

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**“EVALUACIÓN FINANCIERA DE LA PRODUCCIÓN DE MADERA PARA  
ASERRÍO A CORTO PLAZO DE Melina (*Gmelina arborea*),  
EL SALVADOR”**

**POR:  
JOSÉ OSWALDO GRANDE GUERRA  
OSCAR ARNULFO HERRERA AYALA  
MARIO ANTONIO MARTÍNEZ VELÁSQUEZ**

**PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2005.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA:** DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ.

**SECRETARIO GENERAL:** LIC. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**DECANO:** ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA

**SECRETARIO:** ING. AGR. SANTOS ALIRIO SANDOVAL

**JEFE DE DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

ING. AGR. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA.

**DOCENTES DIRECTORES:**

ING. AGR. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA.

ING. DAS. HÉCTOR ANTONIO DÍAZ RIVERA

## RESUMEN.

La investigación se realizó en los municipios de Guacotecti, departamento de Cabañas, ubicado en las coordenadas geográficas 13° 55´ y 13° 51´ norte; 8° 38´ y 88° 41´ oeste, San Julián, departamento de Sonsonate ubicado en las coordenadas 89° 34´ de longitud oeste y 13° 42´ latitud norte y Sonsonate, localizado en las coordenadas 13° 31´ 09" norte y al oeste con 89° 26´ 47" El Salvador, *Gmelina arborea* puede convertirse en un producto sustituto de madera para aserrio de las especies nativas presentes en el país. La presente investigación tuvo como objetivo, determinar la rentabilidad de la producción de madera para aserrio a corto plazo (12 años) de Melina (*Gmelina arborea* Roxb), el presente estudio se realizó entre el periodo de Enero a Noviembre de 2,005 evaluando las variables dasométricas: diámetro a altura de pecho (DAP), altura total, altura comercial, densidad de la plantación, diámetro de copa. Entre los indicadores financieros evaluados podemos mencionar: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), y relación beneficio/costo. Además para encontrar las zonas potenciales para el establecimiento de la especie se utilizaron las bases de datos climáticas del SNET y del Ministerio del Medio Ambiente, encontrando los resultados siguientes: DAP de 26.81 a 41.76 cm, altura total 21.67 a 27.19 m, altura comercial 21.67 a 27.19 m, edad 12 años, volumen de madera aserrable de 108.8 a 175.7 m<sup>3</sup>, diámetro de copa de 7.23 cm de dichas plantaciones ya establecidas con la información obtenida en los © sitios se procedió a elaborar el análisis financiero, por medio del método de presupuestos parciales con los indicadores financieros valor actual neto (VAN) de \$3268.98, tasa interna de retorno (TIR) de 14.27%, y relación beneficio/costo de \$1.5 y vendiendo a un precio mínimo de \$59.44/m<sup>3</sup>, con esto se demuestra que en El Salvador se puede producir madera para aserrio a los doce años (corto plazo), existiendo una rentabilidad financiera para dicho rubro. Además se realizó una caracterización de zonas potenciales en el país, con un total de 543,527.836 ha por medio del Software Arc View 3.3

## **AGRADECIMIENTOS**

Al señor Enzo Giammatei (Hacienda San Julián), Central de Izalco (CASSA) y a la señora Lucia López (Guacotecti) propietarios de las plantaciones de *Gmelina arborea*. Por ser parte en el proceso de nuestra investigación.

**A LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UES:** Por nuestra formación profesional

**A NUESTROS ASESORES:** Ing. Agr. M.Sc Juan Rosa Quintanilla, Ing. Das. Héctor Antonio Díaz Rivera, por su desinteresado apoyo y valiosa colaboración para la realización de esta investigación así como al Ing. Das. Amilcar López del área de forestales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG Matazano)

**A LOS DOCENTES:** Por habernos formados en cada una de áreas del conocimiento, de esta profesión; en especial al ingeniero: Miguel Ángel Hernández de la unidad de posgrado por todo su apoyo en la realización del proyecto.

## DEDICATORIA

**A DIOS TODOPODEROSO:** Por haberme brindado salud, paciencia, sabiduría y ánimos par salir adelante en todo momento y circunstancias que la vida me brindo durante toda mi carrera. Así mismo por mantener a mis padres con salud y amor para apoyarme psicológica y económicamente muchas gracias DIOS.

**A MIS PADRES:** Rosa Delia Guerra de Grande y Felipe Neriz Grande, por todo su amor, cariño y apoyo incondicional que fue parte fundamental para obtener este triunfo tan esperado. Porque son los padres más maravillosos del universo y siempre estaré orgulloso de ser hijo de ustedes muchas gracias padres.

**A MI ESPOSA E HIJA.** Muchas gracias Marina del Carmen y Delia Rocío por ser la motivación y alegría de mi diario vivir, ustedes con su paciencia, cariño y amor me han sabido apoyar dándome ánimos de seguir adelante.

**A MI FAMILIA:** Hermanas, sobrinos, tíos, primos, cuñados a todos en general por estar siempre pendientes de mis estudios y apoyarme.

**A TODOS MIS AMIGOS:** Especialmente a mis compañeros de tesis así mismo a **G. S. A** (Lic. Rivera) por ser tan especial conmigo y ser participe de mis triunfos y dificultades.

A todos los compañeros y amigos de la Facultad de Ciencias Agronómicas, así como los docentes y trabajadores.

**JOSÉ OSWALDO GRANDE GUERRA.**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS TODO PODEROSO:** Por haberme dado toda la fortaleza en mis estudios.

**A MIS PADRES:** Justo Rufino Herrera Martínez y Felipa de Jesús Ayala, por haberme brindado todo el apoyo y comprensión

**A MIS HERMANOS:** Luís Adelmo, Cristela, Carlos, Olinda y Claudia, por haberme comprendido para que yo sacara mis estudios.

**A MI NOVIA MIRNA:** Por estar conmigo en las buenas y malas.

**A LOS MARTIRES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
A MONSEÑOR ROMERO Y AL CHE GUEVARA.**

**A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: JOSE y MARIO.**

**A MIS AMIGOS:** Ricardo, Xochil, Silver, Joaquin, Robin, Chalate, Pedro (Pato), Abel, Julio (Moz), Alma, Lupita, Hugo, Niña Mireya, Yaqui, Ing. Ulloa, Cledy, Fabio, Henry, Gustavo, Pelón, Duarte, Mónica, Chepe, Nubia, Enrique (Pepino), Nilson Oviedo, Oscar, Tiro, Juan, Yito, Wilfredo (Moco), Gabi, Reyna, Aquino, Burgos, Ada, Norma, Elmer, Delmy, Eunice, Delmy (Colocha), al abuelo Raúl, Canales y a todos los que se me hayan quedado.

**OSCAR ARNULFO HERRERA AYALA.**

## DEDICATORIA

**PRIMERAMENTE A DIOS:** Por haberme dado la fortaleza y el aliento de vida para ver culminada una pequeña meta en mi vida.

**A MIS PADRES:** Laura del Pilar Velásquez, gracias por apoyarme, amarme y sobre todo gracias por el sacrificio que hace día con día. **TE AMO MADRE.**

Mario Antonio Martínez Nochez (Tony), gracias por apoyarme y darme la confianza y creer en mi, creer que podía lograr esta fase de mi vida, hoy espero que ambos se sientan satisfechos y orgullosos de su hijo, que aunque en la distancia siempre los recuerda y a la vez les agradece todo el apoyo, que ambos me han brindado a lo largo de mis estudios. Este pequeño triunfo se los dedico de todo corazón. **LOS AMO.**

**A MI FAMILIA:** mi abuela Eva Velásquez, que ha sido un eslabón muy importante en mis estudios, a mi tío Carlos Velásquez, mi hermana Brenda Eloí, mi abuelo Ascencio Martínez y demás familia que de alguna manera han estado pendientes de mis estudios aún en la distancia y a ti.

**A TI, TÚ QUE LEES ESTO Y QUE SABES QUE TE AMO GRACIAS POR SER MI ALEGRÍA Y APOYARME EN LAS BUENAS Y NO TAN BUENAS, GRACIAS POR TU AMOR “TI VOGLIO BENE ROMA”**

**A MIS AMIGOS:** Rosario, Eunice (niche), J. A. Alemán (Cola), C. A. Quintanilla (Muñeca), Delmy (colocha), J. Oswaldo (choc)

A mis compañeros entre ellos los Gotsukis (sanvi, pocho, Ñango, cuchilla), Aquino, Juan tonaca, Oscar (che). Entre tantos que he tenido a lo largo de mis estudios.

**MARIO ANTONIO MARTÍNEZ VELÁSQUEZ. “MRo”**



## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xix</b>
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>2</b>
2.1. Descripción de la especie .....	2
2.2 Condiciones ambientales .....	3
2.3 Características de la madera .....	3
2.3.1 Propiedades físicas .....	3
2.3.2 Propiedades mecánicas .....	4
2.3.3 Color .....	4
2.3.4 Trabajabilidad .....	4
2.3.5 Durabilidad .....	4
2.3.6 Secado .....	4
2.3.7 Preservado .....	5
2.4 Usos .....	5
2.4.1 Madera .....	5
2.4.2 Leña .....	5
2.4.3 Otros usos .....	5
2.5 Aspectos de manejo .....	6
2.5.1 Recolección de semilla y almacenamiento .....	6
2.5.2 Producción en vivero .....	6
2.5.3 Métodos de producción de plantas .....	7
2.5.3.1 Bolsa .....	7
2.5.3.2 Seudoestacas .....	7
2.5.3.3 Germinadores .....	7
2.5.3.4 Crecimiento .....	7

2.5.3.5 Rendimientos .....	7
2.6 Plantación.....	8
2.6.1 Distanciamiento en plantación pura.....	8
2.6.2 Limpias .....	8
2.6.3 Fertilización.....	8
2.6.4 Podas.....	10
2.6.5 Raleos.....	10
2.6.6 Turno de rotación o aprovechamiento.....	10
2.6.7 Plagas.....	11
2.6.8 Enfermedades .....	11
2.7 Aspectos financieros .....	11
2.7.1 Situación actual del sector forestal .....	11
2.7.2 Análisis de costos en actividades de plantación forestal .....	13
2.7.3 Valoración y análisis del costo de una actividad .....	14
2.7.4 Integración y análisis de una faena .....	15
2.7.5 Integración y análisis de los costos por tipo de plantación .....	15
2.8 Análisis financiero .....	15
2.8.1 Costos variables y fijos .....	15
2.8.2 Costos en efectivo y no en efectivo .....	16
2.8.3 Ingresos en efectivo y no en efectivo .....	16
2.8.4 Indicadores financieros.....	16
2.8.4.1 Valor actual neto (VAN).....	17
2.8.4.2 Relación beneficio/costo (B/C).....	17
2.8.4.3 Tasa interna de retorno (TIR).....	17
2.8.4.4 El ingreso neto (IN) .....	17
2.8.4.5 El flujo neto (FN).....	18
2.9 Datos financieros de <i>Gmelina arborea</i> .....	18
2.9.1 Precio.....	18
2.9.2 Rentabilidad.....	18
2.9.3 Datos de importación de <i>Gmelina arborea</i> .....	18

2.10 Desarrollo industrial basado en la Melina.....	20
2.10.1 Secado de Melina ( <i>Gmelina arborea</i> ) .....	21
2.10.2 Potencial de expansión para la <i>Gmelina arborea</i> .....	23
2.10.3 Comercialización de productos .....	23
2.10.3.1 La importancia del mercado .....	23
2.10.3.2 Situación actual .....	24
2.10.3.3 Un enfoque integrado.....	24
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>25</b>
3.1 Ubicación geográfica .....	25
3.1.1 Guacotecti .....	25
3.1.2 San Julián .....	25
3.1.3 Sonsonate .....	25
3.2 Condiciones edáficas, climáticas y potencial agrícola de los .....	26
municipios de Guacotecti, San Julián y Sonsonate. ....	26
3.2.1 Condiciones edáficas .....	26
3.2.2 Condiciones climáticas .....	26
3.2.3 Uso potencial .....	26
3.3 Vegetación de los municipios de de Guacotecti, San Julián y .....	27
Sonsonate .....	27
3.3.1 Vegetación .....	27
3.4 Fase de campo .....	27
3.4.1 Modelo estadístico .....	27
3.4.2 Variables evaluadas e instrumentos de evaluación .....	28
3.4.3 Toma de muestras de suelo.....	31
3.4.4 Raleos .....	32
3.5 Fase de gabinete .....	32
3.5.1 Costos de establecimiento para una hectárea de <i>Gmelina arborea</i> . ....	33
3.5.2 Estimación de ingresos .....	34
3.5.3 Análisis financieros.....	34

3.5.4 Zonas potenciales para el establecimiento de plantaciones .....	35
de <i>Gmelina arborea</i> .....	35
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Sondeo de especies maderables más utilizadas en los .....	37
municipios muestreados.....	37
4.2. Variables dasométricas.....	38
4.2.1 Densidades de árboles encontradas en cada uno de los sitios.....	38
4.2.2 Densidad de árboles proyectados .....	42
4.3 Costos e Ingresos .....	44
4.3.1 Costos.....	44
4.3.2 Ingresos.....	49
4.3.3 Análisis financiero.....	51
4.4 Zonas potenciales para el establecimiento de <i>Gmelina arborea</i> .....	54
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>60</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## INDICE DE CUADROS.

CUADRO.	PAGINA.
1. Efecto de cuatro niveles de fertilización con NPK (15-15-15) en el incremento en diámetro y altura de <i>Gmelina arborea</i> para un periodo de cinco meses en una plantación de un año en la Máquina, Guatemala, 1986.....	9
2. Parámetros para determinar el costo de una actividad o faena CATIE 1991. ....	14
3. Importaciones de madera aserrada durante el periodo de 1997-2001 en El Salvador.....	19
4. Posibilidades y limitaciones al desarrollo de plantaciones e industrias derivadas de <i>Gmelina arborea</i> en Centro América.....	21
5- Promedios de variables dasométricas encontradas en los sitios de estudio, El Salvador, 2005.....	39
6- Promedios de variables dasométricas de los árboles tipo para la determinación de altura total y comercial en cada sitio de estudio, El Salvador, 2005.....	39
7- Volumen Comercial y volumen comercial aserrable/ha de madera a obtener y cuantificación de m <sup>3</sup> de leña en los sitio evaluados, El Salvador, 2005.....	41
8- Promedios de variables dasométricas encontradas en cada sitio de estudio y proyectadas con 200 árboles/ha, El Salvador, 2005.....	43

9. Volumen comercial y volumen comercial aserrable/ha de madera a obtener y cuantificación de m <sup>3</sup> de leña en cada sitio de estudio con 200 árboles/ha, El Salvador, 2005.....	43
10. Costos de establecimiento de vivero para una hectárea de <i>Gmelina Arborea Roxb.</i> El Salvador, 2005.....	45
11- Actividades y costo de establecimiento de una hectárea de Melina ( <i>Gmelina Arborea Roxb</i> ), El Salvador, 2005.....	46
12- Actividades y costo de mantenimiento de una hectárea de Melina ( <i>Gmelina arborea Roxb</i> ) para el segundo año después del establecimiento, El Salvador 2005.....	47
13- Costos de establecimiento del vivero forestal, plantación, mantenimiento, manejo silvicultural y aprovechamiento forestal El Salvador, 2005.....	48
14- Ingresos proyectados por leña y madera aserrable en los sitios de estudio con las diferentes densidades encontradas, El Salvador, 2005.....	50
15-Ingresos proyectados por leña y madera aserrable de <i>Gmelina arborea</i> de los sitios en estudio con una densidad de 200 árboles/ha. El Salvador, 2005.....	50.
16- Indicadores financieros para cada sitio en estudio con densidades encontradas y proyectadas de <i>Gmelina arborea</i> El Salvador, 2005.....	51

17. Áreas potenciales por departamento para el establecimiento de plantaciones de <i>Gmelina arborea</i> . El Salvador, 2005.....	56
18- Áreas potenciales por departamento para el establecimiento de plantaciones de <i>Gmelina arborea</i> . El Salvador, 2005.....	57
<b>A-1</b> Formulario de encuesta de opinión pública.....	65
<b>A-2.</b> Determinación de variables dasométricas encontradas en el municipio de Guacotecti Cabañas. El Salvador, 2005.....	66
<b>A-3</b> Determinación de variables dasométricas de árboles tipo encontradas en el municipio de Guacotecti Cabañas. El Salvador, 2005.....	66
<b>A-4</b> Tabla para el cálculo del volumen comercial en el municipio de Guacotecti Cabañas. El Salvador, 2005.....	67
<b>A-5</b> Determinación de variables dasométricas encontradas en el municipio de San Julián Sonsonate. El Salvador, 2005.....	68
<b>A-6</b> Determinación de variables dasométricas de árboles tipo encontradas en el municipio San Julián Sonsonate. El Salvador, 2005.....	68
<b>A-7</b> Tabla para el cálculo del volumen comercial en el municipio de San Julián Sonsonate. El Salvador, 2005.....	69
<b>A-8</b> Determinación de variables dasométricas encontradas en CASSA Sonsonate. El Salvador, 2005.....	70
<b>A-9</b> Determinación de variables dasométricas de árboles tipo encontradas en CASSA Sonsonate. El Salvador, 2005.....	71

<b>A-10</b> Tabla para el cálculo del volumen comercial en CASSA Sonsonate. El Salvador, 2005.....	71
<b>A-11</b> Tabla de distribución de conicidad para <i>Gmelina arborea</i> El Salvador, 2005.....	72
<b>A-12</b> Calculo de incremento medio anual (IMA) para <i>Gmelina arborea</i> El Salvador, 2005. ....	73
<b>A-13</b> Simulación de raleo para <i>Gmelina arborea</i> El Salvador, 2005.....	74
<b>A-14</b> Resultados del análisis químico de la muestra de suelo extraída del Cantón El Bañadero municipio de Guacotecti Cabañas. El Salvador, 2005...74	
<b>A-15</b> Resultados del análisis químico de la muestra de suelo extraída de La Hacienda El triunfo Cantón. Tierra Colorada Sonsonate. El Salvador, 2005.....	74
<b>A-16</b> Niveles críticos de elementos químicos para <i>Gmelina arborea</i> según Salazar Guatemala, 1989.....	75
<b>A- 17</b> Cálculo de piezas y precios de madera de productor a aserradero.....	75
<b>A- 18</b> Cálculo de piezas de madera de aserradero a consumidor final.....	75
<b>A-19</b> Modelo para la determinación de los indicadores financieros de los diferentes sitios en estudio. El Salvador, 2005.....	76
<b>A-20.</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 90 árboles Guacotecti (Cabañas) El Salvador, 2005.....	77



<b>A-21</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 320 árboles San Julián (Sonsonate) El Salvador, 2005.....	77
<b>A-22</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 540 árboles CASSA (Sonsonate) El Salvador, 2005.....	78
<b>A-23</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 200 árboles Guacotecti (Cabañas) El Salvador, 2005.....	78
<b>A-24.</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 200 árboles San Julián (Sonsonate) El Salvador, 2005.....	79
<b>A-25.</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 200 árboles CASSA (Sonsonate) El Salvador, 2005.....	79
<b>A-26.</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 200 árboles Guacotecti (Cabañas) El Salvador, 2005.....	80
<b>A-27.</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 200 árboles San Julián (Sonsonate) El Salvador, 2005.....	80

<b>A-28.</b> Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de <i>Gmelina arborea</i> con 200 árboles CASSA (Sonsonate) El Salvador, 2005.....	81
<b>A-29.</b> Plan de amortización de préstamo bancario.....	82

## INDICE DE FIGURAS.

FIGURA	PÁGINA.
1. Medición de DAP usando cinta diamétrica El Salvador, 2005.....	28
2. Determinación del diámetro a la altura de pecho (DAP) en Guacotecti, San Julián y Sonsonate, El Salvador, 2,005.....	28
3- Diagrama de medición de altura comercial y total en los árboles de <i>Gmelina arborea</i> Guacotecti, San Julián y Sonsonate, El Salvador, 2005.....	29
4- Clinómetro Suunto utilizado para la medición de las Alturas El Salvador 2005.....	30
5- Diagrama de medición de diámetro de copa de los árboles de <i>Gmelina arborea</i> en Guacotecti, San Julián y Sonsonate, El Salvador 2005.....	30
6- Especies maderables más usadas en los municipios de Nahuizalco, Sensuntepeque, Ilobasco, Cojutepeque, San Salvador. El Salvador, 2005.....	37
7- Mapa de zonas potenciales para el establecimiento de Plantaciones de <i>Gmelina arborea</i> según investigadores El Salvador, 2005.....	55
8- Mapa de zonas potenciales para el establecimiento de plantaciones de <i>Gmelina arborea</i> según información obtenida en los sitios visitados. El Salvador, 2005.....	56

## 1. INTRODUCCIÓN

La situación actual del sector forestal en El Salvador se enfrenta a una grave situación desde el punto de vista ambiental y económico, debido a la sobre explotación que son sometidas las áreas protegidas y naturales, ya que son la única fuente de extracción de madera. Especies nativas de alta calidad están siendo explotadas, a tal grado que a corto ó mediano plazo, podrían constituirse en individuos a punto de extinguirse, sin tener productos sustitutos que disminuyen la presión sobre los mismos. Las pocas especies nativas que son demandadas, para la obtención de madera, requieren de turnos de aprovechamiento largo, que imposibilita la obtención de madera a corto plazo.

