Distribución y condiciones agroecológicas.....	5
2.1.4.	Floración y Fructificación.....	5
2.2.	PLANTACIÓN COMERCIAL DE CAOBA.....	6
2.2.1.	Manejo silvicultural.....	6
2.2.1.1.	Control de plagas.....	6
2.2.1.2.	Fertilización.....	7
2.2.1.3.	Podas.....	7
2.2.1.4.	Raleos.....	8
2.3.	BROTACIÓN DE ESTACAS.....	8
2.3.1.	Reguladores de crecimiento.....	8
2.3.1.1.	Citocininas y su efecto en las plantas.....	9
2.3.1.2.	Auxinas y su efecto en las plantas.....	9

2.4.	PRODUCCIÓN <i>IN VITRO</i> DE <i>SWIETENIA MACROPHYLLA</i>	9
2.4.1.	Producción <i>in vitro</i> a partir de semilla.....	9
2.4.2	Producción <i>in vitro</i> a partir de ápices meristemáticos procedentes de estacas rebrotadas.....	10
2.4.2.1.	Desinfección.....	10
2.5.	ANÁLISIS FINANCIERO.....	11
2.5.1.	Flujo de caja.....	12
2.5.2.	Valor Actual Neto (VAN)	12
2.5.3.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	12
2.6.	ANÁLISIS DE RIESGO.....	13
2.6.1.	Análisis de sensibilidad.....	13
2.7.	TENDENCIAS DE LA MADERA EN EL MERCADO.....	13
2.7.1.	La evolución del mercado.....	13
2.7.2.	Corrupción.....	14
3.	METODOLOGÍA.....	15
3.1.	ESTUDIO DE MERCADO.....	15
3.1.1.	Oferta internacional.....	15
3.1.2.	Demanda internacional.....	16
3.1.3.	Obtención y análisis de los precios internacionales.....	16
3.1.4.	Canales de comercialización.....	16
3.1.4.1.	Canales de distribución.....	16
3.1.4.2.	Canales de mercadeo.....	16
3.2.	ESTUDIO LEGAL.....	16
3.3.	ESTUDIO TÉCNICO.....	17
3.3.1.	Materiales y métodos para la inducción de brotes en estacas procedentes de árboles adultos.....	17
3.3.1.1.	Recolección del material en el campo.....	17
3.3.1.2.	Ubicación de los experimentos.....	17
3.3.1.3.	Inducción de brotación.....	17
3.3.1.4.	Experimentos.....	18
3.3.2.	Materiales y métodos en pruebas experimentales de desinfección y de establecimiento <i>in vitro</i>	18
3.3.2.1.	Ubicación de los experimentos.....	18
3.3.2.2.	Tipo, obtención y preparación de explantes.....	18
3.3.2.3.	Pruebas de desinfección y establecimiento <i>in vitro</i>	19
3.4.	ESTUDIO FINANCIERO.....	22
3.4.1.	Flujo de caja.....	22
3.4.1.1.	Ingresos.....	22
3.4.1.2.	Egresos.....	22
3.4.2.	Indicadores Financieros.....	23
3.5.	ESTUDIO DE RIESGO.....	23
3.5.1.	Modulo 1. Riesgo técnico de producción de vitroplantas de caoba.....	23
3.5.1.1.	Estacas.....	23
3.5.1.2.	Etapa I. Establecimiento <i>in vitro</i>	23
3.5.1.3.	Etapa II, III. Multiplicación.....	23
3.5.1.4.	Etapa IV. Transferencia de vitroplantas al vernadero.....	23

3.5.1.5.	Vivero. Plantas finales.....	23
3.5.2.	Modelo 2. Riesgo financiero de la plantación forestal de vitroplantas de caoba.....	24
3.5.2.1.	Producción y costos.....	24
3.5.2.2.	Precios.....	24
3.5.2.3.	Tasa de cambio.....	24
3.5.2.4.	Distribución probabilística.....	24
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1.	ESTUDIO DE MERCADO.....	25
4.1.1.	Estudio de la oferta internacional.....	25
4.1.1.1.	El mercado asiático.....	25
4.1.1.2.	El mercado brasileño.....	25
4.1.1.3.	El mercado Centroamericano.....	27
4.1.2.	Estudio de la demanda internacional.....	28
4.1.2.1.	Demanda de China.....	28
4.1.2.2.	Demanda de Francia.....	29
4.1.2.3.	Demanda de Estados Unidos.....	30
4.1.3.	Análisis de los precios internacionales.....	31
4.1.3.1.	Precios del mercado centroamericano.....	31
4.1.3.2.	Precios del mercado brasileño.....	32
4.1.3.3.	Precios del mercado mundial.....	32
4.1.4.	Canales de comercialización.....	33
4.1.4.1.	Canales de distribución.....	33
4.1.4.2.	Canales de mercadeo.....	34
4.1.5.	Política de fijación de precios.....	34
4.2.	ESTUDIO LEGAL.....	34
4.2.1.	COHDEFOR.....	35
4.2.1.1.	Historia del marco jurídico en el Estado de Honduras.....	35
4.2.1.2.	Marco jurídico actual.....	35
4.2.2.	CITES.....	36
4.2.2.1.	Certificado de origen CITES.....	36
4.2.3.	Proceso de exportación.....	36
4.2.3.1.	Requisitos previos para la exportación (CITES)	37
4.2.3.2.	Requisitos finales para exportación de flora.....	37
4.3.	ESTUDIO TÉCNICO.....	37
4.3.1.	Inducción de brotes en estacas.....	37
4.3.1.1.	Experimento 1. Inducción de brotación en estacas de caoba cosechadas en enero.....	37
4.3.1.2.	Experimento 2. Inducción de brotación en estacas de caoba cosechadas en abril.....	39
4.3.1.3.	Experimento 3. Inducción de brotación en estacas de caoba cosechadas en junio.....	39
4.3.2.	Pruebas experimentales de desinfección (Experimentos 4, 5 y 6).....	39
4.3.2.1.	Experimento 4. Exposición de los explantes a 20 minutos en agrymicin+benlate y 20 minutos en solución de NaOCl.....	40

4.3.2.2.	Experimento 5. Exposición de los explantes a 20 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl.....	40
4.3.2.3.	Experimento 6. Exposición de los explantes a 50 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl.....	41
4.3.3.	Experimentos de establecimiento <i>in vitro</i> (7, 8 y 9)	41
4.4.	ESTUDIO FINANCIERO.....	42
4.4.1.	Flujo de caja.....	42
4.4.2.	Indicadores financieros.....	42
4.5.	ESTUDIO DE RIESGO.....	42
4.5.1.	Modelo 1. Riesgo técnico de la producción de Vitroplantas de caoba.....	42
4.5.1.1.	Distribución probabilística.....	42
4.5.2.	Modelo 2. Riesgo financiero de la plantación forestal vitroplantas de caoba.....	43
4.5.2.1.	Distribución probabilística del VAN.....	43
4.5.2.2.	Distribución probabilística de la TIR.....	43
4.5.2.3.	TIR esperada ajustada a la distribución normal.....	44
5.	CONCLUSIONES.....	45
6.	RECOMENDACIONES.....	46
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	48
8.	ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO

#		Pág.
1.	Régimen de fertilización para crecimiento rápido de plantaciones.....	7
2.	Efecto del tiempo de desinfección de ápices meristemáticos de cedro y caoba usando HgCl_2 y $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ en el porcentaje de sobrevivencia de explantes adultos y rejuvenecidos.....	11
3.	Tratamientos aplicados para la inducción de brotación en estacas de caoba, cosechadas en las épocas de enero, abril y junio de árboles adultos en el campo. Zamorano, Honduras, 2001.....	18
4.	Soluciones desinfectantes y tiempo de exposición en minutos utilizado para experimentos de desinfección. Zamorano, Honduras, 2001.....	19
5.	Descripción de los tratamientos usados para el establecimiento <i>in vitro</i> de ápices meristemáticos y segmentos nodales. Zamorano, Honduras, 2001.....	20
6.	Tratamientos hormonales, tipo y número de explantes usados en el experimento 7. Zamorano, Honduras, 2001.....	20
7.	Tratamientos hormonales, tipo y número de explantes usados en el experimento 8. Zamorano, Honduras, 2001.....	21
8.	Tratamientos hormonales, tipo y número de explantes usados en el experimento 9. Zamorano, Honduras, 2001.....	21
9.	Demanda y oferta proyectadas para China en el año 2010 (millones de m^3).....	28
10.	Importaciones proyectadas para China en el año 2010 (millones de m^3).....	29
11.	Importaciones de Estados Unidos de caoba desde junio a octubre de 1997.....	31
12.	Número promedio de brotes por estaca, Zamorano, Honduras, 2001.....	38
13.	Resultados de desinfección de explantes de caoba, Zamorano, Honduras, 2001.....	39
14.	Resultado de la exposición de los explantes a 20 minutos en agrymicin+benlate y 20 minutos en solución de NaOCl . Zamorano, Honduras, 2001.....	40
15.	Resultado de la exposición de los explantes a 20 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl . Zamorano, Honduras, 2001.....	41
16.	Resultado de la exposición de los explantes a 50 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl . Zamorano, Honduras, 2001.....	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico

#

1.	Oferta mundial de caoba del Brasil, período 1990-1998.	26
2.	Exportación de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) del Brasil a Estados Unidos, período 1989-2001.....	26
3.	Oferta de caoba del mercado centroamericano a USA desde 1990 al 2001.....	27
4.	Participación del mercado centroamericano en el consumo de caoba rollo en U.S.A., período 1990-2001.....	28
5.	Importaciones de maderas tropicales ('000) de m ³ en Francia.....	30
6.	Importación de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>) a Estados Unidos, período 1990-2000.....	30
7.	Precios por m ³ de caoba en rollo pagados por USA al mercado centroamericano, período 1990-2001.....	32
8.	Precios por m ³ de caoba en rollo pagados por USA al mercado brasileño, período 1989-2001.....	32
9.	Precios por m ³ de caoba pagados por USA al mercado mundial, período 1990-2001.....	33
10.	Efecto del AIB en el número promedio de brotes por estacas gruesas y delgadas.....	38
11.	Distribución probabilística de la producción de vitroplantas de caoba.....	43
12.	Distribución probabilística del VAN.....	43
13.	Distribución probabilística de la TIR.....	44
14.	Distribución de la TIR ajustada a distribución normal.....	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

#		
1.	Medio para plantas leñosas (WPM) utilizado para el establecimiento <i>in vitro</i> de <i>Swietenia macrophylla</i> (caoba).....	51
2.	Flujo de caja en dólares para una hectárea de caoba.....	52
3.	Volúmenes de producción y exportación ('000 m ³) de maderas tropicales en algunos países asiáticos.....	55
4.	Dictamen de supervisión DAPVS emitido por COHDEFOR	56
5.	Certificado de origen CITES.....	57
6.	Formato diseñado para la toma de datos en inducción de brotes de estacas adultas.....	58
7.	Flujo de caja proyectado en dólares para una hectárea de plantación clonal de caoba.....	59

1. INTRODUCCIÓN

La deforestación de los bosques naturales en América Latina con el paso del tiempo es más intensa debido al atractivo retorno económico que tiene la extracción de madera para comerciantes e inversionistas. Debido a ese deterioro, constantemente se trata de implementar estrategias para preservar nuestros recursos naturales, y entre ellas, el establecimiento de plantaciones es una de las más viables.

Un gran número de las especies de Meliaceae tienen alto valor potencial como productoras de madera, pero solo se utilizan algunas de ellas en forma extensiva. Los dos géneros más aprovechados en los Neotrópicos son *Cedrella* y *Swietenia*. Desde el siglo pasado hasta la actualidad, las caobas, como se les conoce popularmente, han sido el pilar del desarrollo de la industria forestal en América Latina por su alto valor económico. Éste género cubre el territorio Neotropical desde México hasta Brasil y Argentina, pasando por Centro América e islas del Caribe; sus individuos adultos se presentan en baja proporción en las poblaciones forestales y su regeneración natural es baja, lo que aumenta su condición de especies raras.

1.1. ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN Y LIMITANTES

Los bosques naturales usualmente consisten en una mezcla de muchas especies de árboles, y existe una considerable variación en tamaño, y calidad de la madera. De esos árboles, pocos presentan excelentes características fenotípicas (árboles élite), y para propagarlos convencionalmente se requiere de mucho tiempo, o muchas veces no es posible.

Las probabilidades de encontrar árboles grandes y de tronco recto de las especies como *Swietenia macrophylla* y *Swietenia humilis* es cada vez menor, lo más común es ver árboles pequeños y por lo general mal formados. *Swietenia macrophylla* (caoba) es quizás uno de los ejemplos más palpables de erosión genética en especies forestales tropicales, por ello es de gran importancia el conocimiento, manejo y conservación de las poblaciones remanentes de caoba en Latinoamérica (Patiño, 1997).

Actualmente la madera de caoba (*Swietenia macrophylla*) es una de las maderas duras neotropicales más importantes en el comercio nacional e internacional debido a su belleza y durabilidad. Desgraciadamente, la demanda por esta valiosa madera está ocasionando severas reducciones en los bosques naturales y daños biológicos que en algunos casos son irreversibles.

Según Patiño (1997), los atributos deseables y efectos genéticos dominantes en las especies forestales no pueden ser preservados de una generación sexual a otra, pero pueden ser mantenidos donde es posible propagar vegetativamente los árboles élite¹. La caoba está considerada como prioritaria para el establecimiento de plantaciones industriales sobre todo si se cuenta con excelente material para la siembra, sitios de buena calidad y si se puede controlar el ataque del barrenador de la yema terminal, *Hypsipyla grandella* Séller. El establecimiento de plantaciones sirve para mejorar el manejo de las poblaciones naturales y obtener un alto rendimiento, previniendo las pérdidas que se originan por la degeneración de las poblaciones naturales.

La clonación *in vitro* de *Swietenia macrophylla* a partir de ápices meristemáticos o segmentos nodales regenerados *ex vitro* a partir de estacas obtenidas de árboles adultos, podría ser una excelente estrategia para propagar los árboles élite y tener plantaciones con un mayor volumen de madera por árbol en menos tiempo. A través de esta biotecnología los inversionistas nacionales o extranjeros que deseen plantar la especie, podrían contar con fenotipos y genotipos conocidos para establecer sus plantaciones, disminuyendo el riesgo de tener una plantación con árboles poco productivos.

De la misma forma otra de las posibles ventajas sería clonar árboles que presenten resistencia a *Hypsipyla* sp. para disminuir las pérdidas durante el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones. Igualmente podría servir para preservar la diversidad genética de las especies, creando bancos de germoplasma *in vitro*.

Algunas de estas especies tropicales de alto valor económico se encuentran amenazadas, entre ellas tenemos a la *Swietenia macrophylla* que está en el apéndice III de la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Todo inversionista para dedicarse a este rubro, ya sea comercialización de madera en el mercado nacional o internacional, debe conocer el grado de riesgo de la inversión y tener un respaldo de viabilidad técnica y sobre todo financiera que le garantice confiabilidad en el retorno de sus capitales.

Existen algunas limitantes para este estudio, entre las principales tenemos la reducida información sobre la clonación *in vitro* de *Swietenia macrophylla* por ser un campo de reciente estudio técnico. Otra limitante tiene que ver con el hecho de que la información histórica sobre las cifras de exportación anual de madera de caoba de Honduras a los Estados Unidos es bastante reducida. Igual sucede con la estimación de la oferta y el comportamiento de los precios de la madera de exportación en el mercado nacional. Un factor adicional importante es el riesgo que implica realizar éste tipo de inversiones en donde los retornos del capital son a largo plazo.

¹ Árbol élite es el que presenta las mejores características genéticas y fenológicas de la especie.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Determinar el riesgo técnico-financiero para la producción *in vitro* y plantación de clones de *Swietenia macrophylla* (caoba) en Honduras.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis de riesgo de las principales variables técnicas y financieras que afectan la producción *in vitro* y la plantación de clones de caoba.
- Determinar la viabilidad financiera de la plantación clonal de caoba usando Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).
- Determinar la tendencia de la demanda de madera de caoba en el mercado norteamericano.
- Conocer el proceso de exportación de madera de caoba e identificar los puntos más importantes que podrían afectar la exportación a USA.
- Desarrollar un protocolo para la inducción de brotes laterales en estacas procedentes de árboles adultos de caoba.
- Desarrollar un procedimiento de desinfección de ápices meristemáticos y segmentos nodales de caoba obtenidos de brotes regenerados *ex vitro*.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL GÉNERO *SWIETENIA*

La mayoría de las especies de Meliaceae tienen un alto grado de variabilidad. Para el caso del género *Swietenia*, las dos especies (*S. Macrophylla* y *S. Humilis*) son ínter fértiles y producen híbridos cuando son puestas en contacto, ya sea por la proximidad de sus poblaciones naturales o a través de plantaciones de alguna de ellas. Esto dificulta la identificación, sobre todo en aquellos sitios donde su rango de distribución coincide como sucede con *S. macrophylla* y *S. humilis*, o en donde han sido puestas en contacto por la mano del hombre (Styles, citado por Patiño, 1997).

2.1.1. Taxonomía

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Nombre científico: *Swietenia macrophylla*

Nombres comunes: caoba, caoba del Atlántico, caoba hondureña en español, mogno en Portugués, mahogany en inglés.

2.1.2. Descripción botánica

El árbol de caoba puede alcanzar una altura de 35 hasta 60 m y diámetros de 0.75 a 2.50 metros; es de follaje perenne y puede ser caducifolio en las zonas más secas de su distribución, su copa es ancha y redondeada. El sistema radicular es muy extendido y profundo. Del fuste del árbol se puede obtener trozas bien conformadas, de hasta 3m de alto, sobre todo en los árboles viejos. El tronco ligeramente acanalado es recto y libre de ramas hasta un 50% de su altura total; la corteza es profunda y ampliamente fisurada, áspera, de color gris a pardo rojizo (Mayhew y Newton, 1998).

