

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PLANTACIONES FORESTALES DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES
(PINFOR) EN LA SUB-REGIÓN VIII-1 DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
(INAB), SAN BENITO, PETÉN.**

VÍCTOR HUGO FRANCISCO CHÁN CASTELLANOS

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PLANTACIONES FORESTALES DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES
(PINFOR) EN LA SUB-REGIÓN VIII-1 DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
(INAB), SAN BENITO, PETÉN.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR
VÍCTOR HUGO FRANCISCO CHÁN CASTELLANOS**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br. Duglas Castillo Álvares
VOCAL QUINTO	Br. José Mauricio Franco Rosales
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2006

Guatemala, Noviembre de 2006

**Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala**

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el, **TRABAJO DE GRADUACIÓN: PLANTACIONES FORESTALES DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES (PINFOR) EN LA SUB-REGIÓN VIII-1 DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB), SAN BENITO, PETÉN.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me suscribo,

Atentamente,

f. _____
Víctor Hugo Francisco Chán Castellanos

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Divino creador, por haberme permitido nacer, y disfrutar de la vida durante todo este tiempo al lado de mi familia. Por todas las bendiciones recibidas y por permitirme alcanzar mis metas.

MI MADRE

Irma Alcira Castellanos Vásquez, por todo su amor y comprensión, que siempre confió en mí, quien es parte fundamental en el logro de mis metas, con todo el amor del mundo, que Dios te tenga en su Gloria.

MI PADRE

Hugo Gilberto Chán Mis, gracias por todo el apoyo, confianza y sabios consejos, que siempre me ha brindado, gracias de todo corazón y con quien comparto este triunfo.

MIS HERMANOS

Karim Mariella, Maria de los Angeles, Paola Anaite, y a mi Primo Danilo Rigoberto, que les sirva de ejemplo de superación y que todo es posible con Fe en Dios, esfuerzo, y dedicación.

MI FAMILIA

Abuelita, tíos, tías y primos, por su apoyo y confianza brindado desde la hermosa Tierra de Peten, que a pesar de la distancia siempre estuvieron conmigo.

AMIGOS Y AMIGAS

Por todo los momentos compartidos, y por haber estado siempre a mi lado en los buenos y malos momentos, que Dios los bendiga, y les de muchas bendiciones.

AGRADECIMIENTOS

A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala, Alma Mater del Saber, y a la Facultad de Agronomía por todas sus grandes enseñanzas.

El proyecto CATIE / NORUEGA PD por el apoyo en el financiamiento para la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

El Instituto Nacional de Bosques (INAB), especialmente a la sub-región VIII-1, San Benito, Petén, por permitirme realizar mis actividades, dentro de sus áreas de administración.

El M. Sc. Marvin Salguero, por la supervisión y amistad brindada, agradeciendo su orientación y comprensión, que Dios bendiga su familia y a usted.

El M. Sc. Aníbal Sacbaja, por la asesoría y dedicación en el análisis y discusión de mi investigación, y por los conocimientos compartidos.

El M Sc. Jorge Cruz, Coordinador Nacional CATIE / NORUEGA PD, por el apoyo brindado en mi Ejercicio Profesional Supervisado, y por su ayuda, orientación y tiempo dedicado en el análisis de información y ejecución de mis informes.

El Dr. Danilo Pezo, por sus consejos y confianza brindada, en las diferentes situaciones presentadas, en el proyecto con todos mis compañeros.

El personal del INAB, Lic. Yovan Cuellar, por su apoyo brindado en la selección de unidades de muestreo, y Walter Clavería, por su apoyo y acompañamiento en la medición de variables en el campo.

El personal del CATIE, Dra. Marisel, Jairo, Marcelino, Brenda, Adiel, Francisco, Axel, Carlos y Nery, por su amistad y apoyo logístico, brindado durante este periodo.

Mis compañeros de EPS, Juan Francisco, Juan José, Aldo y especialmente a Guillermo Reyes, por su valiosa amistad, apoyo y compañerismo que siempre nos mantuvo unidos.

Mis compañeros universitarios, especialmente a Gamaliel, Moisés, Lester, Roberto, Ruben y Rafael fue un gusto haber estudiado juntos y compartido con todos y cada uno de ustedes.

Índice general

Índice general.....	i
Índice de cuadros.....	iv
Índice de figuras.....	v
RESUMEN.....	vi
CAPÍTULO I.....	1
DIAGNÓSTICO DEI PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES (PINFOR), DE LA SUB-REGIÓN VIII-1 DEL INAB.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 General.....	4
1.2.2 Específicos.....	4
1.3 METODOLOGÍA.....	5
1.3.1 Fase de gabinete inicial.....	5
1.3.1.1 Elaboración del plan de diagnóstico.....	5
1.3.1.2 Obtención de Información de fuentes secundarias.....	5
1.3.2 Fase de campo.....	6
1.3.2.1 Reconocimiento de área de trabajo.....	6
1.3.2.2 Reunión con usuarios de PINFOR.....	6
1.3.3 Fase de gabinete final.....	6
1.3.3.1 Elaboración del informe de diagnostico.....	6
1.4 RESULTADOS.....	8
1.4.1 Características generales de proyectos de reforestación.....	8
1.4.1.1 Área de cobertura de la sub-región VIII-1.....	8
1.4.1.2 Distribución de proyectos de reforestación.....	9
1.4.1.3 Categoría de usuario.....	11
1.4.1.4 Área aprobada y establecida de proyectos de reforestación.....	11
1.4.1.5 Área establecida y. área perdida en proyectos de reforestación.....	12
1.4.1.6 Especies establecidas.....	14
1.4.1.7 Monto otorgado por proyectos de reforestación.....	15
1.4.1.8 Distribución de los proyectos de reforestación en áreas protegidas.....	16
1.4.2 Características generales de proyectos bosques de protección.....	17
1.4.2.1 Distribución de proyecto por área y ubicación en área protegida.....	17
1.4.2.2 Distribución en áreas protegidas de los proyectos de protección.....	18
1.4.2.3 Monto otorgado por proyectos de protección del año 1997 al 2005.....	18
1.4.3 Características generales de proyectos bosques de producción.....	19
1.4.4 Distribución de los proyectos en la sub-región VIII-1.....	19
1.4.5 Identificación de la problemática.....	20
1.4.5.1 Problemática de teca (<i>Tectona grandis</i>).....	20
1.4.5.2 Problemática de matilisguate (<i>Tabebuia rosea</i>).....	22
1.4.5.3 Problemática de melina (<i>Gmelina arborea</i>).....	24
1.4.5.4 Problemática de pino (<i>Pinus caribaea</i>).....	26
1.4.6 Priorización de problemas.....	28
1.5 CONCLUSIONES.....	31
1.6 BIBLIOGRAFÍA.....	34
1.7 ANEXO.....	35

CAPÍTULO II.....	37
INVESTIGACIÓN.....	37
FACTORES EDÁFICOS Y FISIAGRÁFICOS QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE TECA (<i>Tectona grandis</i> L.f.), DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES DEL INAB EN LA SUB-REGIÓN VIII.1, PETEN.....	37
2.1 INTRODUCCIÓN.....	38
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	40
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	41
2.4 MARCO TEÓRICO.....	42
2.4.1 Marco Conceptual.....	42
2.4.1.1 Programa de incentivos forestales.....	42
2.4.1.2 Sistema Mira-Silv.....	43
2.4.1.3 Conceptos silviculturales.....	47
2.4.1.4 Calidad de sitio.....	50
2.4.1.5 Factores fisiográficos.....	53
2.4.1.6 Factores edáficos.....	53
2.4.1.7 Caracterización de la especie.....	60
2.4.2 Marco Referencial.....	66
2.4.2.1 División político-administrativa, y extensión territorial.....	66
2.4.2.2 Clima.....	67
2.4.2.3 Zonas de vida.....	68
2.4.2.4 Suelo.....	69
2.4.2.5 Fisiografía.....	69
2.4.2.6 Cuencas hidrográficas.....	69
2.4.3 Estudios relacionados.....	70
2.5 OBJETIVOS.....	73
2.5.1 General.....	73
2.5.2 Específicos.....	73
2.6 HIPÓTESIS.....	74
2.7 METODOLOGÍA.....	75
2.7.1 Selección del área de estudio.....	75
2.7.2 Selección de los proyectos.....	75
2.7.3 Ubicación y determinación de las parcelas permanentes de muestreo.....	76
2.7.3.1 Método de muestreo.....	76
2.7.3.2 Ubicación de las parcelas.....	76
2.7.3.3 Intensidad del muestreo.....	77
2.7.3.4 Número de parcelas y distribución por sitio.....	77
2.7.3.5 Forma y tamaño de la parcela.....	77
2.7.3.6 Demarcación y señalamiento de parcelas.....	78
2.7.4 Medición de variables.....	78
2.7.4.1 Variables dasométricas.....	78
2.7.4.2 Variables fisiográficas.....	80
2.7.4.3 Variables edáficas.....	81
2.7.5 Análisis de la información.....	83
2.7.6 Ordenamiento, procesamiento y análisis de datos.....	83
2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	85
2.8.1 Análisis de crecimiento y productividad.....	85

2.8.2	Variables que influyen en el crecimiento	87
2.8.2.1	Variables fisiográficas.....	89
2.8.2.2	Variables edáficas	89
2.9	CONCLUSIONES	94
2.10	RECOMENDACIONES.....	95
2.11	BIBLIOGRAFÍA.....	96
2.12	ANEXO	98
CAPITULO III		105
INFORME FINAL DE SERVICIOS		105
3.1	PRESENTACION	106
3.2	OBJETIVOS	107
3.2.1	General.....	107
3.2.2	Específicos.....	107
3.3	METAS	108
3.4	METODOLOGÍA.....	109
3.4.1	Establecimiento de maní forrajero (<i>Arachis pintoi</i>), en plantaciones forestales en la aldea El Mango, Santa Ana.....	109
3.4.1.1	Delimitación del área de estudio	109
3.4.1.2	Preparación del terreno.....	109
3.4.1.3	Obtención de material de propagación.....	109
3.4.1.4	Siembra.....	110
3.4.1.5	Limpias.....	110
3.4.1.6	Cercado.....	110
3.4.1.7	Manejo de áreas demostrativas	111
3.4.2	Monitoreo de parcelas permanentes de muestreo en plantación mixta de Amapola (<i>Pseudobombax ellipticum</i>), Sericote (<i>Cordia dodecandra</i>), Cedro (<i>Cedrella odorata</i>)	112
3.4.2.1	Delimitación del área de estudio	112
3.4.2.2	Demarcación y señalamiento de parcelas.....	112
3.4.2.3	Mantenimiento.....	112
3.4.2.4	Forma y tamaño de las parcelas	112
3.4.2.5	Medición de variables.....	113
3.4.2.6	Marcación de árboles	113
3.4.2.7	Ingreso de variables	114
3.5	RESULTADOS	115
3.5.1	Establecimiento de maní forrajero (<i>Arachis pintoi</i>), en plantaciones forestales en la aldea El Mango, Santa Ana.....	115
3.6	CONCLUSIONES	122
3.7	RECOMENDACIONES.....	123
3.8	BIBLIOGRAFÍA.....	124
3.9	ANEXO	125

Índice de cuadros

Cuadro 1.1 Distribución de los proyectos de reforestación de PINFOR por municipio	8
Cuadro 1.2 Distribución de proyectos de reforestación por fase de ejecución.....	9
Cuadro 1.3 Área establecida por fase de proyecto	10
Cuadro 1.4 Proyectos PINFOR por categoría de usuario	11
Cuadro 1.5 Área de incumplimiento por fase (1997 al 2006) sub-región VIII-1 INAB	13
Cuadro 1.6 Distribución de la especie establecida en la sub-región VIII-1 INAB	14
Cuadro 1.7 Monto otorgado por fase por proyectos de reforestación	15
Cuadro 1.8 Monto otorgado perdido por incumplimiento en proyectos de reforestación ...	16
Cuadro 1.9 Área y monto otorgado a proyectos por su ubicación en área protegida	17
Cuadro 1.10 Distribución de proyectos de protección por municipio	17
Cuadro 1.11 Monto otorgado por fase en bosques de protección	18
Cuadro 1.12 Resumen y distribución de los proyectos de producción por municipio	19
Cuadro 1.13 Distribución por la clase de proyectos de PINFOR	19
Cuadro 1.14 Resultados de la problemática encontrada por el grupo de teca.....	21
Cuadro 1.15 Resultados de la problemática encontrada en el grupo de matilisguate	23
Cuadro 1.16 Resultados de la problemática encontrada en el grupo de melina.....	25
Cuadro 1.17 Resultados de la problemática encontrada en el grupo de pino.....	27
Cuadro 1.18 Matriz de decisión de priorización de problemática de las plantaciones	30
Cuadro 1.19 Listado de participantes en la identificación de problemática.....	35
Cuadro 2.1 Crecimiento y productividad en plantaciones jóvenes de teca en Costa Rica.	52
Cuadro 2.2 Clasificación taxonómica de Teca.....	61
Cuadro 2.3 Incremento medio anual de Teca en Alta Verapaz.....	66
Cuadro 2.4 Crecimiento y productividad de Teca en cuatro regiones de Guatemala.	66
Cuadro 2.5 Variables edáficas determinadas en el laboratorio.....	83
Cuadro 2.6 Valores dasométricos de Teca (<i>Tectona grandis</i>).....	86
Cuadro 2.7 Incremento medio anual de las plantaciones de Teca en la sub-región VIII-1.	87
Cuadro 2.8 Análisis de regresión por el método de Stepwise para área basal.....	98
Cuadro 2.9A Análisis de varianza de variables con el área basal.....	99
Cuadro 2.10A Boleta de muestreo para toma de datos edáficos y fisiográficos	100
Cuadro 3.1 Resultados de las parcelas demostrativas de <i>Arachis pintoii</i>	116
Cuadro 3.2 Resultados dasométricos de las PPM en una plantación mixta	117
Cuadro 3.3 Resultado de variables dasométricas de Cedro	118
Cuadro 3.4 Resultado de variables dasométricas de Sericote.....	119
Cuadro 3.5 Resultado de variables dasométricas de Amapola.....	120
Cuadro 3.6A Presupuesto del establecimiento de parcelas de <i>Arachis pintoii</i>	125
Cuadro 3.7A Resumen de gastos en el establecimiento de parcelas de <i>Arachis</i>	126

Índice de figuras

Figura 1.1 Distribución de proyectos de reforestación por fase de ejecución.....	10
Figura 1.2 Área aprobada establecida y no establecida en proyectos de reforestación.....	12
Figura 1.3 Área perdida y área establecida en proyectos de reforestación.....	13
Figura 1.4 Monto otorgado perdido y activo en proyectos de reforestación.....	16
Figura 1.5 Distribución de los proyectos de protección en áreas protegidas.....	18
Figura 1.6A Grupos de discusión con usuarios sobre problemática.....	36
Figura 1.7A Identificación de problemática con usuarios de PINFOR.....	36
Figura 2.1 Climadiagrama de la estación Flores, Peten.....	67
Figura 2.2 Relación existente entre el área basal y las variables edáficas y fisiográficas..	87
Figura 2.3 Relación existente entre área basal y la edad de la plantación.....	88
Figura 2.4 Relación existente entre el área basal y el uso anterior del suelo.....	89
Figura 2.5 Análisis de regresión entre el área basal y el drenaje.....	90
Figura 2.6 Análisis de regresión entre el área basal y manganeso.....	92
Figura 2.7 Análisis de regresión para el área basal y la conductividad eléctrica.....	93
Figura 2.8A Mapa de localización del área de estudio.....	103
Figura 2.9A Mapa de ubicación de parcelas de muestreo.....	104
Figura 3.1 Comparación del IMA de volumen en la plantación mixta.....	121

RESUMEN
TRABAJO DE GRADUACION
PLANTACIONES FORESTALES DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES
(PINFOR) EN LA SUB-REGIÓN VIII.1 DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
(INAB), SAN BENITO, PETÉN.

En el año de 1996, el Estado de Guatemala según el decreto legislativo 101-96, crea el Instituto Nacional de Bosques (INAB), delegándole en coordinación con el Ministerio de Finanzas Publicas, la responsabilidad de otorgar incentivos a los propietarios de tierras de vocación forestal, que se dediquen a la ejecución de proyectos forestales.(INAB,2002)

Para un mejor desarrollo administrativo el INAB dividió el país en IX regiones y 31 sub-regiones, donde en el Municipio de San Benito, del departamento de Petén, se encuentra localizada la sub-región VIII-1, en donde se desarrollan como parte de sus actividades el Programa de Incentivos Forestal. El área de cobertura de la sub-región VIII-1 cubre los municipios de Santa Ana, San Francisco, San José, Flores, San Benito, Dolores, y Melchor de Mencos. Hasta el mes de mayo de 2006, existían un total de 259, de los cuales 214 corresponden a los proyectos de reforestación, 39 proyectos de bosques de protección y 6 proyectos de bosques de producción.

El área ocupada por proyectos de reforestación es de 4,299.59 hectáreas. Las especies con mayor cobertura son el Matilisque (*Tabebuia rosea*), Melina (*Gmelina arborea*), Pino (*Pinus caribaea*), Teca (*Tectona grandis*), y Amapola (*Pseudobombax ellipticum*); estas especies ocupan el 79.2 % de área total en reforestación. Hasta el momento se ha otorgado un total de Q 42.024,594.91, por incentivos. En los proyectos de bosques de protección, ocupan un total de 4,006.72 hectáreas, con un 85 % dentro de área protegida y un 15 % fuera de esta. El monto asignado para bosques de protección, es de Q 1.851,446.78. Los proyectos de bosques de producción, tiene un área de 20.9 hectáreas, y un monto asignado de Q 21,451.96.

La problemática de los usuarios del PINFOR, es la siguiente: 1) ausencia de alternativas de uso de los suelos en las plantaciones, 2) Diferencias de crecimiento en la misma plantación, 3) Poca importancia en el monitoreo de plantaciones, 4) prevención y control de incendios, 5) ataque de plagas, 6) costos de manejo en la plantación y 7) disponibilidad de plantas de buena calidad

De acuerdo a la problemática encontrada, se realizó la investigación, en la que se evaluaron un total de 20 parcelas permanentes de muestreo, para poder identificar si las variaciones de crecimiento en las plantaciones corresponden a las influencia de los factores edáficos o fisiográficos en plantaciones de Teca. De las variables de crecimiento utilizadas solo el área basal presentó significancia ($P > F = 0.0002$) y una variabilidad de 92.52 %, con respecto a las diferentes variables fisiográficas y edáficas, para ello se realizó un análisis de regresión múltiple, por el método Stepwise.

Las variables fisiográficas no mostraron significancia, y las variables edáficas que presentaron significancia son el drenaje: (en lugares con buen drenaje el crecimiento del área basal aumentó); de las variables químicas (manganeso), se encontraron las mejores área básicas donde el manganeso se encontraba en sus valores normales debajo de los 17 ppm, y la conductividad eléctrica. A medida que aumentan los valores de conductividad eléctrica, los valores de área basal también aumentan.

Entre los servicios realizados, como una alternativa de uso de los suelos y de las plantaciones al finalizar de PINFOR, se establecieron tres parcelas demostrativas de Maní forrajero (*Arachis pintoii*), en la Aldea El Mango, Flores, Petén. Para el monitoreo de las plantaciones, se realizó la medición 25 parcelas permanentes de muestros en la Aldea Nuevo San Francisco, San Francisco, Petén. Que se hizo en una plantación mixta de: Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), Cedro (*Cedrella odorata*), y Sericote (*Cordia dodecandra*).

Toda las actividades fueron financiadas por el proyectos CATIE/NORUEGA, con el fin de aplicar los resultados, en su área piloto de El Chal, y poder utilizar las plantaciones forestales como una alternativas de uso y recuperación de áreas degradadas.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DEI PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES (PINFOR), DE LA SUB-REGIÓN VIII-1 DEL INAB.

1.1 INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Bosques, es creado por el Estado de Guatemala según el decreto legislativo 101-96, delegándole, en coordinación con el Ministerio de Finanzas Publicas, la responsabilidad de otorgar incentivos a los propietarios de tierras de vocación forestal, que se dediquen a la ejecución de proyectos forestales.(INAB,2002)

En la sub-región VIII-1 el área de cobertura es la siguiente: El municipio de Santa Ana, una área de 1,676 hectáreas, (36.2 %), San Francisco 1,586.7 hectáreas, (34.3 %), San José 683.7 hectáreas, Flores 332.7 hectáreas, San Benito 157 hectáreas, Dolores 188.9 hectáreas y Melchor de Mencos con 2.8 hectárea. Existe un total de 259 proyectos, de los cuales en reforestación son 214, (82.6 %), 39 proyectos de Protección (15.1 %), y 6 proyectos de Producción (2.3 %).

Los proyectos de reforestación tienen un total de área de cobertura de 4,299.59 hectáreas, y existe un 7%, que se ha perdido y se encuentra en fase de cancelación, que corresponde a 328.17 hectáreas. Las especies con mayor cobertura son el Matilisguate (*Tabebuia rosea*), con 932.1 ha (20.1 %), Melina (*Gmelina arborea*) con 908.0 ha (19.6 %), Pino (*Pinus caribaea*), 774.6 ha (16.7 %), Teca (*Tectona grandis*) con 538.4 ha (11.6 %), y Amapola (*Pseudobombax ellipticum*) con 511.4 ha. (11 %), estas especies ocupan el 79.2 % de área total, en donde hasta el momento, se ha otorgado un total de Q 42.024,594.91, por incentivos.

En los proyectos de Bosques de Protección, se tiene un total de 4,006.72 hectáreas, de esta área un 85 % del área se encuentra dentro de área protegida y un 15 % fuera de área protegida, considerándose que la mayor parte de usuarios presentan interés, por la conservación de sus bosques naturales. El monto asignado para Bosques de Protección, en total es de Q 1.851,446.78, de los cuales están distribuidos en 39 Proyectos.

Los proyectos de bosques de Producción, están distribuidos, 3 se en el Municipio de Flores y 3 en San Francisco, con un área de 20.9 hectáreas, y un monto asignado de Q 21,451.96.

La problemática de los usuarios del PINFOR, es la siguiente: 1) ausencia de alternativas de uso de los suelos en las plantaciones, 2) Diferencias de crecimiento en la misma plantación, 3) Poca importancia en el monitoreo de plantaciones 4) prevención y control de incendios, 5) ataque de plagas,6) costos de manejo en la plantación. y 7) disponibilidad de plantas de buena calidad

Para la ejecución de las actividades el proyecto CATIE NORUEGA brindo el financiamiento, con el fin de poder aplicar los resultados en su zona piloto El Chal, y utilizarlo con sus productores.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Conocer la situación actual y la problemática existente en las plantaciones forestales, dentro del programa de incentivos forestales, de la región VIII-1 del Instituto Nacional de Bosques (INAB).

1.2.2 Específicos

1. Conocer la situación actual que presenta el programa de incentivos forestales, en la sub-región VIII-1
2. Identificar la problemática existente en las plantaciones forestales establecidas en el período de 1997 al 2005, dentro del programa de incentivos forestales, en la sub-región VIII.1
3. Identificar las actividades prioritarias para contribuir a la solución de la problemática encontrada.

1.3 METODOLOGÍA

Para la elaboración del diagnóstico, la metodología utilizada se dividió en tres fases, fase de gabinete inicial, fase de campo y fase de gabinete final, las cuales constaron de las siguientes actividades:

1.3.1 Fase de gabinete inicial

1.3.1.1 Elaboración del plan de diagnóstico

El plan de diagnóstico sirvió como una herramienta, para poder desarrollar el diagnóstico, y la programación de las actividades que se realizarían, y así luego coordinar las actividades con la Universidad de San Carlos, el Instituto Nacional de Bosques y el proyecto CATIE-NORUEGA. El plan de diagnóstico fue revisado y corregido de una forma que se lograran obtener los objetivos planteados.

1.3.1.2 Obtención de Información de fuentes secundarias

La obtención de la información básica sobre el área, se realizó con el objetivo de conocer las condiciones generales que se encuentra el área de estudio, donde para esta actividad fue necesario realizar revisiones bibliográficas en diferentes lugares o instituciones, como el Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto nacional de Bosques (INAB), Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), Municipalidades de San Benito, Santa Ana, Melchor, Flores, San Francisco y San José, Facultad de Agronomía de la Universidad San Carlos, CATIE-Noruega, en donde se obtuvo información general del área.

La información general de PINFOR se obtuvo de las estadísticas del Instituto Nacional de Bosques, de la sub-región VIII-1.

1.3.2 Fase de campo

1.3.2.1 Reconocimiento de área de trabajo

Se realizó un caminamiento por las plantaciones más representativas de cada especie que se encuentra dentro del programa de incentivos forestales, en donde se verificó la información acerca de la situación actual de las plantaciones, el área establecida, fase de la plantación y especie, además de entrevistas directa a los usuarios para conocer la problemática existente en cada una de sus plantaciones.

1.3.2.2 Reunión con usuarios de PINFOR

Esta actividad con los usuarios se realizó, para poder conocer los puntos de vista sobre las plantaciones en PINFOR, la problemática existente y las soluciones que le han dado.

En la reunión se realizó un trabajo grupal participativo, dividiendo al grupo de usuarios según la especie establecida en sus proyectos, logrando identificar 4 grupos. Con todos los grupos se trabajó una lluvia de ideas, sobre los problemas existentes, luego una priorización de los mismos y por último que soluciones proponen para contrarrestar la problemática, de una forma muy participativa por parte de los usuarios, y con esta actividad se logró identificar los problemas más comunes, las actividades prioritarias, y la planificación de las mismas. (1)

1.3.3 Fase de gabinete final

1.3.3.1 Elaboración del informe de diagnóstico

Como fase final del diagnostico, es necesaria, la presentación escrita de toda la información importante del área, en donde para ello se realizó lo siguiente:

- Ordenación de toda la información recolectada y analizada
- Extracción de los datos las entrevistas

- Extracción de información recolectada de fuentes primarias y secundarias
- Priorización de problemas

Como resultado de esta actividad se logró la elaboración escrita del diagnóstico, definiendo con ello la problemática del lugar y el tipo de actividades a realizar para poder minimizar el efecto de la problemática.

1.4 RESULTADOS

El periodo comprendido de evaluación del programa de incentivos forestales, de la sub-región VIII-1, en este informe es desde el año 1997, a Mayo de 2006.

1.4.1 Características generales de proyectos de reforestación

1.4.1.1 Área de cobertura de la sub-región VIII-1

La sub-región VIII-1, desarrolla actividades del PINFOR, en 6 municipios del departamento de Peten, que son Flores, Melchor de Mencos, San Benito, San Francisco, San José y Santa Ana, como se puede observar en el cuadro 1.1, aunque el municipio de Dolores no corresponde a esta sub-región, es cubierto en parte, debido a la ubicación algunos de los proyectos. El municipio de Santa Ana, presenta un total de 67 proyectos, que corresponden al (31.3 %), y una área de 1,676 hectáreas, que corresponden al 36.2 % del área total; luego el municipio de San Francisco, con un total de 55 proyectos, (25.7 %), y un área de 1,586.7 hectáreas, para un 34.3 % del área total; estos dos municipios tienen el 70.5 % del área que cubre la sub-región, luego están los municipios de San José con 48 proyectos, y con un área de 683.7 hectáreas, Flores con 26 proyectos y una área de 332.7 hectáreas, San Benito 11 proyectos y un área de 157 hectáreas, Dolores con 5 proyectos y un área de 188.9 hectáreas y Melchor de Mencos con 2 proyectos y un área de 2.8 hectáreas.

