

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS  
FORESTALES CON BASE EN EL DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO EN PLANTACIONES  
DE *Tectona grandis* L. f., DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES EN  
GUATEMALA

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

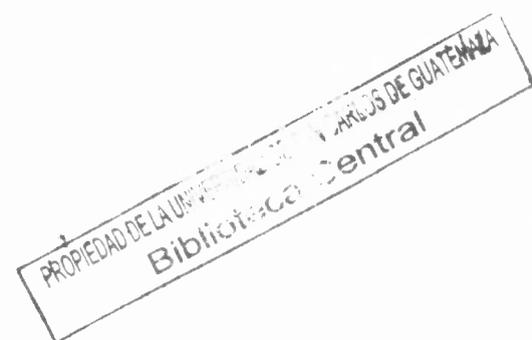
POR

**RITA PAOLA ESTRADA BARRIOS**

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERA AGRÓNOMA  
EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADA

Guatemala, Febrero de 2008.



DL  
01  
T(2360)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Francisco Javier Vásquez Vásquez.
VOCAL I	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes.
VOCAL II	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria.
VOCAL III	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila.
VOCAL IV	P. For. Mirna Regina Valiente.
VOCAL V	P. Agr. Nery Boanerges Guzmán.
SECRETARIO	Ing. Agr. Edwin Enrique Cano Morales.

Guatemala, Febrero de 2008.

Guatemala, Febrero de 2008.

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: "Formulación de una propuesta de manejo integrado de plagas forestales con base en el diagnóstico fitosanitario en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca), del programa de incentivos forestales en Guatemala", como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Rita Paola Estrada Barrios

## ACTO QUE DEDICO

A

**DIOSITO**

Mi Padre celestial y eterno, mi mejor y fiel amigo, por conocerte y permitirme la oportunidad de vivir en tan linda creación y hacer que este sueño tan especial sea hoy una realidad. Porque tú eres la fuente de la sabiduría, el camino, la verdad y la vida, a ti sea el honor y la gloria por siempre señor.

**VIRGEN MARIA**

Madre por ser el ejemplo de una mujer valiente y digna, por estar a mi lado en todo momento, ruega por nosotros, porque eres tú, el camino hacia el Padre.

**MI PADRE**

**Cesar Eduardo Estrada Vega**, por tu amor de padre y amigo, por tus consejos en momentos claves de mi vida, por creer que mi estudio es una inversión que no me la quita nadie, por la motivación de seguir adelante cumpliendo mis metas.

**MI MADRE**

**Ali Judith Barrios Adler**, por darme la vida, por tu amor de madre y amiga, por tu paciencia, tus cuidados, por el apoyo y sacrificio incondicional.

**MIS  
HERMANOS**

A ustedes dos Papa y Mama por enseñarme los valores que hoy veo reflejados en mi vida cotidiana, porque desde el inicio de la carrera me tendieron la mano, preocupados, pero mostrándome su apoyo siempre, por enseñarme que con Fe, perseverancia, esfuerzo y dedicación se pueden lograr las metas. Los Amo

**Eduardo José y Stefan Alejandro Estrada Barrios**, por su apoyo y compañía y por poner siempre un toque de humor a mi vida, que éste logro alcanzado sea la prueba de que, con Dios por delante, esfuerzo y dedicación todo en la vida se puede lograr, los quiero mucho

**MIS  
ABUELITOS**

**Virginia Vega, Steffi Adler, José Barrios** con mucho amor por los momentos que hemos compartido por sus sabios consejos, por sus experiencias que son el mejor ejemplo de vida y porque siempre han estado pendientes de mi, los admiro. Como un homenaje especial a mi abuelito "**Guayo**" **Eduardo Estrada** (QEPD) que ha sido desde el cielo un ángel para mi, que Dios lo tenga en su gloria.

**MIS TIOS y  
TIAS**

Con cariño, por su apoyo y atención.

Como un homenaje especial a **Haroldo (QEPD), Maco** con todo mi cariño y admiración por tan lindos momentos que nos regalaste dejando siempre tu ejemplo de humildad, servicio y entrega a Dios.

Por que aunque no están aquí físicamente, sé que son dos ángeles más que desde el cielo a nuestro lado siempre están.

**MIS PRIMOS**

Vanesa, Chiqui, Alejandra, Gaby, Davijo, Marco, José Javier, Pablo Alejandro, Moisés, Stefani, José Rubén, José Andrés, Derick, Josué, Nathalie, Pablo, Maria José, Marcos y Javier Alejandro. Que éste logro sea un ejemplo para ustedes que vienen detrás, que Dios los bendiga e ilumine gracias por ser parte de mi vida los quiero un montón. Homenaje especial a la angelita que tenemos en el cielo Sofía Campo (QEPD).

**MIS PADRINOS**

**Luis Miguel Delgado, Regina Maza (QEPD), Fernando Noriega y Carmela de Noriega**, con mucho cariño, agradeciéndoles por los momentos lindos que hemos compartido, que Dios los bendiga.

**MI FAMILIA EN  
GENERAL**

Con cariño y admiración.

Que Dios los bendiga y permita mantenernos unidos siempre.

**MI NOVIO**

Alberto Valle, por el apoyo, paciencia y motivación para seguir adelante saltando cada obstáculo y demostrándome que si se puede, por los momentos que hemos compartido, por hacer que cada día sea diferente y por hacerme sentir especial. Te amo.

**PROMOCION  
2001**

A todos pero especialmente a: África Flores, Axel Álvarez, Bessy García, Carolina Morales, Glenda Morales, Hans Guillermo, Jorge Robles, Marissa Montepeque, Mario Agreda, Omar Posadas, por todos los momentos especiales que compartieron conmigo para llegar aquí. Cada uno ocupa un lugar en mi corazón los quiero mucho.

**MIS AMIGOS**

Alba Nory Barrera, Alejandra Carrillo, Byron Palacios, Denison Cardenas, Diana García, Henry Albizures, Ingrid Ramas, Jacky Escobar, Karol Chávez, Katherine, Lilia Arévalo, Luz Maria Tejeda, Maco Zelaya, Marbella Trejo, Marielos Díaz, Maria del Rosario, Pablo Abril, Paola Zaldaña, René Pineda, Rocío García, Víctor Álvarez.

Por ser únicos, por la motivación que cada uno me brindó en su momento, la cual hizo que este sueño lo llegara a culminar, Gracias por enseñarme el valor de la amistad, cada uno de ustedes ha sido parte importante de mi vida. Gracias.

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A

GUATEMALA

Mi Bello país que me vio nacer, Dios te ha bendecido con tantos lugares hermosos ricos en recursos naturales y belleza escénica. Estoy Orgullosa de ti.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA

A la Gloriosa Tricentenaria, por darme la oportunidad de tener educación superior.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Mi segunda casa, la Cincuentenaria Facultad de Agronomía, la mejor Facultad, por contribuir en mi formación académica. Te llevaré en mi corazón en todo lugar aplicando y practicando lo que me enseñaste.

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES  
PROYECTO DE PROTECCIÓN  
FORESTAL

Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

COLEGIO LEHNSEN ROOSEVELT

A todo el personal del proyecto por su apoyo y confianza en la realización del estudio.

CATEDRÁTICOS

Por ser mi casa de estudios a nivel medio.

A todos y cada uno de ellos que me compartieron sus conocimientos, experiencias y amistad a lo largo de mi carrera, muy especialmente a los Ingenieros (as): Maco Aceituno, Waldemar Nufio, Willy Quintana, Oscar Medinilla, Juan José Castillo, Celena Carias, Mario Alberto Méndez, Cesar García, Mirna Ayala, Rolando Lara, Víctor Cabrera, Edwin Cano, Johnny Toledo, Pedro Peláez, Francisco Vásquez, Samuel Córdova, Filadelfo Guevara, Licenciado Flores.

ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA

Luchen para que sus sueños se hagan realidad, Que Dios los ilumine.

PERSONAL TÉCNICO DEL INAB

Quienes me acompañaron en mis visitas de campo y me apoyaron en mi investigación compartiendo algunas experiencias de las cuales aprendí, este trabajo es para uso de ustedes.

TODAS LAS PERSONAS DEL CAMPO

Que día a día con esfuerzo y dedicación soportando adversidades, llevan a cabo su trabajo para el sustento de sus familias. Sigán Adelante, Dios les Bendiga.

## AGRADECIMIENTOS

A

DIOS

Por que fueron tus brazos los que sentí cuando me levantaban en los momentos difíciles y por esa fuerza interna que me llamaba a seguir adelante y cumplir esta meta. ¡Gracias Diosito!

MIS PADRES Y  
HERMANOS

**Papa y Mama**, los Amo. Gracias por creer en mí y porque sin ustedes no estaría culminando mis estudios, son mi motivación para seguir. **Guayo y Tefo** sigan adelante, este triunfo es para todos ustedes. ¡Que Dios me los bendiga y permita tenerlos a mi lado por muchos años más!

MI NOVIO

**Chiquito**, gracias por tu amor, paciencia, comprensión y confianza, porque sin tu ayuda en esta última etapa, no hubiese sido posible la realización de este trabajo, deseo que tu vida esté llena de éxitos, que Diosito te ilumine y logres como yo, alcanzar todas tus metas.

FAMILIA  
GARCIA BARRIOS

Por motivarme a sembrar esa semilla que hoy veo germinada, lista para desarrollarse en el campo de los Recursos Naturales.

FAMILIA BARRERA  
RECINOS

Gracias por brindarme esa amistad tan linda y duradera, por permitirme compartir con ustedes momentos tan lindos de mi niñez, gracias por el cariño que me tienen.

FAMILIA MONTEPEQUE  
SIERRA

Por su apoyo, confianza, por ser tan especiales y permitirme compartir lindos momentos con ustedes. ¡Que Dios los bendiga!

FAMILIA  
PEREZ POGGIO

Con mucho cariño a todos y cada uno de ustedes, gracias por la confianza y por permitir compartir parte de mi vida con ustedes.

MARISSA  
MONTEPEQUE

**Chatia**, gracias porque desde el primer día hasta la fecha has sido súper especial, hemos compartido momentos únicos, risas y lagrimas, me has enseñado el verdadero valor de la amistad, gracias por estar pendiente de mí. Por tu tiempo y ayuda he llegado a culminar una etapa más de mi vida y está reflejado en este trabajo. Que Diosito te bendiga y me permita compartir muchos años más, tan linda amistad TQM-N.

**BYRON PALACIOS**

Mil gracias por tu apoyo incondicional, por tus palabras de aliento en los momentos difíciles, gracias por tu amistad, por ponerle un toque de positivismo a esas salidas de campo, tu eres parte importante de este triunfo. Que Diosito te bendiga a ti y a tu linda familia.

**ING. AGR. ÁLVARO  
HERNÁNDEZ**

Gracias por su asesoría y apoyo en la realización de este documento, así como también por los consejos, paciencia, confianza, amistad y por compartir sus experiencias conmigo. Porque ha sido mi asesor y maestro. Que Dios lo bendiga a usted y a su familia.

**CATEDRATICOS**

**Ing. Agr. Johnny Toledo, Ing. Agr. Mario Alberto Méndez, Ing. Agr. Pedro Peláez, y Lic. Flores,** que con sus experiencias me estimularon a seguir adelante y cumplir este tan anhelado sueño. Gracias por brindarme su amistad y por sus sabios consejos.

**DON JULITO PEÑA Y  
PEDRO ECHEVERRIA**

Por tan linda amistad y por todos esos momentos que compartimos, por ser ejemplo de perseverancia y lucha, Gracias, los llevo en mi corazón.

**RICARDO  
VALENZUELA**

Gracias por su amistad y por compartir sus experiencias conmigo, siga adelante.

A todo el personal académico y administrativo de la Facultad de Agronomía, así como todos aquellos compañeros que estuvieron pendientes de que culminara este trabajo, gracias porque cada uno de ustedes me motivó y contribuyó a mi formación, como mejor persona y mejor profesional. ¡Que Dios los bendiga!