Con la presente investigación se pretende demostrar la rentabilidad económica de la especie Melina (*Gmelina arborea Roxb*), como un producto sustituto de otras especies maderables, ya que *Gmelina arborea* tiene la característica de rápido crecimiento y un turno de aprovechamiento corto (12 años); además se generaron indicadores financieros como VAN, TIR y relación beneficio/costo.

A demás se realizó una caracterización de las zonas potenciales en el país, a través del software Arc view 3.3 (sistema de información geográfica, SIG), tomando en cuenta los elementos de precipitación, temperatura, elevaciones, zonas de vida, con el objetivo de determinar las zonas potenciales para el establecimiento exitoso de Melina (*Gmelina arborea Roxb*), en el país.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Descripción de la especie

- Taxonomía

- Nombre científico: *Gmelina arborea* Roxb
- Nombre común : Melina, gmelina, Yemane
- Familia: Verbenáceas

- Distribución general y origen

La especie se distribuye en forma natural en una vasta región geográfica del continente asiático. En El Salvador, se conocen plantaciones con más de 20 años de edad (CATIE, 1997).

- Fisonomía

*Gmelina arborea* es especie caducifolia que puede alcanzar entre 12 y 30 m, diámetro entre 60 y 100 cm una copa que se desarrolla ampliamente, Su tronco es de base recta corteza lisa, gris blanquecina; corteza interna amarillenta, moteada que pardea rápidamente cuando se expone al aire, posee un sistema radicular profundo con una raíz principal pivotante, sus hojas son simples, opuestas y grandes (CATIE, 1986).

- Fenología

Son numerosas y se presentan en panículas terminales, ramificadas y densamente pubescentes, son monoicas perfectas o hermafroditas (CATIE, 1986).

- Fructificación

Sus frutos (drupas) son abundantes, carnosos, ovaliformes, de color amarillo en estado maduro y caen cuando los frutos están maduros alcanzan de 2 a 2.5 cm de longitud, con un endocarpo endurecido que contiene de una a cuatro semillas en sus cavidades normalmente; solo germinan de una a tres semillas por fruto (CATIE, 1986)

## **2.2 Condiciones ambientales**

Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 24°C y 35°C. En América central se le ha plantado con éxito en sitios con temperatura anual entre 24°C y 29°C, en El Salvador se ha plantado en la zona central, occidental y oriental del país, con temperaturas que oscilan entre 23.8°C y 26.6°C, con excelentes resultados (CATIE, 1986).

En cuanto a su precipitación óptima es de 1,800 a 2,300 mm, en El Salvador se ha plantado en sitios con precipitaciones de 1,450 a 2,300 mm, la especie se desarrolla en alturas entre 90 y 900 msnm. En El Salvador se ha plantado entre los 50 y 975 msnm (CATIE, 1997).

Tiene mejor desarrollo en suelos profundos, húmedos, bien drenados y con buen suministro de nutrimentos, puede crecer en suelos desde ácidos o calcáreos, hasta lateríticos. En condiciones de Bosque muy Húmedo Premontano o en suelos muy erosionados o compactados, de topografía quebrada y muy superficial, la plantación puede mostrar algunas características indeseables como, por ejemplo, la presencia de muchos árboles con fuste torcido, de poca altura, muy ramificados (CATIE, 1997).

## **2.3 Características de la madera**

No hay diferencia entre albura y duramen, la madera es de color blanco amarillento, no presenta olor ni sabor característico, hilo inclinado entrecruzado, textura mediana, brillo de mediano a alto, veteado liso (Montesinos, 1988).

### **2.3.1 Propiedades físicas**

En los primeros años de edad la longitud de la fibra es de 5 a 8 mm y aumenta a 10 y 14 mm después del cuarto año, el valor promedio del peso específico de melina es de 0.37, con un ámbito de 0.29 a 0.44 g/cm<sup>3</sup>. Este valor aumenta desde el centro hacia la corteza y de la primera troza hacia la última, se ha encontrado que a mayor peso específico, mayor es la longitud de fibras y que a mayor altura en el tronco, disminuye el peso específico de la madera en una

proporción de 3% además presenta contracción tangencial total 4.9%, concentración radial total 2.4%, relación contracción tangencial/radial 2.04, contracción volumétrica total 8.8% (CATIE, 1996).

### **2.3.2 Propiedades mecánicas**

Flexión estática (verde y al 12% de humedad respectivamente): esfuerzo máximo 484 y 609 kg/cm<sup>2</sup>, módulo de elasticidad 52.82 x 10<sup>3</sup> y 56.34 x 10<sup>3</sup> kg/cm<sup>2</sup>, esfuerzo cortante (verde y al 12% de humedad respectivamente): esfuerzo máximo 227 y 345 kg/cm<sup>2</sup>, dureza Janka (12% de humedad) lateral 238 Kg (Montesinos, 1988).

### **2.3.3 Color**

La madera es de color blanco amarillento, es suave, de buena consistencia y sin diferencia de color entre la albura y el duramen. (CATIE s/f)

### **2.3.4 Trabajabilidad**

Fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinaria, es fácil de pegar y clavar; toma un buen pulimento y es fácil de tornear para enchapados (Montesinos, 1988)

### **2.3.5 Durabilidad**

Se le reporta como una madera no durable; sin embargo el corazón es moderadamente durable, la resistencia al ataque de las termitas es variable y poco durable en contacto directo con el suelo (Montesinos, 1988)

### **2.3.6 Secado**

Es de rápido secado presentando mínimos defectos al aire libre y no presenta problemas de rajado durante el proceso. En secado convencional se puede emplear programas moderados, se considera una madera dimensionalmente estable si se realiza según un programa adecuado de secado. No se diferencia la albura del duramen, especialmente después del proceso (Montesinos, 1988).

### **2.3.7 Preservado**

La albura es moderadamente fácil de ser tratada mediante sistemas de vacío – presión, siendo el corazón más resistente al ser tratado (Montesinos, 1988)

## **2.4 Usos**

### **2.4.1 madera**

Es una madera fácil de desarrollar en la industria de plywood y “paletas”. carpintería en general, partes para muebles, chapas, contrachapados, productos de pulpa y papel, tableros de partículas, cerillos, esculturas, ebanistería, paneles, instrumentos musicales, cajas y embalajes, construcciones rurales (postes y yugos), leña, carbón construcción de botes (Montesinos. 1988).

### **2.4.2 Leña**

La melina ha sido utilizada como leña en países como Sierra Leona y Nigeria, de igual manera en El Salvador se utiliza como fuente de energía. En un estudio de comportamiento de nueve especies para producción de leña, la melina ocupó uno de los primeros lugares como productora de leña a los 43 meses.

Se asegura que si el objetivo de la especie es para producción de leña y se emplearan densidades entre 2500 y 3000 árboles/ha, la edad del máximo incremento se encontrará alrededor de los cuatro años (Salazar 1985).

### **2.4.3 Otros usos**

Melina es una especie importante como fuente de pulpa para papel; tiene contenido alto de celulosa de 40 a 47% y holocelulosa verde desde 65.1% hasta un 71.7%. Varias ligninas han sido extraídas de la madera, entre ellas; forufuran, gmelofuran, bromina, arboresos, cruytil forulate. El contenido total de lignina es de 29.7% (Salazar, 1985).



## **2.5 Aspectos de manejo**

### **2.5.1 Recolección de semilla y almacenamiento**

*Gmelina arborea* produce semillas en los primeros 3 a 4 años de plantada, la recolección de frutos se realiza entre febrero y junio en zonas secas. Las mejores procedencias de semilla proceden de rodales semilleros se reproduce por medio de semilla (Reproducción sexual).

Esta especie se asemeja al proceso de recolección de la especie Paraíso, limitándose sus actividades:

1. La recolecta de semillas, las cuales se encuentran en el suelo
2. Control del proceso de pudrición
3. Extracción del fruto y lavado de la semilla
4. Al final la colocación de la semilla en la zaranda para el secado a la sombra (CATIE, 1997)

### **2.5.2 Producción en vivero**

La semilla presenta germinación epigea, similar a la teca. El endocarpo se abre mediante una o dos valvas, primero emerge la radícula y posteriormente los cotiledones. La producción de plantas puede ser por bolsas o por pseudo estacas. En los germinadores los endocarpos deben quedar cubiertos (con suelo, paja y otro material), para evitar pérdida de humedad como parte del tratamiento se puede mencionar:

- Sumergir en agua por 24 horas la semilla (esto no es necesario si se cuenta con irrigación ó precipitación diaria). Las semillas pierden viabilidad en un año.
- También se recomienda sumergir la semilla en agua corriente por 7 días, cambiar el agua tres veces al día. Para estimular y uniformizar la germinación, se recomienda poner las semillas en agua durante 3 ó 4 días, cambiando el agua cada día. La semilla se deja inmersa en agua por las noches y se coloca a la sombra (Trujillo, 1995)

### **2.5.3 Métodos de producción de plantas**

#### **2.5.3.1 Bolsa**

La producción en bolsas solo es recomendable cuando las condiciones climáticas o de suelo donde se plantará el material son muy difíciles y cuando se utiliza planta propagada por estacas.

Para el traslado al campo definitivo, las pseudoestacas deben tener 15 a 20 cm de raíz y un tocón de 10 a 15 cm de longitud y 1.5 cm a 2 cm de diámetro al cuello, este tipo de material se puede conseguir en vivero en un periodo de 6 a 8 meses (CATIE, 1984)

#### **2.5.3.2 Seudoestacas**

Al producir pseudoestacas se debe tener cuidado que el tocón este lignificado. Es recomendable hacer un corte en bisel (inclinado) de un solo plano (CATIE, 1984).

#### **2.5.3.3 Germinadores**

Las semillas normalmente germinan en un periodo de 2 a 4 semanas. La distancia entre plantas en los germinadores deber ser aproximadamente de 20 cm x 20 cm (CATIE, 1984).

#### **2.5.3.4 Crecimiento**

En plantaciones bien raleadas y bajo condiciones óptimas puede alcanzar alrededor de 30 m de altura y más de 60 cm de diámetro, pero la altura más común es alrededor de 20 m con un tronco limpio hasta los 6 ó 9 m sin embargo en lugares abiertos desarrolla ramas bajas y pesadas, copa amplia y alta conicidad del tronco (CATIE, 1984).

#### **2.5.3.5 Rendimientos**

La *Gmelina arborea* tiene turnos de aprovechamiento a los doce años alcanzando una altura de 15 m y un diámetro de 40 cm obteniendo un volumen de metros cúbicos por cada cien árboles de 94 m<sup>3</sup> rendimientos esperados un turno

de aprovechamiento a los 12 años alcanzando una altura de 18 m y un diámetro 30 cm obteniéndose un volumen de 355 M<sup>3</sup>/ha (Martínez, 1989).

En los primeros tres a cuatro años, es cuando se alcanza incrementos anuales de 3, 4 m de altura y 3.1 cm de diámetro (Salazar 1985).

## **2.6 Plantación**

### **2.6.1 Distanciamiento en plantación pura**

La distancia de plantación que más se ha utilizado en América central es de 2.0 m x 2.0 m pero también se han empleado distancias de 2.5 m x 2.5 m y 3.0 x 3.0 m. aunque no se han realizado ensayos sobre distanciamientos de plantación en El Salvador (CATIE, 1986).

### **2.6.2 Limpias**

El objetivo del control de malezas es manejar sus niveles de población, para ofrecer a los árboles condiciones óptimas de crecimiento, a un costo razonable.

En los primeros meses de la plantación, los árboles aún no están en condiciones de competir y pueden ser asfixiados por las malezas. La mayoría de malezas disminuye ante la reducción de la intensidad de luz, esta reducción se da al cerrarse el dosel de la plantación, por lo que las limpiezas se deben concentrar en los primeros dos o tres años de las plantaciones, las limpiezas se inician alrededor de cuatro semanas después de la plantación (CATIE, 1986).

### **2.6.3 Fertilización**

La especie por ser de rápido crecimiento requiere de una adecuada disponibilidad de nutrimentos, para que estos no sean un factor limitante de su desarrollo. La respuesta a la fertilización estará en función de las características de cada suelo, por lo que primero es necesario un análisis para determinar los posibles requerimientos de fertilización de cada sitio, (Cuadro 1) se puede observar el resultado en un experimento con melina se aplicó 50, 100 y 150 kg/ha

de un fertilizante de fórmula 14-14-14 (N-P-K), la dosis de 100 kg/ha dio los mejores resultados (CATIE, 1986).

Normalmente las dosis por plantas es de 1.5 a 2.0 onzas (una copa Bayer) antes de fertilizar es necesario realizar un plazoleo de un círculo de diámetro igual a la copa del árbol.

Cuadro 1. Efecto de cuatro niveles de fertilización con NPK (15-15-15) en el incremento en diámetro y altura de *Gmelina arborea* para un periodo de cinco meses en una plantación de un año en la Máquina, Guatemala, 1986

Tratamiento (g/planta)	Incremento	
	dap (cm)	altura (cm)
0	2.9	2.7
50	3.3	3.4
100	2.6	3.2
150	3.3	3.5

Fuente: CATIE 1986.

Las características del lugar son altitud 100 msnm, temperatura media 27°C, precipitación anual 1,800 mm seis meses con déficit hídrico, Bosque Húmedo Premontano.

Del análisis del cuadro 1 se puede deducir que el incremento medio anual en diámetro es superior en 1.4 cm por año, para los primeros 8 años de vida y 1.4 m por año ó más por altura en el mismo periodo. Para edades superiores a los 8 años disminuye los incrementos medios anuales en diámetro y altura, en plantaciones sin ralear.

En general los incrementos medios son superiores a 2 cm en diámetro y 2 m en altura en los primeros 4 años de vida, lo que indica un crecimiento muy rápido en las primeras etapas de vida (CATIE, 1986).

#### **2.6.4 Podas**

La poda es, en esencia, la eliminación o remoción de partes del árbol, principalmente ramas. Si se hace muy alta se puede reducir el potencial de fotosíntesis y se ocasiona un retraso en el crecimiento del árbol.

La primera poda se recomienda cuando los árboles alcanzan de 3 a 4 m y se realiza hasta una altura no mayor del 50% del árbol. La segunda poda se debe hacer después del primer raleo, con el objeto de mejorar la calidad de la madera de los mejores árboles. La poda como cualquier operación silvicultural, es una inversión que se hace en el rodal y como tal, se espera que la misma sea retribuida (CATIE, 1986).

#### **2.6.5 Raleos**

El objetivo de los raleos es concentrar el potencial de crecimiento en los mejores árboles; los árboles a dejar en la plantación son los de mejor forma y tamaño. Además el raleo permite dar las condiciones óptimas de crecimiento a cada árbol y al rodal en general, también favorece el crecimiento de las plantas del sotobosque eliminando el riesgo de erosión, especialmente en sitios con pendientes. Se recomienda el primer raleo en plantaciones de 3 x 3 m cuando los árboles alcanzan entre 7 y 9 m eliminando un árbol de cada dos 50% de intensidad de raleo. El segundo raleo se recomienda cuando los árboles alcanzan entre 12 y 14 metros y las copas de los mismos comienzan a tocarse (CATIE, 1986).

#### **2.6.6 Turno de rotación o aprovechamiento**

*Gmelina arborea* es una especie de rápido crecimiento el cual permite turnos de aprovechamiento de 12 a 20 años aproximadamente (CATIE, 1984).

### **2.6.7 Plagas**

En Costa Rica se han encontrado algunos insectos que atacan a la melina, entre ellos un defoliador, dos barrenadores, termitas y atacantes de la corteza.

Hasta el momento la mayoría de estas plagas no representan un problema de gran magnitud. El insecto que representa el mayor peligro es el barrenador *Aepytus sp*, cuya larva se alimenta de la médula en árboles delgados y árboles más gruesos, también construye sus galerías en el xilema.

Otros enemigos de la especie son las hormigas del genero *Atta sp*, las cuales defolian el árbol tanto en vivero como en plantación. Se controlan químicamente a través de cebos envenenados. Como medida preventiva general, se recomienda mantener bajos los niveles de densidad de la plantación (CATIE, 1984).

### **2.6.8 Enfermedades**

En el caso de las enfermedades la conocida en América Central es la mancha foliar de la melina, causada por el hongo *Pseudocercospora rangita*, esta enfermedad se ha observado tanto en condiciones de vivero como en plantas adultas. Es indispensable efectuar una supervisión continua, para identificar cualquier problema y atacarlo antes de que este sea mayor (CATIE, 1984).

## **2.7 Aspectos financieros**

### **2.7.1 Situación actual del sector forestal**

El sector forestal ha tenido un crecimiento relativamente lento en El Salvador, el cual puede considerarse altamente ligado al bajo crecimiento que en las dos últimas décadas ha experimentado la agricultura en el país. En el ámbito mundial El Salvador se puede considerar entre los países con ingresos bajos – medios, que de acuerdo al banco mundial son los que poseen un porcentaje de cambios negativos en áreas forestales del orden del -0.5% de deforestación anual. Los porcentajes positivos solamente son reportados en los países con ingresos altos (FAO, 2001).

En la actualidad El Salvador posee el segundo lugar como país altamente deforestado, después de Haití y cuenta solamente con un 17.8% del territorio nacional con área forestal. Unido a esto sigue existiendo deforestación para la obtención de productos utilizados en la industria y consumo humano. También el crecimiento de los centros urbanos tiene incidencia en la deforestación del país.

Aún con todo esto, el desarrollo del sector forestal es casi nulo, debido a que en el ámbito gubernamental existen otras prioridades.

De El Salvador podemos decir, que es un país en el cual, el desarrollo forestal es relativamente escaso, a pesar de las altas demandas de áreas de bosques dada la alta tasa de crecimiento poblacional, los elevados índices de erosión y degradación de los suelos, así como la fuerte disminución de los mantos acuíferos acompañados con la pérdida de la calidad de dicho líquido.

Desde el punto de vista económico, podemos aseverar que el sector forestal no es un rubro representativo para la economía nacional de El Salvador, como lo es el sector financiero en el momento actual, dentro de las cuentas nacionales. Una forma de medir la participación de las actividades económicas a nivel nacional, es cuantificándolo mediante la participación de la actividad en el PIB (producto interno bruto). El rubro silvicultural está desglosado y medido en el PIB, no así el sector forestal, que para el caso se asume que se incluye en el rubro citado. Un comportamiento entre 1994 a 1998, nos indica que el rubro silvicultural no ha tenido crecimiento, si no por el contrario va disminuyendo con un orden de participación de 0.72% del PIB para 1,998.