Cuadro 1.1 Distribución de los proyectos de reforestación de PINFOR por municipio

Municipio	Área	%	No. proyecto	%
Dolores	188.9	4.1	5	2.3
Flores	332.7	7.2	26	12.1
Melchor	2.8	0.1	2	0.9
San Benito	157.0	3.4	11	5.1
San Francisco	1586.7	34.3	55	25.7
San José	683.7	14.8	48	22.4
Santa Ana	1676.0	36.2	67	31.3
Total general	4627.8	100.0	214	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.1.2 Distribución de proyectos de reforestación

A partir del año de 1997, en la sub-región VIII-1, empezaron a ingresar proyectos de reforestación, hasta el año 2006, han ingresado un total de 214 proyectos de reforestación, que están distribuidos como se ilustra en el cuadro 1.2 y la figura 1.1, en: establecimiento 46 proyectos que corresponden al 21.5 %, mantenimiento 1, 22 proyectos para un 10.3 %, mantenimiento 2, 34 proyectos, y 15.9 %, mantenimiento 3, 23 Proyectos y un 10.7 %, mantenimiento 4, 29 proyectos 13.6 % y para mantenimiento 5, 23 proyectos, y un 10.7 %, además existen 37 proyectos que ya han finalizado el programa de incentivos, por lo que ahora están inscritos como plantaciones voluntaria.

Cuadro 1.2 Distribución de proyectos de reforestación por fase de ejecución

Fase de Proyecto	No. De Proyecto	% Total
Establecimiento	46	21.5
Mantenimiento 1	22	10.3
Mantenimiento 2	34	15.9
Mantenimiento 3	23	10.7
Mantenimiento 4	29	13.6
Mantenimiento 5	23	10.7
Plantación Voluntaria	37	17.3
Total general	214	100

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, Sub-Región VIII-1

Los proyectos que se encuentran en fase de establecimiento son los que ocupan el mayor porcentaje, con un 21.5 % y luego están seguidos por las plantaciones voluntarias, con 17.3 %, mantenimiento 2, con el 15.9 %, mantenimiento 1, con 10.3 %, mantenimiento 3, 10.7%, mantenimiento 4, un 13.6 % y mantenimiento 5, 10.7 %, del total.

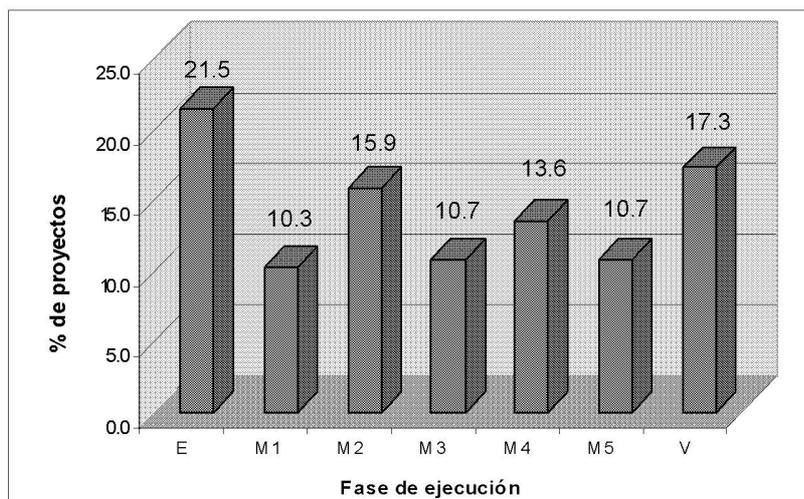


Figura 1.1 Distribución de proyectos de reforestación por fase de ejecución

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

Los códigos utilizados son: E=Establecimiento, M1=Mantenimiento 1, M2=Mantenimiento 2, M3=Mantenimiento 3, M4=Mantenimiento 4, M5= Mantenimiento 5 y P=Plantación Voluntaria

En el Cuadro 1.3, se puede observar como es la distribución del área por fase del proyecto, en donde la fase de mantenimiento 1, ocupa la mayor área con un 25.1 %, del total, seguida de mantenimiento 3, con un 19.2 %, del área total, luego sigue establecimiento con un 16.1 %, mantenimiento 5, con un 15.5 %, mantenimiento 4, con un 14.5 %, y mantenimiento 2 con un 9.7 %, para dar un total de área en la sub-región VIII-1, de 4,627.7 hectáreas.

Cuadro 1.3 Área establecida por fase de proyecto

Fase del proyecto	Área (Ha)	% Área
Establecimiento	743.12	16.1
Mantenimiento 1	1161.63	25.1
Mantenimiento 2	447.08	9.7
Mantenimiento 3	888.93	19.2
Mantenimiento 4	668.95	14.5
Mantenimiento 5	718.05	15.5
Total	4627.76	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.1.3 Categoría de usuario

Existen diferentes tipos de usuarios del PINFOR, por lo que se han dividido en 6 categorías, para tener un mejor orden para la organización de actividades.

La categoría dominante según el cuadro 1.4 son los productores grandes, los cuales tienen más de 15 hectáreas, dentro del programa; con un 44.1 %, que corresponden a 2,038.6 hectáreas, luego siguen los usuarios a nivel municipal, que son coordinados por la municipalidad de cada localidad, con 19.2 %, y un área de 889.3 hectáreas, seguidamente con un 15.8 % las empresas privadas y un área de 733.0 hectáreas, además existen productores pequeños con menos de 15 hectáreas de reforestación, con 11.6 % y un total de 536.2 hectáreas, podemos mencionar que el PINFOR, ha beneficiado a usuarios con poca extensión de terreno, pero además de ellos se tienen proyectos en grupo, donde a nivel comunal se han organizado, para poder abarcar una mayor área, para un total de 231.7 hectáreas y que corresponden al 5 %, y a nivel de cooperativa, que se tienen 199.00 hectáreas que corresponden al 4.3%

Cuadro 1.4 Proyectos PINFOR por categoría de usuario

Categoría usuario	Área	% área
<15	536.2	11.6
>15	2038.6	44.1
Comunal	231.7	5.0
Cooperativa	199.0	4.3
Empresa	733.0	15.8
Municipal	889.3	19.2
Total general	4627.8	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.1.4 Área aprobada y establecida de proyectos de reforestación

Debido al auge que tiene el PINFOR, la cantidad de área que ha ingresado al programa cada vez va en aumento, con un total de área aprobada para el 2006 de 7,014.27 hectáreas, pero esta área no ha sido establecida en su totalidad, por lo que se tiene un total de área establecida de 4,627.8 hectáreas, que corresponde al 66 % del total

de área aprobado, dando una diferencia de área no establecida de 34 %, como se observa en la figura 1.2

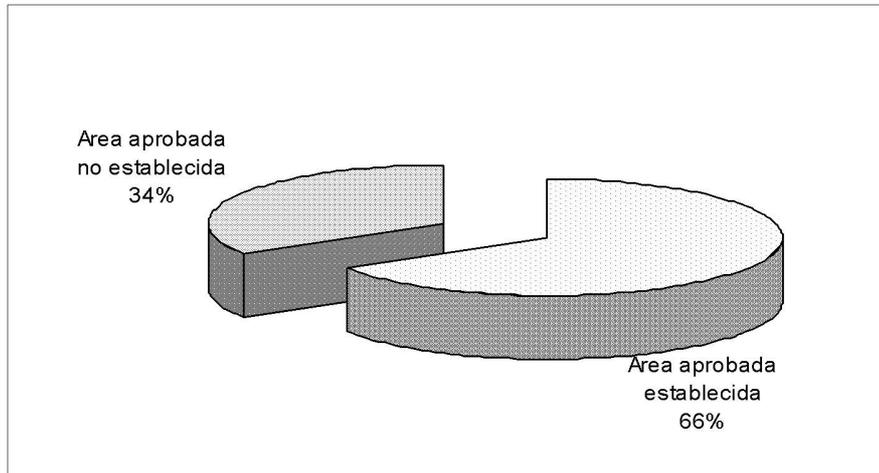


Figura 1.2 Área aprobada establecida y no establecida en proyectos de reforestación

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.1.5 Área establecida y. área perdida en proyectos de reforestación

En Figura 1.3, se puede observar que del total de área establecida, existe un 7%, que se ha perdido o se encuentra en fase de cancelación, esto corresponde a un total de 328.17 hectáreas, y un 93 %, que no se ha perdido y se encuentra establecido, y esto corresponde a un total de 4,299.59 hectáreas.

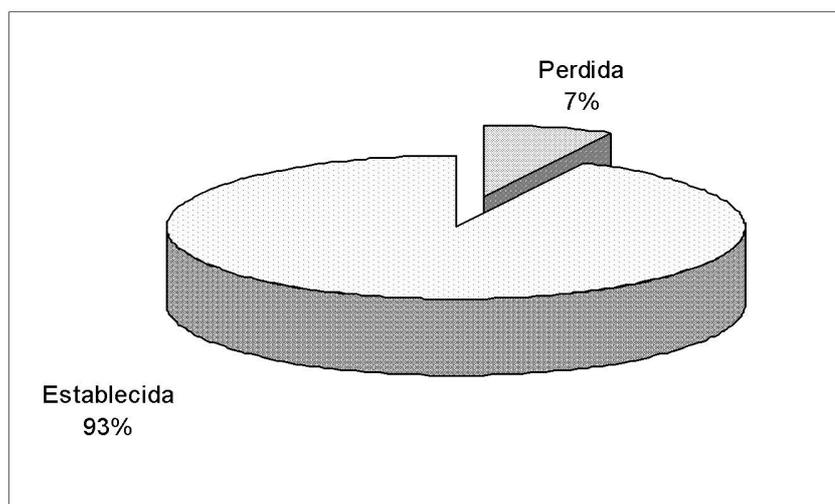


Figura 1.3 Área perdida y área establecida en proyectos de reforestación

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

En el cuadro 1.5, se puede observar el área de incumplimiento o área perdida, por fase del proyecto, con un total durante el periodo de 1997 al 2006 de 328.2 hectáreas, que corresponden al 7 %, que se muestra en la figura 1.3. En la fase de mantenimiento 2, es la fase con el porcentaje mas alto de 50.2 %, y un total de 164.8 hectáreas, que significa que esta fase, es donde existe mayor perdida de área, luego mantenimiento 1, con un total de 79.3 hectáreas, (21.2%), en estas fases es donde se da la mayor perdida, para un total de 74.4 %, estas fases corresponden a los primeros años de la plantaciones.

Cuadro 1.5 Area de incumplimiento por fase (1997 al 2006) sub-región VIII-1 INAB

Fase de Proyecto	Área (ha)	% Área
Mantenimiento 1	79.3	24.2
Mantenimiento 2	164.8	50.2
Mantenimiento 3	18.4	5.6
Mantenimiento 4	50.5	15.4
Mantenimiento 5	15.2	4.6
Total general	328.2	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.1.6 Especies establecidas

Al comienzo del programa de incentivos forestales, no existía ninguna referencia sobre las especies a utilizar, en las plantaciones, y los proyectos eran aprobados con cualquier tipo de especie, aunque sus rendimientos o resultados no fueran los ideales, al final no establecían estas especies y los proyectos eran modificados, para establecer después especies más promisorias.

En el cuadro 1.6 se puede observar que la especie con mayor cobertura en la sub-región es el Matiliguatate (*Tabebuia rosea*), con 932.1 ha y un 20.1 % del total, luego le sigue, la Melina (*Gmelina arborea*) con 908.0 ha y un 19.6 %, en tercer plano el Pino (*Pinus caribaea*), con 774.6 ha, y un 16.7 %, y luego en cuarto lugar la Teca (*Tectona grandis*) con 538.4 ha. Y un 11.6 %, y en quinto plano la Amapola (*Pseudobombax ellipticum*) con 511.4 ha. y un 11 %, del total del área establecida, las otras especies ocupan menos área, con un total de 20.8 %, del total, por lo que podemos decir que el 79.2 %, predomina las 5 especies mencionadas anteriormente y se logra reflejar en la figura 1.4.

Cuadro 1.6 Distribución de la especie establecida en la sub-región VIII-1 INAB

Especie	Área (ha)	%
<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	7.6	0.2
<i>Callophyllum brasiliense</i>	7.4	0.2
<i>Cedería odorata</i>	207.0	4.5
<i>Cordia dodecandra</i>	312.4	6.8
<i>Tabebuia donell-smith</i>	268.7	5.8
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	3.4	0.1
<i>Gliricidia sepium</i>	88.8	1.9
<i>Gmelina arborea</i>	908.0	19.6
<i>Pinus caribaea</i>	774.6	16.7
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	511.4	11.0
<i>Swietenia macrophylla</i>	65.1	1.4
<i>Tabebuia rosea</i>	932.1	20.1
<i>Tectona grandis</i>	538.4	11.6
<i>Vatairea lundellii</i>	2.9	0.1
Total	4627.8	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.1.7 Monto otorgado por proyectos de reforestación.

Hasta el año 2005, se ha otorgado un total de Q 42.024,594.91, según el cuadro 1.7, en donde en la fase de establecimiento es la fase donde se han otorgado más incentivos, con un total de Q 23.138,786.50, para un 55.1 % del total, mantenimiento 1, se otorgaron Q 8.282,151.77, mantenimiento 2 con Q 4.905,836.66, en mantenimiento 3 con Q 3.201,057.98, en mantenimiento 4, con Q 1.921,634.00, y en mantenimiento 5 fueron 575,128.00, estos montos han disminuido al aumentar su fase, debido al que el incentivo otorgado por fase, se comporta también de la misma forma.

Cuadro 1.7 Monto otorgado por fase por proyectos de reforestación

Fase del proyecto	Monto	% Monto
Establecimiento	Q 23.138,786.50	55.1
Mantenimiento 1	Q 8.282,151.77	19.7
Mantenimiento 2	Q 4.905,836.66	11.7
Mantenimiento 3	Q 3.201,057.98	7.6
Mantenimiento 4	Q 1.921,634.00	4.6
Mantenimiento 5	Q 575,128.00	1.4
Total	Q 42.024,594.91	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII.1

En el cuadro 1.8, se puede observar el monto total de los proyectos que se encuentran en proceso de cancelación, el cual asciende a un total de Q5.045,779.00, de los cuales la fase en que se encuentra mayores pérdidas es mantenimiento 2, con un total de Q 1.651,384.00, para un 32.7 %, del total y luego mantenimiento 1, con un saldo de Q 1.519,899.00, para un 30.1 %, estas dos fases es donde los proyectos han presentado dificultades, y no han llenado los requisitos para su certificación, y han iniciado un proceso de cancelación, luego siguen mantenimiento 3 con Q 730,088.00, (14.5%), mantenimiento 4 con Q 879,4369.00 (14.4 %), y mantenimiento 5, con Q 264, 972.00 con un 5.3 %. Estos resultados se comportan parecidos al cuadro 1.5, del área de incumplimiento, donde la fase de mantenimiento 2 y 1, son las mas altas.

Cuadro 1.8 Monto otorgado perdido por incumplimiento en proyectos de reforestación

Fase de Proyecto	Monto en Q	% del Monto
Mantenimiento 1	Q 1.519,899.00	30.1
Mantenimiento 2	Q 1.651,384.00	32.7
Mantenimiento 3	Q 730,088.00	14.5
Mantenimiento 4	Q 879,436.00	17.4
Mantenimiento 5	Q 264,972.00	5.3
Total general	Q 5.045,779.00	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

En la figura 1.4, se observa cual es la relación del otorgado activo respecto al monto otorgado perdido, el monto perdido corresponde a un 12 %, del total de monto asignado, y de los cuales, el 88 %, del monto se encuentra activo. Con esta grafica podemos observar el comportamiento, del total de monto que se ha otorgado.

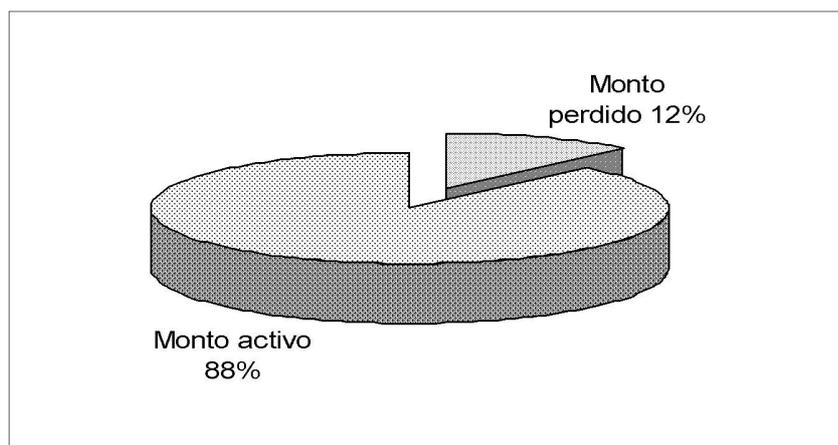


Figura 1.4 Monto otorgado perdido y activo en proyectos de reforestación

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.1.8 Distribución de los proyectos de reforestación en áreas protegidas

Como se muestra en el cuadro 1.9, existen proyectos dentro de áreas protegidas y proyectos fuera de áreas protegidas, existe un total de 769.8 hectáreas, de reforestación que se encuentran fuera de áreas protegidas, y un total de 3,858.0 hectáreas, que corresponden al 83.4 %, dentro de áreas protegidas, lográndose identificar que existe interés en recuperar la cobertura forestal dentro de las áreas protegidas.

Además el Monto que se ha asignado a proyectos dentro de áreas protegidas, es un total de Q 34.986,407.00, y para áreas fuera de área protegida, un total de Q 7.038.187.91, siendo bien marcada la diferencia de los proyectos dentro de áreas protegidas.

Cuadro 1.9 Área y monto otorgado a proyectos por su ubicación en área protegida

Área protegida	Área ha	% Área	Monto Q	% monto
Fuera	769.8	16.6	Q 7.038,187.91	16.7
Dentro	3858.0	83.4	Q 34.986,407.00	83.3
Total general	4627.8	100.0	Q 42.024,594.91	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.2 Características generales de proyectos bosques de protección

En el programa de incentivos forestales, también se otorgan incentivos a bosques de protección. En la sub-región VIII-1, existe un total de 9 proyectos establecidos, y 30 proyectos por establecer, para dar un total de 39 proyectos.

1.4.2.1 Distribución de proyecto por área y ubicación en área protegida.

El municipio con mayor área en bosques de protección, es San José, con un total de 3,400 hectáreas, que abarcan el 84.9 %, del área total, luego le sigue el municipio de Santa Ana, con un total de 342.83 hectáreas, San Francisco con 246.39 hectáreas, y Flores con 17.5 hectáreas, para dar un total de área en bosques de Protección de 4,006.72 hectáreas, como se indica en el cuadro 1.10.

Cuadro 1.10 Distribución de proyectos de protección por municipio

Municipio	Área protegida (Ha)		Área	
	Fuera	Dentro	Hectáreas	%
Flores		17.5	17.5	0.4
San Francisco	246.4		246.39	6.1
San José		3400.0	3400	84.9
Santa Ana	342.8		342.83	8.6
Total	589.2	3417.5	4006.72	100.0

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.2.2 Distribución en áreas protegidas de los proyectos de protección

Además en el cuadro 1.10, y en la figura 1.5, podemos observar que un 85 % del área se encuentra dentro de área protegida y un 15 % fuera de área protegida, pudiendo hacer referencia que los usuarios presentan interés, por la conservación de sus bosques naturales.

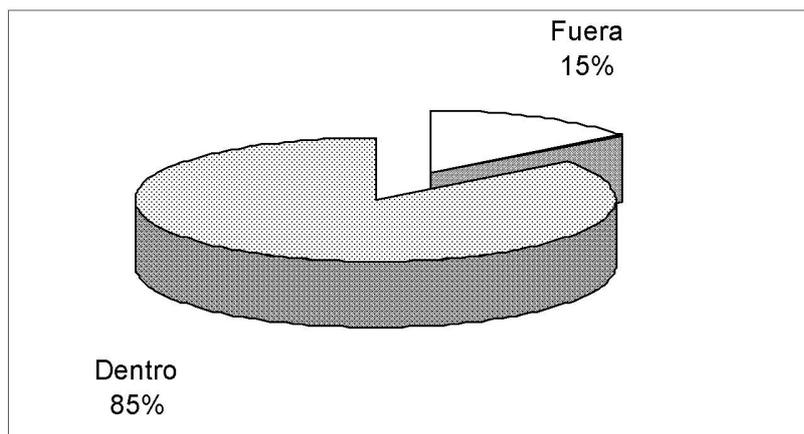


Figura 1.5 Distribución de los proyectos de protección en áreas protegidas

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.2.3 Monto otorgado por proyectos de protección del año 1997 al 2005.

El monto asignado por fase del proyecto en bosques de protección, para la fase de Año 1, se han entregado Q849,560.48, para el Año 2, Q 647,981.28, para el año 3 Q 315,971.28, para el año 4, Q18,966.88, y para el año 5, Q 18,966.88, para un total de Q 1.851,446.78, según el cuadro 1.11.

Cuadro 1.11 Monto otorgado por fase en bosques de protección

Fase del Proyecto	Monto
Año 1	Q 849,560.48
Año 2	Q 647,981.28
Año 3	Q 315,971.28
Año 4	Q 18,966.88
Año 5	Q 18,966.88
Total	Q1.851,446.78

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.3 Características generales de proyectos bosques de producción

En el Cuadro 1.12, existen un total de 6 proyectos, de los cuales 3 se encuentran en el municipio de Flores y 3 en San Francisco, de estos solo uno se ha ejecutado, los demás están por ejecutarse para el año 2007, este proyecto corresponde al área ejecutada de 20.9 hectáreas, y al monto asignado de Q 21,451.96, del primer pago, del año 1.

En total existen 445.18 hectáreas, aprobadas, y por establecer 4,424.28 hectáreas, en donde en el municipio de San Francisco, es el que tiene un mayor número con un total por establecer de 256.55 hectáreas y el municipio de Flores un total de 167.73 hectáreas.

Cuadro 1.12 Resumen y distribución de los proyectos de producción por municipio

Descripción	Municipio		Total
	Flores	San Francisco	
No. de proyectos	3	3	6
Área aprobada (ha)	167.73	277.45	445.18
Área ejecutada (ha)		20.9	20.9
Monto otorgado		Q21,451.96	Q21,451.96

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.4 Distribución de los proyectos en la sub-región VIII-1

En el cuadro 1.13, se observa que en la sub-región, existen un total de 259 proyectos, en el PINFOR, de los cuales 214 corresponden a los proyectos de reforestación, con un 82.6 %, 39 proyectos de protección, con un 15.1 %, y para proyectos de producción con un total de 6, para un 2.3 %, siendo los proyectos de reforestación los que se encuentran en mayor cantidad, y a los cuales se asigna una mayor actividad en la sub-región, debido a su importancia.

Cuadro 1.13 Distribución por la clase de proyectos de PINFOR

Proyecto	No. Proyectos	%
Protección	39	15.1
Reforestación	214	82.6
Producción	6	2.3
Total	259	100

Fuente: Base de datos del Instituto Nacional de Bosques, sub-región VIII-1

1.4.5 Identificación de la problemática

Para la identificación de la problemática, se realizó una reunión con usuarios del PINFOR, y a continuación se presenta la problemática encontrada por grupos de trabajo según la especie plantada.

1.4.5.1 Problemática de teca (*Tectona grandis*)

El grupo de teca, estaba conformado por más participantes, comparados con los otros grupos, en donde cada uno presentó sus problemas, posibles causas y los efectos, de los problemas, considerando en muchos casos, que algunos problemas eran comunes por la cercanía de sus plantaciones, al final de la discusión, se logró identificar los resultados, que se muestran en el cuadro 1.14.

Cuadro 1.14 Resultados de la problemática encontrada por el grupo de teca

Problemas	Que han hecho	Que se puede hacer
Variación de crecimiento: Los suelos donde están establecidas las plantaciones, son muy variables. Existen diferentes crecimientos en una plantación.	Mecanizar el suelo: algunos productores han realizado una remoción del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de suelos, para conocer los factores que afectan el crecimiento de plantaciones.
Laderas: poco crecimiento de las plantaciones, debido a que las laderas están erosionadas, esto se relaciona a la poca cobertura existente.	Replantar, y sembrar en otras áreas con menor pendiente	<ul style="list-style-type: none"> - Enriquecimiento de áreas con abonos orgánicos. - Sembrar solo en áreas planas, debido a la exigencia de la planta.
Humedad: Las plantas son muy exigentes, y en lugares secos no desarrolla bien.	No sembrar en lugares secos.	- Sembrar en lugares húmedos. Pero no en lugares de bajos
Plagas: El zompopo causa los mayores daños. - La rata atacase como la raíz.	Control químico para Zompopo,	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar monitoreo frecuentes. - Combate de rata con pastilla de Ajo.
Ataque de enfermedades: Presenta pudriciones del tronco, dejando hueco el centro.	Eliminación de las plántulas afectadas.	- Monitoreo y control en la plantación
Limpias: En verano se mueren las plantas, por el calor y pérdida de humedad	Replantar	- Realizar la limpieza solo en invierno, y después de la Canícula.
Fuego: El Pasto natural de sabana funciona como combustible.	Limpias en los surcos en verano,	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación sobre la prevención y control de incendios. - Brechas, rondas, monitoreo.

Fuente: Reunión con productores de plantaciones forestales. Agosto, 2005

1.4.5.2 Problemática de matilisguate (*Tabebuia rosea*)

En el grupo de matilisguate, se discutieron los problemas y se compartieron las experiencias, de algunos productores que estaban teniendo buenos resultados en sus plantaciones, y que recomendaban la utilización de algunas técnicas, además se discutió sobre el posible mercado del matilisguate, en donde ellos observaban mercados muy amplios, como la exportación, fabricación de muebles, bastones, poste o leña, cercos vivos, y medicinal, los resultados se observan en el cuadro 1.15.

La mayoría del grupo se observó entusiasmada en realizar ensayos dentro de sus plantaciones, principalmente con el cultivo de maní forrajero (*Arachis pintoi*), como una alternativa de recuperación de suelos, y cobertura del suelo para el control de malezas...