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN.....	X
CAPITULO I.....	1
Diagnóstico sanitario de plantaciones de <i>Tectona grandis</i> L. f. establecidas dentro del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) en Guatemala.....	1
1.1 Presentación.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 General.....	3
1.2.2 Específicos.....	3
1.3 Metodología.....	4
1.3.1 Fase de gabinete I.....	4
1.3.1.1 Revisión de literatura.....	4
1.3.1.2 Localización del área de estudio.....	4
1.3.2 Fase de campo I.....	5
1.3.2.1 Caminamiento y levantamiento de parcelas.....	5
1.3.2.2 Colecta de muestras vegetales.....	7
1.3.2.3 Transporte de material.....	7
1.3.2.4 Colecta de insectos.....	7
1.3.3 Fase de laboratorio.....	8
1.3.3.1 Análisis de las muestras vegetales.....	8
1.3.3.2 Análisis de los especímenes de insectos fitófagos.....	9
1.3.4 Fase de gabinete II.....	9
1.4 Resultados.....	10
1.4.1 Descripción de fitopatógenos encontrados en plantaciones de teca del -PINFOR-, en Guatemala.....	10
1.4.1.1 <i>Phomopsis</i> sp. (Quema de los brotes).....	12
A. Descripción.....	12
B. Observación en campo.....	12
C. Daño.....	13
1.4.1.2 <i>Olivea tectonae</i> (Rac.) Thirum. (roya de la teca).....	15
A. Descripción.....	15
B. Observación en campo.....	16
C. Daño.....	16
1.4.1.3 <i>Pseudoepicoccum tectonae</i> . (Mancha del tiro al blanco).....	19
A. Descripción.....	19
B. Observación en campo.....	19
C. Daño.....	19
1.4.1.4 <i>Botryodiplodia</i> sp. (Cancro del fuste).....	21
A. Descripción.....	21
B. Observación en campo.....	21
C. Daño.....	22
1.4.1.5 <i>Dothiorella</i> sp. (Cancro Alargado del fuste).....	23
A. Descripción.....	23
B. Observación en campo.....	23
C. Daño.....	24
1.4.1.6 <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (Corona de agallas o tumor del cuello).....	26
A. Descripción.....	26
B. Observación en campo.....	26
C. Daño.....	26
1.4.2 Descripción de insectos fitófagos en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala.....	28
1.4.2.1 <i>Acromyrmex</i> sp. (zompopos).....	30
A. Descripción.....	30
B. Observación de campo.....	30

C.	Daño .....	30
1.4.2.2	<i>Rhabdopterus</i> sp. (Chrysomelidae, Col.) tortuguilla defoliadora .....	34
A.	Descripción .....	34
B.	Observación en campo .....	34
C.	Daño .....	35
1.4.2.3	<i>Hyblaea puera</i> (Lep.) (Esqueletizador de la teca) .....	36
A.	Descripción .....	36
B.	Observación en campo .....	37
C.	Daño .....	37
1.4.2.4	Acrididae y Tettigoniidae (saltamontes, esperanzas) .....	39
A.	Descripción .....	39
B.	Observación en campo .....	39
C.	Daño .....	40
1.4.2.5	<i>Plagiohammus spinipennis</i> (barrenador de la teca) .....	42
A.	Descripción .....	42
B.	Observación en campo .....	42
C.	Daño .....	42
1.4.2.6	<i>Nasutitermes</i> sp. (termitas) .....	44
A.	Descripción .....	44
B.	Observación en campo .....	45
C.	Daño .....	45
1.4.2.7	<i>Xyleborus</i> spp. (picadores o barrenadores de teca) .....	48
A.	Descripción .....	48
B.	Observación en campo .....	48
C.	Daño .....	49
1.4.2.8	<i>Phyllophaga</i> spp. (gallina ciega) .....	52
A.	Descripción .....	52
B.	Observación en campo .....	52
C.	Daño .....	52
1.4.2.9	<i>Walterianella</i> sp. (tortuguilla defoliadora de la teca) .....	54
A.	Descripción .....	54
B.	Observaciones en campo .....	54
C.	Daño .....	55
1.4.3	Descripción de roedores encontrados en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, Guatemala .....	57
1.4.4	Descripción de otros daños y practicas mal realizadas encontradas en plantaciones establecidas con teca ( <i>T. grandis</i> ) dentro del PINFOR en Guatemala .....	58
1.4.4.1	Daño físico .....	58
1.4.4.2	Daño por químicos .....	58
1.4.4.3	Daño por viento .....	58
1.4.4.4	Daño por fuego .....	59
1.4.4.5	Limpieza .....	59
1.4.4.6	Lianas o enredaderas .....	60
1.4.4.7	Practicas culturales .....	60
1.5	Conclusiones .....	68
1.6	Bibliografía .....	69
CAPITULO II .....		71
Formulación de una propuesta de manejo integrado de plagas forestales con base en el diagnóstico fitosanitario en plantaciones de <i>Tectona grandis</i> L. f. (teca) en Guatemala .....		71
2.1.	Presentación .....	72
2.2.	Marco teórico .....	74
2.2.2	Marco Conceptual .....	74
2.2.2.1	Programa de Incentivos Forestales -PINFOR- .....	74
2.2.2.2	Plantación forestal .....	74
2.2.2.3	Establecimiento de la plantación .....	74
2.2.2.4	Mantenimiento de la plantación .....	75

2.2.2.5	Descripción de <i>Tectona grandis</i> Linn f. (teca)	75
A.	Clasificación taxonómica	76
B.	Características de la especie	76
C.	Características de la madera de <i>Tectona grandis</i> L. f. (teca)	76
D.	Usos de <i>Tectona grandis</i> L. f. (teca)	76
2.2.2.6	Requerimientos agroclimáticos de <i>Tectona grandis</i> L. f.	77
A.	Suelo	77
B.	Precipitación	77
C.	Temperatura	77
D.	Altitud óptima del cultivo de teca	78
E.	pH	78
F.	Drenaje	78
G.	Profundidad del suelo	78
2.2.2.7	Manejo silvicultural de <i>Tectona grandis</i> L. f.	79
A.	Selección de semilla	79
B.	Tratamiento pregerminativo	79
C.	Vivero	80
D.	Distancia entre plantas	80
E.	Fertilización	81
F.	Podas	81
G.	Cicatrizantes	82
H.	Raleos	83
a.	Estado sanitario	83
b.	Rectitud del tronco	83
c.	Diámetro	83
I.	Raleo libre	84
2.2.2.8	Sanidad de las plantaciones	84
A.	Plaga	84
B.	Enfermedad	85
C.	Planta enferma	85
D.	Muestra	85
E.	Métodos de desinfección de herramientas para evitar enfermedades	85
2.2.2.9	Manejo integrado de plagas (MIP)	87
2.2.2.10	Estrategias y tácticas de manejo para <i>Tectona grandis</i> L. f.	88
A.	Estrategia preventiva	88
B.	Estrategia supresiva	89
C.	Estrategia erradicativa	89
D.	Estrategia de convivencia	89
E.	Estrategia de manejo	89
F.	Monitoreo constante de plantaciones	89
G.	Control biológico	90
a.	Depredadores	90
b.	Parasitoides	91
c.	Microorganismos entomopatógenos	93
H.	Control Físico	94
I.	Control cultural o manejo silvicultural	95
a.	Sanidad	95
b.	Fertilización	95
c.	Podas preventivas	95
d.	Extracción inmediata de madera cortada	96
J.	Control y manejo de malezas	96
K.	Enumeración de prácticas de manejo cultural o silvicultural	96
a.	Tala de salvamento	96
b.	Deshije	97
c.	Poda de saneamiento	97
d.	Protección posterior a la podas	97

e.	Raleo.....	97
f.	Raleo de saneamiento.....	98
g.	Control de Malezas.....	98
	L.    Control etológico.....	98
a.	Feromonas.....	98
b.	Trampas Contra Insectos.....	99
c.	Trampas contra vertebrados.....	100
	M.    Control químico.....	101
a.	Grupos Químicos.....	102
i.	Organoclorados.....	102
b.	Grupo de botánicos.....	104
c.	Grupo de plaguicidas según su modo de acción.....	105
d.	Fungicidas de contacto o preventivos.....	105
e.	Fungicidas sistémicos o curativos.....	105
f.	Antibióticos.....	105
g.	Bioplaguicida.....	106
	N.    Control genético o fitogenético.....	106
	2.2.2.11 Severidad.....	106
	2.2.2.12 Umbral de daño económico.....	106
	2.2.2.13 Nivel de daño económico.....	106
	2.2.2.14 Impacto económico de una plaga forestal.....	107
	2.2.3 Marco referencial.....	108
	2.2.3.1 Selección de muestra.....	108
	2.2.3.2 Aspectos referenciales y características del área de muestreo.....	108
	2.2.3.3 Aspectos referenciales y características del área de muestreo.....	110
	A.    Ubicación de los departamentos evaluados.....	110
2.3.	Objetivos.....	111
	2.3.1 General.....	111
	2.3.2 Específicos.....	111
2.4.	Metodología.....	112
	2.4.2 Fase de gabinete I.....	112
	2.4.2.1 Revisión de literatura.....	112
	2.4.2.2 Selección de regiones con plantaciones de teca.....	112
	2.4.2.3 Selección de plantaciones a muestrear.....	112
	2.4.2.4 Definición de la edad de las plantaciones establecidas con la especie forestal <i>Tectona grandis</i> L. f. (teca).....	113
	2.4.2.5 Elaboración de la boleta de campo.....	113
	2.4.2.6 Validación de la boleta de campo.....	114
	2.4.3 Fase de campo.....	114
	2.4.3.1 Revisión de expedientes.....	114
	2.4.3.2 Levantamiento de parcelas de muestreo.....	114
	2.4.3.3 Colecta de muestras vegetales.....	115
	2.4.3.4 Transporte de material vegetal.....	115
	2.4.3.5 Colecta de Insectos.....	116
	2.4.3.6 Transporte de ejemplares insectiles.....	116
	2.4.3.7 Determinación de insectos en laboratorio.....	116
	2.4.3.8 Evaluación de tratamientos silviculturales.....	116
	2.5.2 Principales plagas reportadas en reforestaciones de teca en Guatemala.....	122
	2.5.3 Descripción del estado sanitario de las plantaciones de teca a nivel nacional.....	124
	2.5.4 Descripción de fitopatógenos encontrados en plantaciones de teca del -PINFOR-, en Guatemala.....	127
	2.5.5 Descripción de los daños producidos por insectos fitófagos encontrados en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala.....	127
	2.5.6 Descripción de roedores encontrados en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala.....	129

2.5.7 Descripción de otros daños encontrados en plantaciones de tecla establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala.....	129
2.5.7.1 Daño por viento.....	129
2.5.7.2 Daño mecánico.....	131
2.5.7.3 Lianas o enredaderas.....	131
2.5.7.4 Malezas.....	133
2.5.8 Descripción de la propuesta de manejo integrado de plagas de tecla en Guatemala.....	135
2.5.9 Problemas fitosanitarios y silviculturales encontrados en las plantaciones de tecla en Guatemala..	150
2.5.10 Entidades productoras de agentes de control biológico en Guatemala.....	153
2.5.10.1 Agrícola El Sol.....	153
2.5.10.2 Bioagroservicios.....	153
2.6. Conclusiones.....	154
2.6. Recomendaciones.....	155
2.7. Bibliografía.....	157
2.8. Anexos.....	162
2.8.1 Boleta de Campo.....	162
2.8.2 Reforestaciones evaluadas por departamento y por fase del -PINFOR-.....	162
2.8.3 Ubicación de las reforestaciones establecidas con tecla en cada departamento.....	163
CAPITULO III.....	174
3.1 Presentación.....	175
3.2 Servicio I.....	176
"Traslado de muestras vegetales de otras especies forestales y análisis de especímenes de insectos en el centro de diagnóstico parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC)".....	176
3.2.1 Objetivo.....	176
3.2.2 Metodología.....	176
3.2.2.1 Envío de Muestras.....	176
3.2.3 Resultados.....	176
3.2.3.1 Fitopatología.....	177
3.2.3.2 Entomología.....	177
3.2.3.3 Recopilación de información sobre plagas y enfermedades.....	183
3.2.4 Conclusiones.....	183
3.3 Servicio II.....	184
"Apoyo a la unidad de plagas en capacitaciones dirigidas a técnicos de INAB, usuarios del PINFOR y otras entidades".....	184
3.3.1 Objetivos.....	184
3.3.2 Metodología.....	184
3.3.3 Resultados.....	184
3.3.3.1 Prevención y control de plagas forestales en la Región de las Verapaces.....	185
3.3.3.2 Curso de manejo integrado de plagas en bosques de pino, dirigido a estudiantes del ITEMAYA, Uspantan, Quiché.....	186
3.3.3.3 Reconocimiento de las Plagas Forestales del género <i>Pinus</i> spp., Colecta y Traslado de muestras.....	188
3.3.3.4 III Curso nacional de manejo de descortezadores en bosques de pino.....	189
3.3.4 Conclusiones.....	192
3.4 Servicio III.....	193
"Apoyo a la unidad de plagas en el proyecto de Protección Forestal (PROFOR) del Instituto Nacional de Bosques (INAB)".....	193
3.4.1 Objetivos.....	193
3.4.2 Metodología.....	193
3.4.3 Resultados.....	193
3.4.3.1 Monitoreo de plagas en plantaciones del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) y otras entidades.....	193
3.4.3.2 Apoyo en capacitaciones dirigidas a las Subregiones.....	194
3.4.3.3 Colaboración en la compra de equipo y material útil para el proyecto de PROFOR - INAB.....	196
3.4.4 Conclusiones.....	197