Las hojas son compuestas, dispuestas en espiral, grandes, de 12 a 40 cm de largo incluyendo el pecíolo, con 3 a 6 pares de folíolos opuestos, de color verde oscuro. Esta especie es monoica, las inflorescencias están dispuestas en pequeñas panículas de color verde amarillento de hasta 15 cm de largo, con flores pequeñas de cinco pétalos blanco-amarillentos y dulcemente perfumadas. Las flores masculinas son más abundantes que las femeninas y muy parecidas (Mayhew y Newton, 1998).

La madera de la albura es de color blanco a rosado, y la madera del durámen es de color rojizo, rosáceo, salmón o marrón, con un olor característico (debido a los aceites y resinas que posee) y sabor amargo. La madera es liviana a moderadamente pesada, su peso específico varía según las procedencias, entre 0,45 y 0,70 g/cm³, situándose la media en alrededor de 0,6 g/cm³ con peso específico de 0.51 a 0.57 g, es de fácil aserrado y secado. (Dávila, 2000)

2.1.3. Distribución y condiciones agroecológicas

Su distribución comprende desde México hasta Brasil. En México se encuentra desde el sur de Tamaulipas, siguiendo el litoral del Atlántico hasta la Península de Yucatán. En Centro América se distribuye desde Belice hasta Panamá; en Sudamérica desde Venezuela, Colombia, Ecuador, parte de la amazonía en Perú hasta Bolivia y la amazonía del sur de Brasil (Patiño, 1997).

Existen algunas condiciones agroecológicas para que la especie alcance su máximo potencial. Una de ellas es la altitud a la cual se siembra la especie, la caoba alcanza un óptimo crecimiento a bajas elevaciones, desde los 50 a los 750 msnm y en ocasiones hasta los 1500 msnm, encontrando sus mejores condiciones de desarrollo en las zonas más húmedas de las regiones tropical y subtropical (Patiño, 1997).

Otra condición es la precipitación, se ha registrado que el mayor desarrollo lo alcanza en sitios con precipitaciones entre 2,640 y 3,000 mm anuales, con una estación seca de cero a cuatro meses. Sin embargo en algunos casos existe la especie creciendo en zonas con intervalos de precipitación, desde los 1,600 hasta los 4,000 mm anuales.

También hay que tomar en cuenta la temperatura promedio anual en que puede crecer la especie, la cual va desde los 24 a 28 °C, con media de las mínimas de 11 a 22 °C y media de las máximas de 26 a 35 °C. Cabe aclarar que la caoba no soporta las heladas (Patiño, 1997)

De igual importancia es el suelo, y la caoba crece en diversos tipos, aunque prefiere suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica. Su desarrollo óptimo ocurre en suelos franco-arenosos o arcillosos, fértiles, de origen calizo o aluvial, con buen drenaje interno y externo porque la especie no tolera anegamiento. La especie resiste la alcalinidad presente en el suelo, pero de preferencia el pH debería estar entre 6.9 y 7.5. (Wadsworth, 1997).

2.1.4. Floración y Fructificación

Los árboles de caoba alcanzan su madurez reproductiva entre los 12 y 15 años de edad. La floración ocurre generalmente durante los meses de abril a junio, en función de la localidad de que se trate, por ejemplo en el Valle del Yeguaré donde se encuentra Zamorano, ocurre durante marzo a mayo.

La época de fructificación de igual forma es variable pero generalmente ocurre desde diciembre a enero y la recolección de semillas se puede realizar durante los meses de enero a abril (Mayhew y Newton, 1998).

2.2. PLANTACIÓN COMERCIAL DE CAOBA

Swietenia macrophylla es justificada como una de las maderas tropicales más conocidas y valiosas que actualmente se comercializan en el mercado internacional. De tal modo el desarrollo extenso de plantaciones podría ser la mayor contribución hacia la futura demanda de madera de caoba y ayudaría a reducir la presión sobre el bosque natural (Mayhew y Newton, 1998).

Durante este siglo, la especie ha sido plantada en un amplio rango de sitios y formas, como son claros, terrenos pastoriles, bosque secundario y terrenos agrícolas. Las plantaciones pueden ser puras o asociadas con cultivos anuales y perennes. En 1980 se estimaba que existían 55,200 ha de caoba alrededor del mundo. A pesar de que la información es insuficiente, hoy en día se calcula que existen unas 200,000 ha, con la mayoría de las plantaciones establecidas en el Sur y Sur-Este de Asia y en la región del Pacífico (Mayhew y Newton, 1998).

Para abastecer la creciente demanda mundial, es indudable que la producción de madera de *Swietenia* y *Cedrella*, , tendrá que provenir de plantaciones establecidas en superficies que en el pasado fueron desmontadas, tanto en América, Asia, y África. Para lograrlo es preciso resolver algunos problemas como el ataque del barrenador de las meliáceas y la calidad y disponibilidad de la semilla que impiden el crecimiento normal de las especies (Patiño, 1997)

Según Egüez (2000), los esfuerzos técnico – económicos con *Swietenia macrophylla* en Honduras son promisorios en la mayoría de los casos, pero el país no cuenta todavía con un programa de mejoramiento genético orientado principalmente a desarrollar individuos más productivos, resistentes al barrenador y a la producción de semilla de alta calidad genética por zonas ecológicas y tipos de suelos.

2.2.1. Manejo silvicultural

2.2.1.1. Control de plagas

Las especies de meliáceas son susceptibles al ataque del barrenador (*Hypsipyla* sp.). La larva de ésta mariposa se alimenta de la yema apical, destruyéndola. Su acción produce la deformación y bifurcación del tronco retrasando considerablemente el crecimiento de la planta afectada y ocasionalmente puede causar su muerte.

El ataque del barrenador ha propiciado que se dificulte el establecimiento de plantaciones con especies de meliáceas en los Neotrópicos. *Hypsipyla grandella* es una de las plagas forestales más estudiadas. Debe resaltarse que en la actualidad se realizan numerosas

investigaciones para desarrollar métodos de control para prevenir los efectos de esta plaga. Entre estos métodos de control están el control biológico, el uso de insecticidas y el uso de métodos silviculturales. Sin embargo, se han desarrollado pocas medidas prácticas efectivas y la plaga continua siendo uno de los principales obstáculos para el establecimiento de plantaciones. El combate de *Hypsipyla grandella* en plantaciones mexicanas se ha logrado en un 95% con manejo integrado de la plaga, haciendo uso de insecticidas químicos y control biológico con *Beauveria basiana*. (Patiño, 1997).

2.2.1.2. Fertilización

Los fertilizantes no se han utilizado mucho en plantaciones de caoba por diversos factores, uno de ellos es la tolerancia de ésta especie de crecer en suelos infértiles, además que dicha labor implicaría altos costos de producción. Sin embargo, las aplicaciones de fertilizantes en plantaciones nuevas pueden ayudar a reducir el costo de limpieza, acelerando el crecimiento de la caoba y reduciendo el periodo de susceptibilidad a malezas (Mayhew y Newton, 1998).

Según Mayhew y Newton (1998), en plantaciones densas de caoba se pueden aplicar grandes cantidades de fertilizante nitrogenado, produciendo diámetros a la altura del pecho (DAP) de 40 – 60 cm en árboles de 15 – 20 años (Cuadro 1).

Cuadro 1. Régimen de fertilización para crecimiento rápido de plantaciones

Año	Fertilizante (NPK)	Cantidad g/árbol	Número de aplicaciones	Cantidad kg/ha/año
1	16-20-0	50	1	125
	46-0-0	100	4	1000
2	46-0-0	100	3	750
3	46-0-0	100	3	750
4	46-0-0	100	2	500
5	46-0-0	100	2	500
6	46-0-0	100	2	500
7-20	46-0-0	200	1	160

Fuente: Mayhew y Newton, 1998

2.2.1.3. Podas

La poda es una práctica de manejo importante en las plantaciones de caoba. Su objetivo es eliminar las ramas laterales que salen del tronco principal del árbol. Una práctica bastante común con respecto a la poda, es realizarla luego de los ataques del barrenador (*Hypsipylla* sp.) a la yema principal, el cual produce bifurcaciones en los árboles por lo que se hace necesario realizar un correcto manejo de los rebrotes para no perder el árbol (Agudelo, 2000)². La aplicación de esta práctica en plantaciones comerciales de caoba a gran escala se llevó a cabo por la United Fruit Company en Honduras (Chable, 1967 citado por Mayhew y Newton, 1998).

² Agudelo, Nelson. 2000. Manejo de plantaciones de caoba (comunicación personal). El Zamorano.

El costo de la poda es alto, especialmente en plantaciones de bajas densidades. Plantaciones densas incitan el crecimiento vertical y reduce la necesidad de podar. La poda se recomienda a los 12 – 18 meses, 24 meses y 36 – 48 meses. La forma final del árbol es buena pero los costos silviculturales son altos (Mayhew y Newton, 1998).

2.2.1.4. Raleos

El principal propósito del raleo es reducir la densidad de árboles en una plantación para que los que queden tengan más espacio para desarrollar la corona y las raíces. En muchos casos ralear estimula un incremento en el diámetro de los árboles restantes, porque se puede reducir la competencia por nutrientes y luz entre los árboles (Mayhew y Newton, 1998).

Se ha dado también en algunos casos que un régimen de raleo que maximiza productividad no siempre maximiza las ganancias, en especial porque en América Latina pocos mercados existen actualmente para productos de raleo de diámetros menores. (Mayhew y Newton, 1998).

2.3. BROTAÇÃO DE ESTACAS

Tanto en estacas de raíz como de tallo, se ha observado que en muchas especies se obtiene una mejor regeneración cuando las estacas se toman antes o después de floración, a fin de que tengan la máxima capacidad de regeneración (Hartmann y Kester, 1997)

A partir de 1940 se efectuó un importante progreso con el desarrollo de técnicas para enraizar y brotar estacas bajo niebla. Estas aspersiones que forman niebla mantienen sobre las hojas una película de agua, que no sólo conduce a que la hoja este circundada por la humedad relativa elevada, sino también reduce la temperatura de aire y de la hoja, y estos factores tienden a reducir la tasa de transpiración (Hartmann y Kester, 1997).

Las llamadas estacas de madera dura son aquellas que se hacen de madera madura, después que se han caído las hojas y antes de que aparezcan nuevos brotes en la primavera. El uso de estacas de madera dura constituye uno de los métodos de propagación más baratos. Este método se ha usado en cedro (*Cedrus* spp.), pero las estacas no enraízan con facilidad, pero si se toman a fines de verano o en el otoño y se tratan con hormonas estimuladoras de crecimiento con altas concentraciones, es posible incrementar el porcentaje de enraizamiento (Hartmann y Kester, 1997).

2.3.1. Reguladores de crecimiento

Son sustancias sintéticas que influyen en el desarrollo de las plantas. Existen varios tipos de reguladores de crecimiento, entre ellos auxinas, citocininas y giberelinas.

2.3.1.1. Citocininas y su efecto en las plantas

Las citocininas son sustancias capaces de promover la división celular y se encuentran en tejidos con crecimiento activo como frutas en desarrollo, semillas en germinación y principalmente raíces. Éstas últimas son la principal fuente. Desde las raíces por vía xilemática se transportan a otras partes de la planta. La citocinina que se encuentra comúnmente en la naturaleza es la zeatina que ha sido aislada de muchas plantas superiores como el maíz, y de algas, bacterias y hongos (Weaver, 1989).

Las citocininas promueven la división celular e intervienen en la diferenciación de tejidos que han sido separados de una planta, produciendo crecimiento en yemas laterales que están bajo la influencia apical de la yema principal (Weaver, 1989). La benziladenina es una citocinina que ha sido utilizada en pino blanco para incrementar la formación de yemas laterales y la ramificación (Davies, 1995).

2.3.1.2. Auxinas y su efecto en las plantas

El objeto de tratar estacas con sustancias reguladoras del crecimiento tipo auxina es aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas aumentando el número y calidad de las raíces producidas.

El ácido indolebutírico (AIB) es probablemente el mejor regulador de crecimiento para uso general debido a que no es tóxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones (Hartmann y Kester, 1997).

2.4. PRODUCCIÓN *IN VITRO* DE *SWIETENIA MACROPHYLLA*

Según Espinal-Rueda (2001)³ algunas de las técnicas de micropropagación que pueden ser utilizadas en especies forestales incluyen el cultivo de ápices meristemáticos, de segmentos nodales, la embriogénesis somática, entre otras. La producción *in vitro* de caoba (*Swietenia macrophylla*) se puede realizar también a partir de semilla regenerada en laboratorio con la consecuente segregación genética que esto conlleva, lo cual es una limitante cuando lo que se desea es clonar especímenes élite.

2.4.1. Producción *in vitro* a partir de semilla

Este tipo de producción consiste en desinfectar la semilla de la especie e introducirla en contenedores que tienen el medio de crecimiento. Germinada la semilla se procede a la multiplicación del material y se obtiene de 2-3 plántulas (Quoirin, 2001). Esta técnica se usa actualmente en el Centro de Bioplasmas, en UNICA (Cuba), en la Universidad Nacional (Cuba), en la Universidad Federal do Paraná (Brasil), Max Planck Institute for Plant Breeding at Cologne (Alemania) y CATIE (Costa Rica).

³ Espinal-Rueda, Dinie. 2001. Técnicas de micropropagación de especies forestales (comunicación personal). El Zamorano.

2.4.2. Producción *in vitro* a partir de ápices meristemáticos procedentes de estacas rebrotadas.

El procedimiento para el cultivo de ápices meristemáticos consiste en aislar la parte más pequeña de la punta del tallo o brote, que comprende sólo el domo meristemático y unas cuantas hojas que están alrededor. El objetivo de este sistema es producir una plántula pequeña, alargada y libre de hongos, bacterias, virus y enfermedades viróticas que posiblemente no estén presentes en el meristema. Mientras menos sea el tamaño, más efectivo es el procedimiento para eliminar organismos patógenos, pero el manejo resulta más difícil y se tiene una menor tasa de supervivencia (Hartmann y Kester, 1997).

Las publicaciones científicas usando esta técnica son escasas. Diggang He⁴ (2001) recopiló un documento titulado "*In vitro* Culture of *Swietenia*" de Albarran JG et al (1998) y dice que los resultados no son nada halagadores utilizando esta técnica. Básicamente se obtuvo callo de algunos explantes de caoba, como segmentos de ramas jóvenes, nudos, etc., pero pronto todos los callos se volvieron de color café, y no regeneraron.

La mayoría de las experiencias actuales tratando de multiplicar *Swietenia macrophylla* no son buenas, ya que algunos experimentos sólo muestran datos negativos. Diggang He (2001) argumenta: "Anteriormente trabajé en Alemania con *eucalyptus*, el cual no era realmente complicado como lo es mahogany (caoba). He estado trabajando por 7 semanas y puedo ya sentir que es más difícil".

Así mismo, Couto⁵ no tiene todavía resultados positivos con *Swietenia*, su problema principal radica en la contaminación a causa de hongos y bacterias, pero sigue intentando a pesar de que trabajar con especies leñosas es lo más difícil.

Los únicos datos positivos que se tienen sobre este tipo de producción utilizando esta vía de regeneración a nivel experimental son los reportados por el Centro de Bioplasmas en Santa Clara, Cuba. Los explantes de caoba adulta sin ningún patógeno se lograron introducir en el laboratorio luego de 4 años de investigación, y se está trabajando en la etapa de multiplicación del material, pero con algunas dificultades respecto a su regeneración por ser éste un material recalcitrante (Rodríguez, 2001).

2.4.2.1. Desinfección

Para la desinfección de los explantes de caoba, Rodríguez⁶, ha utilizado cloruro de mercurio ($HgCl_2$) e hipoclorito de calcio $Ca(OCl)_2$, obteniendo en sus ensayos un mayor porcentaje de desinfección usando $HgCl_2$ (Cuadro 2). Hay que señalar que el tiempo de exposición del material al $HgCl_2$ es menor porque es tóxico para el tejido vegetal.

En éste ensayo se utilizó explantes adultos y rejuvenecidos. El primero consistió en material que se tomó directamente de los árboles en el campo, y el segundo tipo de

⁴ He, Diggang. 2001. Micropropagación de caoba (correo electrónico). Max Plank Institute. Alemania.

⁵ Couto, Juliana. 2001. Micropropagación de caoba (correo electrónico). Universidad Federal de Brazil. Sao Paulo, Brazil.

⁶ Rodríguez, Romelio. 2001. Desinfección de caoba (correo electrónico), Centro de Bioplasmas, Cuba.

explante consistió en brotes laterales que se obtuvieron de estacas rebrotadas en condiciones de invernadero.

Cuadro 2. Efecto del tiempo de desinfección de ápices meristemáticos de cedro y caoba usando HgCl_2 y $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ en el porcentaje de sobrevivencia de explantes adultos y rejuvenecidos.

Desinfectante (%)	Tiempo (minutos)	Tipo de explante			
		Adulto		Rejuvenecido (brotes)	
		Caoba	Cedro	Caoba	Cedro
HgCl_2 (0.25)	1	10 ^b	25 ^b	65 ^b	71 ^b
	3	28 ^a	48 ^a	72 ^{ab}	82 ^a
	5	37 ^a	56 ^a	85 ^a	89 ^a
	7	8 ^b	29 ^b	23 ^c	57 ^c
$\text{Ca}(\text{OCl})_2$ (2.0)	5	12 ^b	14 ^b	55 ^c	26 ^b
	10	34 ^a	26 ^a	65 ^b	42 ^a
	15	39 ^a	5 ^c	77 ^a	31 ^b

Fuente: Centro de Bioplasmas, Cuba. 2001.