El aporte contabilizado de este sector a la economía nacional es muy limitado, las exportaciones en el sector forestal no existen, sin embargo si se registran importaciones de madera para la construcción.

En lo social, el aporte del sector forestal con relación a generación de empleo, no se registran datos, pero si se puede observar actividades en el trabajo de la madera. Los cambios en el área forestal los podemos considerar orientados

hacia la conservación del medio ambiente y no a la producción, entre las principales limitantes al desarrollo forestal, podemos mencionar las siguientes:

- ◆ Fuerte demanda de tierra forestal
- ◆ Falta de continuidad en aplicación de políticas forestales.
- ◆ Escaso conocimiento en manejo
- ◆ Reducida investigación forestal
- ◆ Escasa capacidad técnica forestal en el país.
- ◆ Instituciones forestales con poco recurso técnico y financiero.
- ◆ Reducida visión de los técnicos en forestales.

Sin embargo, consideramos que si las políticas nacionales e internacionales le brindaran mayor importancia a la producción de plantaciones forestales con visión económica y para la protección de los recursos suelo, agua y medio ambiente, posiblemente en El Salvador, se incrementarían significativamente las acciones a favor del sector forestal en forma sistematizada y concreta (FAO, 2001).

### **2.7.2 Análisis de costos en actividades de plantación forestal**

En cualquier tipo de plantación usualmente se generan cinco actividades en mención: vivero forestal, preparación del terreno, plantación forestal, manejo o mantenimiento de la plantación y aprovechamiento forestal

- i. **Vivero forestal:** Esta comprende las actividades que se inician desde la selección del sitio para el vivero forestal hasta la entrega de las plantas aptas para ser plantadas en campo.
- ii. **Preparación del terreno:** El número de sub-actividades dependerá de las condiciones del terreno en general, estas son: deslinde, marcación, limpieza, arada y rastreada, apertura de hoyos, quema de residuo, tratamiento de suelo, fertilización, cercado, control de plagas.
- iii. **Plantación:** Comprende el acarreo de las plantas del vivero al sitio de plantación, acarreo y distribución de plantas dentro del sitio, colocar plantas en los hoyos, fertilización, aplicar plaguicidas y fertilizante.
- iv. **Mantenimiento o manejo:** En esta actividad se registra sub-actividades como: fertilización, chapea, limpieza alrededor del árbol (plazoleo), limpiezas con químicos, podas, rondas (brechas contrafuego), control de plagas y



mantenimiento de cercas y raleos que Utiliza las actividades siguientes: preparación del sitio, selección y marcación de árboles, derribo de árboles, derrame, troceo y selección de productos, hacer productos, acomodo en el sitio de carga y acarreo de productos.

- v. **Aprovechamiento forestal:** Utiliza las actividades siguientes: preparación del sitio, selección y marcación de árboles, derribo de árboles, derrame, troceo y selección de productos, hacer productos, acomodo en el sitio de carga y acarreo de productos (CATIE, 1991).

### **2.7.3 Valoración y análisis del costo de una actividad**

Para analizar el valor costo de una actividad, se necesita disponer de información de los indicadores del esfuerzo físico (hora/hombre) y de la cantidad de insumos utilizados para producir un producto (rendimiento).

Se necesita también describir las condiciones del sitio y clima en las que se realiza una actividad, vegetación predominante, porcentaje de pendiente, porcentaje de pedregocidad superficial. Para fines del análisis se recomienda presentar tres condiciones de sitio (Cuadro 2)

Cuadro 2. Parámetros para determinar el costo de una actividad o faena  
CATIE 1991.

	<b>Pendiente %</b>	<b>Pedregocidad superficial %</b>	<b>Vegetación predominante</b>
Fácil	0-20	1-10	Residuos de cosecha
Intermedio	21-30	10-30	Malezas (hiervas)
Difícil	> 31	> 30	Arbustos

Aunque el CATIE a través del proyecto MADELEÑA, dispone de información sobre diferentes actividades y sistemas frecuentemente se desconoce el número de jornales o la cantidad de insumos requeridos por cada actividad. Para solucionar este problema se puede obtener información de: estudios específicos de campo, encuesta, entrevista y estudio de campo, informes publicados o con informante especializados (CATIE, 1991).

#### **2.7.4 Integración y análisis de una faena**

Para establecer el costo de una faena es necesario disponer, no solo del listado de actividades que la integran si no de los correspondientes rendimientos (horas/hombres), el producto de rendimiento en unidades de medidas y los costos unitarios por hectáreas por cada uno de ellos.

El análisis consiste en determinar la lista de actividades de una faena, el número de jornales y los costos, bajo 3 condiciones de sitio: sitio fácil, intermedio y sitio difícil. Con esta información es necesario determinar que actividades inciden en mayor proporción en los costos en comparación con otra. Cual es la magnitud del aporte de mano de obra e insumos de faena (Juárez, 1991).

#### **2.7.5 Integración y análisis de los costos por tipo de plantación**

Si se analizan plantaciones ya establecidas, entonces es necesario disponer no solo de información de las condiciones de sitio, si no también verificar la información de jornales, insumos y costos en el campo. Si se están formulando planes de reforestación deben especificarse las posibles condiciones del sitio en las cuales se quiere plantar (Juárez, 1991).

### **2.8 Análisis financiero**

El análisis financiero examina los costos y beneficios a precios de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores que reflejan el punto de vista o interés privado, es decir, de los individuos o las empresas. Además, proporciona información sobre cuándo se necesitarán los fondos y cuando se espera recibir los ingresos (en análisis ex-ante) o muestra cuándo se ejecutaron las actividades productivas y el flujo real de costos e ingresos, durante el período de análisis y el balance final (FAO, 2000).

#### **2.8.1 Costos variables y fijos**

Los costos totales se subdividen en dos categorías: costos variables y costos fijos. Los primeros corresponden a todos aquellos gastos que se realizan en actividades que varían en proporción directa con el nivel de producción, es

decir con el área de plantación o con el volumen de aprovechamiento de productos forestales entre estos costos están la mano de obra, los materiales y los servicios utilizados en las actividades de establecimiento, manejo, aprovechamiento y comercialización de productos de las PF (plantaciones forestales) y SAF (sistemas agroforestales).

Los costos fijos son aquellos que no varían con el nivel de producción, en el corto plazo, porque derivan de inversiones fijas, como caminos, maquinaria, equipo, etc. (FAO, 2000).

### **2.8.2 Costos en efectivo y no en efectivo**

Otra subdivisión importante de los costos totales se hace en términos de los costos "en efectivo", originados por las actividades que se pagan con dinero en efectivo, como ocurre con los jornales contratados o el pago por combustibles, y los costos "no en efectivo", representados por los aportes de recursos, como la mano de obra familiar, por ejemplo (FAO, 2000).

### **2.8.3 Ingresos en efectivo y no en efectivo**

Los ingresos "en efectivo" son los que se perciben por la venta de bienes y servicios, en dinero en efectivo, como ocurre con la venta de madera, por ejemplo: los ingresos "no en efectivo" están constituidos por el valor de la producción aprovechada para consumo propio de las familias (leña por ejemplo) o de las empresas (madera utilizada para construcciones de la misma empresa), por ejemplo (FAO, 2000).

### **2.8.4 Indicadores financieros**

Para el análisis financiero de PF (plantaciones forestales) y SAF (sistemas agroforestales), es necesario recurrir a los indicadores basados en relaciones de los costos y beneficios actualizados, debido a los plazos largos de los análisis, en los cuales se experimentan cambios importantes en el valor del dinero a través del tiempo. Estos cambios implican necesariamente la actualización del flujo de costos e ingresos, para calcular los indicadores financieros, como el Valor Actual Neto (VAN), la relación beneficio/costo (B/C), la tasa interna de retorno (TIR) y el valor esperado de la tierra (VET), entre los más utilizados (CATIE, 1989).

#### **2.8.4.1 Valor actual neto (VAN)**

Este valor refleja la suma de los beneficios netos actualizados, es decir la sumatoria de los beneficios actualizados menos los costos actualizados, se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum (B_n - C_n) / (1+i)^n$$

#### **2.8.4.2 Relación beneficio/costo (B/C)**

Este indicador resulta de dividir los Beneficios actualizados por los costos actualizados, de la siguiente manera:

$$B/C = \frac{B_n/(1+i)^n}{C_n/(1+i)^n}$$

La relación beneficio/costo refleja el beneficio bruto y neto obtenido por cada unidad monetaria de inversión. Así una relación beneficio/costo de \$1.15 dólares significa que por cada dólar invertido se obtiene un beneficio bruto de \$1.15 y un beneficio neto de \$0.15, en valor actual (CATIE, 1989).

#### **2.8.4.3 Tasa Interna de retorno (TIR)**

La tasa Interna de retorno es un indicador del rendimiento financiero de la inversión analizada, que se puede comparar con el costo de oportunidad del dinero o con el rendimiento financiero promedio de otras alternativas de inversión a las que se tiene acceso.

VAN = 0, es decir:

$$\sum \frac{B_n - C_n}{(1+i)^n} = 0$$

Las inversiones son rentables cuando el VAN es mayor que cero, la relación beneficio/costo es mayor que uno y la TIR es mayor que el costo de oportunidad del capital (CATIE, 1989).

#### **2.8.4.4 El ingreso neto (IN)**

Es la diferencia entre el ingreso bruto (IB) y los costos totales (CT), representa la ganancia o utilidad neta del productor o la empresa, se obtiene como resultado de:  $IN = IB - CT$ , ó  $IN = IB - (CV + CF)$  (CATIE, 1989).

#### **2.8.4.5 El flujo neto (FN)**

Es la diferencia entre el ingreso bruto en efectivo (IBef) y los costos totales en efectivo (CTef), representa el monto de dinero en efectivo que le queda cada año al productor o la empresa, se calcula de la siguiente manera:  $FN = IBef - CTef$ , ó  $FN = IBef - (CVef + CFef)$  (CATIE, 1989).

### **2.9 Datos financieros de *Gmelina arborea*.**

Los costos para un ciclo de producción de madera de 12 años, en Costa Rica se estiman en US\$1,294/ha. (Cuadro 2). Esta cifra no incluye en precio de la tierra, el cual oscila entre US\$1,200 y 1,500/ha.

#### **2.9.1 Precio**

El precio de la madera serrada en el mercado local es aproximadamente \$160/m<sup>3</sup>. Además existen reportes de compra de madera aserrada y seca de *Gmelina arborea* a \$225/m<sup>3</sup> (Alfaro, 2000).

#### **2.9.2 Rentabilidad**

La evaluación financiera de los proyectos de reforestación con *Gmelina arborea* muestran una tasa interna de retorno (TIR), que varía entre 12 y 18% dependiendo de la calidad del sitio y del precio de la madera. Para una plantación en un sitio de productividad promedio (16.2/m<sup>3</sup>/ha/año de volumen comercial considerando trozas con diámetros de índice de utilización de 10 cm), la tasa interna de retorno (TIR) es de 16.9% (Alfaro, 2000).

#### **2.9.3 Datos de importación de *Gmelina arborea***

En la actualidad debido a demanda de madera El Salvador se ha visto en la necesidad de importar madera de muchas especies dentro de la cual se encuentra *Gmelina arborea* importando en el año 2000 \$77,881.00 y en año 2001 \$425,052.00, (Cuadro 3) lo cual nos da un parámetro de la demanda insatisfecha de madera que existe en El Salvador

**Cuadro 3** Importaciones de madera aserrada durante el periodo  
de 1997-2001 en El Salvador

<b>ESPECIE</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
Pino	35,398,067.00	35,662,703.00	56,322,886.00	76,027,511.00	129,800,937.00	333,212,104.00	66,642,420.80
Cedro	4,351,835.00	1,370,689.00	1,598,076.00	2,198,965.00	981,429.00	10,500,994.00	2,100,198.80
Conacaste	1,936,959.00	1,004,831.00	269,861.00	1,212,123.00	684,079.00	5,107,853.00	1,021,570.60
Cortez blanco	179,256.00	179,256.00	295,033.00	54,183.00	0.00	707,728.00	176,932.00
Laurel	123,721.00	123,721.00		33,136.00	0.00	280,578.00	93,526.00
Caoba	1,969,491.00	146,122.00	232,547.00	402,015.00	0.00	2,750,175.00	687,543.75
<b>Melina</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>77,881.00</b>	<b>425,052.00</b>	<b>502,933.00</b>	<b>251,466.50</b>
Ciprés	0.00	0.00	0.00	956,402.00		956,402.00	956,402.00
Maquillishuat	0.00	0.00	0.00	0.00	167,206.00	167,206.00	167,206.00
Cenicero	2,136.00	2,136.00	0.00	0.00	0.00	4,272.00	2,136.00
Sin especies	11,206,955.00	10,499,163.00	37,494,071.00	66,363,024.00	5,142,516.00	130,705,729.00	26,141,145.80

Fuente. MAG. Matazano

## **2.10 Desarrollo industrial basado en la Melina.**

Debido entre otras cosas, a la gran apertura de mercado que está experimentando Costa Rica con países como México, Canadá y Chile y próximamente con los Estados Unidos, lo cual hace prever cambios en las oportunidades comerciales para la importación y exportación de productos forestales

Por otra parte, la industria de la madera necesita nuevamente tener más presencia en el sector de construcción con productos que garanticen no solo su calidad, sino también, información técnica para conocer cómo construir con las nuevas especies comerciales y los nuevos productos de la madera (Cuadro 4)

Esta situación se está dando principalmente porque el sector de la industria de la madera actualmente cuenta con una fuente de materia prima diferente a la de años atrás, esta es la madera procedente de plantaciones forestales y principalmente la melina (*Gmelina arborea*) y las de teca (*Tectona grandis*).

Estas dos especies ofrecen actualmente, una buena alternativa técnica y económica en el mercado de las maderas, principalmente para la elaboración de muebles, molduras y ebanistería en general. En Costa Rica se han reforestado alrededor de 150 mil hectáreas con especies maderables comerciales, lo que garantiza un suministro importante y sostenido de materia prima para la industria.

En los últimos 20 años, Costa Rica ha invertido una gran cantidad de recursos en reforestación, lo que permite en la actualidad, tener disponible alrededor de 200 mil m<sup>3</sup> de madera por año proveniente de plantaciones forestales para la industria de aserrío

Se estima que en la actualidad con esta cantidad de madera, se puede abastecer el 50% del consumo nacional de madera en Costa Rica y en los próximos 10 años con esta cantidad de área reforestada y los niveles de consumo de madera actuales, el país podría abastecer sus necesidades con la madera procedente de las plantaciones forestales (Alfaro, 2000).

Cuadro 4 Posibilidades y limitaciones al desarrollo de plantaciones e industrias derivadas de *Gmelina arborea* en Centro América.

especie	uso prioritario	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Panamá
<i>Gmelina arborea</i>	* Madera industrial y leña * Madera industrial rural.	* Su mayor uso ha sido para pulpa * Posibilidad de desarrollo de industria	* Falta de experiencia, estadística y registros. * Posibilidades de desarrollo de plantaciones y posibilidad de desarrollo de industria	* Podría promocionarse * posee posibilidad de plantaciones y posibilidad de desarrollo de industria	Falta de investigación y promoción en otras zonas	Posibilidad de plantaciones y posibilidad de desarrollo de industria No hay interés y falta de promoción No agrada.

Fuente: CATIE 1989

### 2.10.1 Secado de Melina (*Gmelina arborea*)

En 1997, la cámara costarricense forestal empieza a trabajar con melina, especie plantada en el país desde la década de los 80. Esta madera blanca de dimensiones pequeñas por provenir de árboles de raleo presenta excelentes condiciones de trabajabilidad pero dificultades para su secado.

El secado de la madera es un proceso fundamental para la fabricación de piezas especiales y muebles finos por el mercado de exportación. En este caso no se tiene un porcentaje de humedad homogéneo en la madera se presenta serios problemas en los muebles y el cliente no acepta el producto.

A finales de 1,999, Antreé adquirió un horno de secado con capacidad de 65 m<sup>3</sup> para iniciar el aprendizaje e investigación propia sobre el secado de la melina, esto se justifico por las excelentes características de la madera de melina y por que el programa de exportación de Antreé a Estados Unidos ha tenido éxito.



El horno empezó a operar en Abril del 2,000 y para esta fecha inicio el secado de la madera, para ello la madera aserrada no recibió ningún presecado, las dos primeras experiencias se presentan a continuación:

- i. Primer proceso: Secado de madera de 1 1/8" y 1" de grueso duración 21 días, la madera salió con un promedio de 12% y con bolsas de 25 y 30% de humedad.
- ii. Segundo proceso: Secado de madera de 1 1/8" y 1 Ω", duración 19 días la madera salió con varios porcentajes y con muchas bolsas de humedad de la Ω" no se puede secar bien.
- iii. Tercer proceso: Secado de madera de 1 1/8" y 1", duración 26 días la madera salió con promedio de 10% y siempre con bolsas de humedad. La paca especial que estaba en el horno por segunda vez y con la aplicación de agua presento un porcentaje promedio de humedad del 10% y ninguna bolsa de humedad, por lo que el resultado que calificado como excelente.
- iv. Cuarto proceso: Secado de madera de 1 1/8", 1/14", 1 1/2" y 2" de grueso. Condiciones madera bien mojada, duración 30 días, la madera con un porcentaje promedio de humedad del 10%, muy uniforme, homogénea y sin bolsas de humedad, de nuevo un excelente resultado (CCF 2001).

- **Nuevos productos industriales**

En vista de esta buena disponibilidad de materia prima, varias industrias nacionales están iniciando la producción de nuevos productos para usos estructurales con estas dos especies.

Actualmente el sector industrial de la madera está ofreciendo un producto nuevo para el sector de la construcción, de gran aceptación en países donde el uso de la madera es mucho mayor que en Costa Rica. Este nuevo material es conocido técnicamente con el nombre de vigas laminadas encoladas, y comercialmente a nivel mundial como "glulams" (CCC 2000).

### **2.10.2 Potencial de expansión para la *Gmelina arborea***

La oportunidad para expandir las áreas de plantaciones forestales en Costa Rica depende de que existan las condiciones políticas y económicas que facilitan la inversión del sector.

La existencia de mecanismos financieros para el fomento de las actividades forestales será determinante para el desarrollo de estos proyectos. La madera de melina puede competir con las maderas de bosques nativos; en Costa Rica la evidente preferencia en el uso de melina para reforestación se ha dado por un razón fundamental: turnos cortos (10-14 años) y por ende un periodo menor al de otras especies para recuperar la inversión.

Durante el tercer congreso forestal nacional (Costa Rica 1997) hubo consenso en que la meta para establecimiento de plantaciones forestales es de 500,000 ha (10% del país) en la actualidad solo se a cubierto alrededor del 30% de esa meta.

Con toda la experiencia generada en Costa Rica, se puede afirmar que melina es la especie con mayor potencial para la expansión de las áreas plantadas. Por lo tanto si el sector forestal costarricense alcanza la meta de 500,000 ha plantadas al año 2,020 y se mantiene la proporción de 1/3 del área en melina, para esa fecha el área plantada con la especie seria de aproximadamente 170,000 ha (Alfaro, 2000).

### **2.10.3 Comercialización de productos**

#### **2.10.3.1 La importancia del mercado**

En el mercado se determina muchas veces el éxito o el fracaso del proceso productivo y el resultado final de las inversiones forestales. La importancia del mercado ha aumentado en los últimos años (diversificación de la producción y mayor competencia). Ahora las empresas estudian el mercado antes de producir y tratan de producir lo que el consumidor desea, la producción forestal y el mercado (M. Gómez. s/f)

### **2.10.3.2 Situación actual**

La producción forestal se planifica y ejecuta sin la base de estudios de mercado, con algunas excepciones, por lo general se centran la atención en plantar árboles y se deja para después las decisiones de como hacer para lograr los objetivos de los productores (inversionistas); mejorar la producción (en cantidad y calidad) y elevar la rentabilidad de la inversión. Para esto se debe estudiar y mejorar los mercados existentes y desarrollar nuevos mercados manejar la plantación, que productos obtener y donde vender.