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
Figura 1 Los primeros síntomas de la presencia del hongo <i>Phomopsis</i> sp., en el envés de la hoja de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	13
Figura 2 Reforestación de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) infectada con el hongo de la "quema de los brotes" ( <i>Phomopsis</i> sp.).....	14
Figura 3 Los rebrotes de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.), son la respuesta ante el hongo <i>Phomopsis</i> sp.....	14
Figura 4 Plantación de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) en Escuintla con infección de <i>Phomopsis</i> sp.....	15
Figura 5 Hoja de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) con esporas de roya de la teca ( <i>O. tectonae</i> ), en la mayoría de su área foliar.....	17
Figura 6 El micelio de color negro del hongo <i>Cladosporium</i> sp., parasitando esporas de la roya de teca ( <i>O. tectonae</i> ).....	17
Figura 7 Huevecillos de coccinélidos ( <i>Psyllobora confluens</i> ) otro de los controladores de las esporas de la roya de teca, ( <i>O. tectonae</i> ).....	18
Figura 8 Larvas de coccinélidos alimentándose de las esporas de la roya de teca, ( <i>O. tectonae</i> ), en una hoja de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	18
Figura 9 Se observan las manchas del hongo ( <i>P. tectonae</i> ) en el envés de la hoja de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	20
Figura 10 Las manchas del tiro al blanco ( <i>P. tectonae</i> ) se presentan comúnmente en hojas bajas o en hijuelos que aún no se han eliminado.....	20
Figura 11 Infección del hongo <i>Botryodiplodia</i> sp. en una herida de la parte basal de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.)..	22
Figura 12 Cancros de <i>Botryodiplodia</i> sp. en tallo de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	23
Figura 13 Abertura producida por <i>Dothiorella</i> sp. en corteza de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	24
Figura 14 Corte realizado en la parte de la abertura de la corteza, provocado por <i>Dothiorella</i> sp. en árbol de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	25
Figura 15 Fuste con numerosas rajadura en la corteza provocada por <i>Dothiorella</i> sp.....	25
Figura 16 Corona de agallas ( <i>A. tumefasciens</i> ) parasitando cuello de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	27
Figura 17 <i>A. tumefasciens</i> cubriendo la raíz de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	27
Figura 18 Zompopos ( <i>Acromyrmex</i> sp.) en el margen de la hoja cortando pedacitos.....	31
Figura 19 Zompopos llevando trocitos de hoja de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) al nido.....	32
Figura 20 Zompopera o nido de zompopos en un árbol de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	32
Figura 21 Hojas de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) totalmente defoliadas por zompopos ( <i>Acromyrmex</i> sp.).....	33
Figura 22 Árbol de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) con hojas jóvenes defoliadas por zompopos ( <i>Acromyrmex</i> sp.)...	33
Figura 23 Hoja defoliada por el crisomélido <i>Rhabdopterus</i> sp. inserto en la figura.....	35
Figura 24 Árboles de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) con hojas defoliadas por la tortuguilla ( <i>Rhabdopterus</i> sp.).....	36
Figura 25 Larva del esquelitizador de la teca ( <i>H. puera</i> ) en una hoja de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	37
Figura 26 Hojas de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) defoliadas por <i>H. puera</i> .....	38
Figura 27 Larvas de <i>H. puera</i> controladas en plantaciones de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	38
Figura 28 Saltamontes alimentándose de la hoja de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	40
Figura 29 Defoliación provocada por saltamontes en árboles de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	41
Figura 30 Defoliación provocada por saltamontes en árboles de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	41
Figura 31 Abultamientos formados por el ingreso del insecto <i>P. spinipennis</i> .....	43
Figura 32 Dos ataques de <i>P. spinipennis</i> en un mismo tallo de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	43
Figura 33 Corte en el abultamiento provocado por el insecto barrenador ( <i>P. spinipennis</i> ) de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	44
Figura 34 Camino creado por termitas en árboles de teca ( <i>T. grandis</i> L.f.).....	46
Figura 35 Camino de termitas que va de una herida de poda a otra en un árbol de teca ( <i>T. grandis</i> L.f.).....	46
Figura 36 Médula de un árbol de teca ( <i>T. grandis</i> L.f.) dañado por termitas, árbol en pie aparenta estar sano.....	47
Figura 37 Trozo de madera de teca ( <i>T. grandis</i> L.f.) dañada por termitas.....	47
Figura 38 Salidas de aserrín en un árbol de teca ( <i>T. grandis</i> L.f.) atacado por los gorgojos barrenadores ..	49
Figura 39 Aserrín en la base del árbol de teca ( <i>T. grandis</i> L.f.).....	50
Figura 40 Orificios realizados por <i>Xyleborus</i> sp. en el fuste de un árbol de teca.....	50
Figura 41 Aserrín sobre las hojas de teca ( <i>T. grandis</i> L.f.).....	51

Figura 42	Orificios, galerías y la mancha de la madera realizado por <i>Xyleborus</i> sp. en el fuste de un árbol de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	51
Figura 43	Larvas de gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> spp.) encontradas en plantaciones de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	53
Figura 44	Las larvas de gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> spp.) pueden medir hasta 8 cm. de largo.....	53
Figura 45	Raíz secundaria de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) totalmente desprovistas de tejido por la gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> spp.).....	54
Figura 46	Perforaciones provocadas por el crisomélido <i>Walterianella</i> sp.....	55
Figura 47	Numerosas hojas de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) defoliadas por <i>Walterianella</i> sp.....	56
Figura 48	Hojas de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) atacadas por <i>Walterianella</i> spp.....	56
Figura 49	Daño en raíces de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) por ataque de taltuza.....	57
Figura 50	Daño físico en el fuste de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) provocado por una mala practica.....	61
Figura 51	Cancro formado en una herida realizada por mala práctica en las limpieas.....	61
Figura 52	Deformación de las hojas de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) por productos químicos.....	62
Figura 53	Hojas de teca ( <i>T. grandis</i> ) acolochadas por contacto con productos químicos.....	62
Figura 54	Árboles de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) doblados por el viento.....	63
Figura 55	Rajadura en el fuste de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) ocasionada por el viento.....	63
Figura 56	Daño en fuste de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) provocado por fuego.....	64
Figura 57	Planta de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) arqueada por las lianas o enredaderas.....	64
Figura 58	Plantas de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) compitiendo con la vegetación secundaria.....	65
Figura 59	Planta de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) totalmente invadida de lianas.....	65
Figura 60	Árboles de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) cubiertos por lianas o enredaderas.....	66
Figura 61	Cicatrizante o sellador aplicado en la herida de poda, en teca ( <i>T. grandis</i> L.f.).....	66
Figura 62	Planta de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) establecida en terreno con problemas de drenaje.....	67
Figura 63	Mapa de ubicación del área de estudio.....	110
Figura 64	Mapa de ubicación de plantaciones muestreadas en la región Norte y Nororiente de Guatemala.....	118
Figura 65	Mapa de ubicación de las plantaciones evaluadas en la región Suroccidental y central de Guatemala.....	119
Figura 66	Porcentaje de árboles afectados por fitopatógenos en Guatemala.....	125
Figura 67	Porcentaje de árboles afectados por insectos fitófagos en Guatemala.....	125
Figura 68	Porcentaje de árboles afectados por roedores en Guatemala.....	126
Figura 69	Porcentaje de árboles afectados por otros daños en Guatemala.....	126
Figura 70	Plantas jóvenes de teca en crecimiento, tallo arqueado por la acción del viento.....	130
Figura 71	Rajadura del fuste por la acción del viento en plantas de teca.....	130
Figura 72	Planta arqueada y cubierta en su totalidad por acción de las lianas o enredaderas.....	131
Figura 73	Rama de un árbol de teca con poda manual mal realizada.....	132
Figura 74	Daño mecánico provocado por machete al fuste como una mala practica en la eliminación de lianas.....	132
Figura 75	Efecto de las malezas sobre el crecimiento de plantas jóvenes, teca con fuste arqueado.....	133
Figura 76	Interferencia de las malezas sobre el crecimiento de la plantación joven de teca.....	134
Figura 77	Las malezas dominan el estrato arbóreo de las plantaciones de teca interfiriendo en el adecuado crecimiento.....	135
Figura 78	A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en la región Norte y Nororiente.....	166
Figura 79	A Puntos de Muestreo de los proyectos de reforestación de teca en la región Sur-occidental y Central.....	167
Figura 80	A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Alta Verapaz.....	168
Figura 81	A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Escuintla.....	169
Figura 82	A Puntos de Muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Izabal.....	170
Figura 83	A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Petén.....	171
Figura 84	A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Retalhuleu.....	172
Figura 85	A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Suchitepéquez.....	173
Figura 86	Bajo el estereoscopio observando los signos de una porción vegetal de la especie forestal, Santa Maña ( <i>Calophyllum brasiliense</i> ).....	182

<b>Figura 87</b> Observando bajo el estereoscopio insectos encontrados en Cedro, pertenecientes a la familia Buprestidae ( <i>Chrysobothris yucatanensis</i> ) .....	182
<b>Figura 88</b> Conferencia sobre la biología e identificación del Gorgojo del Pino impartida a los asistentes del curso "Prevención y control de plagas forestales en la Región de las Verapaces" .....	185
<b>Figura 89</b> Práctica de campo en el curso de "Prevención y control de plagas forestales en la Región de las Verapaces", realizado en el parque Las Victorias, Cobán, Alta Verapaz .....	186
<b>Figura 90</b> Exponiendo las diferencias entre el género <i>Dendroctonus</i> sp. e <i>Ips</i> sp. (gorgojo del pino) en Uspantán, Quiché.....	187
<b>Figura 91</b> Un estudiante del ITEMAYA observando los ejemplares de los gorgojos del pino y diferenciando los géneros. ....	187
<b>Figura 92</b> Pino con ataque de gorgojo en la gira de campo del curso "Plagas Forestales", Uspantan, Quiché.....	188
<b>Figura 93</b> Exponiendo la identificación de un patógeno, colecta y conservación de muestras previa al traslado al laboratorio en el curso dirigido a personal de Defensores de la Naturaleza y representantes de INAB región III. ....	189
<b>Figura 94</b> El Dr. David Cibrían exponiendo las características del Gorgojo del Pino .....	190
<b>Figura 95</b> Vista del foco de ataque del gorgojo del pino en Olinstepeque, Quetzaltenango .....	191
<b>Figura 96</b> El Dr. Cibrían junto a los participantes del curso en la práctica de Campo, realizada en el Bosque municipal de Olinstepeque, Quetzaltenango .....	191
<b>Figura 97</b> Plantación de <i>Tabebuia donnell-smithii</i> (Palo Blanco) con daño de Gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> spp.) <i>Prospodium</i> sp. ....	194
<b>Figura 98</b> Asistencia en la exposición de plagas del paquete SANIFOR a técnicos en las Subregión de INAB de Sayaxché, Petén.....	195
<b>Figura 99</b> Se observa el Estuche de disección, red entomológica, gradilla y viales material y equipo adquirido en el proyecto de PROFOR - INAB.....	196

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página
<b>Cuadro 1</b> Número de reforestaciones visitadas por cada departamento en Guatemala.....	5
<b>Cuadro 2</b> El distanciamiento y el número de parcelas a levantar según el área de la reforestación.....	6
<b>Cuadro 3</b> Descripción de los patógenos encontrados y la parte de la planta que afectan.....	11
<b>Cuadro 4</b> Grupos importantes de Insectos en el cultivo de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	28
<b>Cuadro 5</b> Insectos fitófagos encontrados en plantaciones de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.) y la parte de la planta que afectan.....	29
<b>Cuadro 6</b> Roedores encontrados en plantaciones de teca ( <i>T. grandis</i> L. f.).....	57
<b>Cuadro 7</b> Montos a incentivar para proyectos de reforestación, en el PINFOR.....	75
<b>Cuadro 8</b> Clasificación de los depredadores.....	91
<b>Cuadro 9</b> Diferencias entre un parasitoide y un depredador.....	92
<b>Cuadro 10</b> Algunos agentes de control biológico y sus hospederos.....	92
<b>Cuadro 11</b> Número de reforestaciones de teca visitadas por departamento.....	108
<b>Cuadro 12</b> Características bioclimáticas de los departamentos visitados.....	109
<b>Cuadro 13</b> Agentes dañinos reportados en teca.....	120
<b>Cuadro 14</b> Principales fitopatógenos de teca determinados en Guatemala.....	122
<b>Cuadro 15</b> Principales plagas determinadas de insectos fitófagos en teca para Guatemala.....	123
<b>Cuadro 16</b> Principales plagas vertebradas de teca en Guatemala.....	123
<b>Cuadro 17</b> Porcentaje de infestación relativo por la presencia de insectos en las plantaciones de teca en Guatemala.....	128
<b>Cuadro 18</b> Diseño del plan MIP en plantaciones de teca.....	137
<b>Cuadro 19</b> Descripción de algunas tácticas de control de los principales Insectos fitófagos encontrados en plantaciones de <i>Tectona grandis</i> L. f. (teca) en Guatemala.....	138
<b>Cuadro 20</b> Incidencia de fitopatógenos encontrados en plantaciones de teca.....	152
<b>Cuadro 21</b> Incidencia de los Insectos Fitófagos encontrados en plantaciones de teca.....	152
<b>Cuadro 22 A</b> Número de reforestaciones evaluadas por departamento.....	162
<b>Cuadro 23 A</b> Número de reforestaciones evaluadas por fase en cada departamento.....	162
<b>Cuadro 24 A</b> Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Alta Verapaz.....	163
<b>Cuadro 25 A</b> Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Escuintla.....	163
<b>Cuadro 26 A</b> Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Izabal.....	164
<b>Cuadro 27 A</b> Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Retalhuleu.....	164
<b>Cuadro 28 A</b> Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Suchitepéquez.....	164
<b>Cuadro 29 A</b> Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Petén.....	165
<b>Cuadro 30</b> Descripción de las muestras ingresadas al proyecto PROFOR y enviadas al Laboratorio Parasitológico – FAUSAC – para su análisis.....	178
<b>Cuadro 31</b> Material y Equipo adquirido en el Proyecto de Protección Forestal – INAB –.....	196

## TRABAJO DE GRADUACIÓN

### FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS FORESTALES EN PLANTACIONES DE *Tectona grandis* L. f. DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES EN GUATEMALA.