En Cuba, se obtuvo 85% y 77% de sobrevivencia de los ápices meristemáticos rejuvenecidos de caoba usando HgCl_2 y $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ respectivamente. El porcentaje de material desinfectado aumentó 50% en los explantes rejuvenecidos, en comparación con los explantes tomados directamente del campo.

2.5. ANÁLISIS FINANCIERO

Según Gitman (2000), el campo de las finanzas se relaciona de manera cercana con la economía, por lo tanto se debe conocer la estructura económica y estar al tanto de las consecuencias de los niveles de variación de la actividad económica como inflación, precios, etc., y de los cambios en las políticas de ésta.

Los diferentes tipos de inversionistas que participan en un proyecto, tales como: agricultores, hombres de negocios, empresarios, sociedades privadas, organismos públicos y otros, les interesa conocer el rendimiento del capital que aportan. Este rendimiento es medido mediante el análisis financiero (Gittinger, 1975).

El análisis financiero es el proceso que mide a través del tiempo de duración de un proyecto si los ingresos permiten el pago de los egresos. Se consideran todos los ingresos y todos los egresos incurridos dentro del proyecto, valuados normalmente a precios de mercado. Además en un análisis financiero se incluyen varios conceptos como: costos,

ingresos, flujo de caja, tasa de descuento y algunos índices financieros como la tasa interna de retorno y valor actual neto. (Gitman, 2000).

2.5.1. Flujo de caja

La proyección del flujo de caja es uno de los elementos bastante utilizado en la evaluación de un proyecto, ya que la decisión de invertir en uno está en función de ésta. Para conseguir una buena estimación futura del flujo de caja no es suficiente la información que se obtenga de los estudios de mercado, técnico y organizacional, sino que además será necesario incorporar información relacionada con efectos tributarios de la depreciación, de la amortización de préstamos, valor residual de las inversiones, utilidades y pérdidas (Sapag y Sapag, 2000).

El flujo de caja se expresa en períodos y se puede estimar en tiempo actual o previo a la iniciación del proyecto. Uno de los problemas más comunes al momento de proyectar un flujo de caja es que existen diferentes flujos para diferentes fines. Por lo tanto, es necesario que exista un flujo de caja para medir la rentabilidad del proyecto, para medir la rentabilidad de los recursos propios y para medir la capacidad de pago o factibilidad financiera (Sapag y Sapag, 2000).

2.5.2. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es también conocido como el valor presente neto (VPN) y está estrechamente relacionado con el flujo de caja, porque es indispensable para realizar el VAN. La cifra resultante del cálculo del VAN es simplemente el valor actual de la corriente de fondos (Ingresos menos egresos). La forma de calcularlo es sumando los flujos anuales actualizados a una tasa de descuento dada, menos la inversión. Este criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su VAN es igual o superior a cero (Sapag y Sapag, 2000).

2.5.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

El criterio de la TIR evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento por período con la cual la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos esperados en moneda actual. Es quizás la técnica más empleada para evaluar las alternativas de inversión (Sapag & Sapag, 2000).

Como señalan Bierman y Smitdt (citado por Sapag & Sapag, 2000), “la TIR representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que se fuesen produciendo”.

La TIR se define como la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial asociada a un proyecto. El criterio de decisión cuando se

utiliza la TIR es aceptar el proyecto si la TIR es mayor o igual al costo de capital, de lo contrario se rechaza (Gitman, 2000).

2.6. ANÁLISIS DE RIESGO

Un criterio bastante utilizado para analizar el riesgo de una inversión es el análisis de sensibilidad. En muchos análisis de proyectos la medición del mismo es muy subjetiva, pero en la actualidad este análisis ha alcanzado gran importancia práctica porque permite apreciar los cambios en los resultados como producto de la modificación de algún o algunos de los valores que se han estimado anteriormente (Gitman, 2000)

2.6.1. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad surge bajo la premisa que muchos de los indicadores calculados para un proyecto son específicos para la situación considerada por el evaluador, la cual difiere en la mayoría de los casos de la del inversionista por su aversión al riesgo y perspectiva para el análisis de los problemas (Sapag y Sapag, 2000).

Puesto que la mayoría de los parámetros considerados en la evaluación de un proyecto no están bajo el control del evaluador, es lógico pensar que estos podrían comportarse de manera diferente a lo esperado. Por lo tanto, es necesario poder evaluar cuán sensible es el proyecto a cambios de éste tipo en algunos de los parámetros decisivos. La sensibilización es muy comúnmente utilizada con variables económicas como: precios, costos y rendimientos, entre otras (Sapag y Sapag, 2000).

2.7. TENDENCIAS DE LA MADERA EN EL MERCADO

La belleza y durabilidad de la madera de las Caobas Americanas *Swietenia* spp. han hecho de ellas, por mucho tiempo, una fuente favorita de materiales para la producción de muebles y otros artículos de consumo. Desgraciadamente, la demanda por esta valiosa madera ha ocasionado severas reducciones en las poblaciones silvestres de caoba.

2.7.1. La evolución del mercado

El comercio de trozas y madera aserrada de origen tropical se ha modificado significativamente en los últimos años y el ritmo de este cambio se está acelerando. El número de países que directa o indirectamente limitan la exportación de trozas está creciendo, al igual que el número de países con desincentivo fiscal o vedas a la exportación de madera aserrada.

Un porcentaje cada vez mayor de productos procedentes de bosques tropicales se están consumiendo dentro de los mismos países productores, lo que refleja una población local en crecimiento y más próspera. Estas tendencias, combinadas con las políticas de los

países productores para asegurar los beneficios económicos de la elaboración local de productos básicos anteriormente exportados, continúan teniendo un impacto significativo en el comercio de trozas y madera aserrada. (Adams, 2001)

A pesar de las restricciones aplicadas al comercio de caoba, la demanda de ésta especie del Neotrópico permanece fuerte, siendo hoy en día una de las maderas duras neotropicales más importantes en el comercio internacional. La preocupación radica en la amenaza que podría causar el comercio internacional a la supervivencia de la especie en su hábitat natural ya que la fuente inmediata de madera para exportación se encuentra en los bosques naturales (Veríssimo *et al.*, 1998).

2.7.2. Corrupción

La corrupción juega un papel muy importante en las tendencias del mercado de la madera, y que es causante de la pérdida de miles de millones de dólares de los países productores y consumidores. Los actos de corrupción del sector forestal incluyen la venta encubierta o secreta de permisos de aprovechamiento de madera, por debajo de los precios del mercado de la madera en las concesiones, la certificación falsa de especies o volúmenes cortados en bosques públicos, el permitir el aprovechamiento maderero ilegal, proporcionar información confidencial sobre políticas gubernamentales y competidores (Contreras, A. 1997).

Una prueba de esto es que en 1996, 100.000 metros cúbicos de caoba se vendieron ilegalmente en Brasil y en el exterior. En dicho año una auditoria del gobierno reveló que el 71% de los planes de ordenación de las concesiones eran ilegales. Así también, el Banco Mundial estima que en 1992 alrededor de 500.000 hectáreas de bosques tropicales se estaban explotando ilegalmente en todo el mundo (Contreras, 1997).

3. METODOLOGÍA

Cualquier estudio relacionado con la posible implementación del mismo, según sea factible o no, consta de dos partes, la preparación del proyecto y la evaluación (Baca, 1995). La preparación se realizó con datos provenientes de estudios en Honduras, de otros países y del autor. La evaluación realizada para cuantificar el riesgo interrelacionó la información recabada de tipo económico y técnica, integrando todo en un modelo de simulación.

El presente estudio consta de cinco secciones para su evaluación y elaboración: un estudio de mercado, uno técnico, financiero, un análisis de riesgo que junta los tres estudios previamente señalados con la construcción de un modelo de simulación, y un estudio legal.

3.1. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado es determinante en el flujo financiero a lo largo de la vida útil del proyecto, el cual estaría expuesto al fracaso en el largo plazo si no se determina una demanda insatisfecha.

Como primer paso se definió el tipo de producto que se podría comercializar al mercado norteamericano en base a los volúmenes importados de madera de caoba por los Estados Unidos.

El método que se usó en éste estudio fue la demanda total del mercado de un producto o servicio para conocer el volumen total que compraría un grupo definido de consumidores en una zona geográfica definida.

3.1.1. Oferta internacional

El análisis de la oferta internacional se basó en datos de FAO (Food and Agriculture Organisation), U.S. Trade Statistics, ITTO (International Tropical Timber Organization), y sus publicaciones de Actualidad Forestal Tropical. Con dicha información se determinó la situación de cada uno de los principales países oferentes que competirían directamente con la madera producida en Honduras.

Se analizó también la situación de cada uno de los principales oferentes dentro de los principales mercados como lo son Estados Unidos y algunos países de Europa y Asia.

3.1.2. Demanda internacional

A pesar de que el mercado principal para la exportación será Estados Unidos, en este estudio se analizó la situación actual de algunos de los principales países consumidores de caoba, como mercados alternativos para el producto. Así mismo se analizó la tendencia de consumo de caoba en los Estados Unidos con base a datos de importación de caoba obtenidos de U.S. Trade Statistics.

Otras fuentes de datos fueron algunos organismos internacionales como FAO, ITTO, Worldwood, TRAFFIC.

3.1.3. Obtención y análisis de los precios internacionales

El análisis de precios es un componente fundamental en los ingresos del proyecto y por lo tanto fue necesario analizar la tendencia que tendrá el precio del producto (caoba) en el mercado internacional. La forma que se hizo fue dividiendo la cantidad total de caoba en rollo importada por U.S.A. para el número total de metros cúbicos.

En éste estudio no se analizó los precios pagados al productor en Honduras, porque el estudio es enfocado a un mercado internacional.

3.1.4. Canales de comercialización

Los canales de comercialización se dividen en canales de distribución y canales de mercadeo.

3.1.4.1. Canales de distribución

Al momento de realizar el estudio se determinó el posible canal de distribución que se podría aplicar para la caoba en rollo, ofertando el producto directamente vía internet a compañías que fabrican muebles en los Estados Unidos, sin la intervención de brokers.

3.1.4.2. Canales de mercadeo

La extracción del producto vendido se realizará por parte del comprador, y se analizó posibles canales de mercadeo que pudiera utilizar éste para transportar el producto hasta su destino final.

3.2. ESTUDIO LEGAL

Se analizó el papel que desempeña COHDEFOR en Honduras sobre las aplicaciones del apéndice III de CITES. También se recopiló en la Secretaría de Agricultura y Ganadería, y en la Secretaría de Finanzas la documentación necesaria para el proceso de exportación.

3.3. ESTUDIO TÉCNICO

De este estudio salió la información necesaria para establecer algunos de los costos de producción y costos de operación del proyecto; se analizó también la disponibilidad de los recursos técnicos y el avance de las investigaciones en esta área.

El estudio técnico de la plantación clonal de caoba abarca desde la producción de brotes *ex vitro*, la producción de plántulas *in vitro*, y plantación. Se investigó la inducción de brotes en estacas procedentes de árboles adultos y su posterior regeneración *in vitro*.

3.3.1. Materiales y métodos para la inducción de brotes en estacas procedentes de árboles adultos (Experimentos 1, 2 y 3)

3.3.1.1. Recolección del material en el campo

La cosecha de estacas se realizó de árboles adultos (19 años) de Zamorano. Las épocas de recolección fueron divididas en tres etapas de acuerdo a cada experimento. En el experimento 1, la recolección de estacas fue realizada en enero (final de fructificación), en el segundo la recolección se hizo en abril (inicio de floración) y el tercer experimento fue en junio (inicio de fructificación). La sección de las ramas que se cortó fue la correspondiente a la parte basal e intermedia.

3.3.1.2. Ubicación de los experimentos

Los experimentos se realizaron en un invernadero cerrado y cubierto, de la sección de Propagación de Plantas de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria de Zamorano.

Zamorano está localizado en el valle del río Yeguaré, Honduras, a 808 msnm, a 14 ° de latitud norte, 87 ° de latitud oeste, con una temperatura media anual de 24.2 °C y 1000 mm de precipitación media anual.

3.3.1.3. Inducción de brotación

Las estacas se cortaron de 20 a 30 cm de largo, diferenciando las gruesas de las delgadas. En los tres ensayos se utilizó un producto comercial a base de ácido indolebutírico (AIB) como ingrediente activo. De acuerdo al experimento, se utilizó varias concentraciones del producto comercial HORMEX rooting powder (Broker Chemical), como se especifica en el siguiente apartado y que fueron aplicadas a la base de las estacas. El corte en la parte superior de cada estaca fue recto, y en la zona inferior fue de 45° para que exista mayor contacto con la hormona en la base.

Las estacas se sembraron en el invernadero en un sustrato que consistió en 100 % de arena pasteurizada y las mismas estuvieron expuestas a un sistema de riego por nebulización de 8 a.m. a 4 p.m., activándose el sistema cada 3 minutos durante 5 segundos.

3.3.1.4. Experimentos

Se realizaron tres experimentos (Experimentos 1, 2 y 3) en las fechas de enero, abril y junio. En los experimentos 1 y 2 de enero y abril respectivamente, se utilizó 2 concentraciones de la hormona AIB al 0.8 y 1.6 % (Cuadro 3), del producto comercial HORMEX. En el experimento realizado en el mes de junio (experimento 3) se usó una concentración adicional de HORMEX a 3.2 % de ingrediente activo AIB.

Cuadro 3. Tratamientos aplicados para la inducción de brotación en estacas de caoba, cosechadas en las épocas de enero, abril y junio de árboles adultos en el campo. Zamorano, Honduras, 2001.

Diámetro de estacas	Tratamientos (% AIB)		
	T1	T2	T3
Gruesas (>1 cm a 2 cm de diámetro)	0	0.8	1.6
Delgadas (0.5 cm a <1 cm de diámetro)	0	0.8	1.6

Fuente: El autor

Se usó un diseño de bloques completamente al azar, porque todos los tratamientos estuvieron expuestos a las mismas condiciones. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico S.A.S. (Statistical Analisis System). Las pruebas estadísticas realizadas fueron la prueba Duncan y Tukey. El objetivo fue encontrar el tratamiento con mayor número de brotes promedio por estaca.

3.3.2. Materiales y métodos en pruebas experimentales de desinfección y de establecimiento *in vitro* (Experimentos 4 a 9)

3.3.2.1. Ubicación de los experimentos

Los ensayos experimentales se realizaron en Zamorano, Honduras, en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Micropropagación de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.

3.3.2.2. Tipo, obtención y preparación de explantes

Luego de obtener la forma técnica y económica más aceptable para la obtención de los brotes de caoba a partir de estacas adultas en los ensayos de brotación de estacas, se llevó éstas al laboratorio, y con un bisturí se cortó los brotes de cada una, diferenciando al momento del corte los ápices meristemáticos y segmentos nodales.

3.3.2.3. Pruebas de desinfección y establecimiento *in vitro*

El proceso de desinfección de los explantes fuera y dentro de la cámara de flujo laminar se presenta en forma de diagrama de flujo a continuación:

Fuera de la cámara de flujo laminar:

Inmersión de los explantes dentro de un beaker con detergente líquido



Inmersión de los explantes en solución fungicida + bactericida

Benlate 2 g/l y Agrymicin 3 g/l



Inmersión de los explantes en ethanol al 70 % por 10 seg.

Dentro de la cámara de flujo laminar:

Inmersión de los explantes en solución desinfectante
de hipoclorito de sodio (NaOCl) al 10% (v/v) (5.25% i.a.)



3 enjuagues en frascos de 250 ml agua destilada estéril

Las pruebas de desinfección (experimentos 4, 5 y 6), consistieron en variar el tiempo de exposición en minutos de los ápices meristemáticos y segmentos nodales a la solución desinfectante de agrymicin al 0.03 % (p/v) + benlate al 0.02 % (p/v) y la solución de NaOCl al 10 % (v/v), con 5.25 % de ingrediente activo (Cuadro 4). Luego del proceso de desinfección, los explantes procedentes de estas 3 pruebas se utilizaron para llevar a cabo 3 experimentos más (experimentos 7, 8 y 9) con 12 concentraciones diferentes de hormona para cada tipo de explante, para un total de 24 tratamientos.

Cuadro 4. Soluciones desinfectantes y tiempo de exposición en minutos utilizado para experimentos de desinfección. Zamorano, Honduras, 2001.

	Experimentos		
	4	5	6
Agrymicin 3 g/l + Benlate 2 g/l	20	20	50
NaOCl 10% (v/v)	20	30	30

Los explantes desinfectados fueron incubados en el medio WPM (Woody Plant Medium) descrito por Lloyd & McCown (Anexo 1) a 12 diferentes concentraciones de hormona (tratamientos). El factorial hormonal para los dos primeros ensayos (Experimentos 7 y 8) fue el que se presenta en el cuadro 5 y el factorial hormonal para el tercer ensayo (Experimento 9) fue con el doble de concentración hormonal tanto de AIB como BAP.

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos usados para el establecimiento *in vitro* de ápices meristemáticos y segmentos nodales. Zamorano, Honduras, 2001.