La producción no esta integrada al mercado, no se considera el mercado como una fase del mismo proceso (M. Gómez. s/f).

### **2.10.3.3 Un enfoque integrado**

Se debe reconocer la importancia de integrar la producción y el mercadeo de los productos forestales (M. Gómez. s/f).

En Costa Rica la comercialización de la madera de melina inicio desde 1,992 el primer producto elaborado fueron tarimas utilizando madera proveniente de los primeros raleos comerciales de 4 a 5 años de edad (Alfaro, 2000).

En la actualidad la madera se esta utilizando para la fabricación de muebles y para la construcción. Existen alrededor de 10 aserraderos en el país procesando la melina y el mercado de la mueblería y la construcción esta empezando a conocer esta madera. El mercado costarricense de la madera esta empezando a aceptar cada día más la melina para construcción (molduras) y para muebles la madera aserrada se vende seca o verde en el mercado nacional o en Japón (Alfaro, 2000).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en plantaciones de *Gmelina arborea* de los municipios de Guacotecti del departamento de Cabañas y los municipios de San Julián y Sonsonate del departamento de Sonsonate.

##### 3.1.1 Guacotecti

El cantón El Bañadero está ubicado en el municipio de Guacotecti, departamento de Cabañas, limitado al norte, nor-este, este; sur-este y sur-oeste, por el municipio de Sensuntepeque al oeste por el municipio de San Isidro y al nor-oeste, de nuevo por el municipio de Sensuntepeque. Sus coordenadas geográficas son 13°55´ (extremo septentrional) y 13°51´ (extremo meridional); norte 88°38´ (extremo oriental) y 88°41´ (extremo occidental) (CNR, 1971).

##### 3.1.2 San Julián

El cantón Tierra Colorada está ubicado en el municipio de San Julián del departamento de Sonsonate, limitado por los siguientes municipios, al norte por Izalco y Armenia, al este por Armenia y Tepecoyo, al sur por Santa Isabel Ishuatán y Cuisnahuat, al oeste por Cuisnahuat y Caluco. Se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 13° 41´37" norte y al Oeste con 89° 32´48" (CNR, 1971).

##### 3.1.3 Sonsonate

El municipio de Sonsonate del departamento de Sonsonate, esta limitado al norte por el municipio de Nahuizalco, al este por el municipio de Sonzacate, al sur por San Antonio del Monte, al oeste por el municipio de Santo Domingo de Guzmán. Se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas 13°31´09" norte y al Oeste con 89°26´47" (CNR, 1971).

## **3.2 Condiciones edáficas, climáticas y potencial agrícola de los municipios de Guacotecti, San Julián y Sonsonate.**

### **3.2.1 Condiciones edáficas**

Los suelos se clasifican como: latosoles arcillo rojizos y litosoles, alfisoles, en el municipio de Guacotecti. En cuanto a su textura y color son suelos arcillosos, pardos, poco profundos y generalmente muy pedregosos con abundante afloramientos rocosos.

En los municipios de San Julián y Sonsonate los suelos se clasifican en andosoles y regosoles, inceptisoles y entisoles, de color son suelos originados de cenizas volcánicas por lo general muy profundos y de textura media a medianamente gruesas (CNR, 2000).

### **3.2.2 Condiciones climáticas**

En el municipio de Guacotecti la precipitación pluvial es aproximadamente de 1923.3 mm anuales, con una temperatura media anual de 23.9°C y ubicándose en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical, transición a perhúmedo (Holdridge, 1978). En San Julián la precipitación es aproximadamente de 1733 mm anuales, con una temperatura media anual de 27.4°C, ubicándose en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical. En el municipio de Sonsonate la precipitación es aproximadamente de 1733 mm anuales, con una temperatura media anual de 27.4°C (SNET, 2005), ubicándose en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical, límite de transición caliente.

### **3.2.3 Uso potencial**

En el municipio de Guacotecti son pocas las áreas que pueden ser cultivadas por métodos modernos, la mayoría son cultivos de subsistencia, para pastos extensivos y bosques que es el uso más recomendable, con factores limitantes muy severos, particularmente de topografía, profundidad y rocosidad. En el caso de San Julián son suelos de muy alta productividad para todos los cultivos adaptados al país, sujetos a muy severas limitaciones permanentes y graves riesgos de desmejoramiento, no apto para riego salvo en

condiciones especiales y con cultivos muy rentables; principalmente para cultivos perennes y pastos con topografía llana poco alomado y productividad media a baja. En Sonsonate son suelos con características para cultivos permanentes como el café (CNR, 2000).

### **3.3 Vegetación de los municipios de de Guacotecti, San Julián y**

#### **Sonsonate**

##### **3.3.1 Vegetación**

La flora esta constituida por bosques subtropical fresco, las especies arbóreas más notables son: Pepeto (*Inga sapindoides*), Aguacate (*Persea americana*), Jocote (*Spondia Purpurea*), Mango (*Mangifera indica L.*), Teca (*Tectona grandis*), Eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*), Iscanal (*Acrostichium daneaefolium*), Nance (*Byrsonima crassifolia*), Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Guayaba (*Psidium guajava*), Aceituno (*Simaruba glauca*), Guachipilin (*Diphysa americana*), Llama del bosque (*Spathodea campanulata*) observación de campo

### **3.4 Fase de campo**

Se elaboró una encuesta con el objetivo de determinar el conocimiento, preferencias y aceptación de la madera de Melina (*Gmelina arborea*) en carpinterías, aserraderos, talleres artesanales y otros (Anexo 1).

La encuesta se realizó en los municipios de Nahuizalco, Sensuntepeque, Cojutepeque, así como en las zonas aledañas al área metropolitana de San Salvador, por ser lugares que se caracterizan por trabajar el rubro madera con un total de 10 encuestas.

#### **3.4.1 Modelo estadístico**

Consistió en un muestreo aleatorio al azar, en cada plantación se estableció una parcela, la primera en el municipio de Guacotecti con un área de 1000 m<sup>2</sup> de forma rectangular con 37 m de largo x 27 m de ancho, debido a que la densidad era menor a las otras plantaciones teniendo una población de

9 individuos; en el municipio de San Julián y Sonsonate (CASSA) la parcela fue de 500 m<sup>2</sup>, de forma rectangular con 25 m de largo x 20 m de ancho con una población de 16 y 27 individuos; haciendo un total de 52 árboles.

### **3.4.2 Variables evaluadas e instrumentos de evaluación**

#### **a. Diámetro altura al Pecho (DAP)**

Esta medición se realizó a 1.30 m de la base del árbol utilizando una cinta diámetrica (Fig. 1). Cuando la topografía era plana la lectura se hizo tomando cualquier punto; pero cuando existía pendiente se realizó en la parte superior del ángulo formado por el fuste y la parte inclinada del terreno (Fig. 2).



Fig. 1 Medición de DAP usando cinta diámetrica  
El Salvador, 2005.

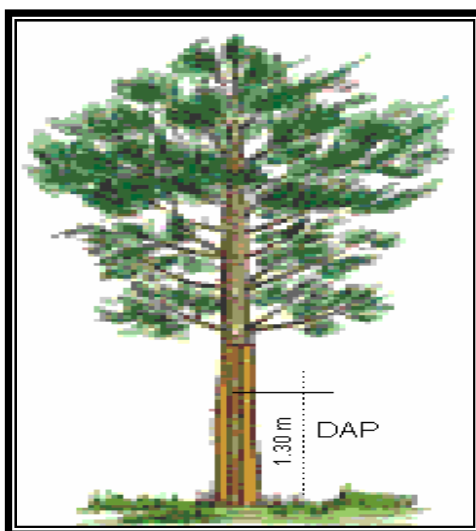


Fig. 2 Determinación del diámetro a la altura de pecho (DAP)  
en Guacotecti, San Julián y Sonsonate, El Salvador, 2005

### b. Altura comercial y total

Para la toma de esta variable se hizo una estimación en forma visual de la altura del árbol, si este se consideraba con altura menor de 15 m, se trazaba una línea perpendicular al eje del árbol de 15 m (Fig. 3). En el caso que el árbol tuviera una altura mayor a los 15 m, se trazo la perpendicular de 20 m a 25 m de distancia a la base del árbol.

Utilizando el clinómetro, (Fig. 4) se realizaron dos lecturas, una a la base del árbol y la segunda a la primera rama para determinar altura comercial y al ápice para altura total. Si las lecturas presentaban signos diferentes se sumaron y con signos iguales se restaron. La fórmula empleada fue la siguiente:

$$h = \frac{\sum I_1 - I_2 * d}{100}$$

Donde:

h= altura

I1 = Lectura con Clinómetro en % a la base del árbol

I2 = Lectura con Clinómetro en % a la primera rama del árbol para altura comercial y al ápice para altura total

d= Distancia de línea perpendicular a la base del árbol.

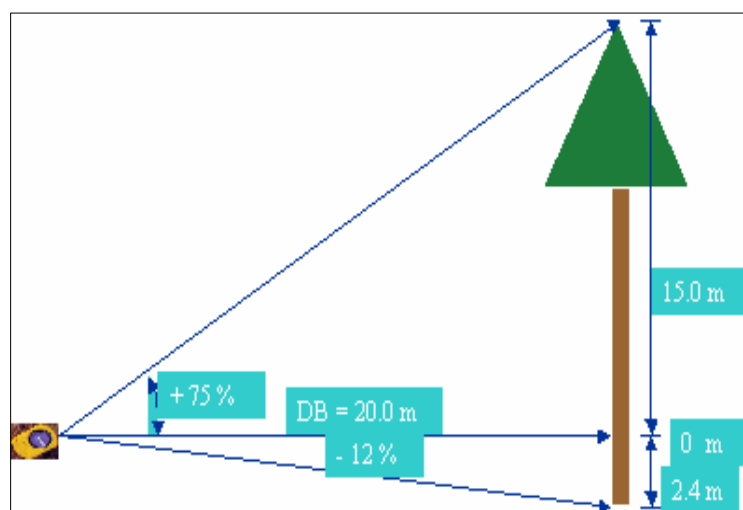


Fig. 3 Diagrama de medición de altura comercial y total en los árboles de *Gmelina arborea* Guacotecti, San Julián y Sonsonate, El Salvador, 2005





Fig. 4 Clinómetro Suunto utilizado para la medición de las alturas, El Salvador, 2005.

c. **Diámetro de copa.**

Se tomaron dos lecturas perpendiculares a la sombra de la copa del árbol trazando dos líneas (Fig. 5), obteniéndose un promedio de la sumatoria de las dos lecturas. La variable sirve para determinar al densidad final de una plantación

$$\frac{a + b}{2}$$

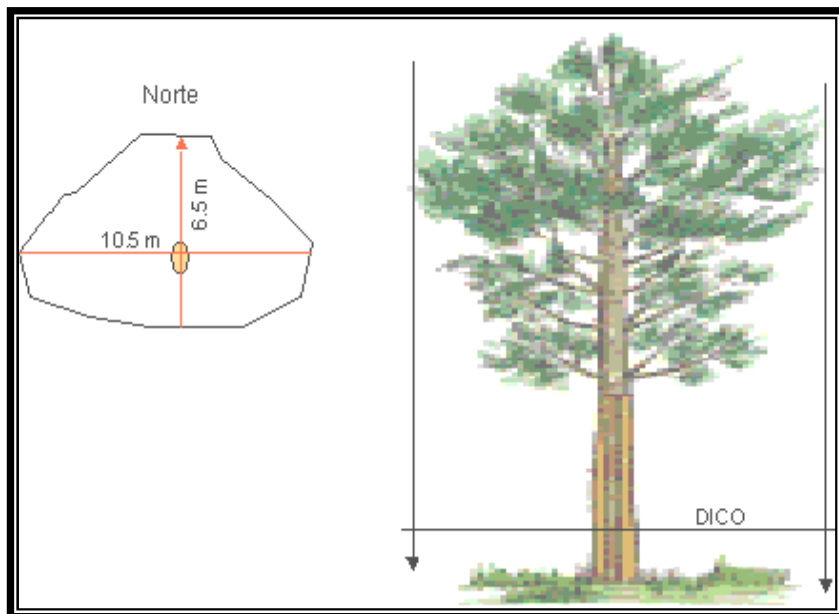


Fig. 5 Diagrama de medición de diámetro de copa de los árboles de *Gmelina arborea* en Guacotecti, San Julián y Sonsonate, El Salvador, 2005

#### d. Edad

La edad se determinó a partir de los registros que los productores tienen.

#### e. Área basal (m<sup>2</sup>/ha)

Esta variable se determinó a partir del diámetro a la altura del pecho, tomado a 1.30 m de la base árbol y el valor se expresa en m<sup>2</sup>/ha y para su estimación se utilizó la siguiente formula:

$$AB = 0.00007854 \times DAP^2 \times \text{número de árboles/ha}$$

Donde:

AB: Área basal.

0.00007854: Factor de conversión.

DAP: Diámetro a la altura de pecho en cm.

Número de árboles/ha

#### f. Densidad de plantación

Se procedió a medir el distanciamiento entre cada árbol e hilera, para estimar el área ocupada por cada uno de ellos y luego se hizo la conversión para determinar el número de árboles/ha.

$$N = \frac{10,000 \text{ m}^2}{a}$$

Donde:

N= Numero de árboles/ha.

a= Área ocupada por un árbol.

### 3.4.3 Toma de muestras de suelo

Para el muestreo de suelo se utilizó un barreno, almádana, bolsas plásticas y se hizo un recorrido en cada una de las parcelas, utilizando la metodología de zig-zag. Se tomaron 10 muestras, a una profundidad de 60 cm, posteriormente se homogenizaron las muestras, para obtener una por sitio (1 lb aproximadamente) y se etiquetó respectivamente con los datos de cada lugar. Luego se analizaron en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de La Universidad de El Salvador para determinar el contenido de los elementos mayores Nitrógeno, Fósforo y Potasio y elementos menores Calcio y Magnesio.

### **3.4.4 Raleos**

Los raleos se determinaron con base a la dinámica de crecimiento de *Gmelina arborea*. El primero a los 4 años y el segundo a los 8 años. Se aplicó una intensidad del 50% de la plantación, obteniéndose así los productos como leña y madera.

### **3.5 Fase de gabinete**

#### ➤ **Estimación de volumen total**

El volumen individual de un árbol se estimó a partir de la información de diámetro y altura, mediante una ecuación general de volumen ajustada utilizando el promedio de cada una de las parcelas.

$$V = 0,00007854 * (d)^2 * (h) * 0,5 \quad (\text{Ceballos, 1997})$$

Donde:

V= Volumen Total m<sup>3</sup>

0,00007854: Factor de conversión

d= Diámetro a la altura de pecho (DAP)

h: Altura total del árbol.

0.5: Factor de forma.

#### ➤ **Estimación de volumen comercial**

El volumen comercial de un árbol se estimó a partir de la información de tablas de distribución de conicidad desarrollada para la especie (Anexo 11) y mediante la ecuación de volumen desarrollada por Smalian, que se aplica a árboles tumbados.

$$V_{\text{comercial}} = (D+d/2)^2 * 0.00007854 * L \quad (\text{Ceballos, 1997})$$

Donde:

Vcomercial= Volumen comercial del árbol en m<sup>3</sup>

D: Diámetro mayor en cm.

d: Diámetro menor en cm.

0,00007854: Factor de conversión.

L: Largo de la troza en m.

### **3.5.1 Costos de establecimiento para una hectárea de *Gmelina arborea*.**

Se desarrolló a través de investigación en campo, donde se recolectó información con los propietarios de cada uno de los sitios referente a costos de mano de obra e insumos utilizados para el establecimiento de la plantación, así como información de los insumos en agroservicios, para las actividades siguientes:

➤ **Fase de Vivero**

Dentro de esta fase se desarrollaron las actividades siguientes: limpieza de terreno, preparación y nivelado del terreno, elaboración de camas o eras, llenado de bolsa, siembra de semilla, deshierbe en bolsa, deshierbe en bancal, aplicación de agroquímicos, poda de tallos, acarreo y colocación de bolsa, establecimiento de sombra, selección y embalaje, además se recolectó información sobre precios en distintos agroservicios de insumos como bolsas, semillas, fertilizantes y sustratos entre otros.

➤ **Preparación del terreno**

Las actividades que se realizaron fueron: limpieza, trazo, ahoyado, con una pendiente estimada del 12% al 15% y con un suelo de textura franco arcillosa y un porcentaje de pedregocidad baja.

➤ **Plantación**

La plantación se realizó a un distanciamiento de 3 x 3 m al cuadro. El ahoyado con dimensiones de 30 cm de profundidad, x 30 cm de ancho x 30 cm de largo.

➤ **Mantenimiento**

Las actividades que se incluyeron fueron plazoleo, limpieas, fertilización, control de plagas y enfermedades.

➤ **Raleo**

Consistió en dos intervenciones una a los 4 años y la otra a los 8 años en el cual se incluyeron la actividades de trazo de parcela, selección y

marcado de árboles, tumbado, desrame, picado y troceo, acarreo y panteo de leña en el sitio.

➤ **Aprovechamiento total**

Se incluyó la actividad de derribo, desrame, troceo y selección de trozas comerciales.

➤ **Insumos**

Esta información se obtuvo con la experiencia adquirida de los productores de dicha especie quienes manifestaron cuales fueron los materiales e insumos utilizados para cada una de las fases de la plantación.

### **3.5.2 Estimación de ingresos**

Para determinar los ingresos a obtener por venta de madera se visitaron aserraderos ubicados en el área metropolitana de San Salvador, para conocer las dimensiones y piezas que procesan de *Gmelina arborea* y sus respectivos precios. Además se hicieron visitas a productores para conocer el precio de venta a los aserraderos.

### **3.5.3 Análisis financieros**

Se elaboró un presupuesto de establecimiento de vivero, así como de plantación, mantenimiento y aprovechamiento de la misma hasta el año 12, lo cual proporcionó la información necesaria de costos e ingresos para realizar el análisis financiero de la plantación de *Gmelina arborea*, (Anexo 19). Para procesar esta información se procedió a usar el programa computacional Excel aplicando las siguientes formulas para el cálculo de los indicadores financieros:

$$\text{VAN} = (\text{Bn} - \text{Cn}) / (1+i)^n$$

Donde:

VAN= Valor actual neto

Bn= Ingresos actualizado

Cn= Costos actualizados

1= Factor

i= Tasa de interés

n= Numero de años

**TIR=** tasa menor + (tasa mayor – tasa menor)

$$\frac{\text{Flujo neto menor}}{\text{Flujo neto menor} + \text{Flujo neto mayor}}$$

**Relación beneficio costo (B/C)**

$$B/C = \frac{B_n / (1+i)^n}{C_n / (1+i)^n}$$

Donde:

B/C = Relación beneficio costo

B<sub>n</sub>= Ingresos actualizado

C<sub>n</sub>= Costos actualizados

1= Factor

i= Tasa de interés

n= Numero de años

#### **3.5.4 Zonas potenciales para el establecimiento de plantaciones**

##### **de *Gmelina arborea*.**

Para determinar dichas zonas se utilizó como base la información de los sitios en estudio, considerando variables como: temperatura (24 a 35°C), elevación (altitudes de 0-900 msnm), precipitación (1800 a 2300 mm), tipo de suelo y zona de vida; dichas características fueron encontradas en los sitios visitados. Luego se realizó una comparación de estas variables con las reportadas por los investigadores en la cuales se desarrolla favorablemente la especie.

Luego la información se proceso en el Software Arc View 3.3 en el Sistema de Información Geográfica (SIG), con lo que se determinaron las zonas potenciales para el establecimiento de Melina.