### FORMULATION OF A PROPOSAL FOR INTEGRATED PESTS FOREST MANAGEMENT BASED UPON A PROTECTED PLANT DIAGNOSIS IN TEAK PLANTATIONS (*Tectona grandis* L. f.) OF THE INCENTIVE FOREST PROGRAM IN GUATEMALA.

#### RESUMEN

En la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se autorizó realizar el Ejercicio Profesional Supervisado durante el periodo de febrero a noviembre de 2006, en el Proyecto de Protección Forestal (PROFOR) del Instituto Nacional de Bosques (INAB). Esta entidad cuenta con el programa de Incentivos Forestales (PINFOR) a nivel nacional, el cual es importante desde el punto de vista financiero para los propietarios de las fincas forestales. Este modelo de incentivo permite aprovechar y explotar el recurso bosque, para mantener y mejorar la producción forestal a nivel de país. Las plantaciones forestales han tenido auge en este programa, habiéndose registrado hasta el 2006, alrededor de 73,416.17 hectáreas plantadas con diferentes especies forestales. De esta superficie el 14% se encuentra plantada con *Tectona grandis* L. f., esta se ubica en el segundo lugar, de las especies plantadas dentro del programa de incentivos. El proyecto PROFOR del INAB, junto con la Facultad de Agronomía, se interesaron en realizar la propuesta de manejo integrado de plagas en teca debido a la escasa información técnica sobre este cultivo forestal. Para la elaboración de dicha propuesta se tomó la base de registros de información técnica de las reforestaciones de teca financiadas por el PINFOR a nivel nacional. Así mismo se elaboró el diagnóstico de plagas y enfermedades, a través de la visita técnica de 51 reforestaciones de teca representativas. Estas últimas estaban ubicadas en 6 Departamentos de Guatemala, tales como: Alta Verapaz, Escuintla, Izabal, Petén, Retalhuleu y Suchitepéquez. Dichas plantaciones estaban comprendidas en edades que van de los 1 a 6 años.

En la fase concluyente del trabajo fueron identificadas 10 especies de insectos fitófagos (21%), 6 patógenos (58.3 %), 2 vertebrados (0.6%) y 7 otros daños (19.1%).

Para el caso de los fitopatógenos que comúnmente afectan las plantas de teca se encuentran las enfermedades conocidas como: la roya de la teca (*Olivea tectonae*) con un 49%, la quema de los brotes (*Phomopsis* sp.) con un 6.6%

Finalmente, con base en la información y el diagnóstico de plagas y enfermedades, la Facultad de Agronomía a través de su EPSA, propone el plan de manejo integrado de plagas de la teca, como un documento base que sirva de apoyo y sea mejorado por los productores de teca a nivel nacional.

Como parte de las actividades del Ejercicio Profesional Supervisado, se llevaron a cabo los siguientes servicios según lo detectado al realizar el diagnóstico, con el fin de apoyar en el proyecto de protección forestal, los cuales son: Traslado de Muestras vegetales de otras especies forestales y análisis de especímenes de insectos en el Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) y apoyo a la unidad de plagas, en capacitaciones dirigidas a técnicos de (INAB), usuarios del PINFOR y otras entidades.

## CAPITULO I

### DIAGNÓSTICO

Diagnóstico sanitario de plantaciones de *Tectona grandis* L. f., establecidas dentro del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) en Guatemala.

## 1.1 Presentación

El Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) es promovido por el Instituto Nacional de Bosques (INAB), dicho programa ha sido de gran importancia para los propietarios de fincas que desean aprovechar y explotar el recurso bosque ya que mantiene y mejora la producción forestal. Las plantaciones forestales han tenido auge en este programa, teniéndose registrado hasta el año 2006 alrededor de 25,000 ha. plantadas con especies forestales de las cuales el 17% de la superficie se encuentra plantada con *Tectona grandis* L. f. (teca). (PAF'G, 2002).

Actualmente la teca es una especie que a pesar de ser introducida, se ha desarrollado muy bien por el clima tropical característico de algunas regiones de Guatemala; en los últimos años, dicha especie ha cobrado importancia para la producción de madera, por los beneficios que de ella se obtienen, se ha convertido en una de las especies prioritarias dentro del programa de incentivos.

Por la importancia que se le ha dado a la teca, para producir madera y que ésta sea de calidad, el Proyecto de Protección Forestal (PROFOR) apoyado por el INAB y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala pretenden generar información sobre el estado fitosanitario de las plantaciones de teca que están siendo apoyadas por el PINFOR.

El apoyo en dicho campo resulta significativo tanto para el INAB como para PROFOR ya que no existe ningún reporte que indique las condiciones en que se encuentran las plantaciones y si están o no en peligro de ser afectadas por plagas y enfermedades, esto con el fin de llevar un control y manejo adecuado de las mismas. Es por eso que se realizó, el diagnóstico sanitario de plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) establecidas dentro del PINFOR en Guatemala para conocer, observar, evaluar y analizar los posibles problemas que presentan las plantaciones en cada una de las fases de reforestación.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 General

Elaborar el diagnóstico sanitario de plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) establecidas dentro del programa de Incentivos Forestales (PINFOR) en Guatemala.

### 1.2.2 Específicos

- Evaluar la sanidad de las plantaciones de teca (*Tectona grandis* L. f.) mediante visitas de campo en Petén, Alta Verapaz, Izabal y Costa Sur.
- Identificar las plagas que afectan las plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) en Guatemala.
- Establecer la integración del diagnóstico de plagas forestales y la silvicultura de plantaciones.

## 1.3 Metodología

La metodología que se utilizó para la ejecución del presente diagnóstico, consta de cuatro fases, las cuales son:

### 1.3.1 Fase de gabinete I

#### 1.3.1.1 Revisión de literatura

Se consultaron libros, tesis, documentos, páginas Web etc., literatura correspondiente a teca, revisando información propia de la especie, metodologías de muestreo además de reportes de plagas encontradas en plantaciones de teca en otros países del mundo. La información que se recabó sirvió de base para la elaboración del diagnóstico en plantaciones de teca.

#### 1.3.1.2 Localización del área de estudio

El diagnóstico se realizó en las subregiones donde existen reforestaciones establecidas con la especie forestal "teca" financiadas por el PINFOR, las cuales son:

Subregión II – 1 y II – 5 (Alta Verapaz),

Subregión III-1 (Izabal),

Subregión VIII – 1; VIII – 2; VIII – 3 (Petén),

Subregión IX-1 (Suchitepéquez),

Subregión IX – 2 (Escuintla),

Subregión IX – 3 (Retalhuleu)

Las áreas donde se realizó el diagnóstico fueron seleccionadas con el apoyo del personal del PINFOR quienes proporcionaron la base de datos. De la cual se tomaron en cuenta 51 reforestaciones, estas fueron distribuidas proporcionalmente en las diferentes regiones, con un total de 1,870 ha. muestreadas. Las cuales fueron seleccionadas en base a algunos criterios detallados a continuación:

- Que fueran reforestaciones beneficiadas por el PINFOR esto quiere decir que estén dentro de las 6 diferentes fases de mantenimiento y que correspondan a edades entre 1 y 6 años.

- Que la extensión del área de la reforestación fuera mayor a 15 has. o en caso contrario que fueran representativas para ir a muestrear.

En el Cuadro 1 se detalla el número de reforestaciones visitadas en cada una de las subregiones, así como también la fase en que se encontraban en el momento de la visita.

**Cuadro 1** Número de reforestaciones visitadas por cada departamento en Guatemala.

Fase Departamento	Alta Verapaz	Escuintla	Izabal	Petén	Retalhuleu	Suchitepéquez
Establecimiento	2	2	0	2	0	2
Mantenimiento 1	1	1	0	4	0	0
Mantenimiento 2	1	2	0	6	0	3
Mantenimiento 3	1	1	1	4	1	0
Mantenimiento 4	1	0	1	5	3	1
Mantenimiento 5	0	1	2	3	0	0
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

### 1.3.2 Fase de campo I

En cada subregión se realizó la revisión de los expedientes de las plantaciones seleccionadas del PINFOR, para conocer información general como ubicación, nombre de la finca, área, así como actividades sanitarias y silviculturales realizadas durante el tiempo que llevan las plantaciones establecidas, para conocer los antecedentes y el estado actual de las reforestaciones.

#### 1.3.2.1 Caminamiento y levantamiento de parcelas

Considerando la guía para la toma, preservación y traslado de muestras vegetales para análisis parasitológico (Enfoque Forestal) (1), se contempló que se debe realizar como primer paso, la inspección de la plantación, para ello se realizó un caminamiento, conociendo las características generales de cada una de las plantaciones de teca, el cual fue dirigido por un técnico de INAB, por el administrador y/o por el propietario de la finca,

quienes indicaban en qué lugar han detectado algunas anomalías del desarrollo. Se procedió a inspeccionar cuidadosamente el área y se colectaron todas las muestras que se creyeron convenientes, posteriormente se levantaron parcelas de 100 m<sup>2</sup>, distribuidas sistemáticamente dentro del área de la reforestación, tomando como base la metodología definida por INAB para la certificación de proyectos PINFOR, que consiste en el levantamiento de un número de parcelas de acuerdo al área total de reforestación como se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2** El distanciamiento y el número de parcelas a levantar según el área de la reforestación

Área (ha)	Número de parcelas	Distanciamiento
1	4	50
2	6	58
3	8	61
4	10	63
5	12	65
6	14	65
7	16	66
8	18	67
9	19	69
10	20	71
20	30	82
30 o >	30	100

Se recolectaron muestras vegetales que estuvieran dañadas o afectadas por algún patógeno, así como insectos fitófagos que estuvieran afectando a la planta.

Para cada una de las fases de la reforestación se llenó una boleta de campo, evaluando las variables previamente definidas. En cada una de las parcelas se colectaron muestras vegetales de daños, así como insectos plaga localizados. Los daños e insectos desconocidos fueron preservados y trasladados al laboratorio para su determinación y aquellos de los cuales se tenía conocimiento previo solo fueron registrados en la boleta correspondiente.

Se tomaron fotografías para llevar un registro de las plantaciones y su evolución.

### **1.3.2.2 Colecta de muestras vegetales**

Se le llama patógeno a los organismos que causan enfermedades en las plantas como lo son: los hongos, las bacterias, los micoplasmas y los virus. Aunque son microscópicos, se pueden detectar las infecciones por medio de los síntomas que ocasionan en el hospedante.

Se consideró plaga cuando existían patógenos que ocasionaban daño significativo a las plantaciones, se tomaron fotografías en campo a los síntomas que presentaba la planta y se procedió a coleccionar muestras representativas del posible patógeno observado.

Para la colecta se tomaron en cuenta varios aspectos como: que fuera representativa, si era posible que incluyera todas las fases de desarrollo del daño, que tuviera tejido vivo y muerto, que tuviera todos los síntomas tal y como se observaban en campo. (1)

Se buscó material que presentara la sintomatología característica de hongos como: manchas foliares, antracnosis, tizones, defoliaciones, clorosis, etc., se recolectaron las partes enteras que estaban siendo afectadas ya sea en hojas, ramas, tallo o raíz (incluyendo el suelo), o en otro de los casos si no afectaba en gran parte de la planta se recolectaba únicamente la parte lesionada. (1)

### **1.3.2.3 Transporte de material**

Cada espécimen se colectó por separado, envuelto en papel periódico y se introdujo en una bolsa plástica cerrada herméticamente. Se identificó con el nombre, ubicación y fase de la reforestación. Posteriormente las muestras fueron trasladadas al laboratorio para su análisis correspondiente. (1)

### **1.3.2.4 Colecta de insectos**

Cuando se observaba algún tipo de daño por insecto y que este fuera representativo, se tomaban fotografías del daño y se trataban de capturar los especímenes que se presumía eran los que estaban afectando a la planta. En la colecta se emplearon varios métodos entre los cuales se pueden mencionar la red entomológica, pinzas o manualmente. (14)

Los insectos capturados fueron trasladados a viales (frascos pequeños) con alcohol al 70%, se identificaron con una etiqueta donde se anotó el nombre, ubicación y fase de la reforestación, así como la parte donde fue colectado.

La mayor parte de estos insectos producen daño en los estados inmaduros (ninfas y larvas); sin embargo para la identificación se requieren los insectos en su estado adulto, para encontrarlos solo basta con buscar en los lugares que habitan, debajo de hojas, cortezas, dentro o sobre troncos o entre el sotobosque. (3)

Se observó detenidamente el lugar de la colecta, se anotó en una libreta de campo o en la misma boleta algunas características del daño. Los especímenes fueron trasladados al laboratorio para su análisis correspondiente.

### **1.3.3 Fase de laboratorio**

#### **1.3.3.1 Análisis de las muestras vegetales**

Los encargados de los análisis del laboratorio realizaban una descripción previa al análisis de la muestra vegetal, identificando el signo que presentaba, mediante observación directa o con ayuda del estereoscopio. Si la muestra vegetal colectada no presentaba aún signos visibles, se procedía a elaborar una cámara húmeda para que empezara a desarrollarse el hongo.

Las muestras vegetales que fueran de tipo patológico se analizaron, mediante cortes o raspados, luego se prepararon los montajes utilizando reactivos como lactofenol azul o claro para la observación microscópica. Se observaron bajo resoluciones de 10x, 40x y 100x, posteriormente utilizaron claves para comparar las características observadas en el montaje con las que presenta la clave y así determinar si es o no patógeno, de ser afirmativo se buscó en la misma clave y/o en algunos otros documentos específicos el la descripción y si se tuviera el manejo del mismo. Se identificaron con un número de registro el cual debería coincidir con el número de la boleta de campo que contiene la información técnica correspondiente de cada una de las muestras.