AIB (mg/l)	BAP (mg/l)			
	0	0.225 (5 uM)	0.45 (10 uM)	0.667 (15 uM)
	0.0	0.0/0	0.0/0.225	0.0/0.45
	0.1	0.1/0	0.1/0.225	0.1/0.45
	0.2	0.2/0	0.2/0.225	0.2/0.45

Para todos los experimentos de establecimiento *in vitro* (7, 8 y 9) se utilizó 4 concentraciones de la citocinina BAP (benzilaminopurina) y 3 concentraciones de la auxina AIB (ácido indolebutírico) para un total de 12 tratamientos (Cuadro 5). El número de ápices meristemáticos y segmentos nodales fue variable en cada ensayo por la baja disponibilidad del material (Cuadros 6, 7 y 8). En los ensayos 2 y 3 se adicionó al medio de crecimiento el antibiótico kanamicin con una concentración de 75 mg/l y 100 mg/l respectivamente.

3.3.2.3.1. Experimentos 4 y 7. Exposición de explantes de caoba a 20 minutos en agrymicin+benlate y 20 minutos en solución de NaOCl e incubación en medio WPM sin kanamicina

En el experimento 4 de desinfección todos los explantes estuvieron con constante agitación sumergidos 20 minutos en una solución de agrymicin al 0.03 % (p/v) + benlate al 0.02 % (p/v) y 20 minutos en una solución de NaOCl al 10 % (v/v), con 5.25 % de ingrediente activo. Posteriormente cada explante se colocó en un tubo de ensayo que contenía 8 ml del medio WPM y una concentración de hormona. Los 12 tratamientos hormonales, el tipo de explante, y número de explantes por tratamiento del experimento 7 se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Tratamientos hormonales, tipo y número de explantes usados en el experimento 7. Zamorano, Honduras, 2001.

AIB (mg/l)	Medio de establecimiento WPM							
	BAP (mg/l)							
	0		0.225 (5 uM)		0.45 (10 uM)		0.667 (15 uM)	
	Ápices	SN°	Ápices	SN°	Ápices	SN°	Ápices	SN°
	0	6	10	6	10	6	10	6

° Segmentos nodales

3.3.2.3.2. Experimentos 5 y 8. Exposición de explantes de caoba a 20 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl e incubación en medio WPM con 75 mg/l de kanamicina

En el experimento 5 de desinfección todos los explantes estuvieron con constante agitación sumergidos 20 minutos en una solución de agrymicin al 0.03 % (p/v) + benlate

al 0.02 % (p/v) y 30 minutos en una solución de NaOCl al 10 % (v/v), con 5.25 % de ingrediente activo. Posteriormente cada explante se colocó en un tubo de ensayo que contenía 8 ml del medio WPM y una concentración de hormona. Los 12 tratamientos hormonales, el tipo y número de explantes por tratamiento del experimento 8 se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Tratamientos hormonales, tipo y número de explantes usados en el experimento 8. Zamorano, Honduras, 2001

Medio de establecimiento WPM*									
AIB (mg/l)	BAP (mg/l)								
	0		0.225 (5 uM)		0.45 (10 uM)		0.667 (15 uM)		
	Ápices	SN°	Ápices	SN°	Ápices	SN°	Ápices	SN°	
	0	12	20	12	20	12	20	12	20
	0.1	12	20	12	20	12	20	12	20
0.2	12	20	12	20	12	20	12	20	

* Adición de 75 mg/l de kanamicin

° Segmentos nodales

3.3.2.3.3. Experimentos 6 y 9. Exposición de explantes de caoba a 50 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl e incubación en medio WPM con 100 mg/l de kanamicina

En el experimento 6 de desinfección todos los explantes estuvieron con constante agitación sumergidos 50 minutos en una solución de agrymicin al 0.03 % (p/v) + benlate al 0.02 % (p/v) y 30 minutos en una solución de NaOCl al 10 % (v/v) que tenía 5.25 % de ingrediente activo. Posteriormente cada explante se colocó en un tubo de ensayo que contenía 8 ml del medio WPM y una concentración de hormona. Los 12 tratamientos hormonales, el tipo y número de explantes por tratamiento del experimento 9 se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Tratamientos hormonales, tipo y número de explantes usados en el experimento 9. Zamorano, Honduras, 2001

Medio de establecimiento WPM*									
AIB (mg/l)	BAP (mg/l)								
	0		0.45 (10 uM)		0.9 (20 uM)		1.35 (30 uM)		
	Ápices	SN°	Ápices	SN°	Ápices	SN°	Ápices	SN°	
	0	5	8	5	8	5	8	5	8
	0.2	5	8	5	8	5	8	5	8
0.4	5	8	5	8	5	8	5	8	

* Adición de 100 mg/l de kanamicin

° Segmentos nodales

3.4. ESTUDIO FINANCIERO

Para poder realizar el análisis financiero del proyecto en su totalidad se usaron tres fuentes de datos diferentes. Una vez recolectada la información de los estudios técnicos y de mercado se procedió a su ordenamiento y tabulación. Para el análisis financiero se partió del flujo de caja proyectado de ingresos y egresos de una plantación comercial de caoba realizado por el Ing. Dante Egüez (2000) (Anexo 2).

3.4.1. Flujo de caja

Al flujo de caja usado como punto de partida, se le adiciono el valor de la tierra y el costo administrativo o de oportunidad.

3.4.1.1. Ingresos

Los ingresos estimados fueron por venta de madera comercial y los subproductos (madera producto de los raleos, y de menor diámetro), obtenidos de la tesis del Ing. Jorge Egüez (2000).

3.4.1.2. Egresos

En cuanto a los desembolsos en una plantación forestal, Wadsworth (1997) afirma que los egresos controlables dominantes son los costos del establecimiento, seguridad y tiempo. De igual forma se podría reducir los costos si la mejora genética beneficiara a todos los árboles de especies que son suficientemente variables para responder a la selección y son extensamente usadas. Un ejemplo de lo anterior ocurre con el pino y eucalipto. Así mismo con el objetivo de reducir los costos, se podría maximizar la utilización de madera obteniendo árboles con mayor gravedad específica y mayor rendimiento por unidad.

3.3.1.1.1. Obtención de brotes.- Luego del estudio técnico se escogió el tratamiento con mayor número de brotes promedio y con significancia estadística. Para los costos, se realizó un análisis de costeo tradicional para obtener el costo de producción de los brotes promedio por estaca.

3.3.1.1.2. Obtención de clones *in vitro* de caoba.- El costo de cada clon de caoba es determinante en la elaboración del flujo de caja del proyecto. En este estudio se utilizó como base, los costos de producción de un proyecto de producción de 40,000 plántulas anuales de caoba *in vitro* regeneradas a partir de semilla proporcionados por M. Sc. Romelio Rodríguez (Comunicación personal, 2001) en el Centro de Bioplantas en Cuba, modificando los datos de mano de obra de acuerdo a las normas salariales de Honduras.

La tasa de multiplicación de cada vitroplanta se tomó de estudios realizados en la Universidad Federale do Parana en Brazil.

3.3.1.1.4. Costos de establecimiento de una plantación de caoba.- La estimación de los costos en este estudio para el establecimiento de una plantación de caoba en Honduras se tomó de datos reales de la Zamoempresa de Cultivos Forestales (Mejía, 2001) y de la tesis del Ing. Jorge Egüez realizada en Zamorano (2000).

3.4.2. Indicadores Financieros

Se utilizó el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

3.5. ESTUDIO DE RIESGO

Se utilizó el programa @RISK[®] y Microsoft Excel estableciendo diferentes escenarios, para lo cual se construyó dos modelos de simulación.

3.5.1. Modulo 1. Riesgo técnico de producción de vitroplantas de caoba

Este modelo se basó en coeficientes técnicos observados y esperados, y las etapas fueron las siguientes.

3.5.1.1. Estacas

El proceso para la producción *in vitro* de caoba comienza con la producción de brotes a partir de estacas cosechadas de árboles adultos, y para este análisis de riesgo técnico de la producción de estacas se utilizó la desviación estándar y los brotes promedio por estaca del mejor tratamiento tanto económicamente como productivamente. La formula de @Risk[®] usada en Excel para correr la simulación fue =risknormal(media, desviación estándar).

3.5.1.2. Etapa I. Establecimiento *in vitro*

Se asignaron diferentes porcentajes (mínimo, esperado, máximo) de mortalidad, basados en la experiencia, y se ajustaron los valores a una distribución triangular. La formula usada de @Risk[®] fue =risktriang(mínimo, esperado, máximo).

3.5.1.3. Etapa II, III. Multiplicación

En esta fase se usó el porcentaje de mortalidad (mínimo, esperado y máximo), y la tasa de multiplicación esperada. Ajustando los valores a la distribución triangular (=risktriang (min, esperado, max).

3.5.1.4. Etapa IV. Transferencia de vitroplantas al invernadero

Para obtener los datos de mortalidad al transferir las vitroplantas al invernadero, se utilizó tasas de mortalidad esperadas basadas en la experiencia, al igual que en los casos anteriores.

3.5.1.5. Vivero. Plantas finales

Se realizó con datos obtenidos en base a la experiencia, al igual que en los apartados anteriores.

3.5.2. Modelo 2. Riesgo financiero de la plantación forestal de vitroplantas de caoba

La simulación consistió en los siguientes puntos en el flujo de caja proyectado:

3.5.2.1. Producción y costos

Tomando en cuenta que es una plantación clonal, se aplicó un posible incremento en el rendimiento de madera en rollo por hectárea del 30%, y una disminución del 30% como el peor de los casos.

Para tener un amplio rango de ocurrencia (sensibilidad), los costos de establecimiento y mantenimiento se incrementaron en 30% como máximo y se redujeron 30% como mínimo.

3.5.2.2. Precios

Se usó los precios históricos de caoba en rollo pagado por los Estados Unidos en los últimos 11 años. Se aplicó regresión lineal para determinar los precios futuros del metro cúbico de caoba en rollo, ajustados por el porcentaje de error de la desviación estándar de los precios históricos.

3.5.2.3. Tasa de cambio

Se presenta un flujo de caja en dólares, pero algunos egresos son realizados en lempiras (moneda nacional de Honduras), y otros en dólares; por esa razón la variación histórica del porcentaje de incremento del tipo de cambio (dólares/lempiras) de un año para otro puede ser importante en el estudio. Para calcular el incremento porcentual futuro de la tasa de cambio se usó regresión lineal.

3.5.2.4. Distribución probabilística

Por ser las herramientas más importantes al momento de tomar la decisión si aceptar o no un proyecto, el VAN y TIR fueron las dos variables dependientes estudiadas del flujo de caja. El modelo se corrió en @RISK[®] con 100 interacciones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTUDIO DE MERCADO

La posibilidad de una demanda insatisfecha en el mercado internacional, principalmente en el mercado norteamericano, asegura al inversionista que el producto tendrá aceptación en el mercado.

4.1.1. Estudio de la oferta internacional

Los principales mercados que ofertan caoba en rollo a Estados Unidos son el mercado asiático, el mercado brasileño y el mercado centroamericano.

4.1.1.1. El mercado asiático

Algunos de los países asiáticos presentan una alta producción y exportación de madera tropical (Anexo 3). La producción de estos países es destinada a Francia, China y Japón principalmente. La producción de trozas en estos países decreció en 1.4 % de 1998 a 1999; lo mismo sucedió con las exportaciones de trozas de madera tropical en rollo que disminuyó significativamente en un 10.4 % (436000 m³).

La exportación de madera aserrada se incrementó en 7.3 %, lo que nos indica que las industrias asiáticas están dando valor agregado a la madera en rollo y exportándola procesada para tener un mayor ingreso por metro cúbico. Según Adams (2000), la tendencia incremental de precios de la madera en rollo es un efecto de la producción y exportación de madera aserrada.

4.1.1.2. El mercado brasileño

Según el Instituto Brasileño de Medio Ambiente (IBMA) (Citado por Buitrón, X. y Mulliken, T., 1998), Brasil es el principal exportador de *Swietenia macrophylla*. (Gráfico 1)

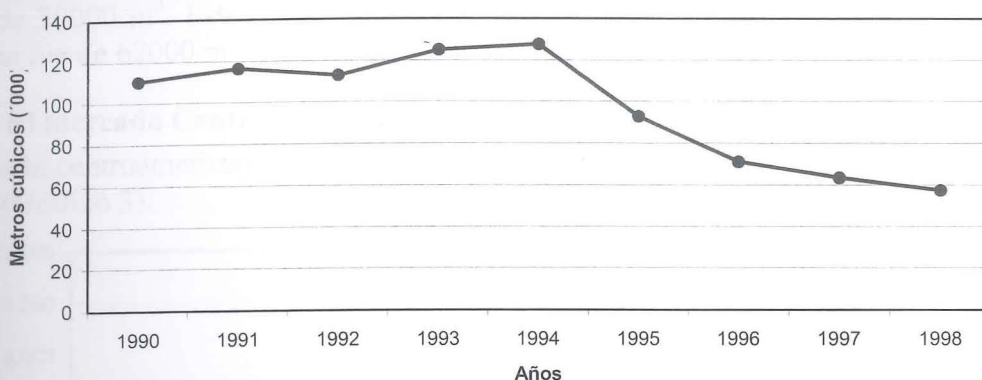


Gráfico 1. Oferta mundial de caoba del Brasil, período 1990-1998. Fuente: Buitrón, X. y Mulliken, T., TRAFFIC. 1998.

La disminución de la oferta de caoba del Brasil podría ser causa del agotamiento de la madera en los bosques naturales además de que no existe la cantidad de plantaciones necesarias para continuar la oferta. Otra razón es la aplicación del apéndice III de la CITES que controla la explotación de este recurso maderero y especifica que solo se exportará aquella madera que procede de plantaciones manejadas de forma sostenible. Es decir que su extracción no represente ninguna amenaza a la especie ni a la biodiversidad de los ecosistemas.

El comportamiento de la exportación de caoba brasileña al mercado norteamericano también disminuyó (Gráfico 2)

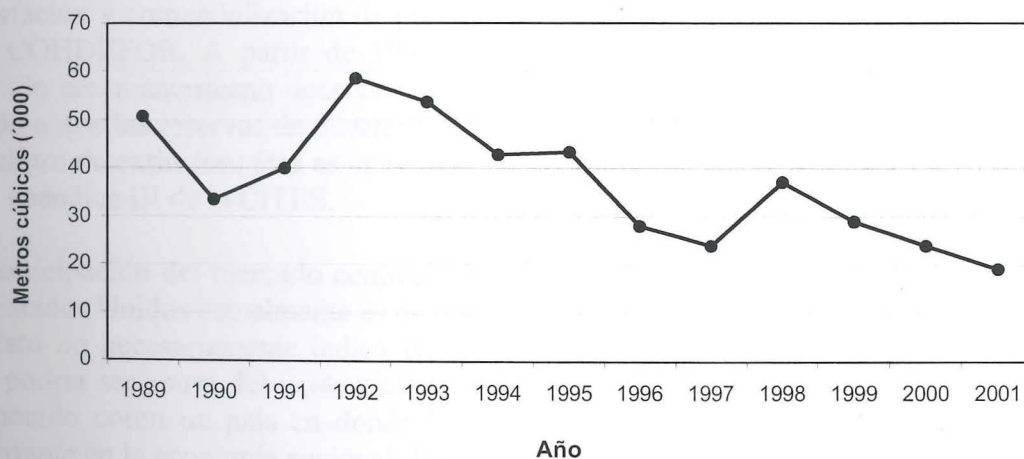


Gráfico 2. Exportación de caoba (*Swietenia macrophylla*) del Brasil a Estados Unidos, período 1989-2001. Fuente: El autor sobre los datos de US Trade Internet System, 2001.

La cuota de exportación de caoba es otro factor que influye en la disminución de la oferta. Según el boletín brasileño Infoc da Economia Forestal No. 126 (Citado por ITTO, 2000)

el Instituto Brasileño del Medio Ambiente redujo la cuota de exportación para *Swietenia macrophylla*. El primer semestre del 2000 fue de 25000 m³ y el segundo semestre fue menor de 30000 m³. Esta reducción fue cerca del 9 % en comparación con la cuota de 1999 que fue de 62000 m³.

4.1.1.3. El mercado Centroamericano

El mercado centroamericano también a decrecido en la oferta de caoba a los Estados Unidos (Gráfico 3).

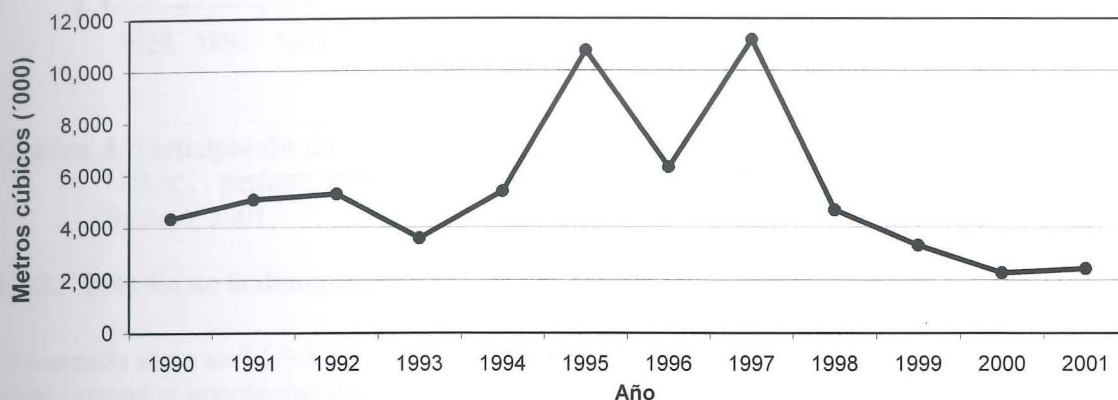


Gráfico 3. Oferta de caoba del mercado centroamericano a USA desde 1990 al 2001.

Fuente: El autor con datos de US Trade Internet System, 2001.