Con las bases de datos proporcionadas por el SNET, la cual contenía datos de temperatura media anual y precipitación así como las coordenadas geográficas de las estaciones metereologicas del país, se desarrolló un mapa de temperaturas y precipitación en el software ARC GIS, posteriormente se

procesó esta información con el software Arc View 3.3 en el sistema de información Geográfica (SIG), en dicho programa se procesaron las bases de datos de curvas de nivel (altitudes de 0-900 msnm), pendientes (menores del 50%), pedológico (aluviales, litosoles, andisoles y Latosotes arcillo rojizo), temperaturas y precipitación. Además se utilizó la base nacional proporcionada por el Ministerio del Medio Ambiente el cual contiene las ciudades importantes del país, los cuerpos de agua y tierra.

A partir de esta información se procedió a sobreponer los diferentes mapas con las características antes mencionadas, generando así dos mapas de zonas potenciales, uno el cual contiene todos los requerimientos óptimos de la especie para su desarrollo: temperatura de 24 a 35°C; precipitación anual 1800 a 2300 mm; altitud 0-900 msnm; pendiente menores de 50%; suelos aluviales, litosoles, andisoles y latosotes arcillo rojizo, y otro con las características de los sitios visitados: temperatura 20 a 30°C; precipitación anual 1600 a 2300 mm; altitud 0-900 msnm; pendiente menores de 50%; suelos aluviales, litosoles, andisoles y latosotes arcillo rojizo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Sondeo de especies maderables más utilizadas en los municipios muestreados.

Con el objetivo de conocer las especies maderables de mayor uso, conocimiento y preferencia en el país, se procedió a realizar un sondeo de opinión en el cual se muestreo lugares como carpinterías, aserraderos y talleres artesanales en los municipios de Nahuizalco, Sensuntepeque, Ilobasco, Cojutepeque, San Salvador. El resultado de dicho sondeo arrojó que las especies más utilizadas a nivel nacional para esta industria son: cedro y laurel con un 66%, cortez blanco y conacaste con un 50%, caoba con un 10.66% y *Gmelina arborea* con un 8.3 % (Fig.6). Estos porcentajes demuestran que las maderas nativas son las que tienen mayor conocimiento y demanda por la industria lo cual provoca que las importaciones de dichas maderas tengan una demanda ascendente año con año.



Fig. 6. Especies maderables más usadas en los municipios de Nahuizalco, Sensuntepeque, Ilobasco, Cojutepeque, San Salvador. El Salvador, 2005.

En El Salvador las especies nativas por las características físicas de color, resistencia y duración han representado para la industria de la fabricación de muebles, la construcción y artesanías como la principal fuente de extracción de madera, convirtiendo a las áreas protegidas como la única fuente de extracción del rubro mencionado a tal grado que a corto ó mediano plazo, podrían



constituirse en áreas a punto de extinguirse, sin tener productos sustitutos que disminuyen la presión sobre los mismos.

En El Salvador no existen políticas que beneficien el sector forestal, ya que existe reducida investigación y escasa capacidad técnica forestal (Cuellar, 2001); es por eso que se ve la necesidad de importar madera de países de la región centroamericana (MAG, 2005), pero en la actualidad existen especies de uso múltiple que se pueden convertir en productos sustitutos de las especies nativas a corto plazo y evitar la presión que existe sobre las áreas boscosas y naturales, es por eso que *Gmelina arborea*, se vuelve una alternativa para la producción de madera y leña, presentando las características físicas de color blanco amarillento, que es atractivo para los consumidores. No presenta olor ni sabor característico, tiene hilo inclinado entrecruzado, es de textura mediana, con brillo de mediano a alto, vetado liso (Montesinos, 1988), aunque actualmente la especie en cuanto a sus características para ser utilizada como especie maderable es poco conocida, a pesar de haber sido introducida en el año de 1987 por el proyecto de MADELEÑA (CATIE, 1997); actualmente en el país existe el interés de personas y aserraderos de trabajar con esta especie, lo cual la convierte en una alternativa potencial, pero las plantaciones ya existentes fueron establecidas sin considerar un manejo silvicultural, lo cual no permitió que dicha especie se desarrollara óptimamente.

#### **4.2. Variables dasométricas**

Las variables dasométricas, altura total, altura comercial, DAP son utilizadas para la estimación y cuantificación de volumen de madera aserrable, así como para la obtención de leña en plantaciones forestales. Con el objetivo de realizar la evaluación financiera de la producción de madera fue necesario hacer uso de estas, en cada sitio en estudio y así determinar la volumetría por hectárea.

##### **4.2.1 Densidades de árboles encontradas en cada uno de los sitios**

El estudio comprendió un muestreo de tres sitios en los cuales existían plantaciones de *Gmelina arborea* con una edad promedio de 12 años; según Martínez (1989), la *Gmelina arborea* tiene turnos de aprovechamiento a los doce

años alcanzando una altura de 15 m y un diámetro de 40 cm obteniéndose un volumen total de 355 m<sup>3</sup>/ha; con la investigación realizada en los diferentes sitios en estudio se comprobó que en El Salvador se pueden obtener diámetros de 36.76 cm y alturas de 22.75 m y un volumen total de 446.33 m<sup>3</sup>/ha (Cuadro 5), siendo estos los promedios de los tres sitios en estudio, es decir que con los parámetros antes mencionados se considera que en el país se puede producir madera a los 12 años, con rendimientos superiores a los reportados en el resto de la región centroamericana. Es de notar también que los sitios en estudio presentaban las características de no tener ningún manejo silvicultural por lo cual los datos obtenidos en la investigación pueden diferir de los reportados en una plantación manejada ya que se puede considerar que las plantaciones tuvieron un desarrollo natural sin la intervención del hombre.

Cuadro 5. Promedios de variables dasométricas encontradas en los sitios de estudio, El Salvador, 2005.

Sitio	nº Árboles	DAP (cm)	Altura (m)	Vol/ha Total (m <sup>3</sup> )*
GUACOTECTI	9	41.76	23.8	151.2
SAN JULIAN	16	26.81	21.33	188.8
SONSONATE	27	41.63	23.13	999
Promedio		36.76	22.75	446.33

\* El volumen total se obtuvo haciendo uso de la formula general  $(\pi/4 d^2 \cdot h \cdot 0,5)$

Cuadro 6. Promedios de variables dasométricas de los árboles tipo para la determinación de altura total y comercial en cada sitio de estudio, El Salvador, 2005.

Sitio	nº Árboles	Altura Comercial (m)	Altura Total (m)	DAP (cm)	Espesor de Corteza (cm)	Diámetro de copa DICO (m)
SAN JULIAN	3	13.53	24.53	24.6	2.0	7.23
GUACOTECTI	3	11.2	21.67	38.63	2.97	11.77
SONSONATE	4	16.94	27.19	47.95	2.85	6.73
Promedio		13.89	24.46	36.76	2.60	8.56

\*La altura total y comercial así como el valor de DICO son promedios de los árboles encontrados en cada sitio de estudio.

Se consideró a los árboles tipos, como aquellos que presentaron características de fuste recto, uniforme, diámetros considerables y alturas dominantes de los árboles, con los cuales se determinó las alturas totales y comerciales, así como los diámetros de copa que la especie requiere para su desarrollo (Cuadro 6).

Según el CATIE (1984), *Gmelina arbórea* puede alcanzar alturas comerciales de 6 a 9 m, en la presente investigación se obtuvo una altura comercial de 13.89 m, teniendo en cuenta que dicha altura sirve para cuantificar el volumen comercial.

En cuanto al diámetro de copa se determinó 8.56 m, considerando que con este espacio los árboles pueden alcanzar diámetros de 36.76 cm y alturas de 22.75 m, lo cual establece un parámetro para el establecimiento de la plantación, es decir el distanciamiento óptimo para el desarrollo de la especie 3.5 m x 3.5 m.

Según el CATIE (1984), en el periodo de 5 a 8 años se puede llegar a producir de 20 a 35 m<sup>3</sup>/ha de leña. En El Salvador en los períodos de 4 a 8 años se puede producir de 21.9 a 24.41 m<sup>3</sup>/ha de leña. (Cuadro 7).

En cuanto al volumen comercial de *Gmelina arbórea*, es decir es la cuantificación de trozas, la investigación se reportó 397.33 m<sup>3</sup>/ha; este volumen se relaciona con las alturas comerciales que presenta la especie, así como también el volumen aserrable de 105.46 m<sup>3</sup>/ha en los diferentes sitios de estudio. La altura comercial encontrada en la investigación fue de 13.89 m, y la reportada por el CATIE (1984), es de 6 a 9 m, es decir que se tiene un incremento de 4.89 m bajo las condiciones existentes en el país.

Cuadro 7. Volumen comercial y volumen comercial aserrable/ha de madera a obtener y cuantificación de m<sup>3</sup> de leña en los sitios evaluados, El Salvador, 2005.

SITIOS	Nº Arb/ha	Año	VC/ha m <sup>3</sup> (*)	VC/ha aserrable m <sup>3</sup> (**)	Volumen de Leña m <sup>3</sup> /ha ***
GUACOTECTI	90	4	****	****	21.9
		8	****	12.21	24.41
		12	97.9	48.95	53.3
SAN JULIAN	320	4	****	****	21.9
		8	****	12.21	24.41
		12	144	72	44.8
Sonsonate	540	4	****	****	21.9
		8	****	12.21	24.41
		12	950.4	475.2	48.6
Promedio			397.33	105.46	31.74

\* El volumen comercial se obtuvo utilizando la tabla de distribución de conocida para *Gmelina arborea* y haciendo uso de la formula de Smalian

\*\* El volumen comercial aserrable se obtuvo haciendo uso de la formula de Smalian y posteriormente se multiplico este valor por 0,5

\*\*\* El pante de leña estereo es igual a Volumen de leña / 1.44 con dimensiones 2 m de alto x 2 m de largo x 0.6 m de ancho

VC/ha= Volumen comercial por hectárea en m<sup>3</sup>.

VC/ha aserrable= Volumen comercial aserrable por hectárea en m<sup>3</sup>.

Para calcular el volumen de leña y madera aserrable en el cuarto y octavo año, se utilizó el incremento medio anual (IMA). El CATIE (1989) reporta que *Gmelina arborea* puede alcanzar incrementos medios anuales en altura de 2.4 m y de diámetros 3.1 cm a los nueve años; en la investigación los incrementos oscilan de 2.0 m y en diámetro 3.3 cm a los doce años (Anexo 12), encontrándose estos dentro del de rango que los investigadores reportan en este tipo de estudio.

*Gmelina arborea* es una especie que se desarrolla en suelos de textura franco limosos y además deben ser profundos, se considera que los sitios mas productivos en dicha especie son aquellos que contienen un promedio de 10 y 6 meq/100ml de Calcio y Magnesio respectivamente en el primer horizonte; en

cuanto a su topografía la pendiente no debe sobrepasar el 50% (Vásquez, 1995). No obstante en los sitios de estudio se encontró textura franco arcilloso y pendientes promedios de 5-23%. El análisis químico de elementos mayores Nitrógeno, Fósforo, Potasio y menores Calcio y Magnesio, están por debajo de los niveles mínimos reportados por Salazar (1989), que la especie requiere para el crecimiento y desarrollo (Anexo 14,15,16). Cabe mencionar que aunque los niveles de dichos elementos no sean los requeridos, la especie se ha desarrollado favorablemente en El Salvador debido a que en los sitios se encontró buena profundidad efectiva.

En cuanto a las condiciones climáticas, las temperaturas medias mensuales oscilan entre 24° y 35°C, precipitación óptima es de 1,800 a 2,300 mm. La mayor parte de la zona de distribución natural se encuentra entre 90 y 900 msnm (CATIE, 1997). En el país los rangos de temperatura están dentro de 23.9 a 27.4°C, precipitación de 1733 a 1923.3 mm anuales y altitudes desde los 0 a los 900 msnm, los sitios evaluados presentan condiciones climáticas similares a los requerimientos óptimos para la especie.

#### **4.2.2 Densidad de árboles proyectados**

Es de tener en cuenta que los sitios antes mencionados no fueron manejados silviculturalmente por lo cual los volúmenes de madera y leña pueden variar en relación a los resultados obtenidos. Es por eso que se precedió a proyectar con 200 árboles a la corta final, que es lo que recomienda Briscoe (1995), para trabajos de esta naturaleza, con los diámetros, altura total y altura comercial ideales para cada uno de los sitios y con un manejo silvicultural. Para la estimación de los volúmenes de madera y leña se utilizaron las variables alturas y diámetros encontrados en los sitios de estudio (Cuadro 8).

Cuadro 8. Promedios de variables dasométricas encontradas en cada sitio de estudio y proyectadas con 200 árboles/ha, El Salvador, 2005

Sitio	nº Árboles	DAP (cm)	Altura total (m)	Vol/ha Total (m <sup>3</sup> ) *
GUACOTECTIC	9	41.76	23.8	336
SAN JULIAN	16	26.81	21.33	118
SONSONATE	27	41.63	23.13	370
Promedio		36.73	22.75	274.67

\* El volumen total se obtuvo haciendo uso de la formula general ( $\Pi/4 d^2 \cdot h \cdot 0,5$ )

Cuadro 9. Volumen comercial y volumen comercial aserrable/ha de madera a obtener y cuantificación de m<sup>3</sup> de leña en cada sitio de estudio con 200 árboles/ha, El Salvador, 2005.

Sitios	Año	*VC/ha m <sup>3</sup>	** VC/ha aserrable m <sup>3</sup>	Volumen de Leña m <sup>3</sup>
GUACOTECTI	4	****	****	21.9
	8	****	12.21	24.41
	12	217.6	108.8	118.4
SAN JULIAN	4	****	****	21.9
	8	****	12.21	24.41
	12	90	45	28.0
SONSONATE	4	****	****	21.9
	8	****	12.21	24.41
	12	351.5	175.7	18.5
Promedio		219.7	61.02	33.76

\* El volumen comercial se obtuvo utilizando la tabla de distribución de conicidad para *Gmelina arborea* y haciendo uso de la formula de Smalian.

Tomando en consideración que la densidad inicial influye en el desarrollo de la especie, es por eso que se recomienda hacer un manejo silvicultural, teniendo en cuenta que el raleo es un factor principal en el desarrollo de las plantaciones, es decir que se propone establecer 816 árboles/ha, con un distanciamiento de 3.5 x 3.5 m al cuadro, y realizando un raleo del 50% de intensidad a los 4 y 8 años y el aprovechamiento final al año 12, para obtener diámetros promedios de 40 a 50 cm y alturas de 25 a 30 m, teniendo un

mantenimiento y manejo silvicultural desde la fase de vivero hasta el aprovechamiento final.

Esta propuesta se basa en que los árboles al aprovechamiento alcanzan un diámetro de copa (DICO) de 7.07 m, lo cual permite determinar el distanciamiento óptimo para el buen desarrollo de la especie.

### **4.3 Costos e Ingresos**

#### **4.3.1 Costos**

Los costos estimados para una plantación se deben cuantificar desde la fase de vivero hasta el aprovechamiento final. Para el establecimiento de un vivero se puntualizan todas las actividades e insumos necesarios para el desarrollo del mismo (Cuadro 10).

Para establecer una hectárea a un distanciamiento de 3.5 x 3.5 m se requiere una población de 816 plantas, pero se debe considerar una mortalidad de vivero de 3% y dentro del terreno un 9% por efectos climáticos, de plagas y enfermedades, por lo que se deben producir un total de 914 plantas/ha

Según Juárez (1991), la toma de decisiones para seleccionar opciones de producción forestal, necesita considerar la estructura o composición de los diferentes insumos, materiales y mano de obra utilizados en el proceso de la producción. El costo es el valor en términos monetarios de las cantidades de insumos (esfuerzo humano de la mano de obra y de materiales) utilizados para producir un producto o servicio forestal. Para el establecimiento del vivero se considera que la producción de plantas no debe sobrepasar un monto de \$0.22 ctv/planta, en el presente estudio se cuantificó un monto total de \$148,03 (Cuadro 10), produciendo 914 plantas/ha, estimándose que al realizar todas las actividades de vivero el precio por planta producida es de \$0.16 ctv, indicando de esta manera que es factible que los productores establezcan sus propios viveros, ya que el valor se encuentra entre los rangos reportados por los investigadores.

Cuadro 10. Costos de establecimiento de vivero para una hectárea de *Gmelina Arborea Roxb.* El Salvador, 2005.

Actividad	Cantidad	Rendimiento	Mano de obra (d/h)	Costo unitario (\$)	Total \$
a)Mano de obra calificada (jornales)					
Viverista (5 meses)	914 plantas	50,000 plantas/vivero	3,0	5,24	15,72
b)Mano de obra no calificada					
Limpieza y nivelado del terreno	2 m <sup>2</sup> .	200 m <sup>2</sup> /jornal	0,01	4	0,04
Cercado del terreno	5ml.	25 ml	0,2	4	0,80
Preparación de bancales	1.3m <sup>2</sup>	56 m <sup>2</sup> /jornal	0,02	4	0,08
Preparación mezcla de sustrato	2.0m <sup>3</sup>	2 m <sup>3</sup> /jornal	1,00	4	4,00
Llenado de bolsas	914 bolsas	500 bolsas./jornal	1,82	4	7,28
Acarreo y colocación de bolsas	914 Plantas	1,000 bolsas/jornal	1	4	4,00
Establecimiento de sombra	2ml.	12 m <sup>2</sup> /jornal	0,2	4	0,80
Riego (diariamente/3meses)	914 Plantas	10,000 plantas/jornal	8,2	4	32,80
Fertilización	914 Plantas	2,500 plantas/jornal	0,4	4	1,60
Desmalezado (2)	914 Plantas	6,000 plantas/vivero	0,3	4	1,20
Fumigación (2)	1.3 m <sup>2</sup>	100 m <sup>2</sup> /jornal	0,03	4	0,12
Selección y embalaje	914 Plantas	2,000 plantas/jornal	0,5	4	2,00
<b>SUBTOTAL</b>			16,7	4	66,72
c)Costos de materiales/insumos	<b>cantidad</b>	<b>costo/unidad</b>			<b>Total \$</b>
Semilla	0.83Kg.	10			8,3
Sustrato (tierra, arena y materia orgánica)	2 m <sup>3</sup>	13,00			26
Transporte de materiales al vivero	0.04 viajes	57,14			2,29
Postes (2 a 3 m de altura)	1 Poste	1,00			1
Alambre de púas	0.1 qq	19,80			1,98
Materiales para sombra (enramada)	2m <sup>2</sup>	0,40			0,80
Envases (bolsas de polietileno 6" x 9")	914 bolsas	0,01			9,14
Materiales para bancales	1.3 m <sup>2</sup>	0,05			0,07
Control de plagas y enfermedades	914 Plantas	0,01			9,14
**mantenimiento	914 Plantas	0,01			9,14
<b>SUBTOTAL</b>		101,42			67,85
<b>TOTAL</b>					134,57
Administración 10%					13,46
<b>TOTAL</b>					148,03

\* Se estima el salario de un viverista \$5.24/día

\*\* Bomba de mochila, regadera, palas, rastrillos, azadón, zaranda entre otros.



Cuadro 11. Actividades y costo de establecimiento de una hectárea de Melina (*Gmelina Arborea Roxb*), El Salvador, 2005.