Cuadro 1.15 Resultados de la problemática encontrada en el grupo de matiliguatze

Problemas	Que han Hecho	Que se puede hacer
Variación de crecimiento: debido a las características de lo suelos de sabana, que son suelos compactados, secos, y degradados.	Aplicaciones de cal, ½ lb. Por planta al realizar los ploteos, los primeros años.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones de cal, por planta. - Estudio de suelos, para conocer las condiciones del suelo
Uso Alterno: para mantener las plantaciones, después del PINFOR debido a que los ingresos son a largo plazo.	Siembra de <i>Arachis pintoi</i> , y pasto.	<ul style="list-style-type: none"> - Siembra de <i>Arachis pintoi</i> - Siembra de <i>Brizanta</i> - Siembra de madre cacao
Monitoreo de Plantaciones: No se conoce el desarrollo de la plantación.	Establecimiento de parcelas de muestreo	<ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de parcelas permanentes de muestreo.
Malezas: Tiene altos costos y en grandes áreas es muy difícil. Las limpias se realizan en verano y eso da problema con la pérdida de humedad del suelo.	Uso de Paraquat alemán (2 meses) y Glifosato (1-1.5 años desarrollo)	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de <i>Arachis pintoi</i>, Para controlar las malezas por el buen desarrollo de <i>Arachis</i>, en otras plantaciones.
Fuego: Causa gasto, porque tiene que devolver si se quema la plantación, Causando Perdida.	Rondas y cuidar las plantaciones en verano.	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitaciones. - Brechas, rondas, Garitas de monitoreo. Y cuadrillas para el control.
Plagas: Presenta ataques de zompopos y roedores, que dañan la planta.	Control químico	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar monitoreo frecuentes, y un manejo integrado de plagas. - Siembra de Nim como control biológico.

Fuente: Reunión con productores de plantaciones forestales. Agosto, 2005

1.4.5.3 Problemática de melina (*Gmelina arborea*)

En el grupo de productores de melina, lograron discutir e identificar cuales eran los problemas que más afectaban a las plantaciones, inscritas dentro del programa de incentivos Forestales, del INAB, en el grupo se tomó en cuenta las condiciones actuales, identificando problemas, además que han hecho para solucionar este problema, compartiendo experiencia de todos los integrantes, y al finalizar se plantearon las actividades que se pueden realizar para contrarrestar este problema.

La *Gmelina* es una especie que ha presentado buenos resultados especialmente en el establecimiento, debido a que se puede establecer por semilla, plántulas, o esquejes, en el cuadro 1.16, se describen los resultados obtenidos del grupo de Melina.

Cuadro 1.16 Resultados de la problemática encontrada en el grupo de melina

Problemas	Que han Hecho	Que se puede hacer
Variación de Suelos: son suelos muy compactados, muy secos, y degradados.	Remoción y Mecanización del suelo y siembra en áreas con frijol.	<ul style="list-style-type: none"> - Mecanizar antes de la siembra - Estudio de suelos, para conocer las limitantes.
Vivero: Poca disponibilidad de plantas y semilla, en la región, causando atrasos en las plantaciones.	Compra de plantas a viveristas, de muy mala calidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Firma de contratos con viveros, - Asistencia técnica en elaboración de viveros.
Altos costos: Al realizar actividades extras, como mecanizar, por que se elevan los costos, y los incentivos son los mismos.	Invertir en actividades no planificadas	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecutar lo propuesto en plan de manejo, para no tener inversión en actividades no planificadas.
Fuego: El pasto natural de sabana funciona como combustible.	Rondas, y limpieas, en el verano.	<ul style="list-style-type: none"> - Brechas, rondas, garitas de monitoreo y cuadrillas de control.
Plagas: El zompopo, es la plaga que más ataca y en segundo la taltuza.	Dstrucción de las plantas atacadas, con control químico Y quema de troneras con gasolina.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar monitoreo frecuentes, y un manejo integrado de plagas.
Clima: Periodos secos muy prolongados, teniendo mayor incidencia de Incendios,	Replanteo de plántulas, en época de invierno.	<ul style="list-style-type: none"> - Prevención de Incendios.
Mercado: Los productos de raleos no tienen mercado.	Hasta el momento nada.	<ul style="list-style-type: none"> - Convenios con instituciones, para comercializar diámetros menores.

Fuente: Reunión con productores de plantaciones forestales. Agosto, 2005

1.4.5.4 Problemática de pino (*Pinus caribaea*)

En el grupo que tiene plantaciones de pino, los productores de este grupo por ser vecinos, compartieron sus problemas, con el fin de tomarlos en cuenta en el establecimiento y manejo, además mostraron disponibilidad de realizar actividades, para mejorar el desarrollo de sus plantaciones, a continuación en el cuadro 1.17, se presentan los resultados de la discusión en grupo:

Cuadro 1.17 Resultados de la problemática encontrada en el grupo de pino

Problemas	Que han Hecho	Que se puede hacer
Suelos: suelos de Sabana con pH ácidos, y el pino tiende a acidificar.	Replanteo en áreas donde se mueren las plántulas.	- Estudio de suelos, para conocer sus condiciones.
Fin de PINFOR: Al finalizar no se tendrán ingresos.	Siembra de pastos.	- Siembra de especies forrajeras. - Venta de diámetros menores.
Vivero: Poca disponibilidad de plantas, y mala calidad sin micorriza. Muy poca experiencia en vivero.	Compra de plantas, de mala calidad. Contratos con reforestadoras.	- Contratos con viveros, para entrega de Planta de buena Calidad. - Asistencia en vivero.
Beneficio de raleos: Los productos de raleos, no tienen ningún ingreso, por no haber mercado local.	Hasta el momento nada.	- Venta para árboles de navidad. - Convenios con empresas para comercializar diámetros menores.
Altos Costos: La densidad de trasplante es alta, los costos han aumentado y los incentivos son los mismos.	Hacer créditos en el banco, para pagar la mano de obra, debido a que el incentivo se da cuando la actividad ya se ejecuto.	- Realizar planes de manejo, y ejecutarlos, para ser más eficientes. - Gestión de mercado para productos de raleos y obtener ingresos.
Fuego: El Pasto natural de sabana funciona como combustible, y los cazadores provocan incendios.	Rondas, y limpieas, en el verano Brigadas contra Incendios. Prevención.	- Capacitación - Brechas, rondas, Garitas de monitoreo, y brigadas para el control.
Amenaza de Plagas como la mariposa, y gorgojo del pino.	Monitoreo de plagas.	- Realizar monitoreo frecuentes, y un manejo integrado de plagas.

Fuente: Reunión con Productores de Plantaciones Forestal. Agosto, 2005

1.4.6 Priorización de problemas

Para la identificación de principales problemas, se utilizó la problemática encontrada en cada especie, y así se identificó los problemas más comunes, con ayuda de los usuarios se realizó la priorización de problemas utilizando para efecto de los problemas las plantaciones.

1. **Alternativas de uso de los suelos:** Es necesario identificar alternativas de ingreso en las plantaciones, al final del periodo del incentivo, debido a que las plantaciones son abandonadas, por no tener otros ingresos o actividades alternativas en esa área. Con ayuda de los usuarios se logró identificar las actividades que se pueden desarrollar, tales como la venta del producto de raleos, aprovechamiento de diámetros menores, la utilización de las plantaciones con otras actividades como el silvo-pastoreo, y con cultivos de cobertura como el *Arachis Pintoi*.
2. **Variación de crecimientos en plantaciones:** Los suelos presentan condiciones adversas para el desarrollo de las plantaciones, debido a la compactación, propiedades físico-químicas y la variabilidad, siendo muy inadecuadas para las plantaciones. Tomando en cuenta que según los estudios realizados de la capacidad de uso, las categorías que se asignan a las áreas forestales, son áreas muy degradadas, en donde si es necesario tener un cultivo productivo, tenemos que utilizar suelos en buenas condiciones.
3. **El monitoreo de plantaciones:** No se tiene información de los crecimientos de las plantaciones, y las actividades de raleo y poda, se realizan sin criterios definidos, siendo necesario realizar monitoreos de las plantaciones, para poder cumplir los planes de manejo, mediante actividades bien definidas, y al mismo tiempo se pueda conocer cual es la disponibilidad de madera, en los raleos, y así poder ofrecerla a los mercados.

4. **Prevención y control de incendios:** preocupa mucho a los productores, principalmente en la época seca, por que causa la muerte total o parcial de las plantaciones, y obliga a replantar, en tal sentido algunos han iniciado el monitoreo de cuadrillas, la prevención con brechas, y en algunos casos limpias en surcos para extraer el pasto natural de las sabanas que funciona como un combustible para el fuego.
5. **Las plagas:** es uno de los problemas que más afecta a las plantaciones, principalmente el zompopo (*Atta sp*) y las ratas (*Ratus ratus*), las cuales causan serios daños a las plantas, provocando con esto daños irreversibles en la calidad de la madera, y en algunos casos causando la muerte de la planta, disminuyendo la productividad por área.
6. **Los costos:** Estos son elevados, debido a la devaluación de la moneda, comparando con los años en que se fijaron las tasas del incentivo en 1997, los usuarios han tomado como alternativa la utilización de prestamos a bancos, sin embargo los intereses son elevados.
7. **Disponibilidad de plantas para el establecimiento:** En la mayoría de los casos, se presentaron problemas en el establecimiento de sus plantaciones, por que la producción de plántulas en vivero, fue difícil, por los problemas que se presentaron, accediendo a muchos a comprar en viveros. Además, las especies que utilizan, no presentan condiciones de desarrollo muy variable, debido a que la mayoría no se adaptan al lugar, siendo necesario utilizar especies adaptadas al lugar o nativas.

Cuadro 1.18 Matriz de decisión de priorización de problemática de las plantaciones

Problemas identificados	Aspecto			Total
	técnico	social	económico	
Variación de crecimientos	8	7	8	23
Alternativas de uso de suelos	8	7	9	24
Disponibilidad de plantas	6	4	7	17
El monitoreo de plantaciones	8	7	8	23
Prevención y control de incendios	6	7	8	21
Las plagas	7	5	9	21
Los costos	3	7	10	20

Como contribución para solucionar la problemática encontrada, se realizó la investigación “Factores edáficos y fisiográficos que influyen en el crecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.F.), en el programa de incentivos forestales del INAB, en la sub-región VIII-1 Peten, y los servicios “Establecimiento de maní forrajero (*Arachis pintoi*), en plantaciones forestales en la aldea El Mango, Santa Ana” y el “Monitoreo de parcelas permanentes de muestreo en plantaciones mixtas de Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), Sericote (*Cordia dodecandra*), Cedro (*Cedrella odorata*)”.

1.5 CONCLUSIONES

1. En la sub-región VIII.1 del Instituto Nacional de Bosques, se desarrolla actividades del Programa Incentivos Forestales, en 6 municipios del departamento de Peten, y actualmente el área de cobertura es: El municipio de Santa Ana, una área de 1,676 hectáreas, (36.2 %), San Francisco 1,586.7 hectáreas, (34.3 %), estos municipios juntos tiene el 70.5 % del área que cubre la sub-región, luego están los municipios de San José con un área de 683.7 hectáreas, Flores 332.7 hectáreas, San Benito un área de 157 hectáreas, Dolores un área de 188.9 hectáreas y Melchor de Mencos un área de 2.8 hectárea.
2. Los proyectos de reforestación están distribuidos de la siguiente manera: fase de mantenimiento 1, ocupa la mayor área con un 25.1 %, mantenimiento 3, 19.2 %, establecimiento 16.1 %, mantenimiento 5, 15.5 %, mantenimiento 4, 14.5 %, y mantenimiento 2 con un 9.7 %, para dar un total de área de cobertura en la sub-región VIII-1, de 4,627.8 hectáreas, establecidas.
3. El área aprobada para el 2006 es de 7,014.27 hectáreas, pero esta área no ha sido establecida en su totalidad, por lo que se tiene un total de área establecida de 4,627.8 hectáreas, que corresponde al 66 % del total de área aprobada, del área establecida, existe un 7%, que se ha perdido o se encuentra en fase de cancelación, y corresponde a un total de 328.17 hectáreas, dando un área activa de 4,299.59 hectáreas.
4. Del área perdida, la fase de mantenimiento 2, es la fase de mayor perdida con un 50.2 %, luego mantenimiento 1 (21.2%), y en estas dos fases, es la mayor perdida, para un total entre las dos de 74.4 %, en los primeros años donde el cuidado debe ser mayor.
5. La especie con mayor cobertura es el matilisguate (*Tabebuia rosea*), con 932.1 ha (20.1 %), luego le sigue, melina (*Gmelina arborea*) con 908.0 ha (19.6 %), pino (*Pinus caribaea*), 774.6 ha (16.7 %), teca (*Tectona grandis*) con 538.4 ha (11.6 %), y la

amapola (*Pseudobombax ellipticum*) con 511.4 ha. (11 %), estas especies ocupan el 79.2 % de área total reforestada.

6. Hasta el momento, se ha otorgado un total de Q 42.024,594.91, pero existe un monto de los proyectos que se encuentran en proceso de cancelación, el cual asciende a un total de Q5.045,779.00, y en relación al monto total es de un 12 %.
7. El área establecida fuera de áreas protegidas, es de 769.8 hectáreas, dentro de área protegidas un total de 3,858.0 hectáreas, que corresponden al 83.4 %, lográndose identificar que existe interés en recuperar la cobertura forestal dentro de las áreas protegidas.
8. En los proyectos de bosques de protección, el municipio con mas área es San José, con un total de 3,400 hectáreas (84.9 %), seguido de Santa Ana, con 342.83 hectáreas, San Francisco con 246.39 hectáreas, y Flores con 17.5 hectáreas, para dar un total de área en bosques de protección de 4,006.72 hectáreas, de esta área un 85 % del área se encuentra dentro de área protegida y un 15 % fuera de área protegida, por lo que la mayor parte de proyectos presentan interés, por la conservación de sus bosques naturales, en áreas protegidas.
9. El monto asignado para bosques de protección, para la fase de año 1, es de Q849,560.48, para el año 2, Q 647,981.28, para el año 3 Q 315,971.28, para el año 4, Q18,966.88, y para el año 5, Q 18,966.88, para un total de Q 1.851,446.78, de los cuales están distribuidos en 9 proyectos.
10. Los proyectos de bosques de producción, son en total 6 proyectos, de los cuales 3 se encuentran en el municipio de Flores y 3 en San Francisco, de los cuales solo uno se ha ejecutado, con un área de 20.9 hectáreas, y un monto asignado de Q 21,451.96, del pago de primer pago.

11. En el PINFOR, existe un total 259 proyectos, de los cuales 214 corresponden a los proyectos de reforestación, con un 82.6 %, 39 proyectos de protección, 15.1 %, y 6 proyectos de producción 2.3 %, siendo los proyectos de reforestación los que se encuentran en mayor cantidad.
12. La problemática encontrada y su priorización es la siguiente: 1) Alternativas de Uso de los Suelos: Es necesario tener alternativas de uso de las áreas al finalizar el incentivo, para poder seguir brindándole un manejo a la plantación; 2) Variación en el crecimiento de las plantaciones: Los suelos los cuales son muy variados en toda la región, y existe poca referencia, y el comportamiento de las especies; 3) El monitoreo de plantaciones: existe poco conocimiento sobre el desarrollo de las plantaciones, para poder realizar practicas de manejo, que sirva para buscar mercados en diámetros menores; 4) Prevención y control de incendios: es muy alta en la época de verano, y muchas veces, se pierden las plantaciones, o afectan el desarrollo de las mismas; 5) Presencia de Plagas: existe un alto ataque de plagas principalmente taltuza, rata, y algunas enfermedades que afectan el fuste, disminuyendo su calidad; 6) Los costos elevados en el manejo de las plantaciones: están muy relacionadas con todos los problemas encontrados, ya que cualquiera actividad o aspecto diferente al manejo en una plantación, eleva los costos; y 7) Disponibilidad de plantas para el establecimiento: existe problemas al momento de establecer plantaciones por falta de plantas de buena calidad, y el bajo conocimiento de la adaptabilidad de las especies.

1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. CATIE-NORUEGA, GT; INAB (Instituto Nacional Forestal, GT). 2005. Reunión con productores de plantaciones forestales dentro del programa de incentivos forestales. Guatemala. 10 p.
2. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2002. Reglamento del programa de incentivos forestales (PINFOR). Guatemala. 22 p.
3. ----- . 2005. Programa de incentivos forestales (PINFOR). Guatemala. 4 p. (Ficha Informática).
4. ----- INAB (Instituto Nacional de Bosques, Región VIII.1, GT). 2006. Base de datos de beneficiarios del programa de incentivos forestales (PINFOR). Guatemala. Hoja electrónica Excel.

1.7 ANEXO

Cuadro 1.19 Listado de participantes en la identificación de problemática.

No.	Nombre	Institución / comunidad
1	Luís Enrique Sosa	El Árbol, S.A.
2	Danilo Enrique Soto	La Sotada S. A.
3	Milton Yovani Cantoral	Green Millennium G. S. A.
4	Milton Rocael Juárez	ENCA
5	José Soto	La Sotada S. A.
6	Julio Fco. Penados B.	Asesoría Técnica de Peten ATP.
7	Daniel Méndez Cario	Reforestadota "RESI"
8	Agustín Chub Cac	Aldea Santa Teresa
9	Carlos Méndez	Coop. Nuevo Horizonte
10	Eduardo García F.	Coop. Nuevo Horizonte
11	Julio Sandoval	Empresa Avícola Los Álamos
12	Miguel García	Forest S. A.
13	Arnoldo Girón	Aldea El Mango
14	Santiago Barrera	Aldea El Mango
15	Calixto Xitumul	Aldea El Mango
16	Juan Francisco Cabrera	Aldea El Mango
17	Agustín García	Aldea El Mango
18	Diego Quiz de la Cruz	Aldea El Mango
19	Jorge Morales	INAB
20	Yovan Cuellar	INAB
21	Jorge Cruz	CATIE-NORUEGA
22	Francisco Ortiz	CATIE-NORUEGA
23	Víctor Chán	CATIE-NORUEGA/INAB
24	Ariel Morales	INAB

Fuente: Reunión con productores de plantaciones forestales. Agosto, 2005



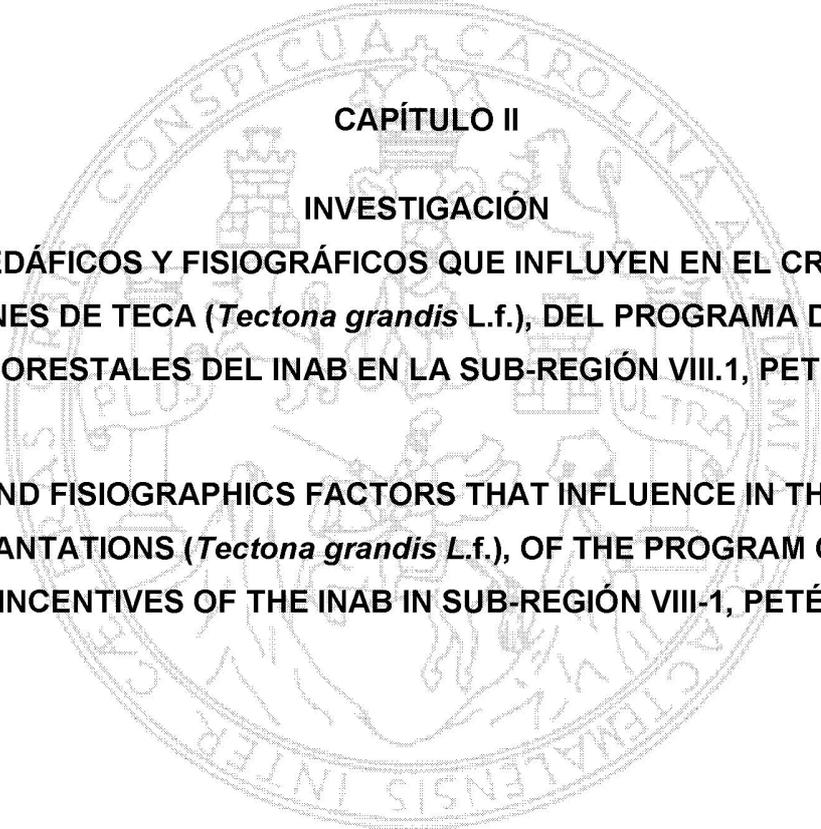
Figura 1.6A Grupos de discusión con usuarios sobre problemática

Fuente: Reunión con productores de plantaciones forestal. Agosto, 2005



Figura 1.7A Identificación de problemática con usuarios de PINFOR

Fuente: Reunión con productores de plantaciones forestales. Agosto, 2005



CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

FACTORES EDÁFICOS Y FISIGRÁFICOS QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE TECA (*Tectona grandis* L.f.), DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES DEL INAB EN LA SUB-REGIÓN VIII.1, PETÉN.

EDAPHICS AND FISOGRAPHICS FACTORS THAT INFLUENCE IN THE GROWTH OF TEAK PLANTATIONS (*Tectona grandis* L.f.), OF THE PROGRAM OF FOREST INCENTIVES OF THE INAB IN SUB-REGIÓN VIII-1, PETÉN.

2.1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento de los bosques depende de una serie de factores, que juntamente con las características de cada especie, influyen en el éxito de las plantaciones. Entre los factores que pueden afectar el crecimiento se encuentran: Factores climáticos, edáficos y fisiográficos. Los especialistas forestales pueden hacer muy poco para modificar los factores climáticos, de modo que los esfuerzos que hacen para incrementar la productividad, se concentran en los factores edáficos y fisiográficos.

Dentro del Programa de Incentivos Forestales del Instituto Nacional de Bosques, existen especies prioritarias, en donde Ugalde (2001), menciona que las especies son seleccionadas, sin considerar los requerimientos y las características del suelo. Teniendo como resultados proyectos que han fracasado, por que las plantaciones no han tenido el crecimiento esperado, presentando diferencias de crecimiento muy marcadas entre proyectos cercanos.

Vázquez (1995), menciona que para seleccionar bien el sitio para establecer una plantación o sistema agroforestal, es necesario conocer los requerimientos ecológicos de las especies que se desean establecer, además de conocer la capacidad de uso del suelo, indica que es importante conocer la disponibilidad y calidad de los suelos.

En el estudio se evaluaron un total de 20 parcelas permanentes de muestreo, distribuidas en los diferentes municipios que pertenecen a la sub-región VIII-1, del Instituto Nacional de Bosques.

Se realizaron mediciones de las variables dasométricas para poder conocer las condiciones de crecimiento y los resultados obtenidos son: DAP de 2.01 a 17.97 cm., alturas totales de 1.8 a 15.94 m, área basal de 0.14 a 21.3 m²/ha, volumen total de 0.17 a 144.86 m³/ha, IMA- en DAP de 0.43 a 2.7 cm./año, en altura total de 0.39 a 2.26 m/año, en área basal de 0.03 a 3.20 m²/ha/año y en volumen total de 0.04 a 21.73 m³/ha/año.

De las variables de crecimiento utilizadas sólo el área basal presentó significancia ($P > F = 0.0002$) y una variabilidad de 92.52 por ciento, con respecto a las diferentes variables fisiográficas y edáficas. Para el análisis se realizó un análisis de regresión múltiple, por el método Stepwise.

Las variables fisiográficas no mostraron significancia, pero se consideraron variables que resultaron significativas como: La edad de la plantación, donde a medida que la edad es mayor, el crecimiento también es mayor, otra variable considerada es el uso anterior del suelo, áreas donde el uso era de cultivos anuales o tierras de guamiles, presentaron mejores crecimiento.

De las variables edáficas, la variable física de drenaje presentó relación significativa, en lugares con buen drenaje, sin problemas en la infiltración, el crecimiento del área basal aumentó considerablemente, y además se encontraron que aquellas áreas con problemas drenaje, las plantaciones de teca presentaron malos crecimientos.

En Las variables químicas, el manganeso presentó significancia en el primer horizonte, encontrándose las mejores área básicas en la clase donde el manganeso estuvo niveles óptimos, se determino que el manganeso influye en el crecimiento, presentando un comportamiento que en áreas con valores óptimos a bajos menores de 17 ppm, el área basal fue mayor, y además la conductividad eléctrica, presento un comportamiento en donde a medida que aumentan los valores de conductividad eléctrica, los valores de área basal aumentan.

Este estudio es muy importante para el establecimiento de futuras plantaciones de Teca (*Tectona grandis*), donde los resultados obtenidos sean considerados al elegir los sitios para las plantaciones. Además el Proyecto CATIE NORUEGA, apoyó con el financiamiento de este estudio, para poder utilizar los resultados y compartirlos con los productores en sus áreas de trabajo, y utilizar las plantaciones forestales como una alternativa de uso y recuperación de áreas degradadas.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-, del Instituto Nacional de Bosques - INAB, fomenta desde 1997, la producción forestal sostenible en el país. Esta actividad a logrado despertar un gran interés por parte de los propietarios, en el sector forestal, teniendo para el 2004, 214 proyectos.

El Plan de Acción Forestal de Guatemala (PAFG), contempla especies forestales prioritarias para ser utilizadas en los diferentes proyectos. Vaides (2004) indica que estas especies prioritarias, son plantadas en todo el país, en diferentes condiciones de sitio y suelo de cada región. Estas actividades ayudan a cumplir dos de los objetivos del PINFOR que son: Incorporar tierras de vocación forestal desprovistas de bosques a la actividad forestal, a través del establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales y generar una masa crítica de bosques productores de materia prima, para el desarrollo de la industria forestal.

Ugalde (2001), menciona que las especies utilizadas, muchas veces son seleccionadas, sin considerar los requerimientos y las características de sitio y suelo.

Encontrándose en la sub-región VIII.1 del INAB; resultados de proyectos de pequeña, media y gran escala, que han fracasado, por que las plantaciones no han tenido el crecimiento esperado, presentando diferencias muy marcadas, entre proyectos cercanos, que sus condiciones climáticas y de manejo han sido las mismas, relacionando estos resultados a las condiciones edáficas y fisiográficas que podrían estar influyendo en el crecimiento de Teca (*Tectona grandis*).

2.3 JUSTIFICACIÓN

La mayoría de proyectos son establecidos, considerando únicamente el mercado, y la especie que más se adapta a la región, y no consideran los factores edáficos y fisiográficos al momento de realizar los estudios de reforestación. Es necesario conocer y determinar estos factores para garantizar mejores resultados y rendimientos

Vázquez (1995), menciona que para seleccionar bien el sitio para establecer una plantación o sistema agroforestal, es necesario conocer los requerimientos ecológicos de las especies que se desean establecer, además de conocer la capacidad de uso de la tierra, es decir, el potencial biológico de producción del suelo, siendo necesario hacer un análisis de los diferentes factores que pueden afectar el desarrollo de las especies a plantar. Además indica que, en el caso de plantaciones forestales a nivel industrial donde se requieren de grandes extensiones de tierra, es doblemente importante conocer la disponibilidad y calidad de los suelos, en cuyas áreas donde se establezcan es posible encontrar que una misma especie o procedencia no responda de la misma forma a diferencias medioambientales.

Es necesario conocer las condiciones del sitio, pero hasta la fecha no existen indicadores para esta región. Con este estudio se pretendió identificar si algunos factores edáficos y fisiográficos están determinando el crecimiento de *Tectona grandis* en los proyectos de PINFOR en la sub-región VIII.1 del INAB. Además se pretende que sirva como una herramienta al momento de implementar proyectos de reforestación, tanto para los propietarios de tierras de vocación forestal interesados en plantar Teca, como para el INAB, en el momento de aprobar el beneficio del PINFOR.