### **1.3.3.2 Análisis de los especímenes de insectos fitófagos**

A los ejemplares de insectos también se les realizó una descripción previa al análisis, tomándole fotografías o dibujándolos, mediante observación directa o con ayuda del estereoscopio.

Se observaron detenidamente todas las partes del insecto para luego correr la clave de taxonomía de Insectos que corresponde dependiendo del orden al que pertenezca el insecto. La clave utilizada para determinar ordenes y familias de los insectos fue la de taxonomía de Insectos del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma de Chapingo, cuyo autor es Román Domínguez Rivero, Tomos 1-3.

Se tomaron fotografías o se dibujaron las partes características del insecto encontrado, se describió cada parte del mismo y con los resultados que se obtenían, se analizó si el insecto observado se podía considerar plaga o no, de ser afirmativo se buscó en la misma clave y/o en otros documentos específicos la descripción, el manejo del mismo, las causas y los efectos que provocan en la planta.

Así como en las muestras vegetales estos especímenes se identificaron con un número de registro el cual debería coincidir con el número de boleta de campo que contiene la información técnica correspondiente de cada una de las muestras.

### **1.3.4 Fase de gabinete II**

Se recopiló la información que se obtuvo en la fase de campo y de laboratorio y se analizaron los resultados así como también la relación que existe entre una plaga y las condiciones en que se encuentra.

## 1.4 Resultados

Durante el año 2006 se realizaron monitoreos en 51 reforestaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), ubicadas en los departamentos de Alta Verapaz, Escuintla, Izabal, Petén, Retalhuleu y Suchitepéquez. Los cuales tienen en su mayoría plantaciones establecidas con la especie forestal teca.

En cada visita se llenó una boleta en la cual se tomaron en cuenta aspectos generales de ubicación, fisiográficos, silviculturales así como también de sanidad. Luego se realizó un recorrido dentro de la plantación con el fin de detectar alguna anomalía dentro de ella y se delimitaron parcelas las cuales eran ubicadas al azar dentro de la reforestación tratando de cubrir toda el área plantada, sin repetir el monitoreo en los mismos árboles. Las parcelas eran rectangulares de 1,000 metros<sup>2</sup>, se llenaba una boleta de campo para cada una de las fases establecidas en la reforestación, en dichas parcelas se tomaron las coordenadas para geo-referenciar las áreas evaluadas además de tomar datos dasométricos, sanidad, número de árboles sanos, muertos o plagados. Si éstos estaban plagados se describía cual podría ser el posible patógeno que estuviera afectando a la planta, se evaluó la calidad de poda, manejo de la vegetación secundaria y algunos otros datos que están incluidos dentro de la boleta de campo (Ver Anexo 1).

En este informe se planteó como objetivo realizar el diagnóstico sanitario de las plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) en Guatemala, a continuación se presentan los resultados del diagnóstico en el cual se describen a las plagas como tal, así como también se hace una breve descripción de la situación en campo.

### 1.4.1 Descripción de fitopatógenos encontrados en plantaciones de teca del - PINFOR-, en Guatemala

La mayoría de plantaciones que se han establecido con teca en el país tienen problemas fitosanitarios, algunos de ellos provocan daño parcial y otros total sin poder recuperar las plantas, esto lo convierte en un problema de importancia económica.

Las enfermedades necesitan tres condiciones para desarrollarse los cuales son: el patógeno, una especie susceptible y las condiciones ambientales adecuadas. Algunos de los organismos que causan enfermedades vienen de material contaminado que cae en la tierra y otros son acarreados por insectos. Estos problemas pueden ser evitados manteniendo el área limpia.

Muchos de los problemas que se tienen en las plantaciones se deben a que la teca es una especie exótica, esto causa la alteración del hábitat que, a su vez, presentan efectos en aún más especies y procesos del ecosistema. (7)

En el Cuadro 3 se presentan los 6 patógenos que se encontraron provocando daño en los proyectos de reforestación visitados los cuales pertenecen al PINFOR en Guatemala. Más adelante se describen cada uno de ellos.

**Cuadro 3** Descripción de los patógenos encontrados y la parte de la planta que afectan

<i>Ubicación Taxonómica</i>					
	<b>Nombre Común</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>	<b>Agente</b>	<b>Parte afectada</b>
1	Quema de los brotes	<i>Phomopsis</i>	<i>Phomopsis</i> sp.	Hongo	Ápice
2	Roya de la teca	<i>Olivea</i>	<i>Olivea tectonae</i> (Rac) Thirum.	Hongo	Hojas
3	Mancha del tiro al blanco	<i>Pseudoepicoccum</i>	<i>Pseudoepicoccum tectonae</i>	Hongo	Hojas
4	Cancro del fuste	<i>Botryodiplodia</i>	<i>Botryodiplodia</i> sp.	Hongo	Fuste
5	Cancro alargado del fuste de teca	<i>Dothiorella</i>	<i>Dothiorella</i> sp.	Hongo	Fuste
6	Corona de agallas o tumor del cuello	<i>Agrobacterium</i>	<i>A. tumefaciens</i>	Bacteria	Cuello y raíz

### 1.4.1.1 *Phomopsis* sp. (Quema de los brotes)

#### A. Descripción

Es un hongo que ataca una gran variedad de plantas. El hongo *Phomopsis* sp. causa la muerte (marchites) del nuevo brote. Las puntas afectadas se ponen color marrón hasta que mueren. Esta enfermedad se da con frecuencia en sitios anegados o después de inviernos severos, caracterizados por cambios muy repentinos en la temperatura, con lesiones del árbol asociadas. La lluvia es necesaria para el lanzamiento de la espora y las temperaturas calientes son favorables para la infección. Los síntomas aparecen primero en ramas pequeñas pero la enfermedad puede afectar ramas más grandes, incluso el brote apical. Aparentemente es una infección que se desarrolla en forma descendente, luego vienen los rebrotes como respuesta de sobrevivencia, algunos árboles son mucho más susceptibles que otros dependiendo del sitio donde estén plantados. Este hongo es más común en los árboles sometidos a estrés o deficiencias nutricionales y ocurren en las hojas viejas que se caen durante el invierno y principios de la primavera. Las ramas jóvenes pueden morir.

#### B. Observación en campo

Se observaron de 2 a 3 focos mayores a 0.5 ha. en edades de 2 hasta los 6 años. En árboles de diámetros mayores a los 10 cm. se observó la muerte del brote apical y la posterior bifurcación del árbol a alturas mayores a los 3m. Un árbol de teca recién atacado por este hongo se identifica cuando el árbol todavía presenta hojas verdes como un árbol sano, pero al realizar una observación específica de las hojas se puede ver que existen los primeros síntomas, los cuales son: coloraciones pardo oscuras en las nervaduras, seguidamente empiezan caer las hojas, luego aparecen los hijuelos de la teca, hasta que se llega a secar totalmente el ápice. En etapas avanzadas el brote principal se encuentra sin hojas y tiene un color oscuro que tiende a secarse, por la falta de hojas la planta puede llegar a morir.

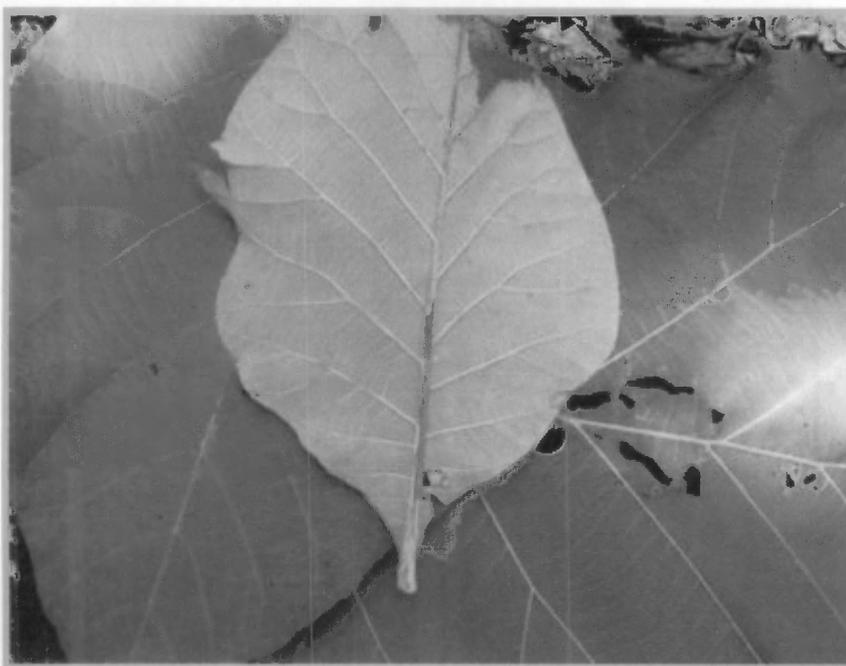
Las esporas del hongo siguen presentes en el lugar mientras no se aplique un método de control.

Si en el campo hay períodos prolongados de alta humedad relativa se observan pequeñas estructuras negras y duras que emergen de los tejidos, los cuales son los picnidios o estructuras reproductivas del hongo.

Los árboles que han tenido la infección en etapas maduras y se detecta temprano, es posible todavía, cortar y aprovechar una buena parte de la troza, cuando por el contrario el árbol es atacado a temprana edad se cortan, se queman y se manejan los hijuelos.

### C. Daño

La infección comienza en el meristemo apical, las hojas de alrededor del ápice se tornan pardo oscuro en sus nervaduras y después se caen. Aparentemente, en menos de cinco días el hongo desciende por los tejidos corticales del tallo, los cuales inicialmente adquieren una coloración pardo morada, que luego se torna negra. En algunas ocasiones las nervaduras principales de las hojas se encuentran también afectadas y presentan una necrosis. (4)



**Figura 1** Los primeros síntomas de la presencia del hongo *Phomopsis* sp., en el envés de la hoja de teca (*T. grandis* L. f.).



**Figura 2** Reforestación de teca (*T. grandis* L. f.) infectada con el hongo de la "quema de los brotes" (*Phomopsis* sp.).



**Figura 3** Los rebrotes de teca (*T. grandis* L. f.), son la respuesta ante el hongo *Phomopsis* sp.



**Figura 4** Plantación de teca (*T. grandis* L. f.) en Escuintla con infección de *Phomopsis* sp.

#### 1.4.1.2 *Olivea tectonae* (Rac.) Thirum. (roya de la teca)

##### A. Descripción

Este hongo pertenece a la clase de los basidiomycetes y al orden de los Uredinales (Agrios, 1996). Esta especie en particular ha sido identificada como *Olivea tectonae* (Rac.) (Esquivel, 2003). La roya es una de las enfermedades importantes del follaje en viveros y plantaciones, se detecta especialmente en zonas secas o áridas (2).

La Roya (*O. tectonae*) es una roya microcíclica, es decir que solo se desarrolla en un hospedero, Teca, ya que en la literatura consultada no se ha encontrado en algún otro. Las esporas de este hongo son llamadas uredinosporas que son unicelulares ovaladas, equinuladas, lobuladas, de color marrón rojizo, de 20-26 x 15-20 milimicras. Las telias son unicelulares, hialinas, alargadas, de 40-70 x 10-20 milimicras (2,18).

## B. Observación en campo

La presencia de *O. tectonae* se ha detectado desde plántulas de un año hasta árboles adultos, en todas las regiones del país.

Las hojas afectadas generalmente son las más viejas o las bajas, aunque también se han podido observar que en ramas altas y en rebrotes existen áreas afectadas.

El envés de la hoja infectada presenta una coloración naranja por la masa de uredinosporas de la roya, al avanzar esta se va tornando cada vez más oscura hasta llegar a necrosarse y es cuando se caen las hojas. En la estación lluviosa, el daño que ocasiona este hongo en las hojas, se considera severo, porque al avanzar éstas se secan completamente, provocando su defoliación prematura, lo cual reduce la actividad fotosintética.

Cabe mencionar que se ha observado infecciones del hongo *Cladosporium sp.* sobre las esporas de roya, dicho hongo está reportado como un parásito de la roya de la teca, así mismo se encontraron unos insectos de la familia Coccinellidae alimentándose de las esporas de la roya, estos insectos también están reportados como depredadores. (8)

## C. Daño

El ataque de este hongo a plántulas causa defoliaciones severas prematuras. La infección aparece primeramente en hojas maduras y a medida que las hojas más jóvenes alcanzan la madurez, el daño aumenta hasta alcanzar las hojas del ápice durante la temporada de crecimiento (18).

Gran parte de las hojas caídas tienen acumulaciones de esporas, las cuales sirven para la propagación del hongo con la ayuda de viento y otros tipos de dispersión. Este hongo se relaciona con rodales estresados por otras afecciones.

Además la roya reduce el crecimiento en volumen, porque los árboles presentan grandes cantidades de infecciones que pueden abarcar todo el follaje y hacer que este se caiga.