<b>Actividad</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>M. O</b>	<b>Costo</b>	<b>Total (\$)</b>
<i>PREPARACION DEL TERRENO</i>		(d/h)	unitario (\$)	
Chapeo o limpia	438 m <sup>2</sup> /jornal	22,8	4	91,2
Hechura de cerca	25 ml/ jornal	4	4	16
Plazoleo	300 plazas/jornal	2,7	4	10,8
Ahoyado	130 hoyos/Jornal. (30cm ancho x 30 Profundo)	6,27	4	25,08
<i>PLANTACION</i>				
Transporte de plantas	555 plantas/jornal	1,47	4	5,88
Distribución de plantas	130 plantas/jornal	6,27	4	25,08
Plantación	500 Plantas/Jornal	1,63	4	6,52
Control Fitosanitario	10,000m <sup>2</sup> /Jornal	1	4	4
<i>MANTENIMIENTO</i>				
Chapea o limpia	438m <sup>2</sup> /Jornal	22,8	4	91,2
Plazoleo	300 Plantas/Jornal	2,7	4	10,8
Fertilización	555 plantas/jornal	1,47	4	5,88
Ronda contra fuego(3 ml)	100 ml/Jornal	1	4	4
Control de plagas (2 aplicaciones)	10,000m <sup>2</sup> /Jornal	2	4	8
Total		76,11		\$304,44
<i>COSTOS DE MATERIALES E INSUMOS</i>				
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Chuzo	Unidad	1	4	4
Machete	Unidad	1	10	10
Piocha	Unidad	1	6	6
Azadón	Unidad	1	10	10
Rollo de alambre de espiga	Rollo	1	17	17
Fertilizante (20-20-0) 2 onz./ planta	Qq	1,02	18,2	18,56
Folidol	Lb	2	0,81	1,62
Cupravit	Kg.	2	6	12
Alquiler de equipo *	Varios		10	10
Transporte de materiales e insumos	Viajes	1	10	10
Sub. Total			\$92,01	\$99,18
Total				\$403,62
10% admón.				\$40,36
Total				\$443,99

\* En concepto de Alquiler de Bomba de mochila y otros Equipos

Cuadro 12. Actividades y costo de mantenimiento de una hectárea de Melina (*Gmelina arborea Roxb*) para el segundo año después del establecimiento. El Salvador, 2005.

Actividad	Rendimiento	M. Obra (d/h)	Costo unitario (\$)	Total (\$)
<i>PREPARACION DEL TERRENO</i>				
Chapeo o Limpia (2)	438 m <sup>2</sup> /jornal	45,6	4	182,4
Plazoleo (1)	300 Plazas/jornal	2,7	4	10,8
Fertilización	555 plantas/jornal	1,47	4	5,88
Control fitosanitario	10,000m <sup>2</sup> /Jornal	1	4	4
Ronda corta fuego(3ml)	100 ml/Jornal	1	4	4
Podas (3 m altura)	317 Plantas/jornal	2,57	4	10,28
<i>Sub. Total</i>		<i>54,34</i>	<i>\$24,00</i>	<i>\$217,36</i>
<i>COSTOS DE INSUMOS</i>				
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario \$	Costo Total \$
Fertilizante (20-20-0) 2 onz/planta	qq	1,02	18,2	18,564
Folidol0	Lb	2	0,81	1,62
Cupravit	Kg.	2	6	12
<i>Sub. Total</i>			<i>25,01</i>	<i>32,18</i>
Total				249,54
10% Admón.				24,95
Total				274,50

En cuanto al establecimiento, se determina todas las actividades silviculturales necesarias para el desarrollo de *Gmelina arborea* y los días hombres requeridos para la realización de dichas actividades (cuadro11-12), teniendo en cuenta que el día hombre representa un jornal diario trabajando 8 horas a un precio de \$4/jornal. También se cuantifican los distintos insumos necesarios para realizar dichas actividades.

Cuadro 13. Costos de establecimiento del vivero forestal, plantación, mantenimiento, manejo silvicultural y aprovechamiento forestal. El Salvador, 2005.

Año	Detalle	D/H	Costo \$	ADMON	Total \$
			Sub. Total	10%	
1	Vivero forestal	16,7	\$134,57	\$13,46	\$148,03
	Establecimiento de la plantación	76,11	\$403,62	\$40,36	\$443,98
	<i>Sub. Total</i>		\$538,19	\$53,82	\$592,01
2	Costo de mantenimiento de la plantación	54,34	\$249,54	\$24,95	\$274,49
	<i>Sub. Total</i>		\$249,54	\$24,95	\$274,49
* 3	Chapea o limpia (2)	45,6	\$182,40	\$18,24	\$200,64
	Control Fitosanitario	1	\$4,00	\$0,40	\$4,40
	Ronda Contra fuego 3ml	1	\$4,00	\$0,40	\$4,40
	<i>Sub. Total</i>		\$190,40	\$19,04	\$209,44
4	1er Raleo 1m <sup>3</sup> / Jornal	17	\$68,00	\$6,80	\$74,80
	Poda	1,28	\$5,12	\$0,51	\$5,63
	Ronda Contra fuego 3 ml	1	\$4,00	\$0,40	\$4,40
	<i>Sub. Total</i>		\$77,12	\$7,71	\$84,83
5,6,7	Ronda Contra fuego 2 ml	3	\$12,00	\$1,20	\$13,20
	<i>Sub. Total</i>		\$12,00	\$1,20	\$13,20
8	2do Raleo 1 m <sup>3</sup> / Jornal	17	\$68,00	\$6,80	\$74,80
	Ronda Contra fuego 3 ml	1	\$4,00	\$0,40	\$4,40
	<i>Sub. Total</i>		\$72,00	\$7,20	\$79,20
9,10,11	Ronda Contra fuego 3 ml	3	\$12,00	\$1,20	\$13,20
	<i>Sub. Total</i>		\$12,00	\$1,20	\$13,20
12	Corta final	33,5	\$134,00	\$13,40	\$147,40
	<i>Sub. Total</i>		\$134,00	\$13,40	\$147,40
	<b>TOTAL</b>	<b>271,53</b>	<b>\$1.285,25</b>	<b>\$128,53</b>	<b>\$1.413,78</b>

\* A partir de este año, el costo de las actividades son similares para los años siguientes.

Para analizar el valor costo de una actividad, se necesita disponer de información de los indicadores del esfuerzo físico (hora/hombre) y de la cantidad de insumos utilizados para producir un producto (rendimiento). Aunque el CATIE a través del proyecto MADELEÑA, dispone de información sobre diferentes actividades y sistemas de producción, frecuentemente se desconoce el número de jornales o la cantidad de insumos requeridos por cada actividad. Para

solucionar este problema se puede obtener información de estudios específicos de campo, encuesta y entrevista para determinar las actividades de establecimiento y aprovechamiento (CATIE, 1991); en la presente investigación se siguieron los parámetros establecidos por CATIE teniendo en cuenta también que las condiciones climáticas, edáficas y vegetación presente la cual influye en la cantidad de días hombres e insumos necesarios para la realización de dichas actividades.

Es de notar que la mayor inversión para el establecimiento de la plantación se realiza en los años 1 y 2 y a partir del año 3 esta se reduce, ya que las actividades silviculturales más necesarias son: la chapea, limpia y rondas contra fuego que son necesarias hasta el aprovechamiento final (Cuadro 13).

#### **4.3.2 Ingresos**

Los ingresos están cuantificados al precio que los productores venden a los aserraderos y en base a los productos de madera aserrada y leña a obtener en los años 4, 8 y 12, es así que el pante de leña se venden en \$10, con lo que respecta a la madera aserrada los productores venden la vara a \$0,53 ctv y el metro cúbico a \$59.44 con las dimensiones de tabla en rollo: 16x1/2"x1", cuartón: 2x1/2"x1/2"; tabloncillo en rollo: 11"x1x1/2" (Anexo 17), en cambio de aserradero a consumidor final la vara se vende a \$1.60 y el metro cúbico a \$125.07 con las dimensiones ya mencionadas.

Una de las limitantes que el sector forestal ha tenido en El Salvador es que los productos forestales obtenidos se venden a bajos precios, lo cual influye en que los productores no tengan incentivos, para establecer plantaciones forestales, por eso es necesario crear canales de comercialización, en los cuales el productor tenga la oportunidad de ofertar sus productos de una manera directa ya que en el país se observa que los mayores ingresos quedan en manos de los intermediarios (Anexo 18). Afectando así a los productores lo cual no retribuye los costos de inversión. Para la evaluación financiera se utilizó el precio de venta del productor al aserradero.

Cuadro 14. Ingresos proyectados por leña y madera aserrable en los sitios de estudios con las diferentes densidades encontradas, El Salvador, 2005.

Sitios	Año	Vol. Madera aserrable m <sup>3</sup>	Número de pantes	Ingresos Leña \$	Ingresos de madera \$	Total de Ingresos \$
GUACOTECTI	4	***	15.21	152	****	152
	8	12.21	16.95	169.51	725.47	894.98
	12	48.95	37	370	2909.59	3279.59
SAN JULIAN	4	***	15.21	152	***	152
	8	12.21	16.95	169.51	725.47	894.98
	12	72	31	310	4279.68	4589.68
SONSONATE	4	***	15.21	152	***	152
	8	12.21	16.95	169.51	725.47	894.98
	12	<b>475.2</b>	<b>33</b>	<b>330</b>	<b>28245.89</b>	<b>28575.89</b>

Costo m<sup>3</sup> madera: \$59.44; Pante de leña: \$10 con dimensiones de 2 m de alto x 2 m de largo x 0.6 m de ancho

Cuadro 15. Ingresos proyectados por leña y madera aserrable de *Gmelina arborea* de los sitios en estudio con una densidad de 200 árboles/ha El Salvador, 2005.

Sitios	Año	Vol. Madera aserrable m <sup>3</sup>	Número de pantes	Ingresos Leña \$	Ingresos de madera \$	Total de Ingresos \$
GUACOTECTI	4	***	15.21	152	****	152
	8	12.21	16.95	169.51	725.47	894.98
	12	108.8	82.22	822.22	6467.07	2864.8
SAN JULIAN	4	***	15.21	152	***	152
	8	12.21	16.95	169.51	725.47	894.98
	12	45	19	190	2674.8	2864.8
SONSONATE	4	***	15.21	152	***	152
	8	12.21	16.95	169.51	725.47	894.98
	12	175.7	15	150	10443.61	10593.61

El precio de la madera aserrada en el mercado local de Costa Rica es aproximadamente \$160/m<sup>3</sup>. Además existen reportes de compra de madera

aserrada y seca de *Gmelina arborea* a \$225/m<sup>3</sup> (Alfaro, 2000); en El Salvador el precio de la madera es subvalorado, si se compara el precio local de Costa Rica, observándose que existe una marcada diferencia en relación a los encontrados.

### 4.3.3 Análisis financiero

Según Alfaro (2000), la evaluación financiera de los proyectos de reforestación con *Gmelina arborea* muestran una tasa interna de retorno (TIR), que varía entre 12 y 18% dependiendo de la calidad del sitio y del precio de la madera. Para una plantación en un sitio de productividad promedio (16.2/m<sup>3</sup>/ha/año) de volumen comercial considerando trozas con diámetros de índice de utilización de 10 cm, la TIR es de 16.9%

Cuadro16. Indicadores financieros para cada sitio en estudio con densidades encontradas y proyectadas de *Gmelina arborea* El Salvador, 2005.

Sitio	Densidad	TIR %	VAN%	B/C \$
Guacotecti	Encontrada	**	-365.37	0.58
	Proyectada	6.65	1627.05	1.08
San Julián	Encontrada	**	285.61	0.86
	Proyectada	***	-571.48	0.86
SONSONATE	Encontrada	21.32	12204.37	3.75
	Proyectada	10.8	3268.98	1.5

En el país para que un sitio sea rentable financieramente se necesita producir diámetro que oscilen entre 40 a 50 cm, una altura comercial de 11.2 a 16.94 m y producir volúmenes de 108.8 a 175.7 m<sup>3</sup> y vender la madera aserrada a \$59.44 y el pante de \$10, tomando una tasa de interés del 6% bajo la línea especial Fondo de crédito para el medio ambiente (FOCAM) del Banco Multisectorial de Inversiones (BMI), y un periodo de gracia de 5 años a un plazo de pago de 12 años.

➤ **Discusión de la evaluación financiera de las densidades encontradas.**

El análisis de los indicadores financieros de los diferentes sitios en estudio teniendo en cuenta que la densidad de los árboles en cada sitio es diferente, partiendo que Guacotecti se tiene un promedio de DAP de 41.76 cm, una altura comercial de 11.2 m y una densidad de 90 árboles/ha lo cual esto incidió que el volumen calculado en dicho sitio, fue de 48.95 m<sup>3</sup> de volumen comercial/ha aserrable, obteniéndose los indicadores financieros siguientes: VAN -365.37, indicando que la producción de madera en este sitio, no puede pagar los costos incurridos de la inversión; relación beneficio/costo de \$0.58 (Cuadro 16), que indica que existe pérdida ya que no se puede recuperar el dólar invertido, es así que la evaluación financiera determina que no es rentable la producción de madera en este sitio bajo las condiciones de estudio. No obstante los árboles presentan un buen crecimiento pero la densidad presente no hace atractiva la inversión

Para el caso de San Julián se tiene un promedio de DAP de 26.81 cm una altura comercial de 13.53 m y una densidad de 320 árboles/ha. En este sitio se encontraron los siguientes indicadores financieros: VAN 285.61, lo cual refleja que se pueden pagar los costos e inversión incurrida y la tasa de interés, generando una utilidad de \$285.61. Aunque en la relación beneficio costo \$0.86 (Cuadro 16), demuestre que financieramente no sea rentable la producción de madera.

En términos financieros estos dos sitios no son rentables, pero ambientalmente cumplen con beneficios de filtración de agua, evitan la erosión del suelo, transformación de Co<sub>2</sub>, hábitat de fauna, la cual en la presente investigación no han sido cuantificados dichos elementos, pero si se valoraran los beneficios ambientales estas plantaciones fueran rentables por los pagos de estos.

Para el sitio de Sonsonate (CASSA) en el municipio de Sonsonate, se reporta un DAP promedio de 41.63 cm, una altura comercial de 16.94 m y una densidad de 540 árboles/ha, obteniéndose un volumen de madera aserrable de 475.2m<sup>3</sup>/ ha, encontrándose los siguientes indicadores financieros: VAN de

\$12,204.37, indicando que la producción de madera en este sitio puede pagar todos los costos incurridos y la tasa de interés del 6% y la inversión inicial en la cual queda una ganancia neta de \$12,204.37 a los 12 años, una TIR de 21.32% lo cual esto indica que con la producción de madera en este sitio y en el transcurso del tiempo puede alcanzar a pagarse una tasa de interés del 21.32%. En cuanto a la relación beneficio/costo \$3.75 (Cuadro 16), indicando esto que con la venta de la madera permite recuperar el dólar invertido, y se obtiene una ganancia de \$2.75.

En este sentido la plantación de Sonsonate (CASSA), presentó los mejores indicadores financieros, por lo que resultó ser el sitio de mayor éxito financiero para la producción de madera a los 12 años de edad.

➤ **Discusión de la evaluación financiera de las densidades proyectadas.**

Pero teniendo en cuenta que dichos sitios contaban con densidades diferentes y no habían tenido un manejo silvicultural, se procedió a proyectar los tres sitios a una densidad de 200 árboles/ha para el aprovechamiento final (12 años), considerando los diámetros y las alturas comerciales encontradas, teniendo así para Guacotecti un volumen calculado de 108.8 m<sup>3</sup>/ha de madera aserrable, reportando los siguientes indicadores financieros: VAN de \$1,627.05, indicando que la producción de madera en este sitio puede pagar todos los costos e inversión incurridos, a una tasa de interés del 6% en la cual queda una ganancia neta de \$1,627.05 a los 12 años. Una TIR de 6.65% lo cual esto indica que con la producción de madera en este sitio y en el transcurso del tiempo puede alcanzar a pagarse una tasa de interés del 6.65%. Y la relación/beneficio costo \$1.08 (Cuadro 16), indicando esto que con la venta de la madera permite recuperar el dólar invertido y se obtiene una ganancia de \$0.08 ctvs a los 12 años.

Para San Julián un volumen calculado de 45 m<sup>3</sup> de madera aserrable. Es decir que la incidencia de San Julián es el diámetro alcanzado que es de 26.81 cm, lo cual permite que con 200 árboles de densidad a los 12 años se obtuvieron los indicadores financieros: VAN -571.48 y una relación beneficio/costo \$0.86 (Cuadro 16), lo cual indica que la producción de madera en este sitio, no puede pagar los costos incurridos de la inversión, es así que la evaluación financiera determina que no es rentable la producción de madera.



En Sonsonate (CASSA) Sonsonate se obtuvo un volumen calculado de 175.7 m<sup>3</sup> de madera aserrable, encontrando los siguientes indicadores financieros: VAN de \$3,268.98 indicando que la producción de madera en este sitio puede pagar todos los costos incurridos la tasa de interés del 6% y la inversión inicial en la cual queda una ganancia neta de \$3,268.98 a los 12 años una TIR de 10.8% lo cual indica que con la producción de madera en este sitio y en el transcurso del tiempo puede alcanzar a pagarse una tasa de interés del 10.8%. La relación beneficio/costo \$1.50 (Cuadro 16), indicando esto que con la venta de la madera permite recuperar el dólar invertido y se obtiene una ganancia de \$0.50 ctvs a los 12 años.

#### **4.4 Zonas potenciales para el establecimiento de *Gmelina arborea***

En la figura 7 se muestra la distribución geográfica en El Salvador de zonas potenciales con características encontradas en los sitios de estudio, suelos similares, temperaturas que oscilan entre 24 a 35 °C, precipitación media anual de 1800 a 2300 mm y un rango de altitud de 90 a 900 msnm, pendientes menores del 50%, siendo estas las características óptimas reportadas por los investigadores, con un área potencial de 214,018.67 has. Teniéndose en cuenta que el factor limitante es la precipitación anual ya que en el país los rangos antes mencionados son pocas las áreas que alcanzan estos valores.

En la figura 8 se detalla la distribución geográfica en El Salvador de zonas potenciales con características de los sitios visitados, suelos, temperaturas que oscilan desde 20 a 30°C, precipitación media anual de 1600 a 2300 mm y un rango de altitud de 0 a 900 msnm, pendientes menores del 50%, teniendo un área potencial de 543,527.84 has.

Es de mencionar que las zonas potenciales encontradas usando las características reportadas por los investigadores, limitan dichas zonas ya que los requerimientos reportados por ellos no se asemejan a las condiciones ambientales existentes dentro del país esto hace que el porcentaje en dichas áreas se aumenten en un 50% más de lo que se establecería con las condiciones que se reportan para dicha especie.

Dentro de la distribución geográfica pudiesen encontrarse zonas naturales y áreas boscosas del país, de ser así estas no se tomarían como áreas potenciales, ya que están reguladas bajo objetivos de manejo establecidos con criterios de conservación.

Según Díaz (2001) las zonas geográficas para producción comercial de madera exitosamente es de 947,000 has, pero para la producción de madera de *Gmelina arborea* se estimó un 57% de esta área reportada con características y condiciones ambientales dentro del país.

Dentro de los departamentos que presentan mayores áreas potenciales, se pueden mencionar Sonsonate con 68,496.07 ha, Cuscatlan con 64.103,66 ha y Chalatenango con 63,949.24 ha, siendo estas áreas con las características climáticas y edáficas para que la especie se desarrolle adecuadamente.