Esta investigación se realizó con financiamiento del Proyecto CATIE-NORUEGA, del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, y el convenio con el Instituto Nacional de Bosques, y la Facultad de Agronomía de la Universidad San Carlos de Guatemala, con el objeto de generar información sobre los factores que están influyendo en el crecimiento de las plantaciones de *Tectona grandis*.

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.1 Marco Conceptual

2.4.1.1 Programa de incentivos forestales

Los incentivos forestales son definidos según Gálvez et. al. (2002), como un pago en efectivo que el estado otorga al propietario de tierras de vocación forestal por ejecutar proyectos de reforestación o manejo de bosques naturales. Con la aprobación de la ley forestal (Decreto Legislativo 101-96), se crea el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), se convierte en el principal instrumento de la Política Forestal para Guatemala.

El PINFOR es administrado por el Instituto Nacional de Bosques (INAB) en coordinación con el Ministerio de Finanzas Públicas. El programa se sustenta económicamente con la asignación anual de un monto equivalente al 1% del Presupuesto de los ingresos ordinarios del Estado. Este monto asciende a un promedio anual de \$US 52 millones, aunque la asignación real promedio anual ha sido alrededor de \$US 14 millones.(8)

El PINFOR, según Plan de Acción Forestal para Guatemala –PAFG- (2002), tiene como meta para el período 1997 – 2016 de 285 mil ha para plantaciones y 572 mil ha de bosques naturales bajo manejo. Por otra parte, Gálvez et al (2002), menciona que para el total de proyectos establecidos hasta el 2002, los proyectos de reforestación han capturado el 98 por ciento de los recursos financieros invertidos por el PINFOR. Este hecho obedece, entre otros factores, a que las tierras con vocación preferentemente forestal en las regiones prioritarias del programa se encuentran desprovistas de vegetación. (12)

El Plan de Acción Forestal para Guatemala (2002), menciona que es visible la conformación de cuatro núcleos forestales que concentran las plantaciones establecidas en el periodo de análisis y que corresponden a las regiones prioritarias. Las Verapaces (Región II, Alta y Baja Verapaz) concentrando el 40 por ciento de la superficie plantada,

Petén (Región VIII) concentra un 20 por ciento de la superficie plantada, Izabal (Región III) concentra un 9 por ciento de la superficie plantada y, Escuintla y Suchitepéquez (Región IX) concentra el 10 por ciento de la superficie plantada. (12)

2.4.1.2 Sistema Mira-Silv

Las siglas MIRA significan manejo de Información sobre los recursos arbóreos. Este sistema tiene como objetivo principal: Apoyar a la investigación forestal, en relación al monitoreo del crecimiento de los árboles en programas de reforestación y en diferentes sistemas de producción forestal, agroforestal, y silvopastoril. (17)

A. Metodología Mira-Silv

a. Tipos de parcelas

Básicamente existen 2 tipos de parcelas, las temporales y las permanentes. Como su nombre lo indica, las temporales solo se miden una vez, aunque si se reubicaran podrían tener mediciones adicionales de manera que una parcela temporal puede evaluarse y convertirse en una parcela permanente.

Parcelas Permanentes de Medición (PPM) en Bosques Naturales: una PPM es una superficie de terreno debidamente delimitada y ubicada geográficamente, donde se registran datos ecológicos y dasométricos con la finalidad de obtener resultados sobre incremento, mortalidad, reclutamiento (Ingresos) o de otro tipo de información previamente determinada. (13)

Las parcelas permanentes desde su establecimiento tienen como objetivo principal permitir mediciones de crecimiento por un periodo largo de años y si estas se hacen de tamaño adecuado, podrían servir para monitorear y evaluar el crecimiento de los árboles hasta el turno final de corta, aunque los dos tipos de parcelas tienen ciertos fines diferentes, una complementar a las otras, de manera, que tanto en los bosques naturales como en plantaciones se pueden establecer ambos tipos de parcelas. (15)

b. Tamaño y forma de las parcelas

El tamaño de las parcelas se expresan normalmente en términos de un número de árboles o en base a una superficie de área en metros cuadrados, o en metros lineales como en caso de cercas vivas, árboles en líneas o en linderos. En el caso de un número de árboles, con un espaciamiento regular se puede calcular la superficie de la parcela. Cuando el espaciamiento de una plantación es irregular, como sucede en un bosque natural, lógicamente el tamaño de las parcelas debe darse en base a una superficie.

El tamaño apropiado de parcela, sea establece en base a un numero de árboles o a superficie, varia dependiendo de los objetivos de la investigación, del producto final y de variables a medir, y en caso de experimentos puede influir el tipo de diseño experimental, a seguir.

En el caso del establecimiento de parcelas permanentes en programas de reforestación con plantaciones ya establecidas y cuando el objetivo principal es poder estimar el crecimiento y el rendimiento de las plantaciones con especies con fines de producción de turnos cortos que se manejan sin raleos o que requieren de uno o dos raleos, se utilizan parcelas de 500 metros cuadrados. Para plantaciones puras con turno de rotación más largos para la producción de madera de aserrío y que requieran aproximadamente de tres a cinco raleos, o sistemas agroforestales que inician con espaciamientos muy amplios, se sugiere parcelas de medición de aproximadamente 700 a 1000 metros cuadrados.

La forma de las parcelas, puede ser variada, en el caso de un inventario de diagnóstico en un bosque natural o plantación comercial, a veces se utilizan parcelas temporales circulares. Sin embargo, en el caso de las parcelas permanentes en plantaciones con espaciamientos regulares, es más común utilizar parcelas rectangulares o cuadradas. Estas facilitan la ubicación, la demarcación permanente, y el sentido de la medición de los árboles en mediciones consecutivas a largo plazo. (17)

c. Numero de parcelas

El número de parcelas en un ensayo o experimentos está determinado por el tipo y número de tratamientos a utilizar, número de repeticiones y limitaciones del área.

En el caso del establecimiento de parcelas permanentes en programas de reforestación a nivel comercial para estimar y extrapolar el rendimiento en las diferentes áreas de la finca, el número de parcelas requeridas no es una cuestión fácil de determinar y varía dependiendo del material genético, del manejo y variabilidad de condiciones del lugar.

Para determinar el número de parcelas a establecer en forma general se utiliza una intensidad de muestreo, que de acuerdo a los recursos existentes la intensidad de muestreo, será del 0.8-1.5 % del área que recomienda Ugalde (2001), (17)

No. de parcelas: $10,000 \text{ m}^2 \times \text{intensidad de muestreo} \times \text{área total (ha)}$

Tamaño de parcela a utilizar

d. Ubicación e instalación de parcelas

Las parcelas deberán ser establecidas dentro de los estratos seleccionados, considerando aspectos como: condiciones de sitio, topografía, suelos, pedregosidad, uso anterior del sitio, métodos de preparación del terreno, mantenimiento y material vegetativo. Todos estos factores pueden influir y modificar el crecimiento de una especie en un determinado estrato de la plantación. Es importante poder cubrir las diferentes condiciones del sitio y crecimiento dentro de la plantación. (17)

e. Demarcación y señalamiento

Las parcelas deben marcarse en el terreno de manera que, se puedan reubicar en el futuro por personas o técnicos diferentes a los que se establecieron originalmente, con el fin de facilitar y asegurar las mediciones futuras sin errores. Para tal efecto, se recomienda delimitar las esquinas de las parcelas con poste de concreto o de tubos

plásticos enterrados, dejando un metro afuera de la superficie del suelo. En caso de no contar con postes, se pueden hacer zanjas en el suelo, en las esquinas, estas pueden ser de un metro de largo, a cada lado de la esquina, con un ancho de 15 a 20 cm. de unos 25 a 30 cm. de profundidad. Además marcando con cinta plástica, con pintura o placas metálicas, los tres árboles del borde de cada esquina, facilitan la reubicación y medición de los árboles en mediciones futuras. (17)

f. Variables a medir

Las principales variables a medir son: diámetro, altura total, y supervivencia. Después del primer raleo podría ser de interés medir la forma de los árboles debido a que los futuros raleos tienen valor comercial.

En el formulario de árboles en pie se tiene códigos definidos para clasificar la forma de los árboles individuales. Si se desea elaborar modelos de índice de sitios, debe de medir la altura dominante de los árboles más altos de la parcela y la altura promedio en una porción de 100 árboles por ha.

Después de haber medido todo los árboles, en varias parcelas de una especie, diferentes condiciones de crecimiento, se puede desarrollar ecuaciones de regresión entre el diámetro y altura total o diámetro y altura dominante. Esto permitirá que en el futuro se pueda reducir la medición del número de las alturas por parcela, que es la variable que requiere de mayor tiempo para su medición. (17)

g. Medición de árboles

Todos los árboles originales o que deberían de haber plantados en la parcela de medición, deben de ser medidos y enumerados en forma secuencial del uno hasta el último árbol de la parcela.

Los árboles que por error no se plantaron, se cortaron o fueron raleados se considera como árboles muertos y la variable de medición debe de tener el código **-88**,

los árboles que por alguna razón no se midieron, (árboles quebrados, muy delgados que no ameritan medir el diámetro etc.), pero que están vivos deben de tener el código, en una futura medición, cuando se considera apropiado estos árboles pueden ser medidos.

Antes de iniciar la medición de los árboles, se debe de hacer el croquis de la parcela en el formulario correspondiente, incluyendo señas o indicaciones que permitan la reubicación de la parcela y la numeración de los árboles será, el mismo número en el formulario. Se recomienda iniciar en la esquina nor-este de la parcela, con el árbol numero 1, y avanzar siguiendo las líneas de plantación.

Debe de tenerse en cuenta que, árboles que en algún momento se le asigna el código **-99** (muerto), este código debe de permanecer para las futuras mediciones. En el caso de los árboles bifurcados, los formularios MIRA permiten medir los fustes (ejes) en forma separada dentro de cada árbol. (17)

2.4.1.3 Conceptos silviculturales

A. Altura del árbol

Distancia vertical entre el nivel del suelo y la punta más alta del árbol. Cuando se trata de árboles en ladera, se mide a partir del punto más elevado del terreno, aunque algunas veces este concepto se modifica, por ejemplo; si se toma el nivel medio del suelo. La altura total se define como la distancia vertical entre el nivel del suelo y la yema Terminal del árbol. (10)

B. Árbol plagado

Árbol muy infestado en general, por insectos coleópteros o lepidópteros y por plantas parásitas. (10)

C. Árboles codominantes

Más bajos que los dominantes, pero que constituyen parte del nivel general de las copas del rodal. Reciben la luz por encima de sus copas, pero relativamente poca por los lados. (10)

D. Árboles dominantes

Árboles, dentro de una masa o rodal determinado, que presenta la mayor altura, están mayores desarrollados y no tienen competencia. (10)

E. Árboles suprimidos

Árboles que no desarrollan, aunque desaparezca la competencia. (10)

F. Crecimiento

Es el aumento gradual en el tamaño de un organismo (árbol), población (bosque) en un periodo de tiempo. Este aumento se produce por la actividad fisiológica de la planta. El ritmo o tasa de crecimiento está determinado por factores internos (genéticos), externos (sitio) y por el tiempo. Los requisitos internos para el crecimiento de los árboles según Bockheim son: suministro adecuado de carbohidratos, agua, minerales y reguladores hormonales del crecimiento. (21)

J. Diámetro a la altura del pecho

Diámetro a la altura del pecho -DAP, evaluado a 1.30m (4 ½ pies) sobre el nivel del suelo. Si el árbol está en un terreno inclinado la altura se toma a partir de la parte superior de la pendiente. (10)

H Incremento

Es la diferencia de tamaño entre el comienzo y final de un periodo de crecimiento. El crecimiento se manifiesta en el cambio de dimensiones de las diferentes variables que lo caracterizan según Ferreira, citado por Álvaro (2004). (1)

Así mismo menciona que existen varios tipos de incrementos:

a. Incremento corriente anual

Corresponde al incremento periódico en un año de intervalo. Se calcula haciendo la diferencia entre el valor al final de año menos el valor al inicio de año.

b. Incremento medio anual

Corresponde al promedio de incremento hasta el momento actual. Se calcula dividiendo el valor actual entre el tiempo transcurrido o edad.

c. Incremento periódico

Corresponde al incremento producido en un periodo de tiempo mayor de un año.

I. Intensidad de muestreo

Superficie de tamaño variable, dentro de otra de mayor dimensión, en la cual se efectúan las mediciones de las que se obtienen los estimadores que caracterizan el área total. (10)

K. Muestreo

Acción de seleccionar y medir o registrar las características previamente determinadas, de la muestra de una población. (10)

L. Reforestación

Es la reposición de una cubierta vegetal que ha sido eliminada por el aprovechamiento y/o enfermedades, avance de la frontera agrícola, la ganadería, e

incendios forestales. También se conoce el término FORESTACIÓN que trata del establecimiento de bosque en áreas desprovistas por largo tiempo; utilizado el término “REFORESTACIÓN” indistintamente para ambos casos. (10)

2.4.1.4 Calidad de sitio

Alfaro (1983) citado por Vaides (2000), recopila diferentes definiciones para sitio, calidad de sitio e índice de sitio, las cuales se describen a continuación:

Se denomina sitio a “un área considerada en términos de sus factores, con referencia a la capacidad de producir bosques u otra vegetación; lo que es la combinación de las condiciones biofísicas, climáticas y edáficas de un área.

Calidad de sitio la definen como “la combinación e interacción de los factores bióticos y abióticos con la vegetación existente”. En el caso forestal, dicha calidad se estima como la máxima cosecha de madera o biomasa, que el bosque produce en un tiempo determinado, es decir, la productividad de dicho bosque. Se entiende por índice de sitio a “la estimación de la altura que los árboles dominantes (100 árboles más altos por hectárea) de una plantación coetánea alcanzan a una edad en particular, denominada como edad base” Alfaro (1983), citado por Vaides (18).

Enters (2000), citado por Vaides (2000) menciona que debido al papel crítico que le corresponde al sitio en la productividad, es necesario afinar, armonizar y difundir ampliamente los criterios de selección de sitios para plantaciones de teca. El mismo autor indica que para esto es necesario establecer y monitorear regularmente una red de parcelas permanentes, que abarquen toda la gama de condiciones de crecimiento y manejo, con normas y definiciones comunes para facilitar la comparación.

Como lo definen, Vásquez y Ugalde (1995), la capacidad productiva de un determinado lugar se conoce como calidad de sitio, donde “sitio” está definido por un complejo de factores bióticos y abióticos, y su “calidad” es el resultado de la interacción de

los factores ambientales (fisiografía, suelo, clima, entre otros) y la vegetación existente.(20)

A. Métodos de evaluación de calidad de sitio

El índice de sitio es la expresión de la calidad de sitio, basada en la altura dominante, como lo exponen también Herrera y Alvarado (1998) citados por Vaides (16). Vásquez y Ugalde (1995), basados en Carmean y Cutter *et al.* (1975 y 1983 respectivamente) dividen los métodos para clasificar la calidad de sitio en métodos directos y métodos indirectos. (20)

a. Métodos Directos

- Estimación por Registros históricos de rendimiento.
- Estimación en datos de volumen del rodal.
- Estimación en datos de altura de las especies.
- Estimación de datos de incremento periódico en altura.

b. Métodos Indirectos

- Estimación por relaciones entre especies del estrato superior.
- Estimación por relaciones de las especies del sotobosque.
- Estimación a través de los factores climáticos, edáficos y topográficos.

B. Clase de sitio

- ALTO

Agrupación de plantaciones con el mejor crecimiento, superior al promedio, sitios con mayor potencial económico.(20)

- MEDIO

Sitios buenos, alrededor del promedio, con manejo apropiado tendrían buenas posibilidades de ser rentables. (20)

- **BAJO**

Sitios por debajo del promedio, considerados como marginales, difícilmente rentables que no deberían ser recomendados para ser plantados. (20)

En Centroamérica se cuenta con estudios de este tipo, tal el caso de la recopilación efectuada por Herrera y Alvarado (1998), que analizaron dos estudios sobre teca que relacionan la calidad de sitio con factores ambientales, desarrollados en el pacífico seco de Costa Rica, donde se encontraron algunas limitantes como la precipitación y la temperatura media anual, la profundidad del suelo, la posición topográfica, entre otras variables que se han encontrado que influyen en el crecimiento de esta especie. (19)

En el cuadro 2.1, se observa las diferentes clases de sitio, que presenta los autores para plantaciones jóvenes de Teca en Costa Rica, las cuales varían según los autores, pero los valores se no se encuentran muy alejados del promedio.

Cuadro 2.1 Crecimiento y productividad en plantaciones jóvenes de teca en Costa Rica.

Variable	Unidad	Clases de Sitio			
		Bajo	Medio	Alto	Excelente
IMA en DAP	cm./año	< a 2.49*	2.5 a 3.01*	3.02 a 3.8*	> a 3.81*
		< a 1.5**	1.6 a 1.9**	> a 2.0**	
IMA en Altura Total	m/año	< a 2.32*	2.33 a 3.14*	3.15 a 4.05*	> a 4.06*
		< a 1.5**	1.6 a 1.9**	> a 2.0**	
IMA en Área Basal	m ² /ha/año	< a 2.04*	2.05 a 2.77*	2.78 a 3.73*	> a 3.74*
		< a 1.5**	1.6 a 2.4**	> a 2.5**	
IMA en Volumen Total	m ³ /ha/año	< a 11.83*	11.84 a 18.00*	18.01 a 26.57*	> a 26.58*
		< a 12.00**	12.1 a 17.9**	> a 18.00**	> a 18.0***
		< a 5.0***	5.0 a 10.9***	11.1 a 18.0***	> a 18.0***

* Vallejos (1996), plantaciones de 2 a 15 años

** Vásquez y Ugalde (1995), plantaciones menores de 10 años

*** Montero (1999)

2.4.1.5 Factores fisiográficos

A. Pendiente

Es el grado de inclinación de los terrenos (unidades de tierra) expresado en grados o porcentaje. Los rangos de pendiente son variables en cada una de las regiones naturales que se definieron para la metodología. En gabinete puede ser estimada por medio de técnicas cartográficas y en el caso de extensiones relativamente pequeñas, ó en áreas muy complejas como las kársticas, las pendientes pueden ser medidas en campo mediante procedimientos topográficos utilizando nivel de mano o aparatos rústicos, no olvidando que lo que determina la clasificación en una unidad cartográfica es la pendiente máxima. (7)

B. Orientación de la ladera

Hocker (1994) citado por Alvarado (2004), menciona que la orientación se expresa de acuerdo a la exposición de la ladera; este-oeste o norte-sur. Es de esperarse que en las laderas orientadas este-oeste, la recepción de la energía solar sea más eficiente puesto que se recibe bien la mayor parte del año, mientras que la exposición norte-sur, en algunas épocas del año una de las laderas recibe menos energía solar que las otras. (1)

2.4.1.6 Factores edáficos

El suelo forestal se ha definido como un aparte de la superficie terrestre que sirve como un medio para el sostenimiento de la vegetación forestal; consta de materia mineral y orgánica impregnada por diversas cantidades de agua y aire, y que esta habitada por organismos. (21)

Los suelos son importantes para los árboles debido a que: 1) ofrecen soporte mecánico, 2)retiene y transmiten el agua y los gases, 3) sirven como hábitat para los macro y microorganismos, y 4) retiene, intercambian y fijan las sustancias nutritivas.(14)

A. Propiedades físicas

a. Profundidad efectiva

Se refiere a la profundidad máxima del suelo susceptible de ser ocupada por sistemas radicales de plantas, nativas o cultivadas, dentro de toda la gama de usos agropecuarios y forestales posibles. No se considera parte de la profundidad efectiva horizontes "R" o capas endurecidas en forma natural o por efectos de labranza. Se considera capas endurecidas aquellas cuya dureza no permitan ser rayadas (en estado seco), con una moneda de cobre (16).

b. Textura del suelo

La textura del suelo se refiere a la proporción relativa de las diversas partículas minerales, como arena, limo y arcilla en el suelo.

La textura del suelo es importante por que influye en cosas tales como la estructura del suelo y la aireación; retención del agua y drenaje; capacidad del suelo para retener, intercambiar y fijar nutrientes; penetrabilidad de las raíces y brote de las plántulas. (14)

c. Estructura del suelo

La estructura del suelo se refiere a la ordenación de las partículas primarias del suelo en unidades secundarias llamadas peds. Estas se caracterizan por su tamaño, forma y grado de distinción. Entre las formas comunes de peds se incluyen los prismas o las columnas, bloques, placas y terrones o gránulos. (14)

d. Pedregosidad

Se refiere a la presencia de fracciones mayores a las gravas (0.045metros de diámetro) sobre la superficie del suelo y dentro del perfil del mismo. Incluye afloramientos rocosos, ya sea de materiales de origen o transportados como materiales aluviales. Las clases de pedregosidad son las siguientes:

- Clase 0 Sin piedras o con muy pocas; insuficientes para interferir con la labranza. Las piedras cubren menos del 0,01% del área.
- Clase 1 Moderadamente pedregoso; suficientes piedras para interferir con la labranza, pero sin impedir las labores entre líneas. Las piedras cubren del 0,01 al 0,1% del área. (Piedras de 15 a 30 cm. de diámetro, separadas de 10 a 30 metros).
- Clase 2 Pedregoso: suficientes piedras para imposibilitar las labores entre líneas, pero el suelo puede trabajarse para cultivos o pastizales mejorados si las demás características del suelo son favorables.
- Clase 3 Muy pedregoso: suficientes piedras para impedir el uso de máquinas, con excepción de maquinaria ligera o herramientas de mano, siempre que las otras características del suelo sean especialmente favorables para pastizales mejorados. Las piedras cubren del 3 al 15% del área. (Piedras del 15 a 30 cm. de diámetro, separadas de 75 a 160 cm.).
- Clase 4 Excesivamente pedregoso; suficientes piedras para impedir el uso de toda maquinaria agrícola. Las piedras cubren del 15 al 90% del terreno. (Piedras de 15 a 30 cm. de diámetro, separadas menos de 75 cm. entre sí).
- Clase 5 Terreno ripioso; prácticamente pavimentado con piedras en más del 90% de la superficie. (14)

e. Drenaje

Se refiere a la facilidad con la que el agua se infiltra y/o percola en el interior del perfil del suelo. Su cualificación se hace a través de indicadores del drenaje como: presencia directa de capas de agua sobre la superficie del terreno, procesos de

reducción dentro del perfil del suelo (moteados grisáceos), clase textural, presencia de capas endurecidas.

Las clases de drenaje son las Sigüientes:

- Clase 0 Muy escasamente drenado: el agua es eliminada del suelo tan lentamente que la capa freática permanece en la superficie o sobre ésta la mayor parte del tiempo. Los suelos de esta clase de drenaje en general ocupan lugares llanos o deprimidos y están frecuentemente "encharcados".

- Clase 1 Escasamente drenado: el agua es eliminada tan lentamente que el suelo permanece mojado por largos períodos de tiempo. Los suelos de esta clase de drenaje en general ocupan lugares llanos o deprimidos y están frecuentemente "encharcados".

- Clase 2 Imperfectamente drenado: el agua es eliminada del suelo con lentitud suficiente para mantenerlo mojado durante períodos muy apreciables de tiempo, pero no todo el tiempo. Los suelos imperfectamente drenados generalmente contienen una capa de permeabilidad lenta en el perfil; su capa freática es alta, reciben agua de infiltración, o presentan una combinación de tales condiciones.

- Clase 3 Moderadamente bien drenado: el agua se elimina del suelo con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece mojado durante períodos cortos pero apreciables. Los suelos moderadamente bien drenados generalmente tienen una capa de permeabilidad lenta en el solum, o inmediatamente elevada; reciben agua de infiltración, o presentan alguna combinación de tales condiciones.

- Clase 4 Bien drenados: el agua es eliminada del suelo con facilidad, pero no rápidamente. Los suelos bien drenados generalmente retienen óptimas cantidades de humedad para el crecimiento de las plantas después de las lluvias o el riego.
- Clase 5 Algo excesivamente drenado: el agua se elimina del suelo rápidamente. Muchos de estos suelos tienen poca diferenciación de horizontes y son arenosos y muy porosos.
- Clase 6 Excesivamente drenado: el agua es eliminada del suelo muy rápidamente. Los suelos con drenaje excesivo son generalmente litosoles y pueden ser escarpados, muy porosos, o ambas cosas. (14)

f. Densidad

Es la masa del suelo seco sobre el volumen que ocupa esa muestra, incluyendo los poros. La porosidad se refiere al porcentaje de volumen del espacio de suelo total no ocupado por partículas sólidas. La porosidad total, la distribución del tamaño de los poros y la densidad aparente, son influidas por la textura y estructura del suelo, contenido de piedras y materia orgánica, y el grado de compactación debido a prácticas de manejo forestal. Además influyen en la retención y movimiento del agua, aireación del suelo y penetrabilidad de raíces. (6)

B. Propiedades químicas

Casi el 95 % de la biomasa vegetal (utilizando como base el peso seco) esta formada por carbono (C), oxígeno (O), e hidrógeno (H), elementos que abundan en la naturaleza en forma de bióxido de carbono y agua. El resto comprende una larga lista de elementos esenciales: nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y cantidades insignificantes de manganeso (Mn), hierro (Fe), cloro (Cl), cobre (Cu), zinc (Zn) y, en algunos casos, boro (B) y molibdeno (Mo).

Cada uno de estos elementos presentara un patrón único de origen, transformaciones y disponibilidad para las plantas en diferentes condiciones ambientales. Dado que el C, O y H son muy abundantes, a menudo no se incluyen en el estudio de los ciclos de los nutrientes. Los seis elementos siguientes (N, P, S, K, Ca, y Mg) son frecuencia se denominan macro nutrientes y cada uno de ellos limita el crecimiento de los bosques en algunas localidades del mundo. Por otro lado, los otros micro nutrientes se necesitan en cantidades tan pequeñas que limitara la productividad de los bosques solo en condiciones especiales. (2)

a. Capacidad de intercambio cationico

Es la capacidad que tiene el suelo de retener e intercambiar formas positivamente cargadas de sustancias nutritivas de las plantas. Los cationes dominantes en la mayoría de los suelos forestales son hidrogeno (H^+), aluminio (Al^{3+}) calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^+), y sodio (Na^+). La Capacidad de intercambio cationico depende de la cantidad de materia orgánica, la cantidad y tipo de arcillas, la acidez, y la alcalinidad del suelo. (2)

b. Reacción del suelo (pH)

La acidez o alcalinidad de una solución de suelo a menudo se miden de acuerdo con el pH; un pH menor de 7 indica una solución ácida, en tanto que un pH entre 7 y 14 indica solución alcalina. El pH es sumamente importante por que influye en la población microbiana del suelo, la disponibilidad del fósforo, de calcio, de magnesio y elementos residuales, así como en la tasa de nitrificación. (2)

c. Materia orgánica

Realiza varias funciones importantes como: Mejorar la estructura del suelo, aumenta la porosidad, influye en el régimen de temperatura, sirve como fuente de energía para los microbios del suelo y aumenta la capacidad de retención de la humedad. Además

retiene las sustancias nutritivas y las intercambia, y al descomponerse es una fuente de nutrientes. (2)

d. Nutrientes

Los nutrientes son elementos necesarios para completar el ciclo de vida de las plantas. La productividad de los bosques podría considerarse como la captura de la energía solar en moléculas químicas que después se utilizan para sintetizar varios compuestos necesarios para el crecimiento y la reproducción de las plántulas. (2)

▪ Nitrógeno

Es el componente más importante de todos los aminoácidos, los cuales son las unidades estructurales de las proteínas. Las proteínas desempeñan una gran variedad de funciones, que van desde la formación de las paredes celulares hasta la regulación de la velocidad de las reacciones químicas.