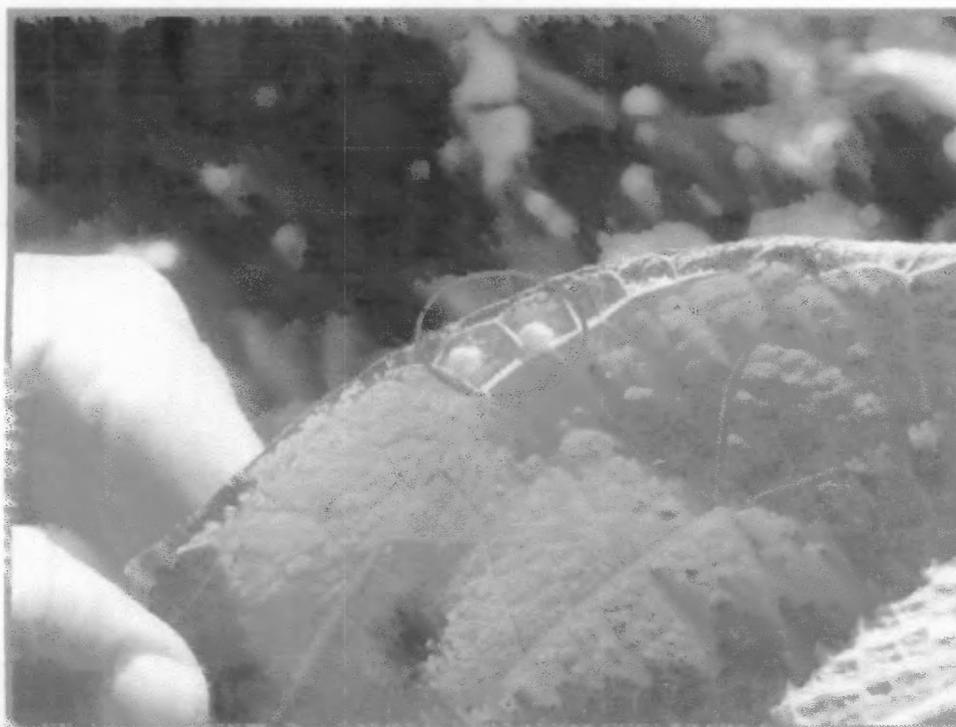
**Figura 5** Hoja de teca (*T. grandis* L. f.) con esporas de roya de la teca (*O. tectonae*) en la mayoría de su área foliar.



**Figura 6** El micelio de color negro del hongo *Cladosporium* sp., parasitando esporas de la roya de teca (*O. tectonae*)



**Figura 7** Huevecillos de coccinélidos (*Psyllobora confluens*) otro de los controladores de las esporas de la roya de teca, (*O. tectonae*)



**Figura 8** Larvas de coccinélidos alimentándose de las esporas de la roya de teca, (*O. tectonae*), en una hoja de teca (*T. grandis* L. f.)

### 1.4.1.3 *Pseudoepicoccum tectonae*. (Mancha del tiro al blanco)

#### A. Descripción

El Hongo *Pseudoepicoccum tectonae*. (Mancha del tiro al blanco) fue Identificado por J.K. Sharma, C.N. Mohanan & Florence, según el Informe de la Investigación del Instituto de Investigación del Bosque de Kerala (1985). Es un hongo que pertenece al Phylum Ascomycota, del género anamórficos, (Hyphomycete).

La enfermedad se presenta en las hojas, como manchas circulares de color marrón. Generalmente presente en hojas más viejas. Masas negras polvorientas de las esporas generalmente evidentes en una superficie más baja. Es aerotransportado y es así como se transmite la enfermedad (3,22)

#### B. Observación en campo

Se ha observado principalmente en hojas bajas o en hojas de hijuelos no eliminados, presentando una mancha circular formada por varios anillos de color café hasta negro ("Mancha del tiro al blanco").

Cada hoja puede presentar varias manchas, las cuales se unen y producen grandes áreas necróticas. El resto de la lámina foliar aparentemente no es afectada, se produce la caída de la hoja hasta que esta es afectada totalmente o cae por su tiempo natural.

#### C. Daño

La mancha de tiro al blanco al afectar ciertas áreas de la lamina foliar de la teca, reduce la capacidad fotosintética de la planta. Al aumentar el área afectada por este hongo, la hoja se seca y puede llegar a caer, lo cual induce la movilización de las esporas hacia hojas superiores y así afectar el resto de la planta, tanto en hojas maduras como en hojas jóvenes.

Este daño se observó principalmente en plantaciones en las cuales no se han realizado podas ni deshijes.



**Figura 9** Se observan las manchas del hongo (*P. tectonae*) en el envés de la hoja de teca (*T. grandis* L. f.)



**Figura 10** Las manchas del tiro al blanco (*P. tectonae*) se presentan comúnmente en hojas bajas o en hijuelos que aún no se han eliminado.

#### 1.4.1.4 *Botryodiplodia* sp. (Cancro del fuste)

##### A. Descripción

Es un hongo perteneciente al Phylum Ascomycota, posee picnidios negros. Cada cancro representa un abultamiento de 3 a 20 cm de largo y de 2 a 23 cm de ancho a lo largo del fuste. Principalmente en los puntos de poda; la corteza se abre en dichos sitios. (Ordóñez, 1999) (4).

*Botryodiplodia* sp. puede colonizar árboles sanos sin mostrarse virulento (fase latente) hasta que se den condiciones fisiológicas o ambientales que favorezcan su virulencia. Las esporas, más abundantes con condiciones de calor y humedad, penetran en la corteza a través de pequeñas heridas causadas por insectos o por acciones mecánicas. Los síntomas comienzan como manchas pequeñas en la corteza, que luego se convierten en canchros (3, 4).

Afecta mayormente plantas que están predispuestas por otros factores, usualmente los tallos enfermos mueren. En árboles adultos estos hongos causan una reducción en la formación de nuevos brotes y una pérdida del vigor.

Existe una gran variedad de hongos que causan canchros en diferentes especies forestales, puede haber ataques severos en zonas donde la precipitación pluvial es muy alta.

##### B. Observación en campo

La parte afectada por este hongo es el fuste, el cual sufre aberturas en la corteza, usualmente en las partes medias bajas, de forma vertical y paralelas unas con otras. Las heridas generalmente ocasionadas por la poda favorecen la infección del árbol por el hongo. Al realizar un corte en el área afectada se pueden observar tonalidades café oscuro a negro en la madera.

### C. Daño

El aspecto grisáceo en la madera y el abultamiento con presencia de grietas longitudinales que causa sobre la corteza del tallo además de las ramas, representan los principales daños ocasionados por este hongo. La pudrición de la corteza además invade heridas, grietas, yemas, tronco, uniones de ramillas y ramas principales dañadas por diversos factores. Forma bolsas largas de goma entre la corteza de la madera de los árboles infectados. Como consecuencia del ataque de este hongo el aspecto de la madera se ve perjudicado, por lo cual no es aceptada comercialmente como madera fina y de alta calidad en la industria forestal (22).



**Figura 1** Infección del hongo *Botryodiplodia* sp. en una herida de la parte basal de teca (*T. grandis* L. f.).



Figura 12 Cancros de *Botryodiplodia* sp. en tallo de teca (*T. grandis* L. f.)

#### 1.4.1.5 *Dothiorella* sp. (Cancro Alargado del fuste)

##### A. Descripción

*Dothiorella* sp. es la fase conidial del hongo *Bothryosphaeria dothidea*, las esporas son incoloras, unicelulares y ovaladas. Retarda el crecimiento permitiendo que el tejido fino forme cancos. Las esporas de este hongo son dispersados por el viento, la lluvia, los insectos, y otros medios mecánicos que entran a través de heridas. Este hongo cuando las condiciones ambientales se lo permiten forma un cancro que puede causar serios problemas en la planta.

##### B. Observación en campo

Los síntomas del cancro alargado (*Dothiorella* sp.) se presentan en el fuste como rajaduras en la corteza, al realizar un corte en el lugar del daño se ve de un color café oscuro. Este cancro puede ser visto cubriendo áreas desde 10 cm. de largo a más.

### C. Daño

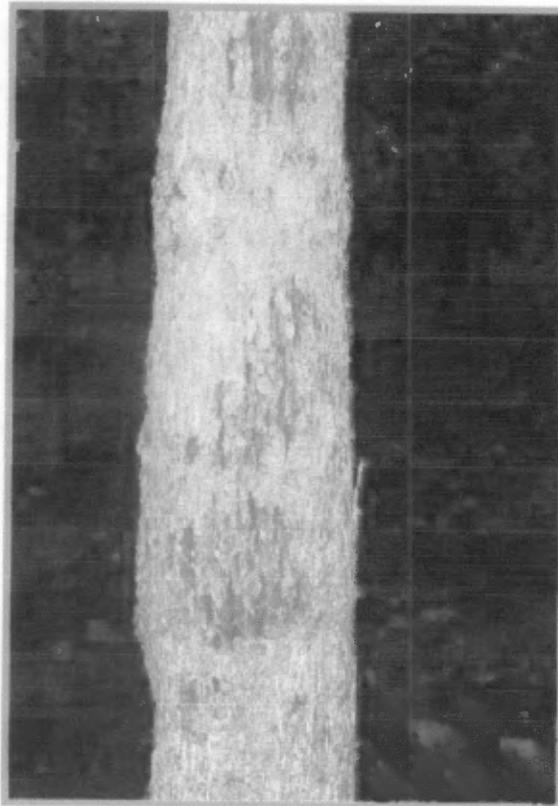
Resquebrajamiento longitudinal de la corteza que puede profundizarse hasta el xilema. En algunos casos se desarrolla en forma extensiva, hasta cubrir áreas de 12 x 6 cm.; si se corta la corteza superficial, es posible observar los tejidos internos totalmente necrosados (coloración parda oscura). En otros casos, aparentemente en los canchros más viejos, el resquebrajamiento se prolonga a lo largo del fuste (hasta 60 cm.) y el árbol forma callos en los bordes, lo cual define la prolongación de los mismos.



**Figura 13** Abertura producida por *Dothiorella* sp. en corteza de teca (*T. grandis* L. f.).



**Figura 14** Corte realizado en la parte de la abertura de la corteza, provocado por *Dothiorella* sp. en árbol de teca (*T. grandis* L. f.)



**Figura 15** Fuste con numerosas rajadura en la corteza provocada por *Dothiorella* sp.

#### 1.4.1.6 *Agrobacterium tumefaciens* (Corona de agallas o tumor del cuello)

##### A. Descripción

El tumor del cuello es una enfermedad provocada por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Estas bacterias son bacilos cortos, pertenecientes a la familia Rhizobiaceae, Gram-negativo, pueden presentar de uno a cuatro flagelos y en algunos casos pueden tener solamente un flagelo lateral; forman cápsulas; son anaerobios facultativos. Tiene la capacidad de infectar gran cantidad de árboles y arbustos. La bacteria vive en el suelo (4, 8).

##### B. Observación en campo

Las partes afectadas por la bacteria *A. tumefaciens* son: la base del tallo o la raíz y en el fuste especialmente en el área de poda. Se ha encontrado en campo, donde hubo daño de taltuza o daño mecánico con alguna herramienta utilizada para realizar las podas y/o limpias, se encuentra la bacteria, así como en sitios que fueron utilizados como potreros o en condiciones con bastante humedad. Esta bacteria entra por una herida y es allí donde se produce la agalla. Los árboles de teca infectados con esta bacteria tienden a ser débiles y a caerse por el viento. Se ha observado daño en árboles de diversos diámetros.

##### C. Daño

La agalla que produce la bacteria *A. tumefaciens* es encontrada comúnmente alrededor de raíces y en la parte basal de los árboles. Los síntomas que presenta son unas agallas o bultos en la zona del cuello (la parte que separa el tallo de las raíces) que impide la circulación de savia. Crecimiento excesivo del tallo y raíces, el tejido se ve pardo oscuro al hacer un corte en el fuste, cerca de la agalla.

Se reporta que en los viveros e invernaderos es donde más daños produce, pero también se han encontrado árboles de diámetros mayores con la presencia de esta bacteria, por heridas provocadas por roedores en algunos casos.



**Figura 16** Corona de agallas (*A. tumefasciens*) parasitando cuello de teca (*T. grandis* L. f.).



**Figura 17** *A. tumefasciens* cubriendo la raíz de teca (*T. grandis* L. f.).

#### 1.4.2 Descripción de insectos fitófagos en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala

Es muy importante conocer a que grupo u "orden" pertenece un insecto, porque los insectos que pertenecen a un mismo orden tienen características similares, como tipo de metamorfosis y aparato bucal. Los siguientes órdenes de insectos son los comúnmente encontrados en plantaciones de teca (*T. grandis* L. f.) y están representados en esta investigación.

**Cuadro 4** Grupos importantes de Insectos en el cultivo de teca (*T. grandis* L. f.)

Nombre Común de Insectos	Nombre Científico del Orden	Tipo de Metamorfosis	Tipo de Aparato Bucal
Hormigas, Zompopos.	Hymenoptera	Holometábola	Masticador
Tortuguillas, Mariquitas, Escarabajos	Coleoptera	Holometábola	Masticador
Palomillas Mariposas	Lepidoptera	Holometábola	Masticador (Larvas), Sifón (adultos)
Saltamontes, Grillos.	Orthoptera	Paurometábola	Masticador
Termitas, Comejenes	Isoptera	Paurometábola	Masticador

Los insectos plaga pueden causar daños a los árboles de teca, mediante la defoliación o la extracción de su savia, los insectos pueden retardar el crecimiento de las plantas. Al perforar en el tronco y las ramas, interfieren con el flujo de savia y debilitan la estructura del árbol provocando la muerte en el mayor de los casos. Los insectos también pueden propagar algunas enfermedades vegetales. Sin embargo, algunos de los problemas de insectos son secundarios a otros causados por un desorden de estrés o por patógenos.