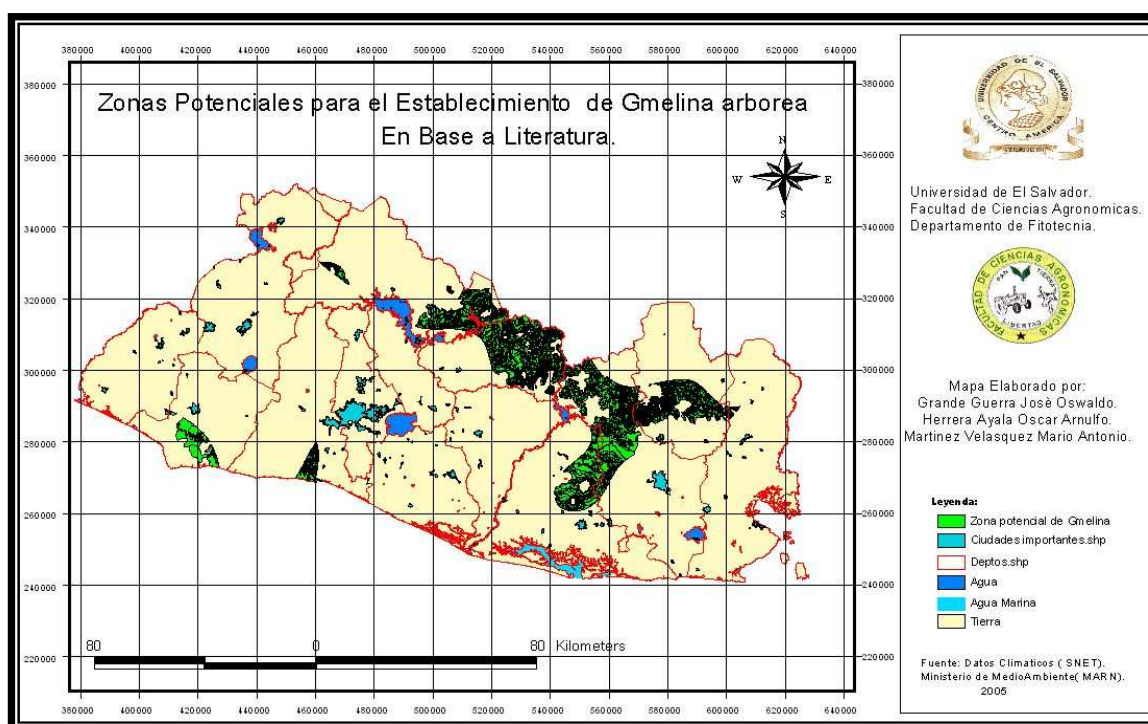


Fig. 7. Mapa de zonas potenciales para el establecimiento de plantaciones de *Gmelina arborea* según investigadores El Salvador, 2005.

Cuadro. 17 Áreas potenciales por departamento para el establecimiento de plantaciones de *Gmelina arborea*. El Salvador, 2005.

Departamento	Área en ha.
Ahuachapan	208,44
Cabañas	54.304,13
Chalatenango	28.935,94
La Libertad	5.984,60
La Unión	757,70
Morazán	30.976,68
San Miguel	56.159,09
San Vicente	30,88
Sonsonate	11.258,64
Usulután	25.402,56
Total	214,018.67

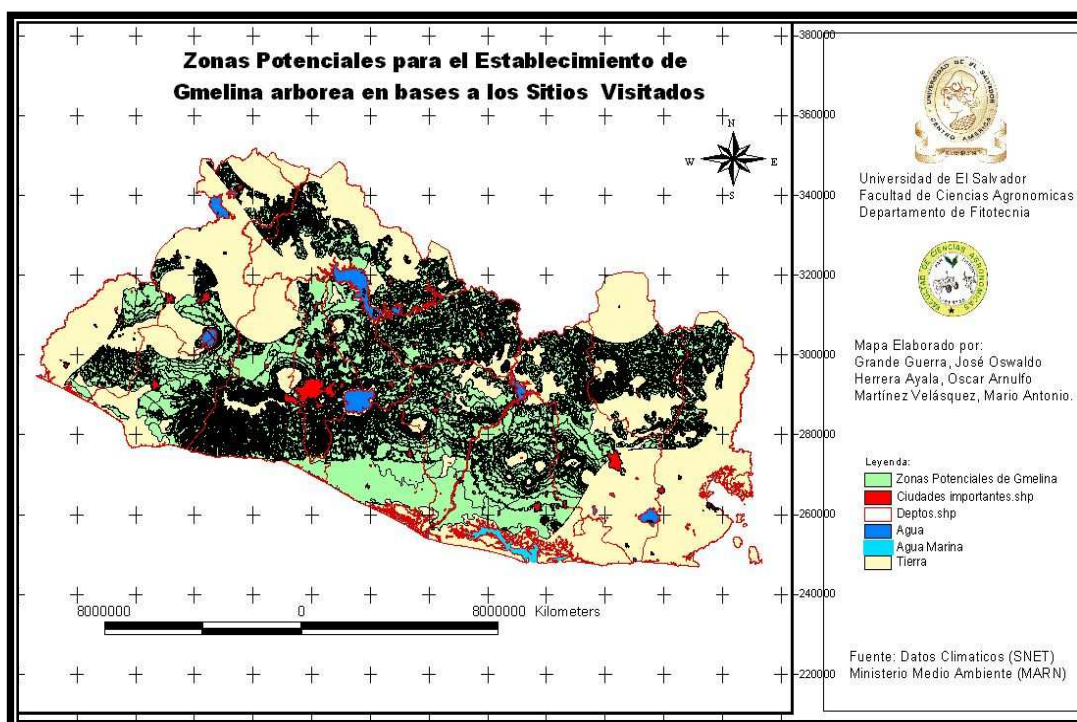


Fig. 8 Mapa de zonas potenciales para el establecimiento de plantaciones de *Gmelina arborea* según información obtenida en los sitios visitados. El Salvador, 2005.

Cuadro. 18 Áreas potenciales por departamento para el establecimiento de plantaciones de *Gmelina arborea*. El Salvador, 2005.

<b>Departamento</b>	<b>Área en ha</b>
Ahuachapan	32.179,05
Cabañas	3.990,07
Chalatenango	63.949,24
Cuscatlan	64.103,66
La Libertad	88.073,67
La Paz	7.934,25
La Unión	24.255,91
Morazán	28.867,30
San Miguel	13.441,35
San Salvador	62.931,61
San Vicente	6.458,38
Santa Ana	60.698,50
Sonsonate	68.496,07
Usulután	18.148,78
<b>Total</b>	<b>543,527.84</b>

## 5. CONCLUSIONES

- ❖ Existe factibilidad técnica y financiera de producción de madera para aserrio de *Gmelina arborea* a corto plazo si se logra que los sitios tengan una producción de 108.8 a 175.7 m<sup>3</sup> y a un precio de venta de \$59.44/m<sup>3</sup>.
- ❖ Se encontró que las plantaciones de *Gmelina arborea* no cuentan con un manejo silvicultural, afectando los rendimientos de producción de madera.
- ❖ Con un financiamiento del 100% y a una tasa de interés del 6% y cinco años de gracia, se determinaron los indicadores financieros siguientes: TIR 14.27%, VAN \$3268.98 y B/C \$1.5, esto nos indica que para que una plantación sea rentable en el tiempo (12 años), debe cumplir con los indicadores antes mencionados.
- ❖ *Gmelina arborea* es poco conocida y aceptada por productores, aserraderos y carpinteros en un 8% con respecto a las especies nativas, pero sin embargo en el país ya se reportan importaciones de dicha madera tomando en cuenta que es una especie relativamente nueva en el país.
- ❖ En El Salvador existe un área potencial de 543,527.836 ha. Para la producción de madera para aserrio de *Gmelina arborea*.

## 6. RECOMENDACIONES

- ❖ Que los productores comercialicen directamente al consumidor final para que sus ingresos puedan ser incrementados.
- ❖ Que al establecer las plantaciones de *Gmelina arborea* se debe emplear un manejo Silvicultural de manera que los objetivos del productor se cumplan.
- ❖ Acompañado de un financiamiento bancario del 100% y una tasa de interés del 6% con cinco años de gracia, las plantaciones son auto sostenibles a los doce años.
- ❖ Promover la especie de *Gmelina arborea*, como un alternativa de producción de madera aserrada, ya que presenta características físicas apropiadas.
- ❖ A los productores llevar registros de edad, variables dasométricas, costos e ingresos que facilite el análisis así como el comportamiento de la plantación.
- ❖ Hacer una evaluación ambiental para estimar los efectos que la plantación posee.
- ❖ Hacer este tipo de investigación con otras especies forestales.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Alfaro, M. 2000. Melina, la madera del futuro. Revista forestal centroamericana No. 29: 34-38.
2. Briscoe, C. 1995. Selvicultura y manejo de teca, melina y pochote. (CATIE).Turrialba, Costa Rica. P 25.
3. CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, CR). 1984. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. Vera Argüello. Proyecto leña y fuentes alternas de energía, Turrialba, Costa Rica p.86-87.
4. CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, CR). 1986. Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central. Resultados de cinco años de investigación. Serie técnica. Informe técnico no.86. Turrialba, Costa Rica. p.228
5. CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, CR). 1989. Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de usos múltiples, actas de reunión IUFRO, Turrialba, Costa Rica. P.620-622
6. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1989. Silvoenergía de producción de leña y biomasa de *Gmelina arborea* en una plantación de nueve años. Nº 28 Turrialba. Costa Rica p. 34-36
7. CATIE, (Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, CR). 1991. Costos de cultivos de árboles de uso múltiple en América central. Turrialba Costa Rica. P. 21-30

8. CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, CR). 1997. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto MADELEÑA en El Salvador. Serie Técnica. Informe Técnico N°.291. Luís A. Ugalde Arias Ed. Turrialba, Costa Rica. p 71-84.
9. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). s.f. La Melina (*Gmelina arborea*): Una especie forestal de uso múltiple con alto potencial para la reforestación. Costa Rica, CR p.45
10. CCC 2000.(cámara Costarricense de la construcción) Nuevos productos industriales. Consultado el 27 de Mayo 2005 disponible en [www.Construccion.co.cr](http://www.Construccion.co.cr)
11. CCF (Cámara Costarricense Forestal). 2001. El secado de la Madera. Desde el Bosque. 3(1):15-17
12. Ceballos, M.1997. Manual de capacitación modelo de formulación de planes de manejo forestal para pequeños productores forestales. consorcio PAES/IICA-CATIE-CRS-UCA. p. 42-45
13. CNR (Centro nacional de Registros), 2,000. Atlas de El Salvador. Ministerio de Economía, Instituto geográfico nacional “Ing. Pablo Arnoldo Guzmán”, 4ª edición P. 21, 27, 29, 39.
14. FAO (organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación). 2,000. Situación actual del sector forestal en El Salvador. consultado 27 de Febrero.2005 disponible en: <http://www.fonafifo.com/credito/Proyecto%20FAO/Finales/El%20proyecto%20TCP%20FAO%20COS%20066.pdf>



15. FAO (organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación). 2,001. Crecimiento económico del sector forestal en El Salvador. consultado 27 de Febrero. 2005 disponible en:  
<http://www.rlc.fao.org/proyecto/rla133ec/SE-pdf/SE%20EIS.PDF>
16. Holdridge. 1978. Mapa ecológico de El Salvador. Sistemas de zonas de vida del Dr. Holdridge. PAIS. MAG y CATIE. Color
17. Instituto geográfico nacional “Ing. Pablo Arnoldo Guzmán”, 1971. Diccionario geográfico de El Salvador. Tomo I A –K P.582.
18. Juárez M. 1991. Resumen de rendimientos y costos de faenas, para la producción de árboles de usos múltiples en El Salvador. San Salvador, El Salvador. P. 15-19
19. Martínez, H. A. 1989. Tipos de plantaciones y combinaciones agroforestales con especies de árboles de uso múltiple en fincas. In Memorias del I y II curso centroamericano de silvicultura de especies de árboles de uso múltiple. Miguel Ángel Musálem, Ed. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica, P. 123-141
20. M. Gómez. s/f. Economía y mercados de productos forestales. s.n.t.s.p.
21. Ramos Benítez, R. F, Montesinos Lagos, J.L ESNACIFOR (Escuela nacional de ciencias Forestales), 1988. Catalogo de cien especies forestales de Honduras; distribución, propiedades y usos, 1ª edición, Siguatepeque, Honduras. P. 73,74
22. Richie, C. 1992. Los costos de producción en los sistemas forestales y agroforestales. Managua Nicaragua. MADELEÑA-3/CATIE p. 26-32

23. Rodolfo Salazar, 1985. Actas de los simposios sobre técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la selvicultura intensiva. Ed. texto. Turrialba, Costa Rica. P. 200-205.
24. SNET, 2005 (Sistema nacional de estudios territoriales), Datos climáticos. consultado el 30 de Mayo 2005 disponible en <http://www.snet.gob.sv/>
25. Trujillo. E. 1995. Manejo de semillas forestales. Guía técnica para el extensionista forestal. Serie técnica, Manual técnico no.17. Colección de materiales de extensión no.4. Proyecto de semillas forestales (PROSEFOR), Programa manejo integrado de recurso naturales, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p. 54
26. Vásquez. C. William 1995. Rendimientos y calidad de sitios para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombocopsisquinatum* y *pinus caribea* en Guanacaste, Costa Rica. P. 7

## 8. ANEXOS



**A-1** Formulario de encuesta de opinión pública.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OPTAR  
AL GRADO DE INGENIERO AGRONOMO

Objetivo: Conocimiento de *Gmelina arborea* y preferencias de otras maderas en El Salvador.

Fecha: \_\_\_\_\_ Aserradero: \_\_\_\_\_ Venta de madera \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

1-Que especies de maderables utiliza:

2-Que otras especies:

3-Estaría dispuesto a usar otra madera. Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4-Conoce la madera de *Gmelina arborea*. Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5-Ha trabajado con esta madera. Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

6-Que opina de ella.

7-Que usos le ha dado.

8-Precios de compra y venta.

9-Lugar de donde procede la madera.

10-En que cantidades la compra.

**A-2.** Determinación de variables dasométricas encontradas en el municipio de Guacotecti Cabañas. El Salvador, 2005.

Propiedad: GUACOTECTIC  
 Ubicación: Cabañas  
 Tamaño y forma de parcela: 1000m<sup>2</sup>  
 Edad de plantación: 12 años  
 Suelo: Franco Arcilloso

Pendiente: 15%  
 Elevación: 650 msnm  
 Distanciamiento: 10 \* 10 m

Arb #	DAP (cm)	Altura (m)	Vol./ha Total (m <sup>3</sup> )	DICO (m)	Altura Comercial (m)	Altura Total (m)	Esp. de Corteza (m)
1	38,6	22,2	1,30				
2	35,8	20,5	1,03	10,3	12	18	2,8
3	51,7	28,7	3,01				
4	41,1	23,6	1,56	12	16	25	2,7
5	41,5	23,8	1,61				
6	43,5	24,8	1,84				
7	39,5	22,7	1,39				
8	45,1	25,6	2,05				
9	39	22,4	1,34	13	5,6	22	3,4
<b>PROMEDIO</b>	<b>41,76</b>	<b>23,8</b>	<b>1,68</b>	<b>11,77</b>	<b>11,20</b>		
Suma			15,12				

**A-3** Determinación de variables dasométricas de árboles tipo encontradas en el municipio de Guacotecti Cabañas. El Salvador, 2005.

Arb. #	Altura Comercial (m)	Altura Total (m)	DAP (cm)	Espesor Corteza (m)	Diámetro de copa (DICO) (m)
1	12	18	35,8	2,8	10,3
2	5,6	22	39	3,4	13
3	16	25	41,1	2,7	12
TOTAL	33,6	65	115,9	8,9	35,3
<b>PROMEDIO</b>	<b>11,20</b>	<b>21,67</b>	<b>38,63</b>	<b>2,97</b>	<b>11,77</b>

**A-4** Tabla para el cálculo del volumen comercial en el municipio de Guacotecti Cabañas. El Salvador, 2005.

<b>Altura Comercial</b>	<b>DAP</b>	<b>dap</b>
1	44,23	38,63
2	38,63	37,43
3	37,43	36,23
4	36,23	35,03
5	35,03	33,83
6	33,83	32,63
7	32,63	31,43
8	31,43	30,23
9	30,23	29,03
10	29,03	27,83
<b>10,9</b>	<b>27,83</b>	<b>27,08</b>

Formula utilizada para sacar volumen comercial:

$$(D+d/2)^2 * 0.000007854 * L$$

**A-5** Determinación de variables dasométricas encontradas en el municipio de San Julián Sonsonate. El Salvador, 2005.

Propiedad: Hda. EL TRIUNFO  
 Ubicación: Ctón. Tierra Colorada  
 Tamaño y forma de parcela: 500m<sup>2</sup>  
 Distanciamiento: 3 x 3  
 Edad de plantación: 12 años

Suelo: Franco Arcilloso  
 Pendiente: 23%  
 Elevación: 630msnm

Arb #	DAP (cm)	Altura (m)	Vol/ha Total (m <sup>3</sup> )	DICO (m)	Altura Comercial (m)	Altura Total (m)	Espesor de Corteza (m)
1	26	22,1	0,59				
2	28,5	19,7	0,63				
3	24,8	23,2	0,56				
4	33,9	14,6	0,66				
5	22,2	25,7	0,50				
6	27	21,1	0,61	7,4	12,2	20,8	2
7	29	19,3	0,64				
8	26,5	21,6	0,60				
9	29,2	19,1	0,64				
10	22	25,9	0,49				
11	32,1	16,3	0,66				
12	28,9	19,4	0,63				
13	25	23,0	0,57				
14	28,2	20,0	0,63	8,6	7,8	24,2	2,2
15	24,6	23,4	0,56				
16	21	26,8	0,46				
<b>Prom.</b>	<b>26,81</b>	<b>21,33</b>	<b>0,59</b>				
<b>suma</b>			<b>9,41</b>				

**A-6** Determinación de variables dasométricas de árboles tipo encontradas en el municipio San Julián Sonsonate. El Salvador, 2005.