El incremento de la oferta de caoba del mercado centroamericano a USA en el período 1994-1995 podría ser debido a que desde esa fecha se empieza a aprobar los primeros planes de manejo de bosques y el Estado queda completamente fuera del proceso de exportación y comercialización de productos forestales, transfiriendo esa responsabilidad a la COHDEFOR. A partir de 1997 (11187 m³) hasta 2000 (2267 m³) la oferta del mercado centroamericano decrece en un 80 % (Gráfico 3). Esta disminución puede ser debido a que las reservas de *Swietenia macrophylla* se están terminando y la especie está en peligro de extinción; ésta es una de las explicaciones del por qué se incluyó a la caoba en el apéndice III de la CITES.

La participación del mercado centroamericano en las importaciones de caoba realizadas por Estados Unidos actualmente es de 6 %, teniendo su máximo de 12% en 1997 (Gráfico 4). Esto no necesariamente indica una contracción en el mercado estadounidense, más bien podría ser causa del agotamiento del recurso forestal. A pesar de que Honduras es reconocido como un país en donde los recursos forestales desempeñan un papel muy importante en la economía nacional, la deforestación sigue siendo un problema importante que aún no ha sido resuelto.

Según los resultados del Programa de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FAO, 2000), en 1990 Honduras tenía una cubierta forestal de 5,382,500 ha, y el cambio forestal por año ha sido de -58,970 ha, es decir aproximadamente el 1 % anual en promedio hasta el año 2000. Por otro lado Reis (1998) estima que anualmente se desmontan 110,000 ha de bosque.

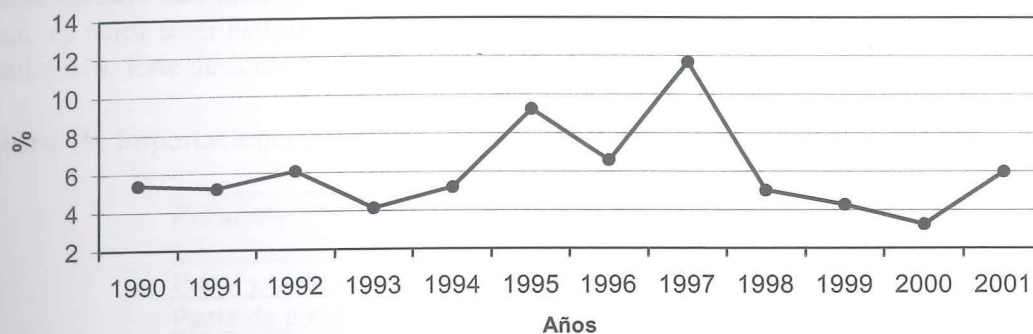


Gráfico 4. Participación del mercado centroamericano en el consumo de caoba rollo en U.S.A., período 1990-2001. Fuente: El autor con datos de US Trade Internet System, 2001.

4.1.2. Estudio de la demanda internacional

El mercado meta será USA, pero es importante conocer la demanda de madera en rollo en otros mercados internacionales, porque la madera es un producto comercializable a largo plazo y las estimaciones pueden ser un tanto inciertas; es por eso adecuado conocer la situación de otros mercados, para reducir el riesgo de una posible contracción del mercado norteamericano. Entre los países consumidores de madera tropical tenemos China y Francia.

4.1.2.1. Demanda de China

China es un importador neto de madera. Para el año 2010 se estima que China tendrá un déficit bastante grande de madera (64 millones de m^3) (Cuadro 9), por lo tanto emplea una política de economizar su uso de madera y sustituirla con otros productos en la medida que sea posible. La madera para usos estructurales está siendo reemplazada por el cemento y acero, no obstante el crecimiento del mercado inmobiliario está creciendo con rapidez. Según Kunshan (2000) se está registrando un importante crecimiento en la decoración residencial con una tasa media anual de más del 30 %.

Cuadro 9. Demanda y oferta proyectadas para China en el año 2010 (millones de m^3).

Demanda total	360
Oferta nacional	180
Déficit potencial	180
Sustitución probable con paneles/tableros de madera	75
Sustitución probable con bambú	14
Recuperación de residuos (papel)	18
Recuperación de residuos (otros productos)	9
Sustitución total	116
Déficit real de madera	64

Fuente: Kunshan, 2000.

En éste estudio nos interesa la madera dura tropical, grupo al cual pertenece la caoba. En China, el valor total estimado de déficit de ésta madera alcanza los 20.6 millones de m³ (Cuadro 10). Este déficit es cubierto en parte por los países asiáticos vecinos.

Cuadro 10. Importaciones proyectadas para China en el año 2010 (millones de m³).

Producto	Total de importaciones	Importaciones de madera tropical
Papel y carbón	24.5	0
Pasta de papel	6	0
Madera rolliza	15.1	5.5
Contrachapados	7.6	7.6
Chapas	4.4	4
Madera aserrada	6.4	3.5
Total - Importaciones	64	20.6

Fuente: Kunshan, 2000.

Por sus propiedades físicas y químicas la madera de caoba es muy cotizada para la fabricación de muebles de alta calidad y es la madera más solicitada por los fabricantes tanto chinos como del resto del mundo. En 1998, aproximadamente el 70 % de los 479 millones de unidades fabricadas en China, fueron predominantemente de madera. En ese año el país consumió 15.8 millones de metros cúbicos de madera en muebles y se pronostica que para el 2010 será de 31 millones de metros cúbicos (Kunshan, 2000).

La demanda de China está en capacidad de absorber la gran mayoría de la oferta asiática de maderas tropicales. Su demanda sería de 5.5 millones de m³ de madera tropical en rollo y 3.5 millones de m³ de madera aserrada. Dada la situación futura de China, éste país podría ser un mercado alternativo para la madera producida en Centroamérica.

De la misma forma, la producción asiática no sería una amenaza para la saturación del mercado norteamericano, que es el mercado potencial para la madera hondureña, porque solo China estaría en la capacidad de absorber la oferta asiática de madera.

4.1.2.2. Demanda de Francia

En 1995, alrededor del 27 % del territorio en Francia se hallaba cubierto de bosques, con un aumento medio anual en superficie de 1.1 % (161,000 ha) (FAO, 1999). A pesar de ello, el consumo de maderas duras tropicales en Francia se mantiene arriba de los 800000 m³ en madera rollo, y sobre los 250000 m³ en madera aserrada. (Gráfico 5).

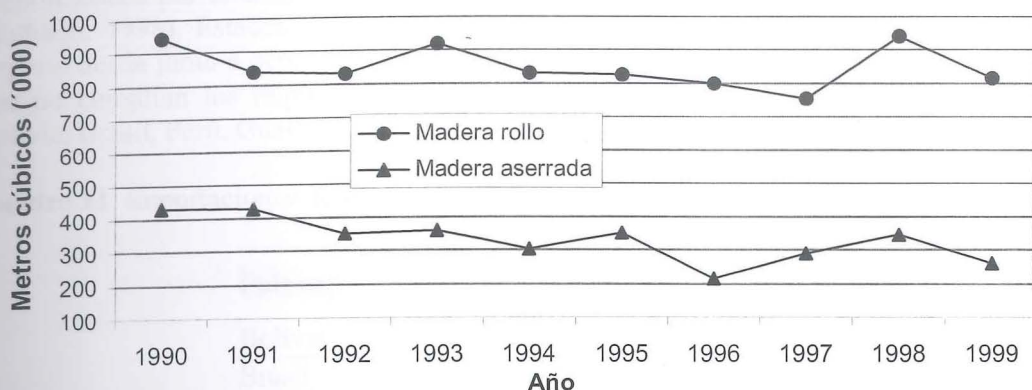


Gráfico 5. Importaciones de maderas tropicales ('000) de m³ en Francia. Fuente: Organización Internacional de Maderas Tropicales, 2000.

4.1.2.3. Demanda de Estados Unidos

Estados Unidos es el mayor consumidor de *Swietenia macrophylla* en el comercio internacional (Gráfico 6), y por su ubicación geográfica respecto a Honduras, es el mercado meta en este estudio.

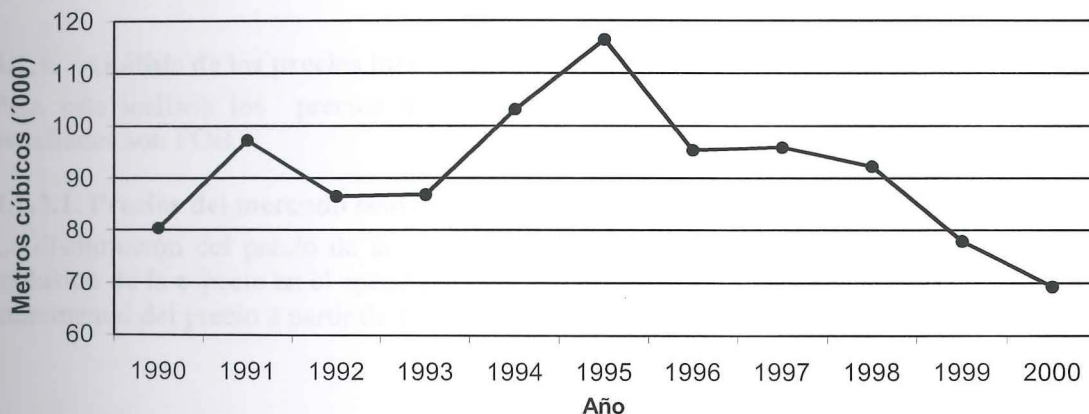


Gráfico 6. Importación de caoba (*Swietenia macrophylla*) a Estados Unidos, período 1990-2000. Fuente: El autor sobre los datos de US Trade Internet System, 2001.

La importación total de caoba a los Estados Unidos decreció a partir de 1995. Ésto no significa exactamente que la demanda de caoba en Estados Unidos bajó, es muy probable que sea debido a la sobre explotación de esta especie. En este caso disminuyó la oferta y no la demanda y la variable que ayudó a determinar ésto fue el precio, ya que si existiera una sobre oferta del producto la tendencia del precio sería decreciente.

Otra situación muy importante en la comercialización de caoba es el tráfico ilegal de la madera. De acuerdo a los Certificados de Origen CITES y otra documentación

proporcionada por el U.S. Fish and Wildlife Service (USFWS) (Citado por Buitrón, X. y Mulliken, 1998), Estados Unidos importó cerca de 500 cargamentos de *S. macrophylla* importó desde junio a octubre de 1997, totalizando más de 40.000 m³. Estos cargamentos que no cumplían los requerimientos implantados por la CITES fueron originarios de Bolivia, Brasil, Perú, Guatemala, Honduras, Nicaragua, México y Belice (Cuadro 11).

Cuadro 11. Importaciones de Estados Unidos de caoba desde junio a octubre de 1997.

País exportador	Volúmenes de importación (m³)
Bolivia	15.935
Brasil	14.172
Perú	4.862
Guatemala	2.211
Honduras	1.619
Nicaragua	1.528
México	956
Belice	22
TOTAL	41.305

Fuente: Documentación proporcionada por el USFWS. Buitrón, X. y Mulliken, T. 1998.

4.1.3. Análisis de los precios internacionales

Para este análisis los precios de caoba en rollo pagado por USA a los mercados estudiados son FOB.

4.1.3.1. Precios del mercado centroamericano

La disminución del precio de la caoba en el período 1996-1997 podría ser debido a la inclusión de la especie en el apéndice III de la CITES, lo cual más tarde tendría un efecto incremental del precio a partir de 1998 (Gráfico 7).

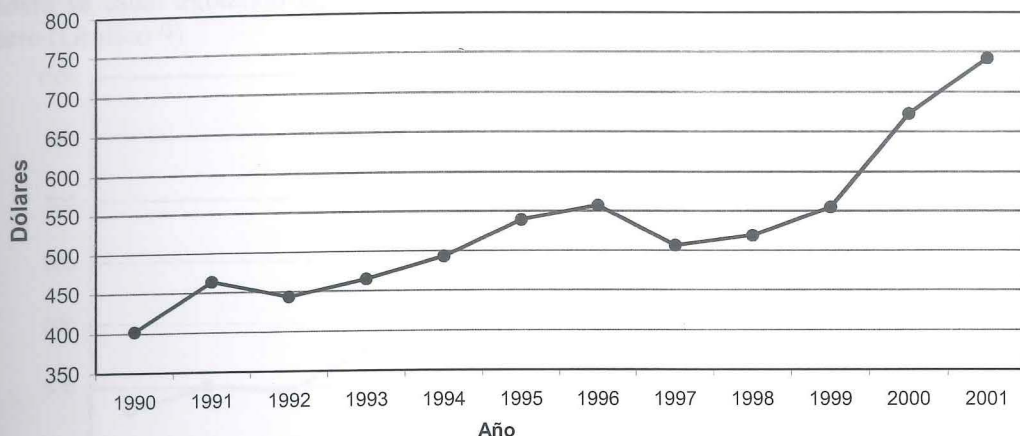


Gráfico 7. Precios por m^3 de caoba en rollo pagados por USA al mercado centroamericano, período 1990-2001. Fuente: El autor con datos del US Trade Internet System, 2001.

4.1.3.2. Precios del mercado brasileño

El precio del mercado brasileño, a pesar de tener una tendencia creciente, es mucho más irregular que el precio del mercado centroamericano. Esto podría ser debido a la alta competencia de empresas madereras en el Brasil o porque tienen poca dependencia del mercado norteamericano y utilizan mercados alternativos para exportar el producto de más alta calidad (Gráfico 8).

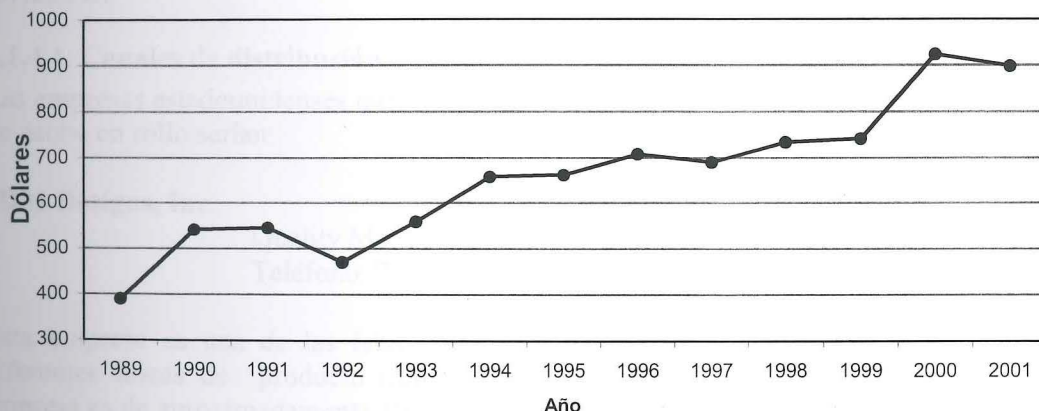


Gráfico 8. Precios por m^3 de caoba en rollo pagados por USA al mercado brasileño, período 1989-2001. Fuente: El autor con datos del US Trade Internet System, 2001.

4.1.3.3. Precios del mercado mundial

La tendencia del precio del mercado mundial es creciente. En un período de 10 años el precio se incrementó en un 100 % y existían más reservas de caoba. El hecho de incluir la especie en el apéndice III de la CITES, claramente nos indica que las reservas de ésta

madera se están agotando en algunos países, lo que podría significar un aumento en el precio (Gráfico 9).

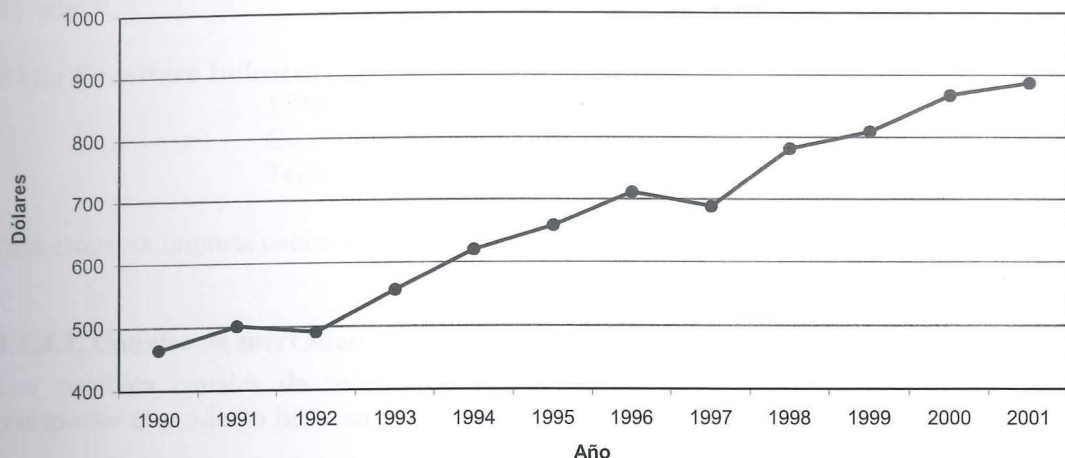


Gráfico 9. Precios por m³ de caoba pagados por USA al mercado mundial, período 1990-2001. Fuente: El autor con datos del US Trade Internet System, 2001.

4.1.4. Canales de comercialización

En el proceso de exportación los canales de comercialización son indispensables y se dividen en:

4.1.4.1. Canales de distribución

Las empresas estadounidenses que actualmente estarían dispuestas a comprar la madera de caoba en rollo serían:

JDM Designs, Inc.

Quality Mahogany Furniture
Teléfono: 770-664-0614, Georgia

Esta empresa es una de las fabricas de muebles de alta calidad más grandes, y sus diferentes líneas de producto (muebles) son 100 % de caoba. La demanda de esta empresa es de aproximadamente 10000 m³ por año y su política es realizar las compras de materia prima directamente.