▪ Fósforo

El fósforo se encuentra abundante en el anión fosfato (PO_4^{3-}). En las plantas, el fosfato permanece en forma libre o unido a los azúcares y lípidos y desempeña una importante función en las transformaciones de energía de las células en forma de adenosin trifosfato (ATP).

▪ Potasio

La forma como lo absorben las plantas es catión K^+ , una de las funciones principales del potasio es la de activar muchas enzimas, como la síntesis de almidón, el control de apertura y el cierre de los estomas. Las deficiencias de potasio son raras en los bosques, pero en algunos suelos llegan a presentarles en especial, suelos muy arenosos y turberas con el drenaje.

▪ Calcio

Las plantas absorben el Ca^{2+} a partir de la solución del suelo y lo utilizan para unir entre sí a las moléculas orgánicas, particularmente en las paredes celulares.

Los suelos que se forman a partir de rocas que tiene una alta proporción de magnesio: calcio podrían ser deficientes en Ca^{2+} y otros cationes debido a la interferencia que ejerce el magnesio.

- **Magnesio**

El contenido de magnesio en las rocas es casi la mitad del contenido de calcio, correspondiente a la misma proporción que necesitan las plantas. La función del Mg^{2+} , es la de formar parte de la estructura de la molécula de la fotosíntesis, la clorofila. Además se utiliza como cofactor de enzimas en procesos como fosforilación de ADP (adenosin difosfato) para formar ATP. Las deficiencias de otros nutrientes pueden deberse al antagonismo que ejercen los altos suministros de Mg^{2+} en los suelos.

- **Azufre**

Las plantas absorben el S en forma de sulfato (SO_4^{2-}), el cual en su mayor parte se transforma en grupos sulfhidrilo para formar parte de los aminoácidos u otras moléculas, que ayudan a estabilizar la estructura de las proteínas y además pueden reemplazar al oxígeno debido a que es menos reactivo que el oxígeno. Sin embargo, hasta ahora no se han observado respuestas inequívocas del crecimiento a la fertilización con S con respecto a los bosques (Turner, 1979), citado por Binkley (2).

2.4.1.7 Caracterización de la especie

A. Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de la Teca es la siguiente:

Cuadro 2.2 Clasificación taxonómica de Teca.

Reino	Plantae (Vegetal)
Sub-reino	Embriobionta
División	Magnoliophyta (traqueophyta)
Clase	Magnoliopsida
Sub-Clase	Asteridaea
Orden	Lamiales
Familia	Verbenaceae
Genero	Tectona
Especie	<i>Tectona grandis</i> L.f.
Nombre común	Teca, Teak , Teck

Fuente: Briscoe CB. 1995. Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote.

B. Características sobresalientes de la especie

Originaria de los bosques deciduos húmedos y secos del trópico de la India, Lao, Burma, Bangladesh, Tailandia, en las latitudes de 12° y 25° norte, y se adapta bien en Malasia e Indonesia. Se desarrolla en áreas con una precipitación de 1300 y 3800 mm., desde el nivel del mar hasta los 1000 metros de altitud. (3)

Se ha plantado en formas más o menos extensivas en el sureste Asiático, en África y América. Existen plantaciones en todos los países de América Central y el Caribe. (Briscoe 1995) Es la principal especie maderable del sureste asiático y una de las más importantes del mundo. (3)

Es de rápido crecimiento inicial y aunque su madera es muy valiosa, el crecimiento rápido y los residuos de su aprovechamiento para otros usos, hacen posible el uso como leña. En América Central se ha utilizado, tanto en plantaciones cerradas, como en cercos vivos, especialmente en zonas bajas, donde se pierden completamente las hojas durante la estación seca. (3)

C. Descripción morfológica de la especie

Es un árbol que puede tener gran porte, hasta 60 metros más de altura y 2.6 metros de diámetro de fuste recto limpio libre de ramas bajas, a la altura del pecho. Y un tronco libre de ramas de 30 m, Según Troup 1932; Chanda Bacha 1997, citados por Briscoe

(1995). El desarrollo es mayor en zonas húmedas con suelos bien drenados, en zonas secas presenta mayor ramificación y copa amplia. El tronco es de base recta, aunque en árboles maduros se desarrollan con contrafuertes. El sistema radicular amplio con raíz principal profunda, corteza gruesa, gris o pardo grisáceo, fibrosa, figurada, que descortezada en tiras largas en árboles maduros. (3)

Hojas grandes, opuestas, elípticas u ovoides; rugosas en el haz y con un tomento denso, estrellado en el envés, de color gris y algunas veces blanquecinas.

Las flores son pequeñas, blancas, perfectas (bisexuales), aparecen en panículas grandes que pueden contener algunos miles de botones florales que abren poco tiempo durante el periodo de floración de 2 a 4 semanas.

Los frutos son drupas irregulares redondeadas, que contienen 4 cámaras seminales, rodeadas de dentro hacia fuera por un endocarpio endurecido, un mesocarpio oscuro afelpado y un exocarpio papiloso formado por el cáliz.

El número de promedio de los frutos es variable según la procedencia aprox. 1,250 a 2000 frutos por kilogramos las semillas son ovales, raramente se encuentran semillas en las 4 cavidades del fruto. Las semillas pueden extraerse rompiendo el fruto, pero no es una práctica corriente en silvicultura. (3)

D. Usos

La Teca es una de las mejores y más valiosas maderas, es importante en las construcciones de buques particularmente para cubiertas. Tiene muchos otros usos, inclusive muebles finos, pisos, marcos, interiores, puertas, artesanías escultura, tornería, tanques y muebles para laboratorios el principal uso dado a la madera es como madera de alto valor comercial. Produce madera de excelente calidad y de fácil aserrado, moderadamente pesada (0.61 g/cm^3).

Utilizada en carpintería en general, para la fabricación de chapas, aunque pueden presentarse problemas con el engomado, en la fabricación de tableros contrachapados.

La madera rolliza puede ser utilizada para la obtención de postes de transmisión eléctrica, construcción de cercas, estacas u otros. En el Salvador y Costa Rica se utiliza madera joven (3 años), producto de los raleos para la fabricación de muebles rústicos. La madera de Teca en condiciones maduras, es prácticamente inmune al ataque de termitas y hongos, aunque si es atacada por taladradores marinos. Debido al alto valor comercial, la teca es utilizada poca para la producción de leña.

El poder calórico de la madera es aproximadamente 21,000 Kcal. /Kg., y puede utilizarse para la fabricación de carbón.

Entre otros usos: Las hojas pueden utilizarse para la fabricación de colorante, En el sureste asiático por ejemplo, se usan estos colorantes para teñir seda. También se ha utilizado para la fabricación de techos, la especie se utiliza para cercos vivos o plantaciones en línea. No es recomendable para plantaciones densas en terrenos con alta pendiente debido a que la sombra de la copa y las hojas caídas eliminan la mayoría de vegetación inferior dejando el suelo susceptible a la erosión superficial al inicio de las lluvias. Por otro lado, las hojas nuevas de gran tamaño, concentran mucha agua durante las lluvias, contribuyendo a la erosión por escurrimiento superficial. (3)

E. Requerimientos ambientales

a. **Temperatura:**

La especie es propia de regiones tropicales cálidas, libres de heladas. La temperatura promedio anual del área de distribución en América es de 22°C - 28°C (3)

b. **Precipitación:**

Dependiendo la localidad, la precipitación óptima está en un rango entre 1,500 y 2000 mm. Parece que al nivel del mar, precipitaciones mayores de los 3500 son perjudiciales para esta especie.

En general se necesita un periodo efectivamente seco de 3-5 meses de duración. En América central se ha plantado en lugares entre 885 y 3150 mm. y 3 a 8 meses de déficit hídrico. (3)

c. Altitud

En el área natural de distribución de la Teca (*Tectona grandis*) se presenta desde el nivel del mar hasta unos 900 m de altitud. En general se cultiva en zonas bajas tropicales. En América central se han cultivado desde el nivel del mar hasta los 600 msnm. (3)

d. Suelos:

Normalmente prefiere suelos franco arenosos o ligeramente arcillosos fértiles y profundos sin impedimentos en drenajes, con reacción neutra ligeramente ácida. El mejor crecimiento en zonas de distribución natural se presenta en suelos aluviales, fértiles y bien drenados.

La aplicación de calcio es probable beneficiosa en lugares donde el contenido de la capa superficial del Calcio intercambiable es menor de 0.3 %, o en donde el pH es inferior a 6. Vásquez y Ugalde (1995), encontraron que tener mas de 10 meq. de Calcio en el suelo, fue importante para el crecimiento de teca en Guanacaste, Costa Rica. (3)

e. Sombra

No soporta la sombra continua, requiere plena exposición a la radiación para su crecimiento. (3)

F. Regeneración

- **Regeneración natural:** La especie produce una regular cantidad de regeneración natural si los frutos caen en lugares libres de competencia, malezas y libres de

sombra. Es común observar la presencia de regeneración en las orillas de caminos y carreteras aledañas a plantaciones de esta especie. (3)

- **Regeneración artificial:** en América Central la floración se produce en el mes de mayo a septiembre. La recolección manual de los frutos en el suelo directamente es fácil. (3)

Las semillas frescas presentan porcentajes de germinación relativamente bajos (40 al 60%) debido a la dormancia y falta de post-maduración. La germinación es normalmente epigea, produciendo una radícula a través de las cisuras del endocarpio. Los cotiledones emergen a los pocos días del mismo sitio. Las hojas verdaderas aparecen uno o dos semanas después.

La germinación normalmente comienza a los 10 a 12 días y pueden extenderse de unas semanas (5-6) a periodos prolongados de hasta un año. Hay una cierta clase de dormancia que solo puede ser rota mediante adecuado almacenamiento y tiempo. Se ha observado que los frutos de teca almacenados por un año o más incrementan el porcentaje de germinación. (3)

G. Tipos de sitio

Francis (1995) citado por Vaides (2004), menciona que para Puerto Rico, con periodos de rotación que van de 50 a 80 años, existen sitios con IMA en volumen total que va de 8 a 12 m³/ha/año. En un estudio efectuado por FAO (1977) citado por Vaides se indica que existe una fuerte semejanza en cuanto a crecimiento y rendimiento en plantaciones de Teca en El Salvador, Trinidad y Tobago y Jamaica. Keogh (1979 y 1980), reportó para El Salvador en sitios excelentes IMA en volumen total de 17 m³/ha/año y para sitios bajos 3 m³/ha/año; para Trinidad y Tobago sitios excelentes IMA en volumen total de 16 m³/ha/año y para sitios bajos 3 m³/ha/año, y para Jamaica sitios excelentes IMA en volumen total de 16 m³/ha/año y para sitios bajos 2 m³/ha/año.(17)

En Guatemala, Padilla (1977), reportó en la costa sur un IMA en DAP de 2.33 cm./año y un IMA en altura total de 1 m/año. Castañeda y colegas (2003), indican que el 90 por ciento de los proyectos de reforestación con esta especie fueron plantados con una densidad inicial de 1,111 plantas/ha, encontrando la mayor parte de las plantaciones en sitios de calidad media con IMA en altura de 1.28 a 3.61 m/año. (11)

Por otra parte Ávila (2003), cuadro 2.3 encontró que para la región forestal II de Guatemala (Las Verapaces), las plantaciones de teca se encuentran en diferentes sitios, clasificándolos en tres rangos, como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.3 Incremento medio anual de Teca en Alta Verapaz

Clase de Sitio	INCREMENTO	MEDIO ANUAL	PROMEDIO
	Alt. Total (m/año)	DAP (cm./año)	Vol. Total (m ³ /ha/año)
Bajo	0.36	0.95	1.15
Medio	2.13	2.36	10.60
Alto	2.99	3.07	20.62

Fuente: Ávila 2003 Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE citado por Vaides (17)

Vaides (2004), cuadro 2.4 reporta para 4 regiones de Guatemala, clases de sitio, según el índice de sitio encontrado:

Cuadro 2.4 Crecimiento y productividad de Teca en cuatro regiones de Guatemala.

Clases de Sitio	Índice de Sitio (m.)	IS ₁₀	IMA DAP (cm./año)	IMA Alt. Tot. (m/ha/año)	IMA AB (m ² /ha/año)	IMA Vol. (m ³ /ha/año)
Bajo	< 16	11.87	1.89	1.55	1.12	4.54
Medio	16-20	18.07	2.82	2.25	2.23	11.76
Alto	20-24	21.25	2.54	2.43	2.59	14.88
Excelente	>24	28.50	3.27	3.08	3.44	25.38

Fuente: Vaides 2004 Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE.

2.4.2. Marco Referencial

2.4.2.1 División político-administrativa, y extensión territorial

El país se encuentra dividido en ocho regiones. La región VIII comprende al departamento del Peten, dentro de ella se encuentra la sub-región VIII.1 que abarca los municipios de San Benito, Flores, Santa Ana, San José, San Francisco y Melchor .

La sub-región VIII.1, cuenta con una extensión territorial de 9,981.98 Km². Colinda al Norte México, al Sur con el municipio de Dolores y Sayaxche, al Este con Belice, y al Oeste con los municipios de San José, San Andrés, La Libertad, todos municipios del departamento de El Peten.

2.4.2.2 Clima

El área de estudio presenta una temperatura promedio de 26.35 °C, una precipitación promedio anual que va de 1760 mm y una humedad relativa promedio del 85 por ciento. (4)

De acuerdo con Thornthwaite, el clima se define como cálido, con época lluviosa benigna muy húmedo, sin estación seca bien definida, la altitud está comprendida entre los 20 y 300 msnm. (5)

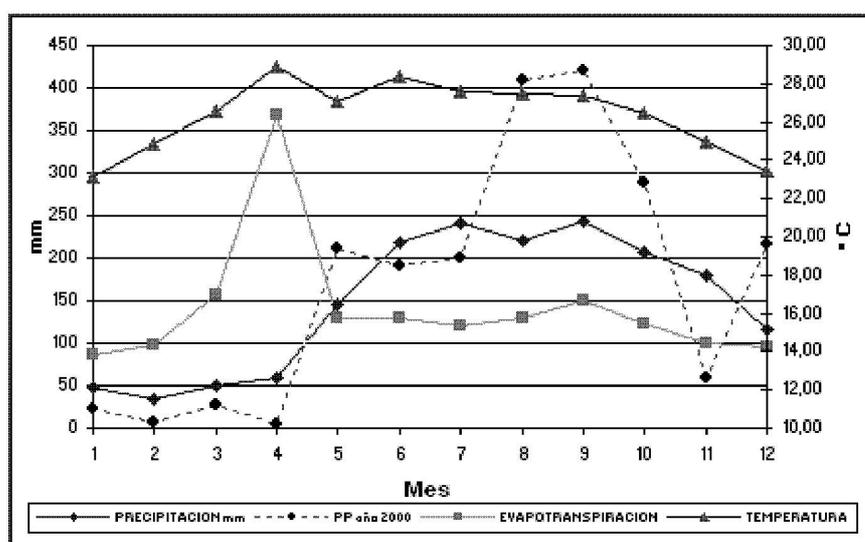


Figura 2.1 Climadiagrama de la estación Flores, Peten.

Según la figura 2.1, se puede apreciar el comportamiento de la precipitación, evapotranspiración, y la temperatura, durante los últimos 10 años. Se nota un incremento de la precipitación en los meses de mayo a octubre y una disminución en la temperatura en dichos meses, por lo que existe un invierno de 6 meses, en la región.

Los meses secos comprenden de enero a abril, y el periodo húmedo de junio a diciembre. La precipitación en enero a abril se encuentra por debajo de los 60 mm, y el mes de septiembre con la mayor precipitación, 242.64 mm. La temperatura mayor en el mes de abril, con 28.88 grados centígrados y la menor en enero con 23.11 grados centígrados. La evapotranspiración se mantiene mayor que la precipitación en 4 meses, existiendo un déficit hídrico durante este periodo, en el periodo de mayo a diciembre la lluvia es mayor esto indica que son los meses húmedos para la región.

Al realizar el análisis climático histórico de las precipitaciones, se logró identificar que en el año 2000, año de establecimiento de las plantaciones de 55 meses, se encontró un marcado verano de 4 meses, de enero a abril, con precipitaciones debajo de 27 mm, y luego un marcado invierno de mayo a octubre, con precipitaciones en agosto y septiembre arriba de los 400 mm. El año 2000 es uno de los años con mayores precipitaciones, en donde existieron en estos meses pequeñas inundaciones debido a la concentración de las precipitaciones en los dos meses. Este fenómeno ocurrido de un marcado verano y luego un marcado invierno pudo afectar el crecimiento de las plantaciones jóvenes.

2.4.2.3 Zonas de vida

La clasificación de zonas de vida de Holdrige, según De la Cruz 1982, el área de estudio, por el tipo de topografía existente en su terreno cuenta únicamente con dos tipos de zona de vida vegetal y son: Bh-S(C) Bosque Húmedo Subtropical Cálido y Bmh-S(C) Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido. Se puede observar la diversidad de flora indicadora del lugar como *Cedrella odorata*, *Byrsonima crassifolia*, *Curatella americana*, *Xylopia futescens*, *Bombax ellipticum* y *Metopium brownei*, especialmente en las sabanas típicas y en sus alrededores que son suelos pocos profundos y pobres. Además una gran variedad de especies animales, como: Tepezcuintle, *Cuniculus paca*, Loro, *Amazona sp.* Tigrillo, *Felis pardalis*, Jaguar, *Felis pantera onca*, Venado, *Odecoileus virginiana*, Faisán, *Fasianus colchitus*, Mono, *Saraguate Aloutta viliosa*, (5)

2.4.2.4 Suelo

En el área de estudio según Simmons et al (1959), se encuentra una variedad de suelos, que en su mayoría son: Yaxa, Uaxactun, Yaloch, Mopan, Chachaclun, y Chacalte principalmente.

Los suelos del Petén se han desarrollado sobre rocas calcáreas a elevaciones bajas, en la mayor parte de los lugares, los suelos son jóvenes, arcillosos, café-gris, muy oscuros de reacción casi neutra.

Los suelos de sabana son principalmente maduros; tienen subsuelos arcillosos café rojizo, muy frecuentemente ácidos, con concreciones grandes. Estos suelos parecen haber sido desarrollados de sedimentos aluviales o marinos que ocupan lo que se puede llamar formación Karst (ahogado). En esta área aparecen pronunciaciones redondeadas, y calcáreas de los suelos antiguos. Incluidas en esta región hay mucha área de los suelos desarrollados sobre pizarra, caracterizándose por tener superficies grises de arcillas o franco arcillosos y subsuelos de arcilla amarillenta. (15)

2.4.2.5 Fisiografía

La mayor parte del territorio corresponde a la Plataforma de Yucatán que se encuentra entre la península de Yucatán y Petén. Esta formada por rocas sedimentarias, en el extremo occidental de la región se localiza pantanos y lagunas disminuyendo al oriente, y una pequeña parte por Cinturón Plegado del Lacandón que es reconocida como Arco de la Libertad, por su forma cóncava en dirección a las montañas mayas. Se conforma de roca Caliza, dando una topografía Karstica. (7)

2.4.2.6 Cuencas hidrográficas

El sistema Hidrológico de Guatemala esta dividido en tres regiones, entre las cuales, el departamento de El Peten se encuentra en la Región Hidrográfica del Atlántico y parte de la Región Hidrográfica del Golfo de Honduras.

Esta sub-región, está irrigada por varios ríos, aguadas, lagunas y lagunetas y como las cuatro cuencas hidrográficas, siendo éstas las de los ríos, Hondo, San Pedro, Mopan Belice y El Subin, y sus vertientes el Mar Caribe y el golfo de México. Estas fuentes de agua han sido afectadas desde hace muchos años, por el avance de la frontera agrícola, teniendo una mayor demanda hídrica, causando un mal manejo de los recursos naturales, y contaminando esas fuentes de agua, así también como los grandes incendios que ocurren en la época de verano, que causan una erosión del suelo y un gran conflicto entre las tierras que contienen fuentes de agua. (4)

2.4.3 Estudios relacionados

- A. Vaides (2004), en su tesis de maestría, evaluó que características de sitio determinan el crecimiento y productividad de teca (*Tectona grandis* L. f.), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala, en las regiones forestales II (Las Verapaces), III (Nororiente), VIII (Petén) y IX (Costa Sur) en plantaciones jóvenes de teca, Se evaluaron cuatro clases de sitio para todo el país. Con todos los sitios evaluados, se determinaron las características fisiográficas, climáticas, edáficas y silviculturales les que más influyen en el crecimiento y productividad de la especie, encontrando que los sitios con mejor crecimiento y productividad, se encuentran en lugares con elevaciones menores a 220 msnm, en terrenos con pendientes menores al 40 %, en paisajes que van de ondulados a planos, con poca o mediana pedregosidad externa y que no presentan problemas de inundación. Estos sitios también presentan una temperatura media anual cercana a 26 °C, precipitación promedio entre 1,900 y 2,850 mm al año, pH del suelo mayor a 5.5, porcentaje de saturación de bases mayor a 43 % en la 1ª profundidad (0 a 20 cm.) y terrenos con ninguna o poca compactación. El análisis específico, con los sitios que presentaron pH menor a 5.5, los mejores valores de crecimiento y productividad se observaron en suelos con valores inferiores a 5 % de saturación de acidez y valores superiores a 62 % de saturación de calcio. (17)
- B. Mollinedo (2003), en su tesis de maestría evaluó la Relación suelo-planta, factores de sitio y respuesta a la fertilización, en plantaciones jóvenes de teca (*Tectona*

grandis L. f.), en la zona oeste, Cuenca del canal de Panamá. Dando como parte de sus resultados que el porcentaje de saturación de acidez y del porcentaje de saturación de calcio, resultaron ser los que limitan en mayor parte, el crecimiento y productividad de la teca, Las mejores condiciones de crecimiento se obtuvieron cuando la saturación de acidez es <8%, y cuando la saturación de calcio es 40%. Los modelos seleccionados para la estimación del índice de sitio, considerando variables de sitio y suelo, a la primera profundidad (0-20 cm.), fueron:

$$IS10=19.874-0.192*(\text{Sat.Acidez})-0.150*(\text{Sat.Calcio})+3.238*(\text{Ca/Mg});r^2=0.46;$$

$$IS10=20.507-0.138*(\text{Sat.Acidez})-0.081*(\text{Sat.Calcio});r^2=0.54.$$

Con relación a los ensayos de fertilización con edades hasta 42 meses se encontró que el uso de 2 Kg. /árbol de gallinaza produjo la mayor respuesta en las variables evaluadas, en otro ensayo, la aplicación de NPK 10-30-10 (100 g)+Roca fosfórica (100 g) con la mayor diferencia en volumen de 7.3 m³/ha, superó en un 60% al testigo. Otro ensayo la aplicación de NPK 10-30-10 (100 g)+ Magnesamon (100 g), con una diferencia en volumen de 24.85 m³/ha, superó en un 10% al testigo. En tres de los cuatro ensayos de fertilización más jóvenes, medidos a los 7 meses de edad, la aplicación de NPK 10-30-10 (100 g) + Magnesamon (100 g), fue el tratamiento con el cual la teca alcanzó los mayores valores en altura total de 0.77, 2.01 y 1.90 m.(8)

- C. Alvarado (2004) en su tesis, realizó una determinación de los factores edáficos y fisiográficos que influyen en el crecimiento inicial de plantaciones de *Pinus maximinoi* H.E. Moore dentro del programa de incentivos Forestales –PINFOR- en las Verapaces. En donde de acuerdo a su investigación observo que es difícil hacer una estimación del comportamiento del crecimiento inicial en base a las variables edáficas y fisiográficas en áreas muy extensas, por lo recomiendo realizar estudios más específicos para disminuir la varianza. Entre los factores que influyen se encuentra la pendiente, exposición, pedregosidad, drenaje, profundidad, erosión, contorno y posición de la pendiente. Las variables fisicoquímicas del suelo que más

afectan son: conductividad eléctrica, magnesio, limo, zinc, potasio a una profundidad de 0-20 cm., y el fósforo, zinc, sodio, potasio y limo a una profundidad de 20- 40 cm. Recomienda que en la planificación y aprobación de proyectos de la especie en PINFOR, se considere seleccionar aquellas áreas que reúnan las características edáficas y fisiográficas propuestas en su investigación (1).

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 General

Identificar factores edáficos y fisiográficos que influyen en el crecimiento de plantaciones de Teca (*Tectona grandis*) en la sub-región VIII-1 del INAB.

2.5.2 Específicos

1. Determinar el crecimiento en altura y diámetro de las plantaciones de *Tectona grandis*, en la sub-región VIII-1 del INAB.
2. Identificar las relaciones entre factores edáficos y fisiográficos, con el crecimiento en diámetro de *Tectona grandis*, en la sub-región VIII-1 del INAB.

2.6 HIPÓTESIS

1. Los factores edáficos influyen en el crecimiento de las plantaciones de *Tectona grandis*, por que se identifico que áreas con buen drenaje, valores de manganeso menores de 17 ppm, y conductividad eléctrica alta presentan buenos crecimientos en área basal de Teca, debido a que ejercen un efecto positivo.

2.7 METODOLOGÍA

2.7.1 Selección del área de estudio

El departamento de Petén, debido a la capacidad de uso de sus tierras para vocación forestal, se encuentra dentro de las áreas prioritarias, del Programa de Incentivos Forestales – PINFOR- del Instituto Nacional de Bosques, que corresponde a la región VIII, y dentro de esta se encuentra la sub-región VIII-1 del INAB, que comprende los municipios de San Benito, Santa Ana, Flores, San Francisco, San José y Melchor.

Hasta el año 2006, se encontró dentro del programa un total de 538.4 hectáreas de reforestación de la especie de *Tectona grandis* de un total de 4627.8 hectáreas, que corresponde a un 11.6 % del total.

2.7.2 Selección de los proyectos

Inicialmente se revisó todos los proyectos existentes de *Tectona grandis*, y determinando cuales eran los proyectos que cumplían con las condiciones mínimas que considera el Instituto Nacional de Bosques, utilizando para ello, el expediente de cada proyecto, tomando para una mejor estratificación, una separación según la edad de la plantación y el área total del proyecto.

Fue necesario que los proyectos seleccionados, fueran representativos de todas las plantaciones, y debían presentar las siguientes condiciones:

A. Plantaciones puras:

Se utilizaron plantaciones puras, debido a que existen proyectos con más de una especie, e incluso plantaciones mixtas.

B. Cumplimiento con los requisitos mínimos que exige el PINFOR:

En la actualidad, hay muchos proyectos que no se les ha dado mantenimiento adecuado, es decir limpias, podas o simplemente la especie ya no

se encuentra, por diferentes razones, por lo que las plantaciones deberían estar en buenas condiciones de mantenimiento.