Cualquier práctica que se utilice para reducir el problema a niveles económicos aceptables, debe ser producto de investigación. Ello debido a que es necesario estudiar la especie - plaga dentro del contexto ecológico del cultivo. La información que se obtiene nos proporcionará pistas que nos ayuden a desarrollar un programa más apropiado.

En el Cuadro 5, se describen los principales insectos perjudiciales en las reforestaciones de teca, además de la parte que es afectada por los mismos.

**Cuadro 5** Insectos fitófagos encontrados en plantaciones de teca (*T. grandis* L. f.) y la parte de la planta que afectan.

<i>Ubicación Taxonómica</i>					
	Nombre Común	Orden	Familia	Especie	Parte afectada
1	Mariquita o tortuguilla	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Rhabdopterus</i> sp.	Hojas
2	Zompopo	Hymenoptera	Formicidae	<i>Acromyrmex</i> spp.	Hojas
3	Saltamontes	Orthoptera	Acrididae	<i>Schistocerca</i> sp. <i>Taeniopoda</i> sp.	Hojas
4	Esperanzas	Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Neoconocephalus</i> sp.	Hojas
5	Gusano esqueletizador de la Teca	Lepidoptera	Hyblaeidae	<i>Hyblaea puera</i>	Hojas
6	Barrenador de la Teca	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Plagiohammus spenipennis</i>	Fuste
7	Termita o comejen	Isoptera	Termitidae	<i>Nasutitermes</i> sp.	Fuste
8	Tortuguilla defoliadora de Teca	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Walterianella</i> sp.	Hojas
9	Barrenador o picador de la Teca	Coleoptera	Scolytidae	<i>Xyleborus</i> spp.	Fuste
10	Gallina ciega	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i> sp.	Raíz

**Nota:** Todas las determinaciones de órdenes y familias fueron realizadas utilizando las claves taxonómicas de Chapingo y para determinar las especies se compararon libros de varias personas y existe la posibilidad de que, en algunos casos no se tenga la certeza de esa especie en particular.

El daño por el insecto *Rhabdopterus* sp., representa el 8.1% de daño ocasionado en las plantaciones de teca, siendo éste el de mayor importancia, seguido de este crisomélido se

### 1.4.2.1 *Acromyrmex* sp. (zompopos)

#### A. Descripción

Los zompopos como se les llama comúnmente, son un grupo especial muy similar a las hormigas, pertenecen al género, *Acromyrmex*, viven de la misma manera.

Una zompopera se compone de un gran número de individuos, entre los cuales encontramos reinas y machos, que son los que se pueden reproducir y obreros y soldados que son estériles. En los obreros, encontramos de diferentes tamaños, según si son colectores de hojas, amasadoras de hojas, cuidadores de las reinas, de los huevos o de las larvas (9).

Se han hecho estudios que han resultado ser eficientes con *Cannavalia ensiformis* (L.) como controlador de los zompopos. La canavalia es una fabaceae. Es una hierba trepadora, se enroscan hasta una altura de 12 m, pero una vez podada la guía, existen pocos problemas en los cultivos, creciendo en casi todos los suelos de climas tropicales, hasta en alturas de 1,800 msnm (NAS, 1979) (13).

#### B. Observación de campo

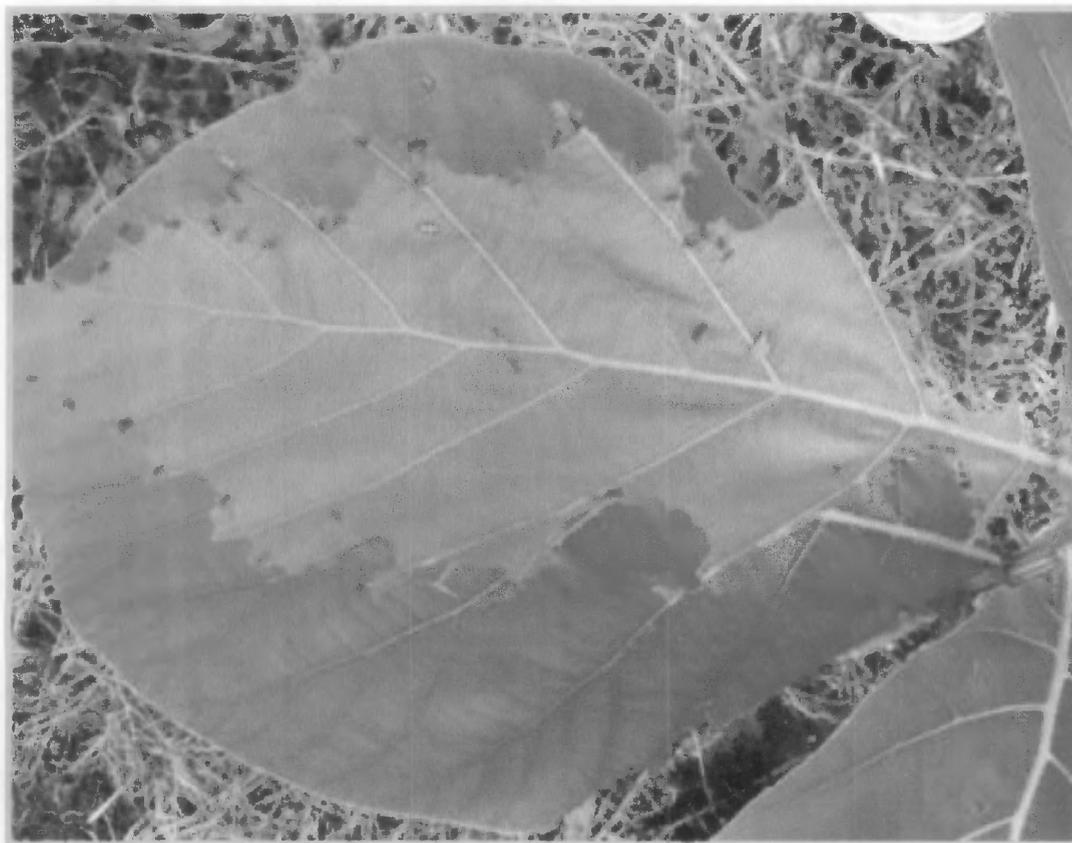
Los árboles presentan las hojas completamente defoliadas por los zompopos, empiezan a comer desde la orilla de la hoja, cortando pedacitos en forma de "C", luego avanzan hasta dejar únicamente las nervaduras de las hojas. Se han encontrado hojas maduras y jóvenes totalmente desprovistas de su área foliar. En ataques extremos se suele encontrar daños en el brote apical.

#### C. Daño

El daño ocasionado por los zompopos consiste básicamente en cortar en trocitos las hojas de teca. Trocitos por trocitos, se llevan por completo el follaje, causando el retraso en el crecimiento y desarrollo de la teca ya que disminuyen la lámina foliar. En plantaciones recién establecidas producen muerte de plantas obligando a la resiembra.

Existen estudios que muestran que en realidad, los zompopos, no comen estos trocitos de hojas sino que solo los llevan a la zompopera donde son amasados y almacenados en pequeños cuartos. Estas masas de hojas trituradas sirven para sembrar una especie de hongo muy especial que en realidad constituye la comida de estas hormigas. No se sabe exactamente de que manera evolucionó el hongo que tienen los zompopos pero es único, no existe en otra parte que en las zompoperas. Cada reina nueva que se va de una zompopera para ir a formar otra zompopera nueva se lleva un poquito de hongo para asegurar la nueva siembra y luego la sobrevivencia de la zompopera (9).

Aún no hay datos de qué represente un daño significativo, pero se sabe que las defoliaciones hechas por los zompopos pueden llegar a ser severas y ocasionar la muerte en plantaciones jóvenes y en árboles maduros, ocasionan un retardo en el crecimiento.



**Figura 18** Zompopos (*Acromyrmex* sp.) en el margen de la hoja cortando pedacitos.



Figura 19 Zompopos llevando trocitos de hoja de teca (*T. grandis* L. f.) al nido.



Figura 20 Zompopera o nido de zompopos en un árbol de teca (*T. grandis* L. f.)



Figura 21 Hojas de teca (*T. grandis* L. f.) totalmente defoliadas por zompopos (*Acromyrmex* sp.)



Figura 22 Árbol de teca (*T. grandis* L. f.) con hojas jóvenes defoliadas por zompopos (*Acromyrmex* sp.)

#### 1.4.2.2 *Rhabdopterus* sp. (Chrysomelidae, Col.) tortuguilla defoliadora

##### A. Descripción

Insecto perteneciente al Orden Coleoptera y a la Familia Chrysomelidae. Los huevos son puestos en grietas en la superficie del suelo. Las larvas son blancas con una línea longitudinal oscura y la cabeza de color marrón con mandíbulas bien desarrolladas. Los adultos son escarabajos pequeños (4 – 5 mm de largo), compactos, robustos, de forma oval – alargada, de color verde oscuro a negruzco con brillo metálico; los ángulos anteriores del tórax son finos y dirigidos hacia afuera, las patas son color rojizo claro, con la tibia media arqueada. Las larvas de este insecto, posiblemente, vivan en raíces de gramíneas que se encuentren en o cerca de los canales de riego y al llegar las lluvias los adultos emergen de pupas mantenidas allí en la época de sequía; estos adultos comienzan a dañar las plantas que están creciendo cerca del canal y lo hacen en forma de distribución agregada (18).

Este insecto posee hábitos alimenticios nocturnos y se determinó que su ciclo de vida oscila entre 39 y 52 días. (Muñoz 2002). Son ocasionales y su presencia en los cultivos tiene relación con la eliminación de determinadas malezas. En los lugares que presentan una alta densidad de malezas (hojas anchas y gramíneas) el daño por el insecto es menor que en aquellos donde se había aplicado un herbicida o donde se ha dejado desprovisto de vegetación secundaria (18).

##### B. Observación en campo

La defoliación es el daño característico de este insecto, esta es en forma semicircular, con perforaciones pequeñas que pueden abarcar hasta el 70% de la lámina foliar, en los casos más severos. Las hojas que prefieren generalmente son las jóvenes, a una altura indiferente ya que pueden ser en los rebrotes o en árboles de mayor edad.

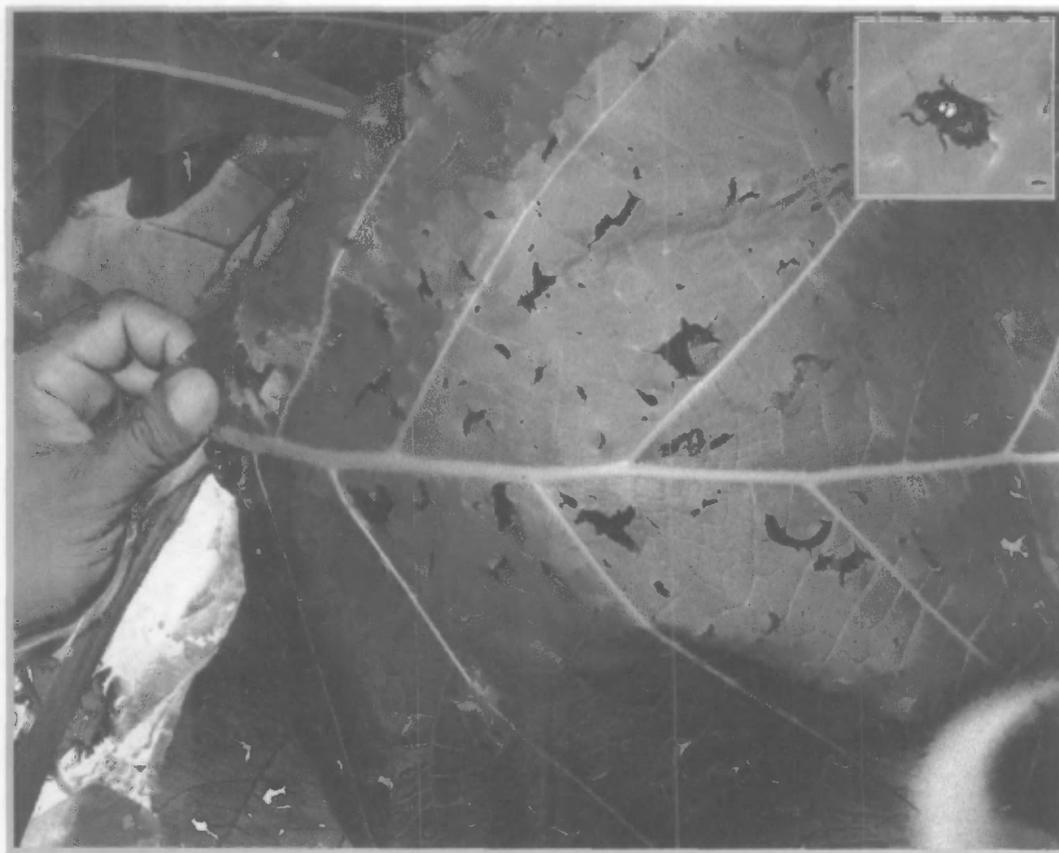
Se ha observado también que existe relación en el ataque del insecto con la presencia de gramíneas en el sitio, ya que en la fase larval se alimentan de las raíces de estas. Las gramíneas funcionan como hospedantes para *Rhabdopterus* sp. el ataque mas severo se

observó cuando la teca estaba asociada con algunas heliconias que crecían de forma natural en el lugar y donde se presume se mantenían los crisomélidos.