Forest Plywood, Inc.

Mr. Joe Bolton, Manager
Teléfono: 001 305 556 8003
10300 NW 121 Way, Medley, Florida 33178

En vista de la reducida oferta de la caoba, esta empresa esta dispuesta a comprar cualquier cantidad, siempre y cuando la madera cumpla los requerimientos de la CITES en el país de origen.

Ekim Furniture Industries, Inc.

1500 San Remo Ave. Suite 177
Coral Gables, Florida 33146 – USA
Teléfono: 001 305 666 6010

Esta empresa importa caoba en rollo y tablas para la producción de muebles.

4.1.4.2. Canales de mercadeo

Los posibles canales de mercadeo que utilizaría el comprador de la madera para transportar el producto hasta su destino final serían los siguientes:

Transporte terrestre para llevar la madera desde la zona de producción hasta el puerto de embarque.

Transporte marítimo para llevar la madera desde el puerto de embarque hasta el puerto de desembarque.

Agencias aduaneras y bancos, con el fin de realizar los trámites para el proceso de exportación y emitir cartas de crédito.

Aseguradoras. El seguro es muy importante para reducir el riesgo de perdida y/o daño del cargamento hasta el lugar de destino.

4.1.5. Política de fijación de precios

Para este estudio se usó el sistema FOB (Free on board), porque el comprador compraría el producto directamente en el lugar donde se cosecha la madera.

4.2. ESTUDIO LEGAL

Debido al panorama de depredación del recurso forestal sin beneficios económicos en Honduras, se motivó la emisión de Decreto Ley No. 103, el 10 de enero de 1974 creando COHDEFOR (Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal), institución que se encarga de aplicar el Apéndice III de la CITES para *Swietenia macrophylla*.

4.2.1. COHDEFOR

4.2.1.1. Historia del marco jurídico en el Estado de Honduras

COHDEFOR eleva la actividad forestal a la categoría de sector dentro de la economía nacional, desvinculándolo de la Secretaría de Recursos Naturales. La COHDEFOR era el organismo que formulaba y ejecutaba la política forestal del Estado hasta 1992 (COHDEFOR, 2001)

A través de la COHDEFOR el Estado se reservaba el control y administración de todos los bosques públicos y privados del país, además le correspondía la conservación, reforestación, aprovechamiento, industrialización, y comercialización interna y externa de la madera y sus productos. La COHDEFOR, a pesar de ser la entidad encargada en Honduras, nunca participó realmente en la comercialización interna de la madera. La institución si mantuvo la comercialización externa de la madera aserrada y permitió que bajo su control, algunos exportadores privados realizaran esa actividad por el Puerto de Henecán en EL Golfo de Fonseca (COHDEFOR, 2001).

Las regulaciones de aprovechamiento forestal no fueron efectivamente implementadas desde el inicio de COHDEFOR. No sé hacia un inventario preciso de las existencias que se vendían, sino que se confiaba en que el comprador por su propia mano facturaba la madera que transportaba y era lo único que pagaba. Se puede generalizar que hasta 1989 se permitieron practicas de manejo forestal no apropiadas, provocando disturbios al suelo, a las cuencas y al bosque mismo ya que no se garantizaba su regeneración; como consecuencia de esto, a partir de 1992, COHDEFOR pierde cierta independencia y comienza a depender mas del Ministerio de Recursos Naturales y de La Secretaria de Ambiente que se crea en 1993 y comienza a hacer sentir su influencia en la temática ambiental (COHDEFOR, 2001).

4.2.1.2. Marco jurídico actual

En 1992 entra en vigencia el decreto 31-92 con la Ley para la Modernización y desarrollo del sector Agrícola, que introduce grandes reformas en COHDEFOR y en la actividad forestal en general. A partir de esta fecha la COHDEFOR queda completamente reformada y sumado a reformas parciales que había sufrido, la convierten en una nueva institución con una nueva carga de responsabilidades pero sin presupuesto transferido directamente por el Estado, teniendo que subsistir a través de la venta de madera en rollo de los bosques nacionales (COHDEFOR, 2001).

A partir de 1994 comienzan a aprobarse los primeros Planes de MANEJO forestal, y se inicia una nueva modalidad en la venta de madera en pie a través de las subastas. En este periodo hay una gran afluencia de la cooperación internacional trabajando en diferentes actividades del sector forestal. Sé prohíbe al Estado la participación en las actividades de aprovechamiento industrialización y comercialización de productos forestales y pasa a COHDEFOR la responsabilidad de administrar las Áreas Protegidas y la Vida Silvestre. (COHDEFOR, 2001).

Actualmente está en proceso de aprobación una nueva Ley Forestal que pretende derogar las leyes forestales vigentes y poner el punto final a COHDEFOR con la creación de una nueva institución que será la encargada de aplicar la política forestal del Estado.

4.2.2. CITES

CITES es la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres. Su propósito es proveer un mecanismo para controlar y monitorear el comercio internacional de especies que están amenazadas o potencialmente amenazadas por este comercio. Sin embargo, cuando el tratado fue creado, se reconoció que los países podrían requerir ayuda en el control del comercio de especies nativas, aún cuando éstas no estén amenazadas globalmente (Buitrón y Mulliken, 1998)

4.2.2.1. Certificado de origen CITES

El certificado de origen CITES es el documento legal para el inicio del proceso de exportación de cualquier especie incluida en uno de los apéndices de CITES. En el caso de la caoba, en éste documento debe constar que la especie pertenece al apéndice III. El apéndice III fue diseñado para apoyar los esfuerzos de aquellos Estados del área de distribución de la especie, que buscan controlar la explotación y el comercio internacional de especies nativas que no están todavía cubiertas por la Convención. El texto del tratado, por lo tanto, contiene una disposición para las Partes (países) con el fin de incluir en el Apéndice III aquellas especies sujetas a regulación dentro de sus jurisdicciones, y para las cuales la cooperación de los otros países se considera necesaria a fin de controlar el comercio internacional (Buitrón y Mulliken, 1998).

A diferencia de las inclusiones en los Apéndices I y II, las inclusiones en el Apéndice III no requieren el voto de las Partes, sino simplemente una solicitud de aplicación al Secretariado por parte del país. La Resolución 9.25 de la Novena Conferencia de las Partes de CITES recomienda a las Partes asegurar que la especie que ellos proponen para incluir en el Apéndice III sea nativa en sus países y que sus reglamentos nacionales sean adecuados para prevenir o restringir la explotación y para controlar el comercio (Buitrón y Mulliken, 1998).

El Apéndice III no requiere específicamente que los Certificados de Origen/Re-exportación CITES sean presentados al momento de la exportación, limitando su utilidad en relación a los controles de exportación. Sin embargo, los gobiernos de Brasil, Honduras y Perú han aplicado medidas domésticas al solicitar que los exportadores presenten los Certificados de Origen de CITES al momento de la exportación, fortaleciendo el funcionamiento de este Apéndice en cuanto al control de comercio en estos países.

4.2.3. Proceso de exportación

En Honduras existe la llamada “ventanilla única de exportaciones” con el propósito de simplificar y agilizar los trámites relacionados con las exportaciones. Antes de llegar a esa

ventanilla, se necesitan los siguientes requisitos para la exportación de flora silvestre (CITES):

4.2.3.1. Requisitos previos para la exportación (CITES)

- Solicitud del certificado de CITES para la exportación de la especie dirigida al Ministro de Agricultura y Ganadería, donde se especifica:
 - Nombre de la especie a exportar
 - Nombre del exportador o empresa
 - Cantidad a exportar en kilos
 - Aduana de salida
 - Dirección del comprador
- Escritura de la sociedad mercantil o de comerciante independiente
- Carta poder a través de un abogado
- Estudios de la población de la especie
- Dictamen de supervisión DAPVS emitido por COHDEFOR (Anexo 4)
- Fotocopias y original de todos los papeles mencionados

4.2.3.2. Requisitos finales para exportación de flora

- Certificado CITES (Anexo 5)
- Solicitud del Certificado Fitosanitario
- Adjunto a la solicitud, deberá presentar un timbre de 5 lempiras del colegio de agrónomos de Honduras.
- Un timbre de un lempira.
- Pagar el valor de 100.00 lempiras por pago de servicios fijados por la Ley.
- Copia de la factura comercial original y copia.
- Constancia de inspección por cada embarque, éste indicará si el producto reúne los requisitos fitosanitarios requeridos. Dicha inspección es extendida por un inspector de Cuarentena de Protección y Sanidad Vegetal de Agricultura y Ganadería.
- Formulario de la declaración de exportación proporcionado por el banco Central de Honduras.
- Certificado Fitosanitario Internacional de Exportación
- Declaración de exportación
- Copia del R.T.N.

4.3. ESTUDIO TÉCNICO

4.3.1. Inducción de brotes en estacas

El formato que se diseñó para la toma de datos se muestra en el anexo 6.

4.3.1.1. Experimento 1. Inducción de brotación en estacas de caoba cosechadas en enero

Los resultados para la brotación de estacas recolectadas a finales de fructificación en el mes de enero se muestran en el Gráfico 10.

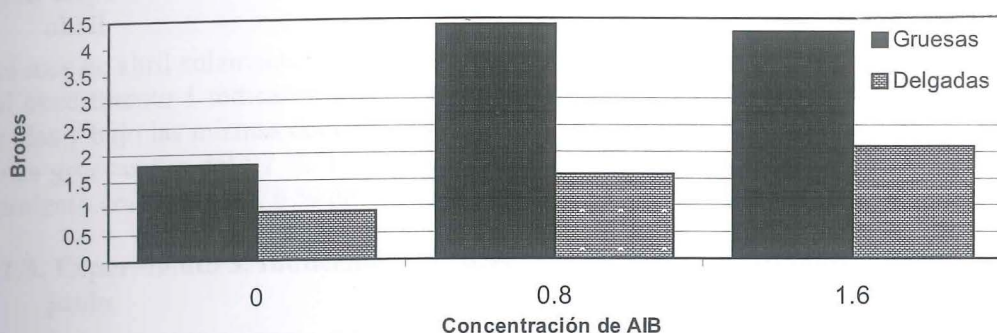


Gráfico 10. Efecto del AIB en el número promedio de brotes por estacas gruesas y delgadas (Experimento 1). Zamorano, Honduras, 2001.

En estacas gruesas el número promedio de brotes por estaca usando hormona fue superior (1.4 veces más) al número promedio de brotes por estaca delgada (Cuadro 12).

Cuadro 12. Número promedio de brotes por estaca, Zamorano, Honduras, 2001.

Díámetro	% AIB	Media	DS*
Gruesas	0	1.79 ^b	1.20
	0.8	4.38 ^a	2.78
	1.6	4.25 ^a	2.59
Delgadas	0	0.90 ^b	0.30
	0.8	1.58 ^b	0.53
	1.6	2.10 ^b	0.59

* DS=Desviación estandar

En las estacas gruesas, con una probabilidad de 0.01 se encontró que bajo las condiciones de este experimento no existe diferencia significativa entre los tratamientos con 0.8 % y 1.6 % de AIB, aunque la aplicación de 0.8% superó a la de 1.6 %. Mientras tanto, la diferencia en brotación de los tratamientos con 0.8 % y 1.6 % de AIB en comparación con el de 0 % de AIB tiene significancia estadística.

Tomando en cuenta que la diferencia del promedio de brotes por estaca al usar hormona al 0.8 % y 1.6 % de AIB no es significativo, para el análisis de costos se tomó la hormona 0.8 % AIB porque tiene menor cantidad de ingrediente activo y su costo es menor.

En las estacas delgadas el promedio de brotes por estaca fue bajo, en comparación a los resultados de las estacas gruesas (Cuadro 12). Además el tamaño de cada brote fue menor. Existió diferencia significativa entre tratamientos. Esto se debe posiblemente a que en las estacas delgadas el efecto de la concentración de la hormona es mayor por unidad.

4.3.1.2. Experimento 2. Inducción de brotación en estacas de caoba cosechadas en abril

En el mes de abril solamente se utilizaron estacas gruesas, porque los resultados obtenidos en el experimento 1 indicaron que la productividad de brotes por estaca es mejor que las delgadas y bajo las mismas condiciones de invernadero que en enero. La mortalidad de las estacas gruesas fue del 97 %. En éste experimento solamente brotó el 2 % y 1 % en los tratamientos con 0.8 % y 1.6 % de AIB, respectivamente.

4.3.1.3. Experimento 3. Inducción de brotación en estacas de caoba cosechadas en junio

Al igual que en experimento anterior sólo se utilizó estacas gruesas por producir más brotes por estaca que las delgadas. En el mes de junio la mortalidad de las estacas fue 95 %. En éste experimento solamente brotó el 1, 2 y 2 % en los tratamientos con 0, 0.8 y 1.6 % de AIB, respectivamente.

En junio las estacas fueron cosechadas de la misma forma que en experimento de enero y abril, lo diferente fue la etapa fenológica del árbol, ya que éste había desarrollado ya todas sus ramas y hojas nuevas. Posiblemente la alta mortalidad se deba a que las estacas no se encontraban con la cantidad suficiente de nutrientes como para sobrevivir el estrés que implica el corte y siembra en un substrato estéril como la arena.

4.3.2. Pruebas experimentales de desinfección (Experimentos 4, 5 y 6)

Los problemas fueron la contaminación y la sobrevivencia de los ápices meristemáticos y segmentos nodales. El mayor problema fue la contaminación a causa de hongos y bacterias (Cuadro 13).

Cuadro 13. Resultados de desinfección en explantes de caoba (Experimentos 4, 5 y 6), Zamorano, Honduras 2001.

Tipo de explante	Expto. #	Agrimicin + benlate (min)	NaOCl		Kanamycin (mg/l)	Total cont. ²	%	Total NO cont. ²	%
			mg/l	T. E. ¹					
Apices Meristemáticos	4	20	2500	20	0	69	95.8	3	4.2 ^a
	5	20	2500	30	75	123	85.4	21	14.6 ^b
	6	50	2500	30	100	41	68.3	19	31.7 ^c
Segmentos Nodales	4	20	2500	20	0	112	93.3	8	6.7 ^a
	5	20	2500	30	75	194	80.8	46	19.2 ^b
	6	50	2500	30	100	49	51.0	47	49.0 ^c

¹ TE=Tiempo de exposición en minutos

² Cont.= Contaminado

Los tratamientos con ápices meristemáticos tuvieron diferencia significativa entre sí, y lo mismo sucedió con los segmentos nodales. Analizando la interacción ápices meristemáticos con los segmentos nodales no contaminados, no fueron diferentes significativamente los ensayos que no tenían antibiótico en el medio.

Existió diferencia significativa entre los tratamientos que tenían antibiótico, pero posiblemente ésta diferencia se debió a que no fueron tratados con el mismo proceso de desinfección, y el mayor tiempo de inmersión de los explantes en las soluciones tenía un impacto positivo sobre la desinfección superficial de los explantes.

Los mayores porcentajes de sobrevivencia se obtuvieron cuando en el proceso de desinfección se usó 50 min de inmersión del material en la solución de agrimicin + benlate, y 30 min en la solución de NaOCl, y cuando en la etapa de establecimiento el medio tuvo 100 mg/l del antibiótico kanamycin. Estos resultados pudieron ser a causa de que el desinfectante estuvo mucho más tiempo en contacto directo con los explantes y la dosis de antibiótico era alta.

En los segmentos nodales se obtuvo el mayor porcentaje de material no contaminado, posiblemente porque este tipo de explante es mucho más fácil de desinfectar ya que tiene menos pubescencia que los ápices meristemáticos y es más delgado, lo que permite un mejor contacto con el desinfectante. El diámetro muy pequeño del explante puede ser un factor negativo para la supervivencia del material, porque al ser delgado es muy susceptible a exposiciones a desinfectantes por mucho tiempo, lo que causa su muerte más tarde.

4.3.2.1. Experimento 4. Exposición de los explantes a 20 minutos en agrymicin+benlate y 20 minutos en solución de NaOCl

En este ensayo se tuvo una contaminación dominante de bacterias gram positivas. La sobrevivencia fue del 4.2% de ápices meristemáticos y 6.7% de segmentos nodales (Cuadro 14)

Cuadro 14. Resultado de la exposición de los explantes a 20 minutos en agrymicin+benlate y 20 minutos en solución de NaOCl. Zamorano, Honduras, 2001.

Tipo	Número	Explantes							No contaminados	
		Contaminados								
		Sembrados	Hongos	%	Bacterias	%	Total	%	Total	%
Ápices meristemáticos	72	15	20.8	54	75	69	95.8	3	4.2	
Segmentos nodales	120	14	11.7	98	81.7	112	93.3	8	6.7	

4.3.2.2. Experimento 5. Exposición de los explantes a 20 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl

El porcentaje de material no contaminado aumentó a 19 % del total. Así también la contaminación de ápices meristemáticos por bacterias disminuyó 15.7% y en los segmentos nodales 21.4% (Cuadro 15), debido a que los explantes en la fase de desinfección fueron expuestos a 10 minutos más a la solución de NaOCl, o por la aplicación del bactericida kanamicin (75 mg/l) al medio de cultivo.

Cuadro 15. Resultado de la exposición de los explantes a 20 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl. Zamorano, Honduras, 2001.

Explantes									
Tipo	Número sembrados	Contaminados						No contaminados	
		Hongos	%	Bacterias	%	Total	%	Total	%
Apices meristemáticos	144	32	22.2	91	63.2	123	85.4	21	14.6
Segmentos nodales	240	40	16.7	154	64.2	194	80.8	46	19.2

4.3.2.3. Experimento 6. Exposición de los explantes a 50 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl

En éste experimento disminuyó el porcentaje de contaminación de los explantes por bacterias (Cuadro 16), debido a la adición del bactericida kanamicin (100 mg/l). Mientras tanto la contaminación por hongos fue muy similar que el experimento 5.