C. Edad de la plantación

Se procedió a incluir las fases de mantenimiento que contempla el programa: mantenimiento IV (año 5) y mantenimiento (año 6), para obtener mejores resultados.

Para verificar estas condiciones en los proyectos, se realizaron visitas de campo a todos los proyectos seleccionados, en donde se pudieron definir algunos criterios de selección, según las condiciones encontradas y así determinar el total de proyectos a utilizar.

2.7.3 Ubicación y determinación de las parcelas permanentes de muestreo

2.7.3.1 Método de muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico de selección experta o intencional, seleccionando personalmente la ubicación de las parcelas directamente en el campo. Durante la selección, se trató de cubrir toda la variabilidad posible en cada uno de los sitios evaluados.

2.7.3.2 Ubicación de las parcelas

Se efectuaron recorridos dentro de las plantaciones con el fin de estratificar, de manera visual, áreas con diferentes tipos de crecimiento, donde deberían estar ubicadas las PPM. Para efectuar esta estratificación se tomó como referencia la edad de la plantación y la altura dominante de los árboles, diferenciando en cada lote de plantación, lugares con bajo, medio y alto crecimiento y de acuerdo a la posición de las plantaciones sobre la pendiente (parte alta, media y baja). En el caso donde se encontraban PPM establecidas se utilizaron en el estudio.

2.7.3.3 Intensidad del muestreo

La intensidad que se utilizó fue de 1%, del área de las fincas seleccionadas recomendada por Ugalde (2001).

2.7.3.4 Número de parcelas y distribución por sitio

Para determinar el número de parcelas a establecer en los diferentes proyectos seleccionados, se contó con los datos del área total reforestada por la especie, de cada uno de los proyectos seleccionados, los cuales fueron proporcionados por el departamento de Fomento del INAB-, la base de datos del –PINFOR-. En donde luego se determinó el área total, para determinar en base al área, el número de parcelas.

Para establecer el número adecuado de parcelas a instalar, se procedió a utilizar la siguiente fórmula

$$\text{No. de parcelas: } \frac{10,000 \text{ m}^2 \times \text{intensidad de muestreo} \times \text{área total}}{\text{Tamaño de parcela a utilizar}}$$

Es importante mencionar que se tenía un presupuesto para 40 análisis de laboratorio, y considerando que en la mayor parte se tomó dos muestras por parcelas, el número total de parcelas muestreadas fueron 20.

2.7.3.5 Forma y tamaño de la parcela

La forma de las parcelas permanentes en plantaciones, más común de utilizar son las rectangulares, estas facilitan la ubicación, la demarcación permanente y el sentido de medición de los árboles en mediciones consecutivas a largo plazo.

Se utilizaron parcelas permanentes de forma rectangular de 500 metros cuadrados (20*25 metros), debido a que este tamaño es recomendado por el programa Mira-Silv, para plantaciones, usado por el Instituto Nacional de Bosques. (15)

2.7.3.6 Demarcación y señalamiento de parcelas

Las parcelas se marcaron de manera que se pudieran reubicarse en el futuro por personas o técnicos diferentes a los que las establecieron originalmente, con el fin de facilitar y asegurar las mediciones futuras sin errores. Para tal efecto, se delimitaron las esquinas de las parcelas con zanjas en el suelo con distancias de un metro de largo a cada lado de la esquina, con un ancho de 20 cm. y 30 cm. de profundidad.

2.7.4 Medición de variables

En el estudio fue necesario medir las variables dasométricas, edáficas y fisiográficas:

2.7.4.1 Variables dasométricas

La toma de datos de campo inicio a partir del mes de Octubre del 2005 y se finalizo en el mes de Marzo del 2006, para la recopilación de la información de campo, se utilizó como base algunos formularios del programa Mira Silv versión 2.9.

A. Diámetros

La medición se realizó en milímetros, utilizando una cinta diamétrica, a todos los árboles dentro de las parcelas se les tomó el diámetro a la altura del pecho DAP, marcando donde se realizó la medición. En las plantaciones jóvenes (menores de 1.30 m), no se midió esta variable.

B. Altura

Se midió las alturas a todos los árboles por parcela, con ayuda de un Hipsómetro de Sunnto. La altura se tomó en decímetros, para tener una mejor exactitud, debido a que el programa Mira-Silv, así lo reconoce.

C. Supervivencia

Todos los árboles originales ó que deberían haber sido plantados en la parcela de medición, deben ser medidos y enumerados en forma secuencial del uno hasta el último árbol de la parcela. Los árboles que por un error no se plantaron, se cortaron o fueron raleados se consideran como árboles muertos y deben tener el código de -99. Los árboles que por alguna razón no se midieron, (árboles quebrados, muy delgados que no ameritan medir el diámetro, etc.), pero que están vivos deben tener el código -88, en una futura medición, cuando se considere apropiado, estos árboles pueden ser medidos.

D. Variables de crecimiento

El crecimiento inicial de los proyectos se obtuvo al calcular el incremento Medio anual (IMA), para los variables altura, diámetro, volumen y área basal. En donde se procedió a ingresar los datos de diámetros y alturas incluidas en las boletas de campo de cada parcela, al programa Mira Silv para luego realizar los cálculos, con las formulas siguientes que utiliza el programa:

El crecimiento inicial en altura, se obtuvo de la siguiente formula:

$$\text{IMAA} = \frac{h}{T}$$

Donde:

IMAA = Incremento medio anual de altura (m/año)

h = Altura en metros (m).

t = Edad de la plantación en años

El crecimiento inicial en diámetro, se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$\text{IMAD} = \frac{d}{t}$$

Donde:

IMAD = Incremento medio anual en diámetro (DAP) en cm. /año

d = Diámetro en centímetros (cm.)

t = Edad de la plantación en años

El crecimiento inicial de volumen, se obtuvo con la siguiente formula:

$$\text{IMAV} = \frac{v}{t}$$

Donde:

IMAV = Incremento medio anual en volumen (m³/año)

v = Volumen (m³)

t = Edad de la plantación en años

El volumen fue proyectado a hectáreas, con las variables m³/ha.

El crecimiento inicial de área basal, se obtuvo con la siguiente formula:

$$\text{IMAAB} = \frac{ab}{t}$$

Donde:

IMAAB = Incremento medio anual en volumen (m²/año)

ab = Área basal (m²)

t = Edad de la plantación en años

El volumen fue proyectado a hectáreas, con las variables m²/ha.

2.7.4.2 Variables fisiográficas

A. Porcentaje de pendiente

En cada parcela, se midió la pendiente dominante del área, utilizando un clinómetro.

B. Posición en la pendiente

Es necesario considerar la posición de las parcelas, respecto a la pendiente, en donde las tres posiciones que se consideran son: parte alta (loma), media (ladera) y baja (planicie).

C. Exposición de la pendiente

Cada parcela se midió con una brújula el azimut a partir del Norte magnético, siguiendo la dirección de la longitud de la pendiente dominante.

2.7.4.3 Variables edáficas

Para evaluar el efecto de los factores edáficos, es necesario conocer las condiciones en que se encuentra el suelo, para la obtención de las variables de suelo se elaboró una mini-calicata al centro de cada PPM con una profundidad de 0.50 m y una superficie de 0.50 m por lado.

A. Profundidad efectiva

La profundidad efectiva del suelo se consideró como la profundidad del horizonte.

B. Textura

Se determinó en cada parcela, en las dos profundidades, mediante el método del tacto y luego el método granulométrico en el laboratorio, determinando el % de arcilla, % de limo y % de arena.

C. Pedregosidad

La pedregosidad se determinó con la ayuda de un marco de metal de 0.5 m², se obtuvo el % de área cubierta por rocas mayores a las gravas (0.045 metros de diámetro) sobre la superficie del suelo y las clases de clasificación son: Clase O =Sin piedras o con

muy pocas, Clase 1=Moderadamente pedregoso, Clase 2 = Pedregoso, Clase 3= Muy pedregoso, Clase 4 = Excesivamente pedregoso, Clase 5= Terreno ripioso

D Drenaje

Su calificación se realizó a través de indicadores del drenaje como: presencia directa de capas de agua sobre la superficie del terreno, clase textural, presencia de capas endurecidas, color y se clasifican en: clase 0 = Muy escasamente drenado, Clase 1 = Escasamente drenado, Clase 2 = Imperfectamente drenado, Clase 3 = Moderadamente bien drenado, Clase 4 = Bien drenados, Clase 5 Algo excesivamente drenado, Clase 6 = Excesivamente drenado.

E. Densidad aparente

Para la determinación de la densidad aparente, se realizó en el campo, al momento de la toma de muestras, con ayuda del método del cilindro, se introdujo un cilindro con volumen conocido en el suelo, y se obtuvo la muestra de suelo, que luego se pesó, y con la ayuda de estas dos variables se obtuvo la densidad en gr. /cm^3 .

F. Análisis químico y físico del suelo

Se realizaron calicatas para determinar las variables que no se podían medir directamente en el campo. Obteniendo muestras de cada calicata, a las cuales se les realizó el análisis de las siguientes variables.

Los variables que se determinaron en el laboratorio aparecen en el cuadro 5.

Cuadro 2.5 Variables edáficas determinadas en el laboratorio

Variables Químicas	Variables Físicas
Cationes intercambiables (Ca, Mg, Na, K)	Textura
CIC	Densidad
Materia orgánica	Capacidad de Campo
Fósforo	Punto de marchites permanente
Conductividad eléctrica	Limo
pH en agua	Arena
Cobre	Arcilla
Zinc	
Hierro	
manganeso	
Acidez (Al + H)	
CICE	
% saturación de bases	
% saturación de calcio	

Fuente: Laboratorio de Suelos Salvador Castillo, FAUSAC.2006.

Cada análisis se utilizará como una variable, en donde además se utilizará el % de Saturación de Bases, recomendado por Vaides (2004). (19)

2.7.5 Análisis de la información

Para poder obtener información sobre el crecimiento de *Tectona grandis*, es necesario construir modelos en base a las variables edáficas y fisiográficas y estos modelos nos permitieron definir preliminarmente que variables están mas relacionadas con el crecimiento inicial de *Tectona grandis*. Tomando en cuenta el grado de complejidad de los modelos de regresión simultánea, donde se tomó como base el R^2 , y el nivel de significancia de 0.05, para seleccionar los modelos, que explicaron de una mejor forma el comportamiento del crecimiento inicial de las plantaciones.

2.7.6 Ordenamiento, procesamiento y análisis de datos.

Luego de obtener todos los datos de las variables dasométricas, edáficas y fisiográficas recopiladas en las diferentes boletas de campo, se procedió a ingresar toda la información dasométrica al programa Mira Silv versión 2.9.

Seguidamente de obtener los resultados de dicho programa, se utilizaron hojas electrónicas en el programa Excel, para generar la base de datos, la cual fue procesada usando el paquete JMP (Statistics Made Visual), usando un análisis de regresión múltiple por el método Stepwise, para la obtención de los diferentes modelos.

2.7.7 Elaboración del informe final

El informe final, se elaboró durante el periodo de ejercicio profesional supervisado. Luego de obtener los datos y análisis de todas las variables y se realizó la presentación de los resultados al finalizar el periodo.

2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron 42 parcelas permanentes de muestreo (PPM), distribuidas en 4 municipios del departamento de Peten, que pertenecen a la Sub-Región VIII.1, del Instituto Nacional de Bosques. Las variables dasométricas se registraron en todas las PPM mientras que el muestreo de los suelos se realizó en 20 PPM.

2.8.1 Análisis de crecimiento y productividad

La mayoría de valores del incremento medio anual (IMA) encontrados están por debajo de los promedios reportados por Vaides (2004) para Guatemala, no obstante se encuentran dentro de los rangos establecidos por Ugalde y Vásquez, reportados en 1995.

Esta desigualdad de los valores es debido a la metodología utilizada, comparada a la utilizada por Vaides, por que en nuestro caso se utilizaron áreas con buenos, regulares y malos crecimiento, incluyendo aquellas áreas extremas donde el crecimiento era muy bajo, debido a las condiciones que se encontraron.

A continuación se presentan los resultados de las variables dasométricas en el cuadro 2.6.

Cuadro 2.6 Valores dasométricos de Teca (*Tectona grandis*)

No. Parcela	%super vivencia	DAP (cm)	Alt.Tot. Prom (m)	Área basal (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)	IMA DAP (cm./año)	IMA Alt. Tot. (m/año)	IMA área basal (m ² /año)	IMA Vol. (m ³ /año)
D1	97	5.36	3.68	2.57	5.09	1.19	0.82	0.56	1.13
D2	83	3.27	2.32	0.84	1.15	0.73	0.51	0.18	0.25
D6	91	6.99	5.80	3.91	11.29	1.55	1.29	0.85	2.51
D9	84	7.26	8.03	4.30	17.05	1.61	1.78	0.94	3.79
D10	37	2.36	2.32	0.14	0.17	0.52	0.52	0.03	0.04
G1	85	11.87	8.26	10.18	42.49	1.58	1.10	1.36	5.67
G2	86	14.99	15.94	17.28	132.49	2.00	2.12	2.30	17.67
G5	79	6.01	4.90	2.55	6.92	0.80	0.65	0.34	0.92
G6	81	7.17	4.11	3.96	8.35	0.96	0.55	0.53	1.11
M2	77	5.28	5.63	1.88	5.12	1.13	1.21	0.41	1.10
M3	74	2.01	1.97	0.28	0.29	0.43	0.42	0.06	0.06
M4	71	2.70	1.80	0.46	0.45	0.58	0.39	0.10	0.10
M5	93	6.28	4.71	3.22	7.90	1.35	1.01	0.70	1.69
M7	85	6.14	4.52	2.78	6.94	1.32	0.97	0.61	1.49
MQ1	70	12.35	8.89	9.34	41.99	1.85	1.33	1.40	6.30
MQ2	52	14.63	11.34	10.42	57.34	2.19	1.70	1.56	8.60
MQ3	67	17.97	15.05	21.30	144.86	2.70	2.26	3.20	21.73
MQ9	65	16.60	13.97	14.29	90.55	2.49	2.10	2.15	13.58
ST1	96	9.63	9.03	7.87	33.33	2.10	1.97	1.72	7.27
ST3	100	6.52	6.33	3.74	11.50	1.42	1.38	0.82	2.51
Promedio	78.65	8.27	6.93	6.07	31.26	1.43	1.20	0.99	4.88

Según el cuadro 2.7, el 70 % de las parcelas mostraron incrementos bajos en el DAP, altura, área basal y volumen. El 15 % de las parcelas se encuentran con IMA alto en DAP y altura, no obstante cuando se considera área basal y volumen, únicamente el 5% se encuentran en esta clase de incremento. La mayoría de parcelas estudiadas tienen IMA en clases de sitio bajo, y existen algunas parcelas en IMA que corresponden a clases de sitio medio y alto.

Cuadro 2.7 Incremento medio anual de las plantaciones de Teca en la sub-región VIII-1.

Clases	Incremento Medio Anual				% de Parcelas			
	DAP cm./año	Alt. Tot. m/año	Área basal m ² /año	Vol. m ³ /año	DAP	Altura	Área Basal	Volumen
Bajo	0.95	0.87	0.59	2.62	55%	70%	75%	85%
Medio	1.72	1.82	1.93	15.63	25%	15%	20%	10%
Alto	2.37	2.16	3.20	21.73	20%	15%	5%	5%
Promedio	1.43	1.20	0.99	4.88	100%	100%	100%	100%

2.8.2 Variables que influyen en el crecimiento

Relacionando el área basal con las variables edáficas y fisiográficas se encontró un modelo significativo ($P > F = 0.0002$) según figura 2.2, que explica la variabilidad de los datos en un 92.52 % (Anexo 1).

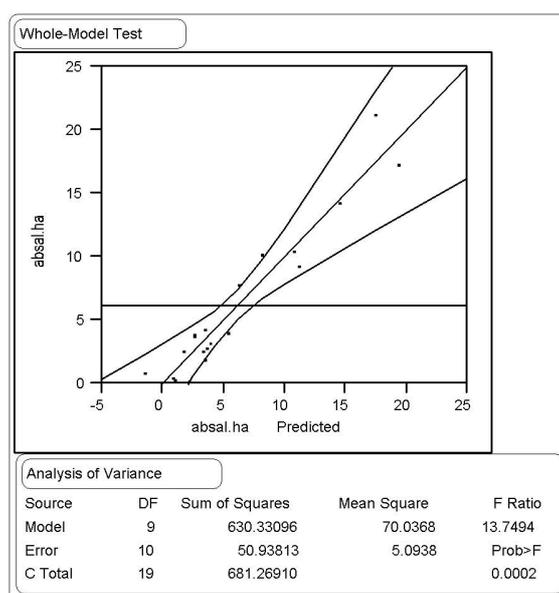


Figura 2.2 Relación existente entre el área basal y las variables edáficas y fisiográficas

A continuación se detallan las variables que resultaron significativas en el modelo de regresión múltiple, considerando como variable dependiente el área basal.

Edad: Es significativa en el modelo ($P > F = 0.0272$), explicando la variabilidad de área basal, su relación es directa debido a que aumenta la edad, el crecimiento es mayor.

Las plantaciones con edades de 55 meses, presentaron las más bajas áreas basales mientras que las de 80 y 90 meses, mostraron mejores crecimientos en área basal. Las plantaciones jóvenes de 55 meses, se encontraron áreas basales bajas, debido a su edad, y también a que la mayoría de parcelas presentan alguna otra variable que limitaba su crecimiento como: mal drenaje, suelo poco profundo, problemas de pedregosidad. En plantaciones de 80 y 90 meses. También se encontraron parcelas con bajos crecimientos, ubicadas en áreas con suelos poco profundos, con alta pendiente, y problemas de drenaje.

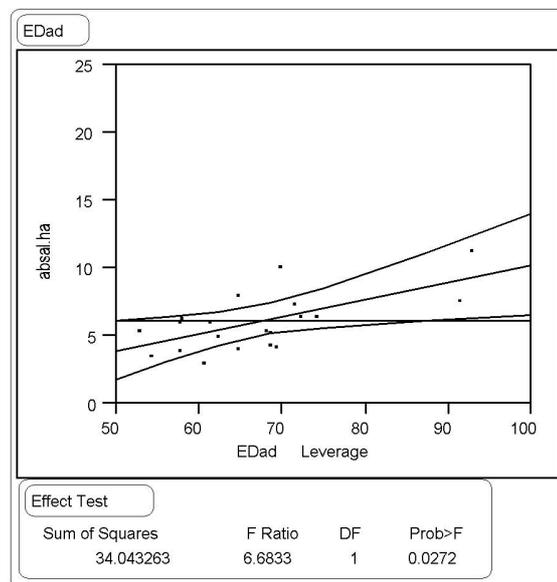


Figura 2.3 Relación existente entre área basal y la edad de la plantación

Uso Anterior: fue significativo a ($P > F = 0.0208$), cuando se relaciono con el área basal. Las plantaciones ubicadas en áreas donde el uso anterior, era de cultivos anuales o de guamiles, con una poca intensidad de uso, presentaron mejores crecimiento, comparado con las plantaciones situadas en donde el uso anterior era de pastizales, donde la intensidad de uso era mayor.

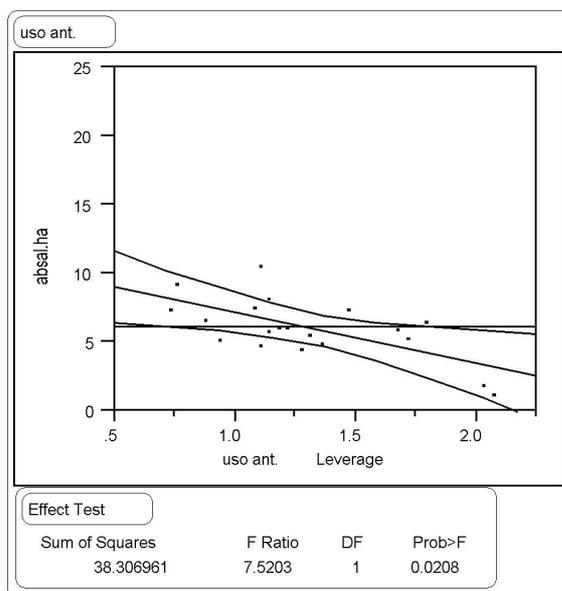


Figura 2.4 Relación existente entre el área basal y el uso anterior del suelo.

Los códigos utilizados son: 1 = cultivos anuales o guamil y 2 = pastizales.

2.8.2.1 Variables fisiográficas

Las variables fisiográficas, no mostraron significancia en el crecimiento del área basal de las plantaciones de teca en los municipios de la sub.-región VIII-1, del INAB.

2.8.2.2 Variables edáficas

A. Variables Físicas

Drenaje: Existe una relación significativa ($P > F = 0.0185$) de esta variable con el área basal, en un modelo de regresión múltiple. Se encontró mejor crecimiento en lugares con mejor drenaje.

En la figura 2.9A y figura 2.5 se observan los resultados del análisis de varianza para esta variable.

A medida que los suelos presentaron mejores condiciones en el drenaje, sin problemas en la infiltración o precolación del agua sobre el perfil del suelo, el crecimiento aumentó en el área basal. Este resultado es importante por que muestra que las áreas con problemas de drenaje, son limitantes para el crecimiento de la especie, caracterizado con suelos que presentaban colores grisáceos, manchas rojizas, concreciones de hierro y manganeso debidos a los procesos de reducción de hierro, perfiles húmedos en época seca, anegamientos por varios días, y suelos arcillosos, en donde la arcilla es una de las principales causantes de la disminución en la infiltración del agua.

En la categoría “bien drenado”, se encuentran mejores áreas basales de las parcelas evaluadas, ocho de ellas están en Santa Ana, dos en Dolores, una en San Francisco y cuatro en San Benito.

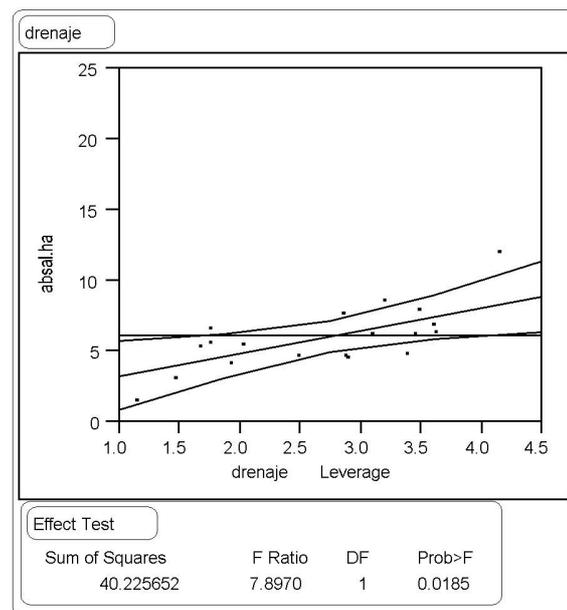


Figura 2.5 Análisis de regresión entre el área basal y el drenaje

Referencia: 1 = Escasamente drenado, 2 = Imperfectamente drenado, 3 = Moderadamente bien drenado, 4 = Bien drenado, 5 = Algo excesivamente bien drenado, 6 = Excesivamente bien drenado.

Vaides (2004), reporta que encontró clases de sitio bajo, en área que se inundaban de 1 a 3 veces por año, y áreas donde se inundaban por periodos largos, la planta se había muerto, aunque no encontró significancia entre los periodos de inundación evaluados.

Otras Variables: Pedregosidad interna y externa, profundidad del horizonte, densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchites permanente no presentaron alguna relación estadística con el crecimiento de área basal de Teca, en ninguno de sus horizontes.

B. Variables químicas

Manganeso: Según el análisis de regresión esta variable resulto significativa en el primer horizonte ($P > F = 0.0043$).

Se encontraron las mejores área básales en la clase donde el manganeso se encontraba con valores en cantidades menores de 17 ppm, a excepción de 1 parcela ubicada en Santa Ana, y cuya posición fisiográfica se encontraba en la parte alta, con suelos poco profundos y problemas de pedregosidad interna. También buen crecimiento en la clase donde es considerado el manganeso como deficiente, cuando este se encuentran en cantidades menores de 10 ppm y las áreas básales mas bajas se encontraron en parcelas donde existían excesos de manganeso en el suelo, arriba de las 15 ppm, a excepción de 2 parcela ubicada en Santa Ana, que presenta suelos profundos, con buen drenaje.

En las plantaciones con valores bajos de manganeso, se encontraron áreas básales con promedio de 9.21 m²/ ha. En las que los valores de manganeso eran medio u optimo, las áreas básales fueron las mas altas, con un promedio de 11.91 m²/ha, y las parcelas donde se encontraron valores de manganeso muy altos, el área basal disminuyo a un promedio de 4.14 m²/ha.

Los mejores resultados en el crecimiento de área basal de las plantaciones, se presenta en sitios con concentración de manganeso debajo de los 17 ppm.

En el figura 2.9A se observan los resultados del análisis de varianza para esta variable. En la figura 2.6, podemos ver la regresión lineal existente entre el área basal y la posición de la pendiente, con una $P > F = 0.0043$.

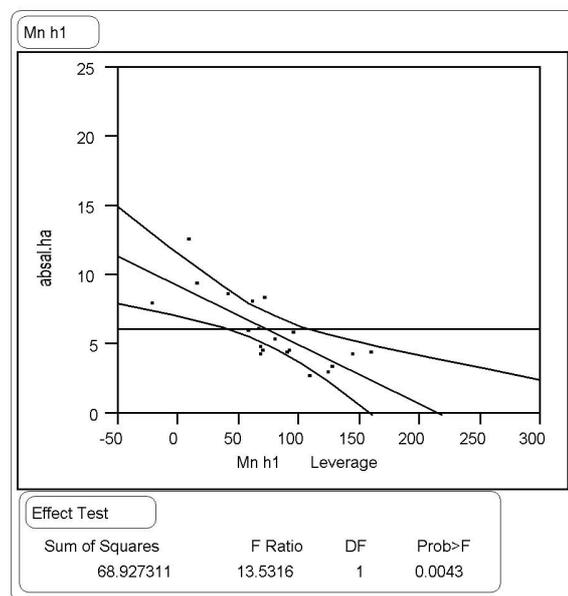


Figura 2.6 Análisis de regresión entre el área basal y manganeso

Conductividad eléctrica: esta variable resultó significativa ($P > F = 0.0009$).

Los valores de área basal presentaron una relación directa respecto a la conductividad eléctrica, por que a medida que aumentaba los valores de área basal aumentaba los valores de conductividad eléctrica, estos resultados se deben a las altas cantidades de los cationes dominantes calcio y magnesio, que presentan los suelos.