Arb #	DAP (cm)	Altura (m)	Vol/ha Total (m <sup>3</sup> )	Diámetro de copa (DICO) (m)
1	7,8	24,2	28,2	2,2
2	20,6	28,6	18,6	1,8
3	12,2	20,8	27	2
<b>TOTAL</b>	<b>40,6</b>	<b>73,6</b>	<b>73,8</b>	<b>6</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>13,53</b>	<b>24,53</b>	<b>24,60</b>	<b>2,00</b>

**A-7** Tabla para el cálculo del volumen comercial en el municipio de San Julián Sonsonate. El Salvador, 2005.

<b>Altura Comercial</b>	<b>DAP</b>	<b>dap</b>
1	30,2	24,6
2	24,6	23,4
3	23,4	22,2
4	22,2	21
5	21	19,8
6	19,8	18,6
7	18,6	17,4
8	17,4	16,2
9	16,2	15
10	15	13,8
11	13,8	13,05
12	13,05	12,3
<b>13,23</b>	<b>12,3</b>	<b>11,55</b>

Formula utilizada para sacar volumen comercial  
 $(D+d/2)^2 * 0.000007854 * L$



**A-8** Determinación de variables dasométricas encontradas en CASSA  
Sonsonate. El Salvador, 2005.

Propiedad: Central de Izalco  
Ubicación: Sonsonate  
Tamaño y forma de parcela: 500m<sup>2</sup>  
Distanciamiento: 4 x 4 m

Edad de plantación: 12 años  
Suelo: Franco Arcilloso  
Pendiente: 5%  
Elevación: 267 msnm

Arb #	DAP (cm)	Altura (m)	Vol./ha Total (m <sup>3</sup> )	DICO (m)	Altura Comercial (m)	Altura Total (m)	Espesor de Corteza (m)
1	51,7	28,66	3,01				
2	42,4	24,25	1,71	6	16	25	2,4
3	24,6	12,13	0,29				
4	50,2	28,01	2,77				
5	44,3	25,22	1,94				
6	45,2	25,67	2,06				
7	31,5	17,64	0,69				
8	31,8	17,85	0,71				
9	57,5	31,03	4,03	7,5	18,75	28,75	3,6
10	27,1	14,29	0,41				
11	52,8	29,13	3,19				
12	31,8	17,85	0,71				
13	36	20,61	1,05				
14	49,5	27,69	2,66				
15	47,4	26,73	2,36	7	16	29	3
16	39,1	22,45	1,35				
17	45,5	25,82	2,10				
18	29	15,80	0,52				
19	22,9	10,54	0,22				
20	60,1	32,01	4,54				
21	44,4	25,27	1,96				
22	39,9	22,90	1,43				
23	38,5	22,10	1,29				
24	56,6	30,68	3,86				
25	32,1	18,06	0,73				
26	47,5	26,78	2,37				
27	44,5	25,32	1,97	6,4	17	26	2,4
<b>Prom.</b>	<b>41,63</b>	<b>23,13</b>	<b>1,85</b>				
Suma			<b>51,77</b>				

**A-9** Determinación de variables dasométricas de árboles tipo encontradas en CASSA Sonsonate. El Salvador, 2005.

Arb. #	Altura Comercial	Altura Total	DAP	Esp. Corteza	Arb. #
1	18,75	28,75	57,5	3,6	7,5
2	16	29	47,4	3	7
3	16	25	42,4	2,4	6
4	17	26	44,5	2,4	6,4
TOTAL	67,75	108,75	191,8	11,4	26,9
<b>PROMEDIO</b>	<b>16,94</b>	<b>27,19</b>	<b>47,95</b>	<b>2,85</b>	<b>6,73</b>

**A-10** Tabla para el cálculo del volumen comercial en CASSA Sonsonate. El Salvador, 2005.

Altura Comercial	DAP	dap
1	48,07	40,87
2	40,87	39,37
3	39,37	38,17
4	38,17	36,97
5	36,97	35,77
6	35,77	34,57
7	34,57	33,37
8	33,37	32,17
9	32,17	30,97
10	30,97	29,77
11	29,77	29,02
12	29,02	28,27
13	28,27	27,52
14	27,52	26,77
15	26,77	26,02
<b>16,64</b>	<b>26,02</b>	<b>25,27</b>

Formula utilizada para sacar volumen comercial  
 $(D+d/2)^2 \cdot 0.000007854 \cdot L$

**A-11** Tabla de distribución de conicidad para *Gmelina arborea*  
El Salvador, 2005.

Altura del fuste	Altura total del árbol						
	En m	10m	15m	20m	25m	30m	35m
1	3.8	5.0	5.6	7.2	9.1	8.7	6.6
2	1.7	1.7	2.1	3.0	3.2	3.8	2.6
3	1.1	1.2	1.5	1.6	1.7	1.8	1.5
4	1.1	1.2	1.1	1.4	1.4	2.0	1.4
5	0.6	1.0	0.9	1.1	1.7	2.4	1.3
6	0.8	1.1	0.8	1.1	0.7	1.4	1.0
7	2.0	0.8	0.8	1.0	1.2	0.2	1.0
8	1.0	1.0	0.8	0.5	1.1	1.0	0.9
9		0.8	1.0	1.2	1.0	0.8	0.9
10		0.9	0.9	0.6	0.4	1.4	0.8
11		1.1	0.9	1.0	1.3	0.8	1.0
12		0.4	1.0	1.1	0.9	1.6	1.0
13		1.0	0.9	1.1	0.8	0.4	0.8
14			0.9	0.7	1.0	1.4	1.0
15			1.1	1.2	1.0	1.0	1.1
16			1.2	0.9	1.0	1.6	1.2
17			0.8	1.2	0.9	1.2	1.0
18				1.0	0.8	1.8	1.2
19				1.2	2.0	1.2	1.5
20				1.1	1.0	3.6	1.9
21				0.9	1.1	0.6	0.9
22				1.8	1.1	1.2	1.4
23				3.0	1.1	0.8	1.6
24					1.5	1.3	1.4
25					1.1	1.6	1.4
26					3.5	2.0	2.8
27						2.0	2.0
28						1.0	1.0
29							
30							
<b>Promedio.</b>	<b>1.5</b>	<b>1.3</b>	<b>1.2</b>	<b>1.5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.7</b>	<b>1.5</b>

**A-12** Calculo de incremento medio anual (IMA) para *Gmelina arborea*  
El Salvador, 2005.

Sitio	Arb. #	DAP (cm)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	Espesor Corteza (m)	Diámetro de copa (DICO) (m)
San Julián	1	28,2	21,4	7,8	2,2	8,6
	2	28,6	18,6	20,6	1,8	5,7
	3	27,0	20,8	12,2	2,0	7,4
Guacotecti	1	35,8	18,0	12,0	2,8	10,3
	2	39,0	22,0	5,6	3,4	13,0
	3	41,1	25,0	16,0	2,7	12,0
CASSA	1	57,5	28,8	18,8	3,6	7,5
	2	47,4	29,0	16,0	3,0	7,0
	3	42,4	25,0	16,0	2,4	6,0
	4	44,5	26,0	17,0	2,4	6,4
<b>PROMEDIO</b>		<b>39,2</b>	<b>23,5</b>	<b>14,2</b>	<b>2,6</b>	<b>8,4</b>
<b>EDAD</b>		<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>IMA</b>		<b>3,3</b>	<b>2,0</b>			

$$\text{IMA} = \frac{\text{Promedio de Dap}}{\text{Edad}}$$

**A-13** Simulación de raleo para *Gmelina arborea* El Salvador, 2005.

Raleo	Volumen Arb./m <sup>3</sup>	Vol. Total /ha	Raleo 50% (Leña) m <sup>3</sup>	Pante de Leña	Volumen Comercial m <sup>3</sup>	Volumen Aserrable m <sup>3</sup>
1er (4º año)	0,05	43,79	21,90	15,21	***	****
2do (8º año)	0,24	48,83	24,41	16,95	24,41	12,21

**A-14** Resultados del análisis Químico de la muestra de suelo extraída del Cantón El Bañadero municipio de Guacotecti Cabañas. El Salvador, 2005.

Nº de muestra	Identificación de la muestra	Nitrógeno Nítrico (ppm)	Fósforo (ml/L)	Potasio (ppm)	Calcio (Meq/100 g)	Magnesio (Meq/100 g)
88	Suelo Guacotecti Cabañas					
	Cantón el Bañadero	>35	2.3	309	2.15	1.21
	0-20 cm de profundidad					

Fuente: Departamento de Química Agrícola.  
Facultad de Ciencias Agronómicas, UES.

**A-15** Resultados del análisis Químico de la muestra de suelo extraída de La Hacienda El triunfo Cantón. Tierra colorada Sonsonate. El Salvador, 2005.

Nº de muestra	Identificación de la muestra	Nitrógeno Nítrico (ppm)	Fósforo (ml/L)	Potasio (ppm)	Calcio (Meq/100 g)	Magnesio (Meq/100 g)
89	Suelo San Julián Sonsonate					
	Hda. El triunfo, Ctón Tierra colorada	<35	1.75	110	3.37	0.97
	0-20 cm de profundidad					

Fuente: Departamento de Química Agrícola.  
Facultad de Ciencias Agronómicas, UES.

**A-16** Niveles críticos de elementos químicos para *Gmelina arborea* según Salazar Guatemala, 1989.

ELEMENTO	NIVEL CRITICO
P ug/ml	10
Zn ug/ml	3
Mn ug/ml	5
Cu ug/ml	1
Fe ug/ml	10
K Meq / 100ml	0.2
Ca Meq / 100ml	4
Mg Meq / 100ml	1
Al Meq / 100ml	0.3

**A- 17** Cálculo de piezas y precios de madera de productor a aserradero.

Pieza	Dimensiones	Volumen /Vara	Vara /m <sup>3</sup>	Precio \$ /Vara	Precio \$ m <sup>3</sup>
Tabla en rollo	16'' 1/2 x 1''	0,0089	112	0,53	59,36
Cuartón	2 " 1/2x 5"	0,0067	149	0,4	59,60
Tabloncillo en rollo	11"x 1 1/2"	0,0089	112	0,53	59,36
Promedio					<b>59,44</b>

**A- 18** Cálculo de piezas de madera de aserradero a consumidor final.

Pieza	Dimensiones	Volumen /Vara	Vara /m <sup>3</sup>	Precio \$ /Vara	Precio \$ m <sup>3</sup>	Costo de Aserrio m <sup>3</sup>	Precio neto
Tabla en rollo	16'' 1/2 x 1''	0,0089	112	1,6	179,20	51,20	128,00
Cuartón	2 " 1/2x 5"	0,0067	149	1,25	186,25	67,05	119,20
Tabloncillo en rollo	11"x 1 1/2"	0,0089	112	1,6	179,20	51,2	128,00
Promedio					<b>181,55</b>		<b>125,07</b>

**A-19** Modelo para la determinación de los indicadores financieros de los diferentes sitios en estudio. El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	Años de la plantación												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL.
1. Ingresos													
Raleo				152,00				169,51				822,22	1143,73
corta final.								725,47				6467,07	7192,54
Desembolsos Bancarios	706,89	706,89											
TOTAL DE INGRESOS \$	706,89	706,89		152,00				894,98				7289,29	8336,27
2. Egresos :													
Vivero forestal	148,03												
Establecimiento de la Plantación	443,99	274,49											
Limpieza			200,64										
Brecha contra fuego			4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40		
Raleo				74,80				74,80					
poda				5,63									
control fitosanitario			4,40										
corta final.												147,40	
SUB-TOTAL DE EGRESOS \$	592,02	274,49	209,44	84,83	4,40	4,40	4,40	79,20	4,40	4,40	4,40	147,40	1413,78
CAPITAL + INTERES	42,41	84,82	84,82	84,82	84,82	253,26	253,26	253,26	253,26	253,26	253,26	253,26	
TOTAL DE EGRESOS \$	634,43	359,31	294,26	169,65	89,22	257,66	257,66	332,46	257,66	257,66	257,66	400,66	
CALCULOS FINANCIEROS													
UTILIDAD O PERDIDA NETA	72,46	347,58	-209,44	-17,65	-89,22	-257,66	-257,66	562,52	-257,66	-257,66	-257,66	6888,63	6922,49
FLUJO ACUMULADO	72,47	420,05	210,61	192,96	103,74	-153,92	-411,58	150,94	-106,72	-364,38	-622,04	6266,59	13189,08
FACTOR ACTUALIZADO 6 %	0,94	0,89	0,84	0,79	0,75	0,70	0,67	0,63	0,59	0,56	0,53	0,50	
INGRESOS ACTUALIZADOS \$	666,81	629,06		120,38				561,51				3622,05	4303,94
EGRESOS ACTUALIZADOS \$	598,46	319,75	247,06	134,36	66,67	181,62	171,34	208,59	152,48	143,85	135,71	199,09	2558,98
VALOR NETO ACTUALIZADO \$	68,35	309,31	-247,06	-13,98	-66,67	-181,62	-171,34	352,93	-152,48	-143,85	-135,71	3422,96	3040,83

**A-20** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 90 árboles Guacotecti (Cabañas) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total.
TOTAL DE INGRESOS \$	706.89	706.89		152.00				894.98				3279.58	4326.56
TOTAL DE EGRESOS \$	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	
Utilidad o Perdida Neta	72.46	347.58	-294.26	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	2878.92	2912.78
Flujo acumulado	72.47	420.05	125.79	108.14	18.92	-238.74	-496.40	66.12	-191.54	-449.20	-706.86	2172.06	5169.66
Factor actualizado 6 %	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.70	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50	
Ingresos actualizados \$	666.81	629.06		120.38				561.51				1629.62	2311.52
Egresos actualizados \$	598.46	319.75	247.06	134.36	66.67	181.62	171.34	208.59	152.48	143.85	135.71	199.09	2558.98
Valor neto actualizado \$	68.35	309.31	-247.06	-13.98	-66.67	-181.62	-171.34	352.93	-152.48	-143.85	-135.71	1430.54	1048.41

**A-21** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 320 árboles San Julián (Sonsonate) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total.
TOTAL DE INGRESOS \$	706.89	706.89		152.00				894.98				4589.68	5636.66
TOTAL DE EGRESOS \$	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	
Utilidad o Perdida Neta	72.46	347.58	-294.26	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	4189.02	
Flujo acumulado	72.47	420.05	125.79	108.14	18.92	-238.74	-496.40	66.12	-191.54	-449.20	-706.86	3482.16	
Factor actualizado 6 %	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.70	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50	
Ingresos actualizados \$	666.81	629.06		120.38				561.51				2280.61	4258.38
Egresos actualizados \$	598.46	319.75	247.06	134.36	66.67	181.62	171.34	208.59	152.48	143.85	135.71	199.09	2558.98
Valor neto actualizado \$	68.35	309.31	-247.06	-13.98	-66.67	-181.62	-171.34	352.93	-152.48	-143.85	-135.71	2081.52	1699.39



**A-22** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 540 árboles CASSA (Sonsonate) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total.
TOTAL DE INGRESOS \$	706.89	706.89		152.00				894.98				28575.89	29622.87
TOTAL DE EGRESOS \$	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	
Utilidad o Perdida Neta	72.46	347.58	-294.26	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	28175.23	
Flujo acumulado	72.47	420.05	125.79	108.14	18.92	-238.74	-496.40	66.12	-191.54	-449.20	-706.86	27468.37	
Factor actualizado 6 %	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.70	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50	
Ingresos actualizados \$	666.81	629.06		120.38				561.51				14199.36	14881.25
Egresos actualizados \$	598.46	319.75	247.06	134.36	66.67	181.62	171.34	208.59	152.48	143.85	135.71	199.09	2558.98
Valor neto actualizado \$	68.35	309.31	-247.06	-13.98	-66.67	-181.62	-171.34	352.93	-152.48	-143.85	-135.71	14000.27	13618.15

**A-23** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 200 árboles Guacotecti (Cabañas) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Utilidad o Perdida Neta	706.89	706.89		152.00				894.98				7289.29	8336.27
Flujo acumulado	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	
Factor actualizado 6 %	72.46	347.58	-209.44	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	6888.63	6922.49
Ingresos actualizados \$	72.47	420.05	210.31	192.96	103.74	-153.92	-411.58	150.94	-106.72	-364.38	-622.04	6266.59	13189.08
Egresos actualizados \$	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.7	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.5	
Valor neto actualizado \$	666.81	629.06	**	120.38				561.51				3622.05	4303.94
Utilidad o Perdida Neta	598.46	319.75	247.06	134.36	66.67	181.62	171.34	208.59	152.48	143.85	135.71	199.09	2558.98
Flujo acumulado	68.35	309.31	-247.06	-13.98	-66.67	-181.62	-171.34	352.93	-152.48	-143.85	-135.71	3422.96	3040.83

**A-24** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 200 árboles San Julián (Sonsonate) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total.
TOTAL DE INGRESOS \$	706.89	706.89		152.00				894.98				10593.61	3911.78
TOTAL DE EGRESOS \$	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	
Utilidad o Perdida Neta	72.46	347.58	-294.26	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	10192.95	
Flujo acumulado	72.47	420.05	125.79	108.14	18.92	-238.74	-496.4	66.12	-191.54	-449.2	-706.86	9486.09	
Factor actualizado 6 %	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.7	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.5	
Ingresos actualizados \$	664.48	629.13		120.08				563.84				5296.81	3401.28
Egresos actualizados \$	596.36	319.79	247.18	134.02	66.92	180.36	172.63	209.45	152.02	144.29	136.56	200.33	5558.98
Valor neto actualizado \$	68.11	309.35	-247.18	-13.94	-66.92	-180.36	-172.63	354.39	-152.02	-144.29	-136.56	5096.48	842.3

**A-25** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 200 árboles CASSA (Sonsonate) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total.
TOTAL DE INGRESOS \$	706.89	706.89		152.00				894.98				10593.61	11640.59
TOTAL DE EGRESOS \$	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	1413.78
Utilidad o Perdida Neta	72.46	347.58	-209.44	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	10192.95	
Flujo acumulado	72.47	420.05	210.31	192.96	103.74	-153.92	-411.58	150.94	-106.72	-364.38	-622.04	9486.09	
Factor actualizado 6 %	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.7	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50	
Ingresos actualizados \$	666.81	629.06	**	120.38				561.51				5263.96	5945.86
Egresos actualizados \$	598.46	319.75	247.06	134.36	66.67	181.62	171.34	208.59	152.48	143.85	135.71	199.09	2558.98
Valor neto actualizado \$	68.35	309.31	-247.06	-13.98	-66.67	-181.62	-171.34	352.93	-152.48	-143.85	-135.71	5064.88	4682.76

**A-26** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 200 árboles Guacotecti (Cabañas) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
TOTAL DE INGRESOS \$	706.89	706.89		152.00				894.98				7289.29	8336.27
TOTAL DE EGRESOS \$	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	
Utilidad o Perdida Neta	72.46	347.58	-209.44	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	6888.63	6922.49
Flujo acumulado	72.47	420.05	210.31	192.96	103.74	-153.92	-411.58	150.94	-106.72	-364.38	-622.04	6266.59	13189.08
Factor actualizado 6 %	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.7	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.5	
Ingresos actualizados \$	666.81	629.06	**	120.38				561.51				3622.05	4303.94
Egresos actualizados \$	598.46	319.75	247.06	134.36	66.67	181.62	171.34	208.59	152.48	143.85	135.71	199.09	2558.98
Valor neto actualizado \$	68.35	309.31	-247.06	-13.98	-66.67	-181.62	-171.34	352.93	-152.48	-143.85	-135.71	3422.96	3040.83

**A-27** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 200 árboles San Julián (Sonsonate) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total.
TOTAL DE INGRESOS \$	706.89	706.89		152.00				894.98				10593.61	3911.78
TOTAL DE EGRESOS \$	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	
Utilidad o Perdida Neta	72.46	347.58	-294.26	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	10192.95	
Flujo acumulado	72.47	420.05	125.79	108.14	18.92	-238.74	-496.4	66.12	-191.54	-449.2	-706.86	9486.09	
Factor actualizado 6 %	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.7	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.5	
Ingresos actualizados \$	664.48	629.13		120.08				563.84				5296.81	3401.28
Egresos actualizados \$	596.36	319.79	247.18	134.02	66.92	180.36	172.63	209.45	152.02	144.29	136.56	200.33	5558.98
Valor neto actualizado \$	68.11	309.35	-247.18	-13.94	-66.92	-180.36	-172.63	354.39	-152.02	-144.29	-136.56	5096.48	842.3

**A-28.** Resumen general de ingresos, egresos e indicadores financieros para la producción de madera de *Gmelina arborea* con 200 árboles CASSA (Sonsonate) El Salvador, 2005.

Actividades Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total.
TOTAL DE INGRESOS \$	706.89	706.89		152.00				894.98				10593.61	11640.59
TOTAL DE EGRESOS \$	634.43	359.31	294.26	169.65	89.22	257.66	257.66	332.46	257.66	257.66	257.66	400.66	1413.78
Utilidad o Perdida Neta	72.46	347.58	-209.44	-17.65	-89.22	-257.66	-257.66	562.52	-257.66	-257.66	-257.66	10192.95	
Flujo acumulado	72.47	420.05	210.31	192.96	103.74	-153.92	-411.58	150.94	-106.72	-364.38	-622.04	9486.09	
Factor actualizado 6 %	0.94	0.89	0.84	0.79	0.75	0.7	0.67	0.63	0.59	0.56	0.53	0.50	
Ingresos actualizados \$	666.81	629.06	**	120.38				561.51				5263.96	5945.86
Egresos actualizados \$	598.46	319.75	247.06	134.36	66.67	181.62	171.34	208.59	152.48	143.85	135.71	199.09	2558.98
Valor neto actualizado \$	68.35	309.31	-247.06	-13.98	-66.67	-181.62	-171.34	352.93	-152.48	-143.85	-135.71	5064.88	4682.76

**A-29** Plan de amortización de préstamo bancario.

Años	Amortización	Intereses	Plan de desembolsos \$		Capital + intereses	Saldo
			706.89	706.89		
1	0.00	42.41	42.41		42.41	1,413.78
2	0.00	84.82	42.41	42.41	84.82	1,413.78
3	0.00	84.82	42.41	42.41	84.82	1,413.78
4	0.00	84.82	42.41	42.41	84.82	1,413.78
5	0.00	84.82	42.41	42.41	84.82	1,413.78
6	168.44	84.82			253.26	1,413.78
7	178.54	74.72			253.26	1,245.34
8	189.25	64.01			253.26	1,066.80
9	200.61	52.65			253.26	877.55
10	212.64	40.62			253.26	676.94
11	225.40	27.86			253.26	464.30
12	238.90	14.33			253.26	238.90
<b>TOTAL</b>	<b>1,413.78</b>	<b>740.70</b>			<b>2,154.51</b>	

c