Cuadro 16. Resultado de la exposición de los explantes a 50 minutos en agrymicin+benlate y 30 minutos en solución de NaOCl. Zamorano, Honduras, 2001.

Explantes									
Tipo	Número sembrados	Contaminados						No contaminados	
		Hongos	%	Bacterias	%	Total	%	Total	%
Âpices meristemáticos	60	13	21.7	28	46.7	41	68.3	19	31.7
Segmentos nodales	96	15	15.6	34	35.4	49	51	47	49

4.3.3. Experimentos de establecimiento *in vitro* (7, 8 y 9)

En el experimento 7 no se contaminó el 4.2% y 6.7% de ápices meristemáticos y segmentos nodales respectivamente. Luego de una semana de haber sido transplantados al medio WPM, todos los explantes murieron y no se pudo observar ningún efecto de las hormonas sobre los explantes.

En el experimento 8 no se contaminó el 14.6% y 19.2% de ápices meristemáticos y segmentos nodales respectivamente. Luego de ser transferidos, la totalidad de segmentos nodales murieron luego de 10 días, mientras tanto los ápices meristemáticos murieron luego de 15 días. Las causas de la muerte de los explantes podría ser a causa de la alta concentración del desinfectante o porque fue excesivo el tiempo de exposición del material.

En el experimento 9 no se contaminó el 31.7% y 49% de ápices meristemáticos y segmentos nodales respectivamente. En la primera semana de permanencia en el medio de cultivo de etapa I, todos los segmentos nodales murieron debido probablemente a que el material estuvo expuesto a las soluciones desinfectantes durante mucho tiempo. Los ápices meristemáticos murieron luego de dos semanas de estar en medio de etapa I sin ninguna regeneración. Posiblemente por las soluciones desinfectantes o el medio no son adecuadas, o porque la caoba es un material muy recalcitrante que no regenera fácilmente *in vitro*.

4.4. ESTUDIO FINANCIERO

4.4.1. Flujo de caja

El flujo de caja (Anexo 7) presenta desde el año 0 hasta el año 11 un flujo neto negativo, lo que nos indica una completa falta de liquidez del proyecto durante esos años debido a que no existen ingresos por venta de productos madereros, ya sean éstos leña, madera en rollo o semilla, que superen a los egresos.

4.4.2. Indicadores financieros

Para calcular el VAN y TIR se usó una tasa de descuento de 10 %, porque sería el requerimiento mínimo de rendimiento en dólares al capital, y se obtuvo lo siguiente:

VAN = 22173 USD y TIR = 19 %

4.5. ESTUDIO DE RIESGO

4.5.1. Modelo 1. Riesgo técnico de la producción de Vitroplantas de caoba

El reporte estadístico de @RISK[®] para la variable dependiente (output) fue el siguiente:

	Mínimo	Máximo	Media
Plantas listas para sembrar	0	56398	3721

4.5.1.1. Distribución probabilística

De acuerdo al análisis de riesgo para el modelo técnico, se podría producir hasta un máximo de 56398 vitroplantas y la probabilidad de obtener 3721 vitroplantas equivalente a la media o menos, es de 50%, lo que nos indica alta variabilidad. (Gráfico 11).

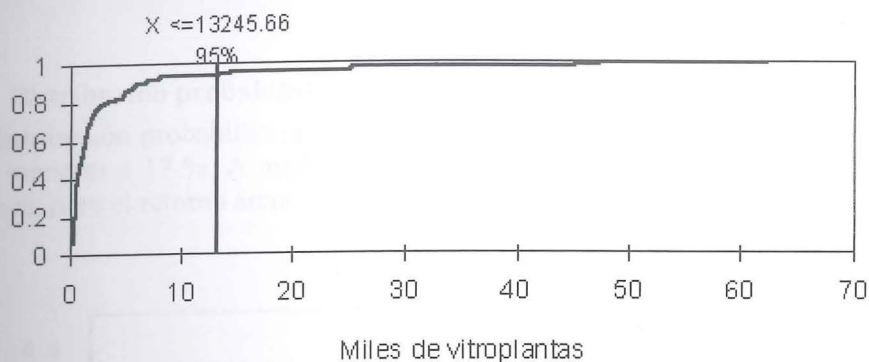


Gráfico 11. Distribución probabilística de la producción de vitroplantas de caoba. Fuente: El autor. Zamorano, Honduras, 2001.

4.5.2. Modelo 2. Riesgo financiero de la plantación forestal vitroplantas de caoba

El reporte estadístico de @RISK® para las variables dependientes (outputs) fue el siguiente:

Variables dependientes-Año 0	Mínimo	Máximo	Media	Std Dev
Valor Actual Neto	13078.8	28943.4	22166.7	2958.1
Tasa Interna de Retorno	0.160	0.208	0.190	0.010

4.5.2.1. Distribución probabilística del VAN

Con una probabilidad del 95 %, podríamos obtener valores del VAN mayores a 17341.31, de la misma forma en el peor de los casos en este estudio con un 100 % de probabilidad, se podría obtener por lo menos 13078.8 dólares por hectárea de caoba plantada. (Gráfico 12).

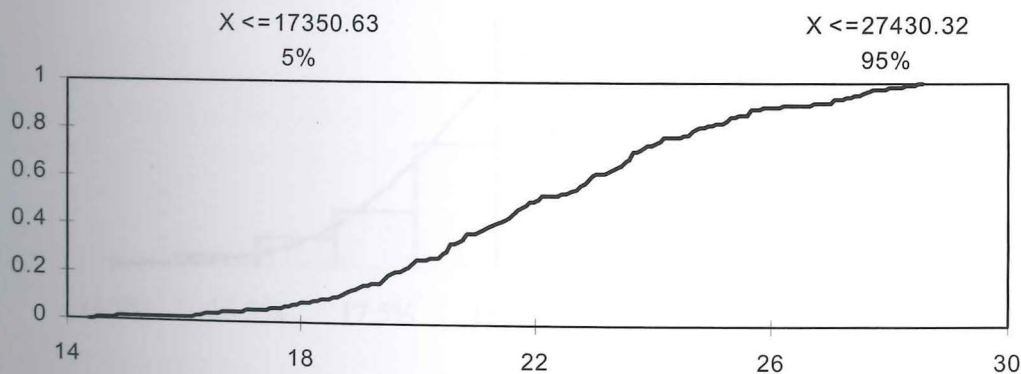


Gráfico 12. Distribución probabilística del VAN. Fuente: El autor. Zamorano, 2001.

4.5.2.2. Distribución probabilística de la TIR

En la distribución probabilística de la TIR, con una probabilidad del 95 % se obtendría valores menores a 17 %. A medida que aumenta el riesgo la probabilidad de ocurrencia disminuye, pero el retorno aumenta (Gráfico 13).

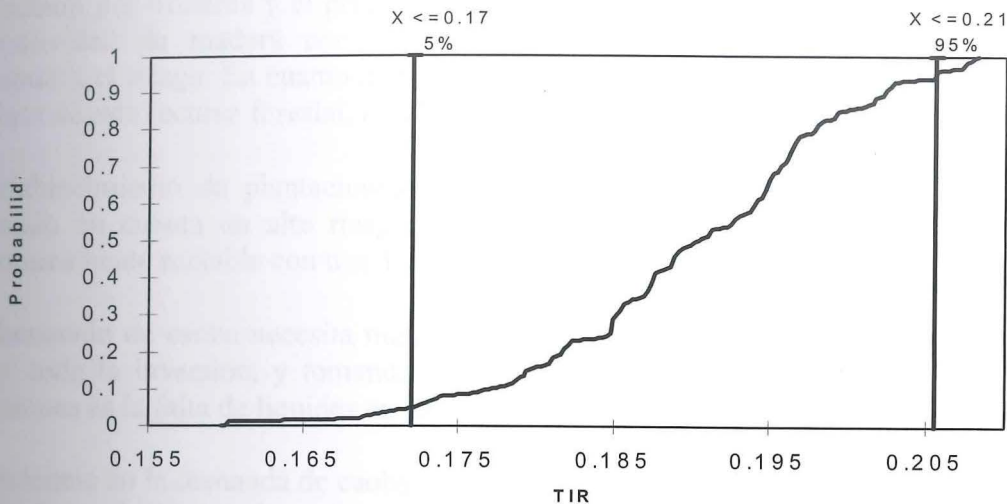


Gráfico 13. Distribución probabilística de la TIR. Fuente: El autor. Zamorano, Honduras, 2001.

4.5.2.3. TIR esperada ajustada a la distribución normal

Por la mayor concentración de los valores de la TIR arriba de la media, es más probable obtener valores arriba del 18.5 % (Gráfico 14).

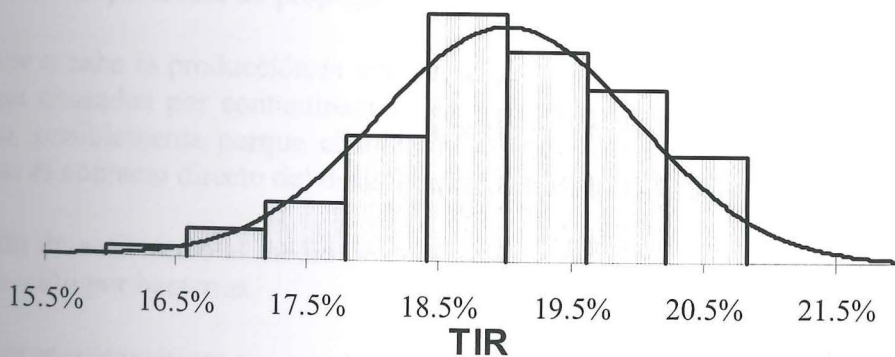


Gráfico 14. Distribución de la TIR ajustada a distribución normal. Fuente: El autor. Zamorano, Honduras, 2001.

5. CONCLUSIONES

Las principales variables en el futuro desempeño financiero de la plantación son la producción por hectárea y el precio. Al usar plantas clonales se esperaría obtener mayor productividad de madera por hectárea plantada, lo cual aumentaría el ingreso, y disminuiría el riesgo. En cuanto al precio, la tendencia es creciente, y por la reducción de la oferta de este recurso forestal, el riesgo de que el precio bajara es muy bajo.

El establecimiento de plantaciones clonales de caoba no es financieramente factible. Tomando en cuenta un alto riesgo, es decir en el peor de los casos, el proyecto es económicamente rentable con una TIR de 16 % y un VAN de \$13,078.80 por hectárea.

La plantación de caoba necesita mantenimiento anualmente, si no se lo hace, es posible perder toda la inversión, y tomando en cuenta que el mayor problema en este tipo de inversiones es la falta de liquidez en los primeros 11 años, se vuelve muy riesgosa.

La tendencia en la demanda de caoba del mercado estadounidense se ha visto limitada por la baja disponibilidad de la madera en el mercado, lo que ha ocasionado un incremento en el precio del 100% en los últimos 10 años.

La obtención de brotes *ex vitro*, es el inicio del proceso de producción de clones de caoba *in vitro* y bajo las condiciones de éste estudio, la aplicación de la hormona AIB en la base de las estacas procedentes de árboles adultos tiene un incremento positivo sobre la inducción de brotación.

La contaminación por bacterias gram positivas es el principal problema que limita el desarrollo de un protocolo de propagación *in vitro* de caoba.

Para llevar a cabo la producción *in vitro* de clones de caoba, es primordial solucionar los problemas causados por contaminación. El uso de NaOCl como desinfectante no es el adecuado, posiblemente porque el material de caoba tiene pubescencia, la cual podría inhabilitar el contacto directo del desinfectante con los organismos patógenos.

La adición de antibiótico al medio de cultivo tiene un efecto positivo en el porcentaje de contaminación por bacterias.

Los ápices meristemáticos son mucho más resistentes que los segmentos nodales a largos períodos de exposición a soluciones desinfectantes.

El uso de modelos de simulación es una herramienta muy importante para tomar decisiones cuando se presenta situaciones de incertidumbre.

6. RECOMENDACIONES

En vista del alto retorno económico que tiene la plantación de caoba en Honduras, y conociendo que el mayor problema radica en la falta de liquidez en los primeros años, se recomienda realizar estudios sobre las alternativas de financiamiento que podrían existir para este tipo de inversiones.

Se recomienda el uso de @RISK en todo proceso que tenga que ver con la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo. Así también para predecir el posible efecto de un aumento o disminución de eficiencia en los procesos productivos.

Para la brotación de estacas procedentes del campo de árboles adultos se recomienda el uso de AIB al 0.8 %, ya que en las condiciones de éste estudio (invernadero cerrado y cubierto), es una excelente forma de incrementar la productividad por estaca de brotes laterales, y a bajo costo.

En lugares con características climáticas similares a las de Zamorano, se recomienda cosechar las estacas de árboles adultos de caoba del campo cuando éstos hayan finalizado la etapa de fructificación; aproximadamente a finales de enero e inicios de febrero.

Se recomienda realizar un estudio fisiológico sobre los componentes nutricionales de las estacas en las diferentes etapas fenológicas del árbol de caoba, y de esta forma poder emitir un reporte técnico-científico sobre las causas de la brotación de las estacas en las diferentes etapas.

Cuando las estacas hayan sido cortadas y puestas en el invernadero, con el objetivo de disminuir la fuente de contaminación de los brotes de las estacas, es aconsejable realizar aspersiones líquidas periódicas (cada 1 o 2 semanas) de productos funguicidas y bactericidas directamente sobre las estacas.

La contaminación del material al momento de ingresar al laboratorio es un problema muy importante, por tanto se recomienda el uso de un desinfectante más potente como el cloruro de mercurio, el cual tiene sus limitaciones por ser muy tóxico y es indispensable tomar todas las precauciones de seguridad en su manejo, pero a pesar de ello se han encontrado ya resultados positivos con éste.

Sabiendo que el mayor problema en la clonación *in vitro* de caoba es la contaminación por bacterias, se recomienda usar 100 mg/l de kanamycin en el medio de cultivo o probar otros tipos de antibióticos a diferentes niveles.

Bajo las condiciones usadas en los ensayos de desinfección, se recomienda el uso de ápices meristemáticos, y no de segmentos nodales porque el desinfectante es muy fuerte para éstos y no tienen regeneración. Para los segmentos nodales se debería utilizar desinfectantes procedimientos de desinfección menos severos.

Para futuros estudios se recomienda no realizar pruebas hormonales de establecimiento hasta no tener definido un procedimiento definido de desinfección, el cual proporcione excelentes resultados de sobrevivencia de los explantes.

7. BIBLIOGRAFÍA

Adams, M. 2000. Tendencias del Mercado. Secretaría de la OIMT. Yokohama. Japón. Revista Actualidad Forestal Tropical. 8 (2): 17.

Baca, G. 1995. Evaluación de proyectos. 3 ed. México, D. F., México. Mc Graw-Hill. 339 p.

Buitrón, X. y Mulliken, T. 1998. EL Apéndice III DE CITES y el Comercio de la Caoba (*Swietenia macrophylla*) (en línea). USA. Consultado 20 marzo 2001. Disponible en <http://www.traffic.org/publications/mahogany-spanish/index.html>

Buitrón, X. y Mulliken, T. 1998. TRAFFIC. Oferta mundial de caoba del Brasil. (en línea). USA. Consultado 20 marzo 2001. Disponible en <http://www.traffic.org/publications/mahogany-spanish/producerstates-brazil.html>

COHDEFOR, 2001. Funciones y leyes de la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (en línea). Honduras. Consultado el 25 de mayo 2001. Disponible en <http://www.cohdefor.hn/cohdefor/>

Contreras, A. 1997. XI Congreso Forestal Mundial. FAO. (en línea). Antalya, Turquía. Consultado el 14 mayo 2001. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/foda/wforcong/publi/v5/t33s/1-7.HTM#TOP>

Dávila, A. 2000. Fichas técnicas de especies forestales. (en línea). México, D. F. México. Consultado 20 marzo 2001. Disponible en <http://www.uco.es/organiza/servicios/jardin/cd1/Maderas%20CITES/swmacro.htm>

Davies, P. 1995. Plant Hormones. Ed.by Peter J. Davis. 2 ed. Netherlands, Lehmann. Kluwer. 833 p.

Egüez Préxell, J. 2000. Evaluación técnica económica de plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Honduras. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 65 p.