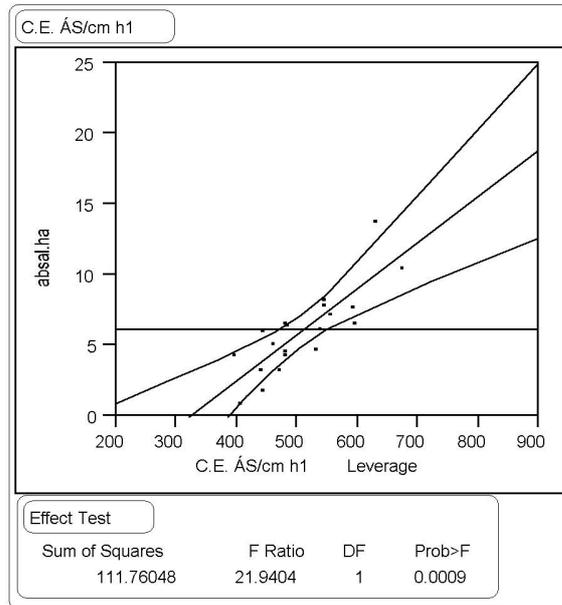


Figura 2.7 Análisis de regresión para el área basal y la conductividad eléctrica

Otras variables del análisis: magnesio (Mg), calcio (Ca), sodio (Na) potasio (K), fósforo (P), cobre (Cu), zinc (Zn), hierro (Fe), CICE y % saturación de bases y materia orgánica, no mostraron significancia en el modelo que describe el comportamiento del área basal, probablemente por que los valores reportados no permiten discriminar algunos sitios.

2.9 CONCLUSIONES

1. La mayoría de parcelas estudiadas tienen IMA en clases de sitio bajo, y existen algunas parcelas en IMA que corresponden a clases de sitio medio y alto. El 70 % de las parcelas mostraron incrementos bajos en el DAP, altura, área basal y volumen. El 15 % de las parcelas se encuentran con IMA alto en DAP y altura, no obstante, cuando se considera área basal y volumen, únicamente el 5%, se encuentran en esta clase de incremento.
2. Relacionado el área basal con las variables se encontró un modelo significativo ($P > F = 0.0002$) que explica la variabilidad en un 92.52 %, en donde las variables fisiográficas no mostraron significancia.
3. De las variables edáficas físicas, el **Drenaje** presentó relación significativa ($P > F = 0.0185$) con el área basal, en las plantaciones donde no existía problemas de drenaje, caso contrario ocurrió en las plantaciones donde existid problemas de drenaje.
4. Las variables edáficas químicas, que presentaron significancia son: manganeso y conductividad eléctrica, respecto al **Manganeso** resulto significativa en el primer horizonte, encontrándose las mejores área básales en la clase donde el manganeso estuvo en valores menores de 17 ppm, y respecto a la **Conductividad eléctrica**: los valores de área basal presentaron una relación directa respecto a la conductividad eléctrica, por que a medida que los valores de área basal aumentan, los valores de conductividad eléctrica también aumentan, debido a la presencia de los cationes dominantes de calcio y potasio en los suelos.
5. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos identificar que el comportamiento de las plantaciones es debido al aporte que realiza cada una de las variables evaluadas, en donde al existir diferentes condiciones, los resultados pueden variar, siendo necesario considerar que todas las variables, están relacionas y todas actúan en conjunto e influyen sobre los resultados.

2.10 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar los resultados obtenidos, en los proyectos Teca, que ingresen al programa de incentivos forestales, de la sub-región VIII-1, del INAB, tomando en cuenta que existe esta información, que puede ser utilizada para obtener plantaciones productivas, que puedan generar bienes y servicios, no solo para el propietario, si no también el sector forestal de Guatemala.
2. Se recomienda que al elegir sitios para plantar Teca, se brinde mayor importancia a las variables edáficas, como el drenaje, manganeso y conductividad eléctrica, por que cada una ofrece un aporte significativo para el buen desarrollo de las plantaciones de teca.

2.11 BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, WV. 2004. Factores edáficos y fisiográficos que afectan el crecimiento inicial de *Pinus maximinoi* H. E. en plantaciones establecidas dentro del programa de incentivos forestales en las Verapaces. Tesis Ing. Agr. Guatemala. USAC. 133 p.
2. Binkley, D. 1993. Nutrición forestal: practicas de manejo. Trad. por Manuel Guzmán Ortiz. México, Limusa. 340 p.
3. Briscoe, CB. 1995. Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote. Turrialba, Costa Rica, CATIE / Madeleña. 43 p. (Serie técnica. Informe técnico no. 270).
4. Comité de feria departamental, Flores, Peten, GT. 1995. Monografía del departamento del Petén, Conta Compu. Revista. Guatemala. 65 p.
5. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. Díaz, R. 1982. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigación de invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 45–50. (Serie de Materiales de Enseñanza no. 12).
7. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2002. Manual para la clasificación por capacidad de uso de la tierra, metodología del INAB. Guatemala. 30 p.
8. ----- . 2004. Reglamento del programa de incentivos forestales. Guatemala. 24 p.
9. Mollinedo, M. 2003. Relación suelo-planta, factores de sitio y respuesta a la fertilización, en plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis* L. f.), en la zona oeste, cuenca del canal de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 101 p.
10. Padilla, H. 1,987. Glosario practico de términos forestales. México, Limusa. 273 p.
11. Padilla, LF. 1977. Análisis de germinación de teca (*Tectona grandis*), especie con grandes posibilidades de reforestación en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 69 p.
12. PAFG (Plan de Acción Forestal para Guatemala, GT). 2002. Documentación y evaluación de cinco modalidades de aplicación del Programa de Incentivos Forestales de Guatemala. Guatemala, PAFG / FAO / GCP. 61 p. (GUA/008/NET).
13. Pinelo, GI. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la reserva de la Biosfera Maya. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 52 p.

14. Salas, GD. 1987. Suelos y ecosistemas forestales, con énfasis en América tropical. Costa Rica, IICA. 447 p.
15. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación al nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
16. Tobías, H. 1998. Guía para la descripción de suelos. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 78 p.
17. Ugalde, L. 2001. Guía para el establecimiento y medición de parcelas para el monitoreo y evaluación del crecimiento de árboles en investigación y en programas de reforestación con la metodología MIRA. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 14 p.
18. Vaides, E. 2000. Generación de curvas parciales de índice de sitio en una plantación de *Pinus maximinoi* H.E. Moore en los proyectos Bosque Nuevo, San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 80 p.
19. ----- . 2004. Características de sitio que determinan el crecimiento y productividad de teca (*Tectona grandis* L.f.), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 95 p.
20. Vásquez, CW; Ugalde, L. 1995. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea* en Guanacaste. Costa Rica, CATIE. 33 p.
21. Young, RA. 1991. Introducción a las ciencias forestales. Trad. por José Hurtado Vega. México, Limusa. 636 p.

2.12 ANEXO

Cuadro 2.8 Análisis de regresión por el método de Stepwise para área basal

Response: absal.ha

Stepwise Regression Control

Prob to Enter 0.250

Prob to Leave 0.100

Direction

Current Estimates

SSE	DFE	MSE	RSquare	RSquare Adj	Cp	AIC
50.938132	10	5.093813	0.9252	0.8579	681.1102	38.69759

Lock	Entered	Parameter	Estimate	nDF	SS	"F Ratio"	"Prob>F"
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Intercept	42.9441498	1	0	0.000	1.0000
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	EDad	0.12702586	1	34.04326	6.683	0.0272
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	drenaje	1.59280969	1	40.22565	7.897	0.0185
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	piedras	?	1	1.672045	0.305	0.5939
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pos. fisio	?	1	0.200932	0.036	0.8544
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	uso ant.	-3.657997	1	38.30696	7.520	0.0208
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	manejo	-0.1930956	1	0.535865	0.105	0.7524
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	pH h1	?	1	5.89005	1.177	0.3062
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	C.E. ÁS/cm h1	0.03251108	1	111.7605	21.940	0.0009
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cu H1	?	1	24.83908	8.566	0.0168
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zn h1	?	1	0.981293	0.177	0.6840
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fe h1	?	1	5.807595	1.158	0.3098
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Mn h1	-0.0424494	1	68.92731	13.532	0.0043
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CIC H1	?	1	2.309573	0.427	0.5296
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	%Sat. Ca h1	-0.3879903	1	66.26989	13.010	0.0048
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CICE h1	?	1	12.50386	2.928	0.1212
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	% SB h1	-0.4873108	1	50.60967	9.936	0.0103
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	% MO h1	-0.2289018	1	11.85962	2.328	0.1580

Step History

Step	Parameter	Action	"Sig Prob"	Seq SS	RSquare	Cp	p
1	EDad	Entered	0.0025	276.0275	0.4052	5402.6	2
2	manejo	Entered	0.0386	92.49589	0.5409	4167.8	3
3	% SB h1	Entered	0.1013	49.69314	0.6139	3505.4	4
4	C.E. ÁS/cm h1	Entered	0.1049	43.58153	0.6778	2924.6	5
5	% MO h1	Entered	0.0907	41.88126	0.7393	2366.6	6
6	drenaje	Entered	0.1301	29.70613	0.7829	1971.4	7
7	Mn h1	Entered	0.2081	19.01103	0.8108	1719.2	8
8	%Sat. Ca h1	Entered	0.0492	39.62752	0.8690	1191.3	9
9	uso ant.	Entered	0.0208	38.30696	0.9252	681.11	10

Cuadro 2.9A Análisis de varianza de variables con el área basal

Response: absal.ha

Summary of Fit

RSquare	0.925231
RSquare Adj	0.857938
Root Mean Square Error	2.256948
Mean of Response	6.0655
Observations (or Sum Wgts)	20

Parameter Estimates

Effect Test

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob>F
EDad	1	1	34.04326	6.6833	0.0272
drenaje	1	1	40.22565	7.8970	0.0185
uso ant.	1	1	38.30696	7.5203	0.0208
manejo	1	1	0.53586	0.1052	0.7524
C.E. ÁS/cm h1	1	1	111.76048	21.9404	0.0009
Mn h1	1	1	68.92731	13.5316	0.0043
%Sat. Ca h1	1	1	66.26989	13.0099	0.0048
% SB h1	1	1	50.60967	9.9355	0.0103
% MO h1	1	1	11.85962	2.3282	0.1580

Cuadro 2.10A Boleta de muestreo para toma de datos edáficos y fisiográficos

DESCRIPCION DEL SITIO DE MUESTREO

Numero de parcela: _____ Fecha: _____ Posición fisiográfica _____

Topografía del terreno: _____ Coordenadas; Lat.: _____ Long: _____

Autor: _____

Exposición de Pendiente: a) norte b) noreste c) sur d) noroeste

e) este f) sureste g) Oeste h) suroeste

Pendiente: a) 0 - 2% b) 2 - 6% c) 6 - 13% d) 13 - 25% e) 25 - 55% f) >55%

Posición de pendiente: a) alta b) media c) baja

Uso anterior: a) guamil b) potrero c) otro _____

Vegetación existente: _____ Manejo: _____

Historia de incendios: _____

DESCRIPCION DEL PERFIL DE SUELO

Material de partida: _____ Condiciones de humedad del perfil: _____

Profundidad de la capa freática _____ Influencia humana (labranza): _____

Presencia de grietas en el suelo en verano y su anchura (en cm.): _____

Drenaje:

- a) Muy escasamente drenado b) Escasamente drenado c) Imperfectamente drenado
 d) Moderadamente bien drenado e) Bien drenados f) Algo excesivamente drenado
 g) Excesivamente drenado

Presencia de piedras en la superficie:

- a) Sin piedras o con muy pocas b) Moderadamente pedregoso c) Pedregoso
 d) Muy pedregoso e) Excesivamente pedregoso f) Terreno ripioso

Presencia de afloramientos rocosos:

- a) Ninguna o muy pocas rocas b) Moderadamente rocoso c) Rocoso
 d) Muy rocoso e) Extremadamente rocoso f) Afloramiento rocoso

Evidencia de erosión:

- a) Erosión hídrica b) Erosión eólica c) Deposición hídrica d) Deposición eólica
 a.1. erosión laminar
 a.2. erosión en surcos
 a.3. erosión en cárcavas

DESCRIPCION DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

Simbolo del horizonte												
Profundidad (cm.)												
Color Munsell												
Densidad												
Abundancia de manchas	Pocas	Frecuentes	Muchas	Pocas	Frecuentes	Muchas	Pocas	Frecuentes	Muchas			
Tamaño manchas	Pequeñas	Medianas	Grandes	Pequeñas	Medianas	Grandes	Pequeñas	Medianas	Grandes			
Contraste manchas	Indistintas	Definidas	destacadas	Indistintas	Definidas	destacadas	Indistintas	Definidas	destacadas			
Color manchas												
Textura al tacto	Franco	Arcilloso		Franco	Arcilloso		Franco	Arcilloso				
	Arenoso	limoso		Arenoso	limoso		Arenoso	limoso				
Presencia de grava (%)	2-15	15-50	50-90	>90%	2-15	15-50	50-90	>90%	2-15	15-50	50-90	>90%
Presencia piedras	2-15	15-50	50-90	>90%	2-15	15-50	50-90	>90%	2-15	15-50	50-90	>90%
Tipo de estructura	Laminar	Prismática	Granular		laminar	Prismática	Granular		Laminar	Prismática	Granular	
	Bloques angulares		Columnar		Bloques angulares		Columnar		Bloques angulares		Columnar	
	Bloques sub-angulares		Migajosa		Bloques sub-angulares		Migajosa		Bloques sub-angulares		Migajosa	
Tamaño de los elementos de estructura	Muy fina	Fina	Mediana		Muy fina	Fina	Mediana		Muy fina	Fina	Mediana	
	Gruesa	Muy gruesa			Gruesa	Muy gruesa			Gruesa	Muy gruesa		
Grado de estructura	Sin estructura	Debil			Sin estructura	Débil			Sin estructura	Débil		
	Moderado	Fuerte			Moderado	Fuerte			Moderado	Fuerte		
Consistencia húmedo	Suelto	Muy friable	Friable		Suelto	Muy friable	Friable		Suelto	Muy friable	Friable	
	Firme	Muy firme			Firme	Muy firme			Firme	Muy firme		
	Extremadamente firme				Extremadamente firme				Extremadamente firme			
Abundancia poros	Pocos	Frecuentes	Muchos		Pocos	Frecuentes	Muchos		Pocos	Frecuentes	Muchos	
Diámetro poros	Micro	Muy finos	Finos		Micro	Muy finos	Finos		Micro	Muy finos	Finos	
	Medianos	Gruesos			Medianos	Gruesos			Medianos	Gruesos		
Nódulos o concreciones	Nódulos	Concreciones			Nódulos	Concreciones			Nódulos	Concreciones		
Abundancia	Muy pocos	Pocos	Frecuentes		Muy pocos	Pocos	Frecuentes		Muy pocos	Pocos	Frecuentes	
	Abundantes	Dominantes			Abundantes	Dominantes			Abundantes	Dominantes		
Tamaño	Pequeños	Grandes			Pequeños	Grandes			Pequeños	Grandes		
Dureza	Blandos	Duros			Blandos	Duros			Blandos	Duros		
Forma	Esféricos	Irregulares	Angulares		Esféricos	Irregulares	Angulares		Esféricos	Irregulares	Angulares	
Color												
Naturaleza												
Fauna del horizonte												
Cantidad raíces	Pocas	Comunes	abundantes		Pocas	Comunes	abundantes		Pocas	Comunes	abundantes	
Tamaño raíces en mm	Muy finas		Finas		Muy finas		Finas		Muy finas		Finas	
	Medianas		Gruesas		Medianas		Gruesas		Medianas		Gruesas	
Anchura limite	Brusco		Neto		Brusco		Neto		Brusco		Neto	
	Gradual		Difuso		Gradual		Difuso		Gradual		Difuso	

Topografía limite	Plano	ondulado	Plano	ondulado	Plano	ondulado
	Irregular	interrumpido	Irregular	interrumpido	Irregular	interrumpido

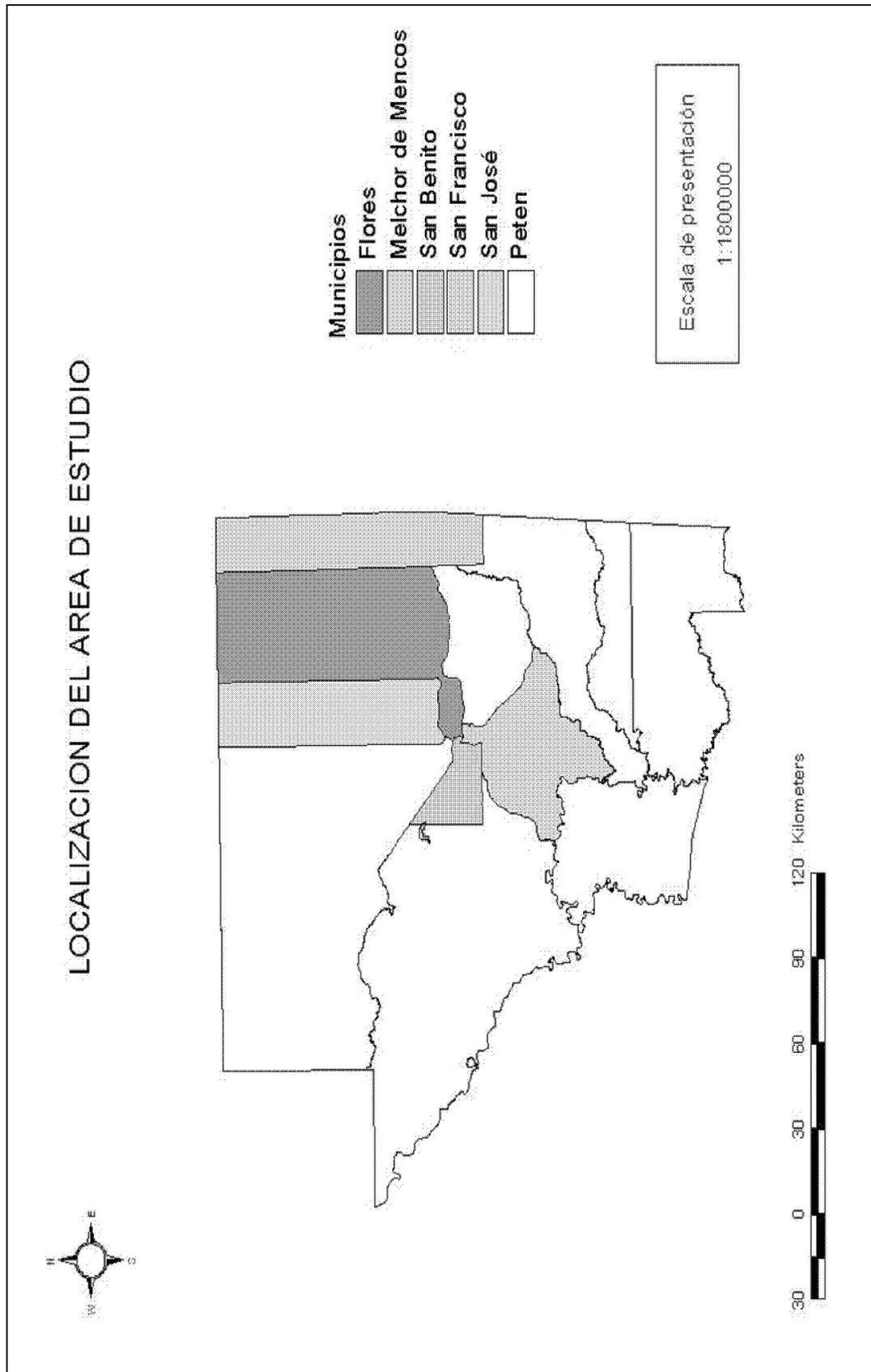


Figura 2.8A Mapa de localización del área de estudio

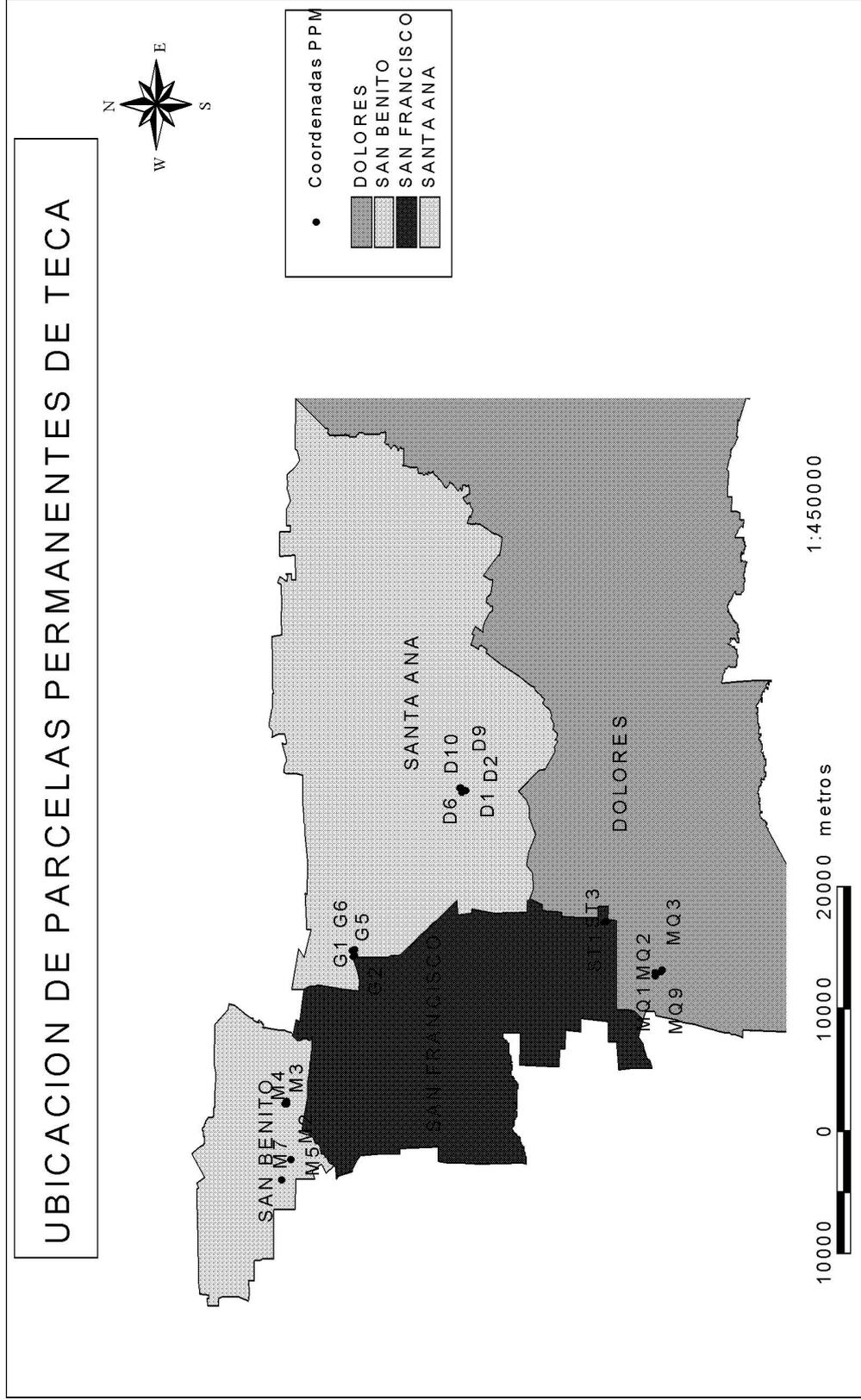


Figura 2.9A Mapa de ubicación de parcelas de muestreo

CAPÍTULO III

INFORME FINAL DE SERVICIOS

3.1 PRESENTACIÓN

Las plantaciones forestales son una alternativa de uso de la tierra para la recuperación de áreas degradadas, debido a que forman un microclima, que se convierte en un sistema de entradas y salidas muy eficiente.

Al finalizar el Programa de Incentivos Forestales, no existe ninguna fuente de ingreso para mantener las plantaciones y mucho menos un uso que pueda ofrecer una alternativa de ingresos, causando en algunos casos el descuido de la plantación.

Considerando la problemática de los usuarios, y se estableció el cultivo del maní forrajero (*Arachis pintoï*), como un cultivo de cobertura, y considerando sus propiedades, se establecieron 3 parcelas demostrativas de *Arachis*, dos parcelas en plantación de Matiliguat (*Tabebuia rosea*), y una plantación de Melina (*Gmelina arborea*), las plantaciones se encuentran en la Aldea El Mango, Flores, Peten.

La mayor demanda de productos forestales, es de especies nativas, las plantaciones establecidas hasta el momento presentan diferentes desarrollos, siendo necesario generar información, para conocer y monitorear el crecimiento y rendimiento de las plantaciones. Se midieron 25 parcelas permanentes mixtas, en la Aldea Nuevo San Francisco, San Francisco Peten, y los resultados obtenidos son: Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), presentó un Incremento Medio Anual de Volumen de 0.1626 m³/ha., que es mayor a las otras dos especies que presentaron un 0.0274 m³/ha, el Cedro (*Cedrella odorata*), y 0.074 m³/ha, el Sericote (*Cordia dodecandra*).

Los resultados que se tienen en áreas donde se han establecido plantaciones forestales, pueden servir para otras áreas donde se requiera realizar plantaciones, y así tomar las experiencias ya existentes, para poder decidir el tipo de especies a establecer y el manejo, como las áreas de la zona piloto El Chal, del proyecto CATIE / NORUEGA, quien apoyo con el financiamiento del estudio.

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 General

Conocer el manejo y comportamiento de las plantaciones forestales dentro del programa de Incentivos Forestal, en la sub-región VIII-1, del INAB.

3.2.2 Específicos

1. Establecer 3 parcelas de maní forrajero (*Arachis pintoii*), como cultivo de cobertura en plantaciones forestales, de la Aldea el Mango, Santa Ana, Peten.
2. Medición de las variables dasométricas de las parcelas permanentes de muestreo en una plantación mixta, con las especies de Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), Sericote (*Cordia dodecandra*) y Cedro (*Cedrella odorata*).

3.3 METAS

1. Establecer 3 ensayos de Maní Forrajero (*Arachis pintoii*), como cultivo de cobertura en plantaciones forestales, del Programa de incentivos Forestales.
2. Monitorear 25 parcelas permanentes de muestreo en una plantación mixta, con las especies Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), Sericote (*Cordia dodecandra*) y Cedro (*Cedrella odorata*).

3.4 METODOLOGÍA

La metodología para la realización de los servicios esta dividida en dos partes que corresponden una a cada servicio.

3.4.1 Establecimiento de maní forrajero (*Arachis pintoï*), en plantaciones forestales en la aldea El Mango, Santa Ana.

3.4.1.1 Delimitación del área de estudio

Los ensayos se establecieron en áreas cercanas a la comunidad, y a los potreros, para realizar un mejor manejo, y aprovechamiento de los ensayos.

Se elaboraron 3 ensayos, en las plantaciones existentes dentro del programa de incentivos forestales. (5)

3.4.1.2 Preparación del terreno

El terreno se dejo libre de las malezas, para evitar las competencias con el material vegetativo, en el suelo se realizó una remoción, con azadón, en los surcos donde se estableció el estolón.(5)

3.4.1.3 Obtención de material de propagación

El maní forrajero, tiene la ventaja de poder reproducirse sexual y asexualmente, en nuestro caso la siembra se realizó por medio de estolones, que se obtuvieron de una plantación existe, que presentaba buenos resultados, sobre su adaptabilidad, desarrollo, y beneficios.

Los estolones se cortaron, con al menos 3 yemas vivas, de 20 cm. de longitud, tomando en cuenta que el material estaba maduro. El material recolectado se depositó en

sacos, y se humedeció, para evitar su deshidratación en el transporte, el cual se realizó en horas de la mañana. (5)

3.4.1.4 Siembra

La siembra se realizó por la tarde para evitar la deshidratación del estolón, se elaboraron pequeños surcos en las calles de las plantaciones, a una distancia de 30 cm. entre surco, enterrando las guías, a una profundidad de 5 cm., dejando las puntas por encima del suelo, para la respiración. (1)

3.4.1.5 Limpias

Además del establecimiento existieron otras actividades como las limpias, las cuales estuvieron a cargo del responsable de cada parcela, en donde se brindó la asistencia técnica, para poder garantizar que las actividades que se estuvieran realizando, fueran las adecuadas. Se realizaron dos limpias del terreno, la primera a los 20 días de establecimiento y la otra a los 40 días, con el fin de garantizar en este periodo el prendimiento del cultivo. (1)

3.4.1.6 Cercado

Es necesario para obtener un buen establecimiento y desarrollo del cultivo, evitar los depredadores, que pueden dañarlo, y debido a que en los alrededores existía ganado bovino y porcino, era necesaria esta actividad.

Se utilizaron alambre de púas, colocando alrededor de toda la parcela, con ayuda de postes; se colocaron 5 hileras, para evitar el ingreso de animales pequeños y grandes. Esta actividad estuvo a cargo de los productores.

3.4.1.7 Manejo de áreas demostrativas

A. Medición de Variables

a) Cobertura

Se midió el porcentaje de cobertura, del *Arachis* en el terreno, con la ayuda de un marco de metal de 0.5 x 0.5 m., en donde se tomó la cantidad de cobertura dentro de esa área, comparado con el total de especies presentes. (Peter et. at. 2002)

b) Sobrevivencia

Se determinó, mediante un conteo de las plantas, en surcos de 10 metros de largo, distribuidos en toda la parcela, para conocer el % de sobrevivencia del *Arachis*. (3)

c) Largo de tallo

Es necesario conocer, cual es largo del tallo principal de las plántulas de *Arachis*, para poder utilizar como base en el desarrollo del cultivo. Se utilizaron alrededor de 12 plantas distribuidas en toda la parcela, y con ayuda de una regla graduada, se midió el largo del tallo principal. (3)

d) Numero de nudos enraizados

El progreso del cultivo dentro del terreno, esta muy relacionado con el número de nudos enraizados por cada planta, ya que al tener un mayor numero de nudos enraizados, el cultivo estará bien establecido. (3)

f) Desarrollo de plantaciones forestales

Se midió la altura y diámetro de los árboles dentro de las plantaciones, antes de la siembra de *Arachis*, que también servirá como un comparador cuando el cultivo ya este establecido por completo, y saber si influye en el crecimiento de los árboles.

3.4.2 Monitoreo de parcelas permanentes de muestreo en plantación mixta de Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), Sericote (*Cordia dodecandra*), Cedro (*Cedrella odorata*)

3.4.2.1 Delimitación del área de estudio

Las parcelas se encontraban distribuidas dentro de todo el proyecto, de 82.5 hectáreas, ubicándolas en diferentes escenarios de la plantación, donde fueron monitoreadas para poder conocer los diferentes crecimientos dentro de la misma.

3.4.2.2 Demarcación y señalamiento de parcelas

Las parcelas se marcaron en el terreno de manera que, se pudieran reubicar en el futuro por personas o técnicos diferentes a los que las establecieron originalmente, con el fin de facilitar y asegurar las mediciones futuras sin errores. Para tal efecto, se recomienda delimitar las esquinas de las parcelas con postes, y pequeñas zanjas en el suelo, en las esquinas de la parcela, éstas con una dimensión de un metro de largo a cada lado de la esquina, con un ancho de 20 cm y de unos 25 cm de profundidad.(5)

3.4.2.3 Mantenimiento

Especialmente cuando las parcelas se establecen en plantaciones jóvenes se recomienda hacer limpiezas y verificar que las señas de ubicación y delimitación sean fáciles de localizar. Como las parcelas son una muestra de toda la plantación es recomendable que se les brinde el mismo manejo que se le da a toda la plantación, para evitar datos no representativos, al realizar un manejo diferente. (2)

3.4.2.4 Forma y tamaño de las parcelas

La forma de las parcelas utilizada fue rectangular. Esta facilita la ubicación, la demarcación permanente y el sentido de medición de los árboles en mediciones consecutivas a largo plazo.

Se utilizaron parcelas permanentes de 500 metros cuadrados (20*25 metros). (5)

3.4.2.5 Medición de variables

Se recomienda hacer mediciones anuales o cada dos años dependiendo del crecimiento de las especies. Las variables a medir fueron diámetro, altura total y sobrevivencia.

A. Diámetros

La medición se realizó en milímetros, utilizando una cinta diamétrica, en donde a todos los árboles dentro de las parcelas se les midió el diámetro a la altura del pecho DAP, marcándose con spray fluorescente, para que en la próxima medición se realice, donde se realizó la medición. (4)

B. Altura

La medición de altura se realizó a todos los árboles dentro de la parcela, con la ayuda un hipsómetro. (4)

C. Sobrevivencia

Todos los árboles originales ó que deberían haber sido plantados en la parcela de medición, se midieron y enumeraron en forma secuencial del uno hasta el último árbol de la parcela. Los árboles que por un error no se plantaron, se cortaron o que fueron raleados se consideran como árboles muertos y deben tener el código de -99. Los árboles que por alguna razón no se midieron, (árboles quebrados, muy delgados que no ameritan medir el diámetro, etc.), pero que están vivos deben tener el código -88, en una futura medición, cuando se considere apropiado, estos árboles pueden ser medidos, estos son códigos que se utilizan en el programa MIRA-SILV. (5)

3.4.2.6 Marcación de árboles

Todos los árboles se marcaron, sugiriendo la utilización de pintura, haciendo un anillo de pintura, que identifica el DAP, además de la marcación, se enumeraron los

árboles en orden correlativo, y coloco él número de parcela y árbol, en plaquetas de aluminio. (5)

3.4.2.7 Ingreso de variables

Como ultima actividad se realizó el ingreso de las variables al sistema MIRA-SILV, en donde se obtuvieron los resultados de incrementos para cada una de las especies en las plantaciones. (5)

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Establecimiento de maní forrajero (*Arachis pintoï*), en plantaciones forestales en la aldea El Mango, Santa Ana.

Se establecieron 3 parcelas de ensayo de Maní Forrajero (*Arachis pintoï*), en la Aldea El Mango, Santa Ana, Peten.

a) Parcela 1

La parcela de Calixto Xitumul, el *Arachis* se estableció en una plantación de Matiliguat (*Tabebuia rosea*) de 3 años, con una extensión de 4,730 metros cuadrados, el *Arachis* presentaba un 35 % de Supervivencia, y una cobertura de 30.3 %, aunque algunas áreas se encontraban un poco ralas, y el aspecto del *Arachis* era amarillento, debido a la poca humedad existente en el suelo. Las plantas presentaron un largo de tallo principal promedio de 17.25 cm., un promedio de nudos enraizados por planta de 2.25 nudos, y un promedio de ramas por planta de 3, en el área se realizó una siembra de maíz, para aprovechar el uso del terreno, y proporcionarle un poco de sombra al cultivo, debido a que en la plantación sus copas eran pequeñas, al mismo tiempo esta sombra proporcionada por el maíz y la plantación, ayudaron a mantener una mayor humedad en la época seca, en donde el *Arachis* no perdió sus hojas, y se mantuvo siempre con color verde-amarillo.

b) Parcela 2

La parcela de Carmelo López, el *Arachis* se encuentra en una plantación de Melina (*Gmelina arborea*) de 2 años de establecimiento, con una área de 2,730 metros cuadrados, el *Arachis* presentaba un 33.8 % de supervivencia, y una cobertura de 32.7 %, el área que se estableció entre los primeros días, por falta de humedad, su presencia era muy baja, comparado con el área establecida al final donde guardó un poco más de humedad, Las plantas presentaron un largo de tallo principal promedio de 7.83 cm., un promedio de nudos enraizados por planta de 1.67, y un promedio de ramas por planta de 3.58, en la parcela existe una área que el suelo es más húmedo, y parte más seca, donde el suelo se encuentra más seco, con una ligera pendiente, en donde el agua drena hacia

la otra área húmeda, lo cual influye en los resultados obtenidos, además se realizó una limpia en la plantación, en época seca, lo cual dejó descubierto el *Arachis*, y sufrió una defoliación por la resequedad del suelo, comparado donde no se eliminó la maleza, el *Arachis* se encuentra vigoroso.

c) Parcela 3

La parcela de Arnoldo Girón, el *Arachis* se encuentra en una plantación de Matilisque (*Tabebuia rosea*) de 3 años de establecimiento, con una área de 2,521.2 metros cuadrados, el *Arachis* presentó un 25.4 % de sobrevivencia, y una cobertura de 10.3 %, las plantas presentaron un largo de tallo principal promedio de 10 cm., un promedio de nudos enraizados por planta de 1.83, y un promedio de ramas por planta de 2.5, en la parcela, la presencia del *Arachis* era des-uniforme, por que este se resintió, en el establecimiento debido a que para limpiar el terreno, se quemó el área, la cual eliminó la humedad del suelo, y al momento del establecimiento, no existía humedad, y el *Arachis* respondió en aquellas áreas donde no se quemó, y donde existía sombra de árboles, debido a que la humedad del suelo era mayor. En las áreas donde existe mayor sombra y hojarasca el *Arachis* presentó mejores resultados, debido a la humedad que existe en esas áreas.

Cuadro 3.1 Resultados de las parcelas demostrativas de *Arachis pintoi*

Variable	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Productor	Calixto Xitumul	Carmelo López	Arnoldo Girón
Área	4730 m ²	2730 m ²	2521.2 m ²
Plantación	Matilisque (<i>Tabebuia rosea</i>)	Melina (<i>Gmelina arborea</i>)	Matilisque (<i>Tabebuia rosea</i>)
Sobrevivencia %	35	33.8	25.4
Cobertura %	30.3	32.7	10.3
Largo de tallo (cm.)	17.25	7.83	10
No. nudos enraizados por planta	2.25	1.67	1.83
No. Ramas por planta	3.00	3.58	2.50

3.5.2 Monitoreo de parcelas permanentes de muestreo en plantaciones mixtas de Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), Sericote (*Cordia dodecandra*), Cedro (*Cedrella odorata*)

En la plantación se midieron un total de 25 parcelas, según el cuadro 3.2, se presentan los resultados obtenidos de las dos mediciones; la primera medición se realizó a los 35 meses y la segunda medición a los 52 meses del establecimiento de la plantación. Las variables que se midieron fueron el diámetro a la altura del pecho y la altura total, con estas variables directas, se lograron determinar las otras variables indirectas, las cuales fueron: área basal por hectárea, volumen por hectárea, y los incrementos medios anuales de diámetro, altura y volumen, para poder determinar como y cual es el comportamiento de la plantación. En donde se logra identificar que el comportamiento de la plantación era ascendente, por que en la segunda medición los resultados eran mayores que la primera, indicándonos, que las especies están respondiendo a las condiciones del lugar.

Cuadro 3.2 Resultados dasometricos de las PPM en una plantación mixta

Variables	Medición 1 (35 meses)			Medición 2 (52 meses)		
	CEDROD	CORDDO	PSEUEL	CEDROD	CORDDO	PSEUEL
DAP (cm.)	1.28	1.15	2.13	2.78	1.94	3.78
Altura Total (m)	1.33	1.48	1.41	2.10	1.87	2.08
Área Basal (m²/ha)	0.023	0.013	0.250	0.078	0.030	0.794
Volumen (m³/ha)	0.049	0.015	0.209	0.166	0.044	1.099
IMADAP (cm.)	0.44	0.39	0.73	0.64	0.45	0.87
IMAALTOT (m)	0.46	0.51	0.48	0.49	0.43	0.48
IMAVOL (m³/ha)	0.016	0.005	0.071	0.038	0.010	0.254

A continuación, los datos se discutirán por especie, para poder tener una mejor comparación entre las dos mediciones realizadas en la plantación.

En el cuadro 3.3, se presentan los resultados obtenidos de las dos mediciones para la especie de Cedro (*Cedrella odorata*), obteniendo un DAP promedio de 1.28 cm. para la primera medición y un 2.78 cm. para la segunda, obteniéndose un pequeño incremento de 1.5 cm. en la altura, en la segunda se tiene una incremento entre las dos mediciones de 0.77 metros, en la primera medición el área basal era de 0.02 metros cuadrados, para la

segunda medición se obtuvo un incremento de 0.05 metros cuadrados para dar un total de 0.08 metros cuadrados por hectárea, y en el volumen se obtuvo en la primera medición 0.05 metros cúbicos, para la segunda un aumento de 0.12 metros cúbicos, para un total de 0.17 metros cúbicos por hectárea.

Los incrementos medios anuales fueron calculados para ambas mediciones y se determinó una diferencia de incremento entre las dos mediciones, para comparar como se ha comportado los incrementos: El IMADAP, la primera medición fue de 0.438 cm./año, y luego para la segunda medición fue de 0.642 cm./año, eso da como resultado de un aumento en el IMA de 0.204 cm./año, comparado a la primera medición; El IMAALT, la primera medición tiene un valor de 0.455 metros/año, y para la segunda un valor de 0.486 metros/año, en donde para este caso el IMA tuvo una variación de 0.030 metros/año, pudiendo decir que el IMA de altura, ha variado muy poco; El IMAVOL, el cual está influido por los otros dos IMA, tuvo un valor en la primera lectura de 0.016 metros cúbicos/año, y en la segunda lectura un valor de 0.038 metros cúbicos/año, teniendo una diferencia entre las dos mediciones de 0.022 metros cúbicos por año, que corresponde a un incremento del volumen por hectárea.

Cuadro 3.3 Resultado de variables dasométricas de Cedro

Variables	Cedrella Odorata		
	Medición 1	Medición 2	Diferencia
Edad (meses)	35.00	52.00	17
DAP (cm.)	1.28	2.78	1.50
Altura Total (m)	1.33	2.10	0.77
Área Basal (m²/ha)	0.02	0.08	0.05
Volumen (m³/ha)	0.05	0.17	0.12
IMADAP (cm.)	0.438	0.642	0.204
IMAALT (m)	0.455	0.486	0.030
IMAVOL (m³/ha)	0.016	0.038	0.022

En el cuadro 3.4, se presentan los resultados obtenidos de las dos mediciones para la especie de Sericote (*Cordia dodecandra*). En donde se obtuvieron los siguientes resultados: DAP promedio de 1.15 cm., para la primera medición y 1.94 cm., para la segunda, obteniéndose un pequeño incremento de 0.80 cm., en la Altura se obtuvo un incremento entre las dos mediciones de 0.039 metros, además se estimó el Área basal, y en la primera medición un valor de 0.01 metros cuadrados, para la segunda medición se obtuvo un incremento de 0.02 metros cuadrados, para un total de 0.03 metros cuadrados por hectárea, en el volumen se obtuvo en la primera medición 0.01 metros cúbicos, y para la segunda un aumento de 0.03 metros cúbicos, para un total en la segunda medición de 0.04 metros cúbicos por hectárea.

Cuadro 3.4 Resultado de variables dasométricas de Sericote

Variables	Cordia dodecandra		
	Medición 1	Medición 2	Total
Edad (meses)	35	52	17
DAP (cm.)	1.15	1.94	0.80
Altura Total (m)	1.48	1.87	0.39
Área Basal (m²/ha)	0.01	0.03	0.02
Volumen (m³/ha)	0.01	0.04	0.03
IMADAP (cm.)	0.392	0.448	0.055
IMAALTOT (m)	0.508	0.434	- 0.074
IMAVOL (m³/ha)	0.005	0.010	0.005

Los incrementos medios anuales fueron calculados para ambas mediciones y se determinó una diferencia de incremento entre las dos mediciones, para comparar como se ha comportado los incrementos: El IMADAP, en la primera medición fue de 0.392 cm./año, y para la segunda medición de 0.448 cm./año, eso da como resultado de un aumento en el IMA de 0.055 cm./año, El IMAALT, en la primera medición tiene un valor de 0.508 metros/año, y para la segunda un valor de 0.434 metros/año, en donde para este caso el IMA tuvo una disminución de -0.074 metros/año, el cual se debe a la muerte de plantas, por la competencia con las malezas; El IMAVOL, el cual está influido por los otros dos IMA, tuvo un valor en la primera lectura de 0.005 metros cúbicos/año, y en la segunda lectura un valor de 0.010 metros cúbicos /año, teniendo una diferencia entre las dos

mediciones de 0.005 metros cúbicos por año, que corresponde a un incremento igual en las dos mediciones.

Los resultados son los siguientes: DAP promedio de 2.13 cm., para la primera medición y 3.78 cm., para la segunda, obteniéndose un incremento de 1.65 cm., en la altura en la primera medición el promedio es de 1.41 metros, y en la segunda es de 2.08 metros, con un aumento entre las dos mediciones de 0.67 metros, además se estimo el Área basal, y la primera medición es 0.25 metros cuadrados, para la segunda medición se obtuvo un aumento de 0.54 metros cuadrados para dar un total de 0.79 metros cuadrados por hectárea, y el volumen que se obtuvo de la primera medición es de 0.21 metros cúbicos, y para la segunda un aumento de 0.89 metros cúbicos, para dar un total en la segunda medición de 1.10 metros cúbicos por hectárea. En el cuadro No. 3.5, se presentan los resultados obtenidos de las dos mediciones para la especie de Amapola (*Pseudobombax ellipticum*).

Cuadro 3.5 Resultado de variables dasometricas de Amapola

Variables	Pseudobombax ellipticum		
	Medición 1	Medición 2	Total
Edad (meses)	35	52	17
DAP (cm.)	2.13	3.78	1.65
Altura Total (m)	1.41	2.08	0.67
Área Basal (m²/ha)	0.25	0.79	0.54
Volumen (m³/ha)	0.21	1.10	0.89
IMADAP (cm.)	0.729	0.871	0.142
IMAALTOT (m)	0.482	0.479	-0.0028
IMAVOL (m³/ha)	0.071	0.254	0.1828

Los incrementos medios anuales fueron calculados para ambas mediciones y se determino una diferencia de incremento entre las dos mediciones, para comparar como se ha comportado los incrementos: El IMADAP, la primera medición es de 0.729 cm./año, y luego para la segunda medición es de 0.871 cm./año, eso da como resultado de un aumento en el IMA de 0.142 cm./año, comparado a la primera medición; El IMAALT, en la primera medición tiene un valor de 0.482 metros/año, y para la segunda un valor de 0.479 metros/año, en donde para este caso el IMA tuvo una disminución de -0.0028 metros/año,

el cual se debe a la muerte de algunas de las plantas, y a la replantación de las mismas, lo cual da alturas muy pequeñas, El IMAVOL, el cual está influido por los otros dos IMA, tuvo un valor en la primera lectura de 0.071 metros cúbicos/año, y en la segunda lectura un valor de 0.254 metros cúbicos /año, teniendo una diferencia entre las dos mediciones de 0.1828 metros cúbicos por año, que corresponde a al valor más alto comparado con las otras dos especies, esto se puede visualizar de una mejor forma en la figura 3.1.

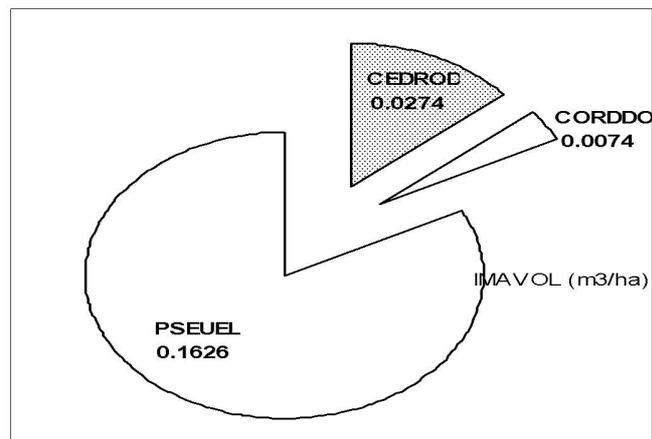


Figura 3.1 Comparación del IMA de volumen en la plantación mixta

En la figura 3.1, podemos observar el comportamiento de las tres especies en toda la plantación, al comparar los incrementos medios anuales de volumen (IMAVOL), que tiene cada especie, y el mayor incremento pertenece a la Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), con un IMAVOL de 0.1626 m³/ha, con un incremento menor el Cedro (*Cedrella odorata*) con 0.0274 m³/ha, y con el incremento más bajo la especie Sericote (*Cordia dodecandra*), con un 0.0074 m³/ha, con estos valores podemos inferir que la especie con mejores resultados en la plantación es la Amapola, debido a que su IMAVOL, fue mucho mayor comparado con las otras 2 especies.

3.6 CONCLUSIONES

1. Se establecieron 3 parcelas demostrativas de *Arachis*, dos parcelas en plantación de Matiliguatate (*Tabebuia rosea*), y una en plantación de Melina (*Gmelina arborea*), las plantaciones se encuentran dentro del programa de Incentivos forestales del Instituto Nacional de Bosques.
2. Las parcelas de *Arachis* establecida debajo de la plantación de *Tabebuia rosea*, presentaron, una respuesta negativa a la ausencia de humedad en el suelo, al momento del establecimiento, y se convirtió en una disminución del porcentaje de sobre vivencia, en todas las parcelas.
3. Los usuarios que establecieron, el *Arachis* en sus plantaciones, lograron identificar mediante las actividades que realizaron en sus parcelas, las principales dificultades del establecimiento del *Arachis*, así como los beneficios que tiene este cultivo de cobertura, en sus plantaciones.
4. En la plantación la Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), presentó un incremento medio anual de volumen promedio de $0.1626 \text{ m}^3/\text{ha.}$, que es mayor a las otras dos especies que presentaron un $0.0274 \text{ m}^3/\text{ha.}$ para el Cedro (*Cedrella odorata*), y $0.074 \text{ m}^3/\text{ha.}$ para Sericote (*Cordia dodecandra*), los incrementos son promedio de las dos mediciones realizadas.
5. El Cedro (*Cedrella odorata*), presentó mejores incrementos, en altura de 0.204 m/año y en diámetro 0.0304 cm. /año , después de la primera medición, comparado con las otras dos especies, que incluso los incrementos en altura fueron inferiores en la segunda medición.
6. Las tres especies presentaron resultados de crecimiento bajos, debido a la existencia de plántulas producto de la resiembra realizada frecuentemente.

3.7 RECOMENDACIONES

1. El establecimiento del *Arachis* se recomienda realizarse cuando la época lluviosa empieza, o en el mes de Julio y Agosto, para que el cultivo pueda aprovechar la mayor parte de la época lluviosa, y así tener mejores resultados en sobrevivencia y cobertura del cultivo.
2. En la época seca, no se recomienda realizar limpieas en el terreno, donde se estableció el *Arachis*, si este no se ha establecido por completo, debido a que al quedar libre el suelo, se pierde la humedad del suelo, y la planta se reciente, causando una defoliación de la misma.
3. En las próximas mediciones, tomar en cuenta que con replantes cercanos a la medición, influyen en los resultados, por lo que se recomienda decidir si tomar estos datos que se encuentran por debajo del promedio, o se dejan para la próxima medición, donde ya se ha establecido mejor, y si presenta crecimientos.
4. Los árboles que se encontraban por debajo de una altura de 1.30 metros, no fueron medidos los datos de diámetro, recomendándose para la próxima medición, corroborar si estos superan la 1.30 metros en altura, y así se puedan medir las variables.

3.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Argel, P; Ramírez, A. 1996. Experiencias regionales con *Arachis pintoi* y planes futuros de investigación y promoción de la especie en México, Centroamérica y el Caribe. Cali, Colombia, CIAT. 206 p.
2. Binkley, D. 1993. Nutrición forestal: practicas de manejo. Trad. por Manuel Guzmán Ortiz. México, Limusa. 340 p.
3. Peters, M; Franco, L; Schmidt, A; Hincapié, B. 2002. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. Cali, Colombia, CIAT. 113 p.
4. Pinelo Morales, GI. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la reserva de la Biosfera Maya. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 52 p.
5. Ugalde, L. 2001. Guía para el establecimiento y medición de parcelas para el monitoreo y evaluación del crecimiento de árboles en investigación y en programas de reforestación con la metodología MIRA. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 14 p.

3.9 ANEXO

Cuadro 3.6A Presupuesto del establecimiento de parcelas de *Arachis pintoi*

Actividad o insumo	Descripción del gasto	Costo unitario	Unidad de medida	Cantidad	TOTAL
Compra de Material Vegetativo	Estolones para Productores	Q 100.00	saco	37	Q 3,700.00
Renta de Vehículo	Transporte de material vegetativo	Q 300.00	unidad	2	Q 600.00
Herbicida gramoxone	Aplicaron de herbicida	Q 47.00	litro	3	Q 141.00
Limpia	Eliminación de malezas	Q 40.00	jornal	10	Q 400.00
Recolección	Llenado de costales	Q 40.00	jornal	6	Q 240.00
Siembra	Siembra de <i>Arachis</i>	Q 40.00	jornal	28	Q 1,120.00
Postes	Compra de postes	Q 8.00	unidad	100	Q 800.00
Ahoyado	Abertura de agujeros	Q 40.00	jornal	5	Q 200.00
Posteado	Colocación de postes	Q 40.00	jornal	5	Q 200.00
Alambre	Cercado de la parcela con alambre de púas.	Q 225.00	quintal	9	Q 2,025.00
Grapas	Cercado de la parcela	Q 4.00	libra	20	Q 80.00
Alambrado	Colocación de alambre	Q 40.00	jornal	6	Q 240.00
Combustible	Monitoreo del cultivo, medición de variables.	Q25.00	galón	10	Q 250.00
TOTAL					Q9,996.00

Cuadro 3.7A Resumen de gastos en el establecimiento de parcelas de Arachis

Descripción de la actividad o insumo	Organizaciones Participantes	
	TOTAL	PRODUCTOR
Compra de material vegetativo	Q 3,700.00	CATIE - NORUEGA Q 3,700.00
Renta de vehículo	Q 600.00	Q 600.00
Herbicida gramoxone	Q 141.00	Q 141.00
Limpia	Q 400.00	Q 400.00
Recolección	Q 240.00	Q 240.00
Siembra	Q 1,120.00	Q 760.00
Postes	Q 800.00	Q 800.00
Ahoyado	Q 200.00	Q 200.00
Posteado	Q 200.00	Q 200.00
Alambre	Q 2,025.00	Q 2,025.00
Grapas	Q 80.00	Q 80.00
Alambrado	Q 240.00	Q 240.00
Combustible	Q 250.00	Q 250.00
TOTAL	Q9,996.00	Q3,061.00
		Q6,935.00