FAO. 1999. Base de datos estadísticos (en línea). Roma, Italia. Consultado 5 de junio 2001. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/FODA/PUBINFO/pubinf-e.stm>

FAO, 2000. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. (en línea). Consultado 27 marzo 2001. Disponible en <http://www.fao.org/forestry>

- Gittinger, P. 1975. Análisis Económico de Proyectos Agrícolas. Ed. TECNOS. Madrid, España. 241 p.
- Gitman, L. 2000. Principios de administración financiera. Ed. Addison Wesley Longman de México, S.A. de C.V. México. 696 p.
- Hartman, H. y Kester, D. 1997. Propagación de plantas. 5ta edición. México. Compañía Editorial Continental S. A. de C. V. México. 760 p.
- ITTO (International Tropical Timber Organization), 2000. Reducción de la cuota de exportación del Brazil. Reporte del Instituto Brasileño de Medio Ambiente (en línea). Consultado el 20 marzo 2001.
Disponibile en <http://www.itto.or.jp/newsletter/v10n3/12.html>
- Kunshan, L. 2000. Proyecciones del mercado en China. Secretaría de la ITTO. Yokohama. Japón. Revista Actualidad Forestal Tropical. 8 (9): 14-19.
- Kyte, L. Y Kleyn, J. 1996. Plants from Test Tubes. 3ra edición. Timber Press. Portland, Oregon. USA. 240 p.
- Mayhew, J. E.; Newton, A. C. 1998. The Silviculture of Mahogany. CABI Publishing. 226 p.
- Mejía, D. 2000. Baldwin Project Report. Zamoempresa de Cultivos Forestales, Zamorano. 31 p.
- Patiño, F. 1997. Recursos Genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los Neotrópicos. Propuestas para Acciones Coordinadas. FAO. Roma - Italia. 57 p.
- Reis, M. 1998. Honduras Forestal. Organización Internacional de Maderas Tropicales (ITTO). Yokojama, Japón. 6 (2): 25 – 28.
- SAS Institute Inc. 1990. SAS / STAT User's Guide. (Version 6). Fourth Edition. SAS Inst., Inc., Cary, N.C.
- Sapag, N. y Sapag, C. 2000. Preparación y evaluación de proyectos. México, D. F., México, Mc Graw Hill. 334 p.
- U.S. Trade Internet System. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 2001. Importación de *Swietenia macrophylla*. (en línea). Consultado 20 julio 2001.
Disponibile en <http://www.fas.usda.gov/ustrade/>
- Veríssimo, A.; Barreto, P.; Tarifa, R.; Uhl, C. 1998. Mahogany extraction in the eastern Amazon. Review and implication of CITES. Washington, DC, Tropical Forest Foundation. 34 p.

Wadsworth, F. 1997. Forest Production of Tropical America. Ed. United States Department of Agriculture. Washington, DC - USA. 562 p.

Weaver, R. 1989. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México D. F., Méx. Trillas. 622 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Medio para plantas leñosas (WPM) utilizado para el establecimiento *in vitro* de *Swietenia macrophylla* (caoba).

Woody Plant Medium		
Componente		mg/l
Macroelementos	Nitrato de amonio (NH_4NO_3)	400.000
	Cloruro de calcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	96.000
	Nitrato de calcio ($\text{Ca}[\text{NO}_3]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	556.000
	Sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	370.000
	Fosfato de potasio (KH_2PO_4)	170.000
	Sulfato de potasio (K_2SO_4)	990.000
	FeNaEDTA	50.000
Microelementos	Ácido bórico (H_3BO_3)	6.200
	Sulfato cúprico ($\text{CuSO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	0.250
	Sulfato de manganeso ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	22.300
	Molibdato de Sodio ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	0.025
	Sulfato de Zinc ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	8.600
Vitaminas	Inositol	100.000
	Tiamina	1.000
	Ácido Nicotínico	0.500
	Piridoxina	0.500
	Glicina	2.000
	Sucrose	20000.000
	Phytigel	2800.000

Fuente: Kyte y Kleyn, 1996

Anexo 2. Flujo de caja en dólares para una hectarea de caoba

INGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta de leña							837.9				
Venta de madera (m3)											
Venta de semilla											
Cosecha											
Total de ingresos	0	0	0	0	0	0	837.9	0	0	0	0
EGRESOS											
Tierra	2000										
Equipo y herramienta	61.1	77.8	779.9	58.9	53.7	52	13.1	37.2	27.9	37.2	53.7
Establecimiento	315.59										
Mantenimiento		399.5	477.2	538.0	236.1	137.2	192.1	221.6	137.2	137.2	215.7
Costos de Transporte							167.2				
Costos de Industrialización											
Total de egresos	2376.7	477.3	1257.1	596.9	289.8	189.2	372.4	258.8	165.1	174.4	269.4
Flujo neto de efectivo	-2376.72	-477.31	-1257.09	-596.87	-289.78	-189.2	465.484	-258.78	-165.1	-174.4	-269.38
Flujo neto de efectivo	-2376.72	-2854.03	-4111.12	-4707.99	-4997.77	-5186.97	-4721.49	-4980.27	-5145.37	-5319.77	-5589.146

Fuente: Egüez, 2000

Anexo 2. Flujo de caja en dólares para una hectarea de caoba

INGRESOS	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Venta de leña		1806.8						1827.4		
Venta de madera (m3)		45072.0						46176.0		
Venta de semilla					22.5	22.5	22.5	45	45	45
Cosecha										
Total de ingresos	0	46878.8	0	0	22.5	22.5	22.5	55812.44	45	45
EGRESOS										
Tierra										
Equipo y herramienta	37.2	565.1	37.2	53.7	37.2	13.1	37.2	605.7	37.2	13.1
Establecimiento										
Mantenimiento	137.2	137.2	137.2	137.2	137.2	150.7	150.7	133.9	133.9	133.9
Costos de Transporte		1483.5						1753.05		
Costos de Industrialización		1940.0						2292.45		
Total de egresos	174.4	4125.8	174.4	190.9	174.4	163.8	187.9	4785.1	171.1	147.0
Flujo neto de efectivo	-174.4	42752.952	-174.4	-190.9	-151.9	-141.25	-165.35	51027.33	-126.11	-102.01
Flujo neto de efectivo	-5763.546	36989.406	36815.006	36624.106	36472.206	36330.956	36165.606	87192.936	87066.826	86964.816

Fuente: Egüez, 2000

Anexo 2. Flujo de caja en dólares para una hectarea de caoba

INGRESOS	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Venta de leña										1827.44
Venta de madera (m3)										
Venta de semilla	91	91	91	135	135	135	180	180	180	
Cosecha										112000
Total de ingresos	91	91	91	135	135	135	180	180	180	138633.56
EGRESOS										
Tierra										
Equipo y herramienta	13.1	37.2	53.7	13.1	37.2	13.1	565.1	37.2	13.1	13.1
Establecimiento										
Mantenimiento	133.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	780.9
Costos de Transporte										2940.6
Costos de Industrialización										3845.4
Total de egresos	147.0	116.1	132.6	92	116.1	92	644	116.1	92	7580
Flujo neto de efectivo	-56.01	-25.1	-41.6	43	18.9	43	-464	63.9	88	131053.56
Flujo neto de efectivo	86908.806	86883.706	86842.106	86885.106	86904.006	86947.006	86483.006	86546.906	86634.906	217688.47

Fuente: Egüez, 2000

Anexo 3. Volúmenes de producción y exportación ('000 m³) de maderas tropicales en algunos países asiáticos.

País	Producto	Producción			Exportación		
		1998	1999	Cambio %	1998	1999	Cambio %
Camerún	Trozas	2895	2135	-26.3	1604	900	-43.9
	Madera Aserrada	588	600	2.0	353	345	-2.3
República Centroafricana	Trozas	530	600	13.2	117	135	15.4
	Madera Aserrada	91	119	30.8	72	108	50.0
República del Congo	Trozas	1056	1191	12.8	710	862	21.4
	Madera Aserrada	78	120	53.8	47	92	95.7
Cote d'Ivoire	Trozas	2245	2500	11.4	93	70	-24.7
	Madera Aserrada	623	600	-3.7	508	500	-1.6
Gabón	Trozas	2100	2200	4.8	1679	1800	7.2
	Madera Aserrada	90	100	11.1	30	60	100.0
Ghana	Trozas	1138	1200	5.4	0	0	0.0
	Madera Aserrada	590	600	1.7	253	250	-1.2
TOTAL TROZAS		9964	9826	-1.4	4203	3767	-10.4
TOTAL ASERRADA		2060	2139	3.8	1263	1355	7.3
TOTAL		12024	11965	-0.5	5466	5122	-6.3

Fuente: ITTO, 2000.

Anexo 4. Dictamen de supervisión DAPVS emitido por COHDEFOR



Administración Forestal del Estado Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal

DICTAMEN DAPVS 118- 2001

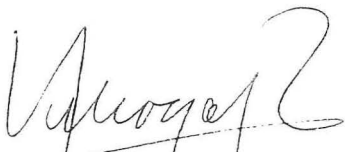
El suscrito Jefe del Departamento de Areas Protegidas y Vida Silvestre (DAPVS), de la Administración Forestal del Estado (AFE-COHDEFOR), después de haber recibido y analizado la solicitud 707 presentada por el Lic. Zaglul Camilo Bendeck S., en representación de la Empresa Caoba de Honduras S.A de C.V., con la finalidad de realizar la exportación de 1,399 piezas elaboradas de caoba que sirven de partes para muebles como puertas, molduras y gabinetes de cocina, equivalente a 16,000 p.t. de la especie Swietenia macrophylla con destino a Estados Unidos.- Este Departamento determina lo siguiente:

- 1.- La Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES), establece que dicha especie se encuentra incluida en Apéndice III y según lo estipulado en el Artículo V, se ha verificado que el espécimen no fue obtenido en contravención con la ley vigente del Estado.
- 2.- La especie Swietenia macrophylla se extrajo amparándose en Resolución Gerencial GGMP-010-2000 número de ventas locales BO.036/2001, BO. 034/2001 con Facturas No. T-08001, T-08002, T-08003, T-07776, T-07777, T-07778, el sobrante de esta venta local es de 4,570 p.t. será utilizada en una próxima solicitud, esta madera fue extraída de Iriona, Colón, con previo permiso de la AFE-COHDEFOR. El aprovechamiento se realizó tal como lo establece la ley y bajo la supervisión de la Región Forestal de Atlántida.
- 3.- La Empresa Caoba de Honduras S.A de C.V., ha realizado el trámite correspondiente para solicitar permiso de exportación.

En base a lo anterior el Departamento de Areas Protegidas y Vida Silvestre recomienda:

A la Secretaria de Agricultura y Ganadería, conceder el certificado CITES a la Empresa Caoba de Honduras S.A de C.V., para exportar 1,399 piezas elaboradas de madera de caoba para puertas, molduras y gabinetes de cocina, equivalente a 16,000 p.t., las cuáles saldrán por vía marítima de Puerto Cortés con destino a Estados Unidos de Norteamérica.

Tegucigalpa M.D.C. a los dieciséis de días del mes de julio del Dos mil uno.


ING. VÍCTOR ARCHAGA
JEFE DEPTO. ÁREAS PROTEGIDAS
Y VIDA SILVESTRE


ING. MARTHA IVONNE OVIEDO
SECCION GESTION Y COORDINACION

Anexo 5. Certificado de origen CITES



CONVENCION SOBRE EL COMERCIO
INTERNACIONAL DE ESPECIES
AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA
SILVESTRES

PERMISO / CERTIFICADO N° 01251

☒ EXPORTACION

Copia No. 3

☐ RE-EXPORTACION

para la Autoridad Administrativa

☐ IMPORTACION

☐ OTRO:

2. Válido hasta el

19, 1991

3. Importador (nombre y dirección) TROPICAL, S.A. LA JOLLA, CALIF.			4. Exportador (nombre y dirección, país) DDHLMADERAS FINAS PUERTO CORTES HONDURAS, C.A.					
3a. País de importación U.S.A.			5. Nombre, dirección, s  SECRETARIA AGRICULTURA Y GANADERIA DESPACHO MINISTERIAL Boulevard Centro América Avenida La FAO Tegucigalpa, M. D. C. Honduras, C. A.					
5. Condiciones especiales Para animales vivos: Este permiso o certificado es válido solo si las condiciones de transporte se ajustan a las Directrices CITES sobre el transporte de animales vivos o, en caso de transporte aéreo, a la Reglamentación de la IATA sobre el transporte de animales vivos.			5b. Estampilla de seguridad N° 0121147					
7/8. NOMBRE CIENTIFICO (género y especie) Y NOMBRE COMUN DEL ANIMAL O PLANTA.		9. Descripción de los especímenes: marcas o números de identificación (edad/sexo, si vivos)		10. Apéndice y origen (véase al dorso)	11. Cantidad (incluso la unidad de medida)	11a. Total exportador/ Cuota		
7/8. <i>SAULTINIA COLLEPYLLA</i> LAO		9. MADERA INDUSTRIALIZADA		10. III	11. 3,750 C.I.	11a.		
12. País de origen *		Permiso N°		Fecha	12a. País de la última reexportación	N° de certificado	Fecha	12b. N° de la operación * * o fecha de adquisición * * *
A								
7/8.		9.		10.	11.	11a.		
B								
7/8.		9.		10.	11.	11a.		
C								
7/8.		9.		10.	11.	11a.		
D								
12. País de origen *		Permiso N°		Fecha	12a. País de la última reexportación	N° de certificado	Fecha	12b. N° de la operación * * o fecha de adquisición * * *
* País en el que los especímenes fueron recolectados en la naturaleza, criados en cautividad o reproducidos artificialmente (sólo en caso de reexportación) * * Solamente para los especímenes de especies incluídas en el Apéndice I criados en cautividad o reproducidos artificialmente con fines comerciales * * * Para los especímenes preconvencción								
13. PERMISO EXPEDIDO POR: JULIO JULIAN SUAREZ CERVANTES SUB SECRETARIO DE GANADERIA Tegucigalpa, 19 de Septiembre, 2001 Lugar: _____ Fecha: _____ Estampilla de seguridad, firma y sello oficiales								
14. APROBACION DE LA EXPORTACION:				15. N° de conocimiento de embarque/carta de porte aéreo:				
Sección		Cantidad						
A								
B								
C								
D								
Puerto de exportación				Fecha		Firma		Sello y cargo oficiales

Anexo 6. Formato usado para la toma de datos en la inducción de brotes de estacas adultas de caoba. Zamorano, Honduras, 2001.

Ensayo de Estacas de Caoba en Invernadero

Tratamiento _____

E S T A C A S	#	Brotó		# Brotos	Tamaño		Diámetro	
		Si	No		<1	>1	G	D
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
TOTAL								

Tratamiento _____

E S T A C A S	#	Brotó		# Brotos	Tamaño		Diámetro	
		Si	No		<1	>1	G	D
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
TOTAL								

E S T A C A S	#	Brotó		# Brotos	Tamaño		Diámetro	
		Si	No		<1	>1	G	D
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
TOTAL								

E S T A C A S	#	Brotó		# Brotos	Tamaño		Diámetro	
		Si	No		<1	>1	G	D
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
TOTAL								

E S T A C A S	#	Brotó		# Brotos	Tamaño		Diámetro	
		Si	No		<1	>1	G	D
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
TOTAL								

E S T A C A S	#	Brotó		# Brotos	Tamaño		Diámetro	
		Si	No		<1	>1	G	D
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
TOTAL								

E S T A C A S	#	Brotó		# Brotos	Tamaño		Diámetro	
		Si	No		<1	>1	G	D
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
TOTAL								

E S T A C A S	#	Brotó		# Brotos	Tamaño		Diámetro	
		Si	No		<1	>1	G	D
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
TOTAL								

Anexo 7. Flujo de caja proyectado en dólares para una hectárea de plantacion clonal de caoba.

INGRESOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Venta de leña							837.9				
Venta de madera (m3)											
Venta de semilla											
Cosecha											
Total de ingresos	0	0	0	0	0	0	837.9	0	0	0	0
EGRESOS											
Tierra	3000										
Administracion	2000	1252	1249	1253	625	627	628	630	634	634	634
Equipo y herramienta	61.1	77.8	79.9	58.9	53.7	52	13.1	37.2	27.9	37.2	53.7
Establecimiento	315.6										
Vitroplantas de caoba	356.0										
Mantenimiento		538.0	236.1	137.2	192.1	221.6	137.2	137.2	215.7	137.2	150.7
Costos de Transporte							167.2				
Costos de Industrialización											
Total de egresos	5732.7	1868	1565	1449	870.8	900.6	945.5	804.4	877.6	808.4	838.4
Flujo neto	-5733	-1868	-1565	-1449	-871	-901	-108	-804	-878	-808	-838

Fuente: El autor con datos de Egúez y Mejía, 2001.

Anexo 7. Flujo de caja proyectado en dólares para una hectárea de plantacion clonal de caoba.

INGRESOS	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Venta de leña		1806.8						1827.4		
Venta de madera (m3)		54870.8						64684		
Venta de semilla					22.5	22.5	22.5	45	45	45
Cosecha										
Total de ingresos	0	56677.6	0	0	22.5	22.5	22.5	66556.4	45	45
EGRESOS										
Tierra										
Administracion	650	653	652	651	655	659	660	660	661	661
Equipo y herramienta	37.2	565.1	37.2	53.7	37.2	13.1	37.2	605.7	37.2	13.1
Establecimiento										
Vitroplantas de caoba										
Mantenimiento	137.2	137.2	137.2	137.2	137.2	0.0	0.0	133.9	133.9	133.9
Costos de Transporte		1483.5						1753.1		
Costos de Industrialización		1940.0						2292.5		
Total de egresos	824.4	4778.8	826.4	841.9	829.4	672.1	697.2	5445.1	832.1	808.01
Flujo neto	-824	51899	-826	-842	-807	-650	-675	61111	-787	-763

Fuente: El autor con datos de Egüez y Mejía, 2001.

Anexo 7. Flujo de caja proyectado en dólares para una hectárea de plantacion clonal de caoba.

INGRESOS	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Venta de leña										1827.4
Venta de madera (m3)										
Venta de semilla	91	91	91	135	135	135	180	180	180	
Cosecha										212085.6
Total de ingresos	91	91	91	135	135	135	180	180	180	213913
EGRESOS										
Tierra										
Administracion	663	665	665	665	668	670	670	670	670	5027
Equipo y herramienta	13.1	37.2	53.7	13.1	37.2	13.1	565.1	37.2	13.1	13.1
Establecimiento										
Vitroplantas de caoba										
Mantenimiento	133.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	78.9	780.9
Costos de Transporte										2940.6
Costos de Industrialización										3845.4
Total de egresos	810.0	781.1	797.6	757.0	784.1	762.0	1314.0	786.1	762.0	12607.0
Flujo neto	-719	-690	-707	-622	-649	-627	-1134	-606	-582	201306

Fuente: El autor con datos de Egüez y Mejía, 2001.