### C. Daño

Los adultos se alimentan del follaje de la teca, produciendo perforaciones características pequeñas, aisladas de forma alargada y curva de aproximadamente 1.3 cm. de largo y 0.16 cm. de ancho, en la lámina foliar, afectando gran parte de la misma.

Este insecto produce muchas perforaciones por lo que se le llama "colador de la teca". Los daños en las hojas afectadas pueden considerarse como severas (18).



**Figura 23** Hoja defoliada por el crisomélido *Rhabdopterus* sp. inserto en la figura



**Figura 24** Árboles de teca (*T. grandis* L. f.) con hojas defoliadas por la tortuguilla (*Rhabdopterus* sp.)

#### 1.4.2.3. *Hyblaea puera* (Lep.) (Esqueletizador de la teca)

##### A. Descripción

Las larvas en su último instar, pueden medir aproximadamente 4 cm. de largo, el cuerpo tiene una apariencia suave, lisa y opaca, con coloraciones que varían de gris oscuro a negro, con bandas longitudinales de color naranja y laterales blancas. La larva madura usualmente desciende al suelo en un hilo de seda y pupa bajo una delgada capa de hojas secas. Las palomillas son relativamente pequeñas, con una envergadura alar de 3 – 4 cm. y una postura de descanso característica que le oculta el negro y naranja. La pérdida de producción puede ser muy importante (hasta un 44% del aumento volumétrico durante cinco años en una plantación joven). (3, 22)

## B. Observación en campo

Las larvas de esta palomilla (*H. puera*) empiezan a defoliar por el borde de la hoja con perforaciones grandes de tal forma que eliminan gran parte de la hoja dejando únicamente las nervaduras primarias y secundarias de las mismas. Las larvas se pueden encontrar en el borde de la hoja envuelta, ya que con su seda doblan la hoja y se alojan allí, luego se convierten en pupa y sale el adulto para reproducirse y atacar otro árbol.

## C. Daño

Es conocido como el "Esqueletizador de la teca", produce defoliaciones importantes en plantaciones de teca durante el período de sequía. Las larvas pliegan y unen con seda un borde de la hoja con la lámina foliar donde se albergan. De allí salen a alimentarse del resto de la lámina foliar dejando únicamente las nervaduras primarias y secundarias. Prefiere las hojas más jóvenes así como también pueden atacar yemas apicales y provocar bifurcación. Se pueden observar hasta 12 larvas por hoja.

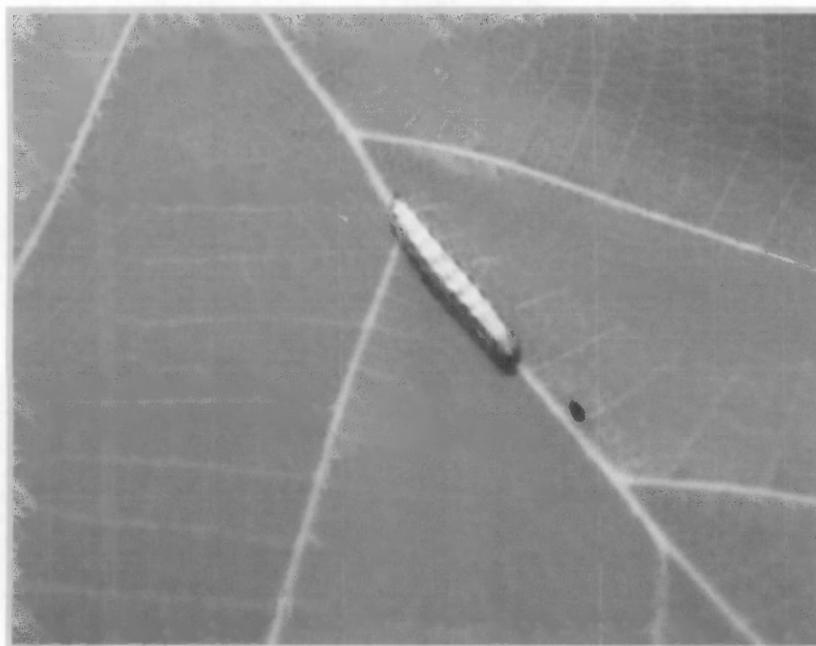


Figura 1 Larva del esqueletizador de la teca (*H. puera*) en una hoja de teca (*T. grandis* L. f.).



**Figura 26** Hojas de teca (*T. grandis* L. f.) defoliadas por *H. puera*



**Figura 27** Larvas de *H. puera* controladas en plantaciones de teca (*T. grandis* L. f.)

#### 1.4.2.4 Acrididae y Tettigoniidae (saltamontes, esperanzas)

##### A. Descripción

Estos insectos pertenecen al Orden Orthoptera de los cuales existen varios géneros que causan daños considerables a la vegetación natural y/o de plantaciones. Las especies del género *Taeniopoda* sp. y *Schistocerca* sp., son las que están reportados para Centroamérica, haciendo daño en teca, pero en Guatemala se encontraron además de estos, otros individuos que pertenecen al género *Neoconocephalus* de la familia Tettigoniidae.

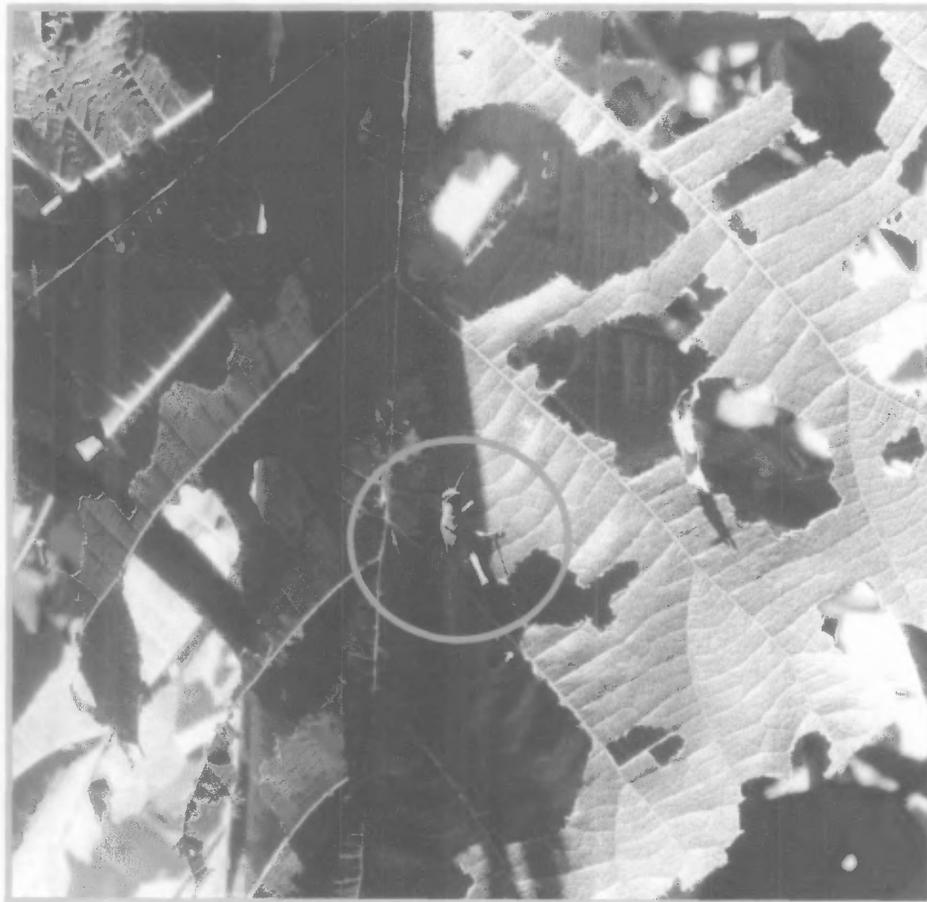
Estos insectos presentan tres fases de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. Las ninfas tienen de 5 a 6 estados ninfales y el tiempo que requieren para llegar a adulto es de 40 a 60 días. Los Acrididos adultos tienen antenas cortas, los órganos auditivos están situados en los costados del primer segmento abdominal. Los tarsos tienen tres segmentos y en el proesternón (vientre del primer segmento torácico) presenta una espina o tubérculo notorio. A diferencia de los Tettigoniidos adultos que poseen antenas largas, órganos auditivos situados en las tibias anteriores y con tarsos de 4 segmentos.

##### B. Observación en campo

La defoliación por saltamontes es característica ya que realizan grandes agujeros en las hojas de forma oval o circular en medio de la lámina foliar, a diferentes alturas. Estos insectos se encuentran en todos lados pero las poblaciones mas altas se encontraron en sitios donde habían potreros o donde todavía existía algún tipo de pasto. En plantaciones desprovistas, en las cuales las limpiezas han sido intensivas o mediante la aplicación de herbicidas, se encontraron poblaciones altas de chapulines esto se debe a que se les eliminó todo el alimento y estos para poder sobrevivir cambian su hábito alimenticio y empiezan a comerse las hojas de teca.

### C. Daño

Los daños son ocasionados por ninfas y adultos que pertenecen a la familia Acrididae y Tettigoniidae, se alimentan de las hojas de teca (*T. grandis*), haciendo agujeros grandes en la parte media de la hoja, también pueden alimentarse de los brotes terminales, en infestaciones severas. Estos insectos generalmente se alimentan de la vegetación silvestre y a falta de este se pasan a los cultivos de interés, provocando defoliaciones considerables, lo que hace que las consecuencias de sus daños sean de importancia. Estos insectos se presentan todos los años, pero llegan a ser más destructivos cuando se tienen grandes brotes. Las defoliaciones ocasionadas por los chapulines no matan el árbol pero pueden ocasionar un retardo considerable en el crecimiento.



**Figura 28** Saltamontes alimentándose de la hoja de teca (*T. grandis* L. f.)



**Figura 29** Defoliación provocada por saltamontes en árboles de teca (*T. grandis* L. f.)



**Figura 30** Defoliación provocada por saltamontes en árboles de teca (*T. grandis* L. f.)

#### 1.4.2.5 *Plagiohammus spinipennis* (barrenador de la teca)

##### A. Descripción

*Plagiohammus spinipennis* pertenece al orden Coleoptera y a la familia Cerambycidae. La larva madura puede medir más de 5 cm. y tiene la forma típica de un cerambícido; es decir, no posee patas y algunos segmentos del tórax son muy anchos. Ella se convierte en pupa dentro de una celda excavada en la médula y la madera circundante. Para salir del árbol, el adulto hace un agujero circular, de 6-8 mm. de diámetro. El macho adulto mide 2.2 cm de longitud y sus antenas miden 4.5 cm., en tanto que la hembra mide 2.5 cm. y sus antenas miden 3.5 cm. Ambos sexos exhiben una coloración parda oscura. En cada élitro tiene seis manchas blancas e irregulares y poseen una espina en el ápice de cada élitro (3, 4).

##### B. Observación en campo

En el tallo del árbol se presenta un abultamiento producto del ingreso del cerambícido *P. spinipennis*, al haber viento se quiebran los tallos. El ataque se observó, en el fuste y en algunos casos en ramas. Cuando se realizó un corte en el abultamiento se pudo observar la larva barrenando el xilema y la médula.

Se ha encontrado atacando a árboles de teca (*T. grandis* L. f.) jóvenes menores de tres años, con un ataque considerado mediano en su severidad.

##### C. Daño

Durante los primeros estadios, las larvas se alimentan en la zona del líber, lo que obstaculiza el flujo de nutrimentos; en consecuencia, el tallo se abulta en el punto del ataque. Posteriormente, la larva barrena el xilema y crea galerías en forma de anillo. En los últimos estadios puede penetrar hasta la médula, donde barrena hacia arriba. Muchos árboles se quiebran con el viento en los puntos de ataque, además del daño que causa en la madera. Los daños se presentan durante los primeros años de establecida la plantación de teca (*T. grandis* L. f.).



**Figura 31** Abultamientos formados por el ingreso del insecto *P. spinipennis*.



**Figura 32** Dos ataques de *P. spinipennis* en un mismo tallo de teca (*T. grandis* L. f.)



Figura 33 Corte en el abultamiento provocado por el insecto barrenador (*P. spinipennis*) de teca (*T. grandis* L. f.)

#### 1.4.2.6 *Nasutitermes* sp. (termitas)

##### A. Descripción

Las termitas también conocidas como hormigas blancas, pertenecen al orden Isoptera, su apariencia es similar a las hormigas, por lo que se confunden con el orden Hymenoptera, pero estos no tienen cintura angosta y viven en colonias. Las piezas bucales son masticadoras, el cuerpo es blando, tienen tres estadios: huevo, inmaduro y adulto, los que están separados en varias castas, como obreras, soldados (ápteros, estériles, ciegos y sin colores), reyes y reinas, los machos son de color negro y tienen alas.

Se caracterizan por ser insectos sociales y se alimentan de madera y otros materiales ricos en celulosa (5).

## **B. Observación en campo**

Los árboles atacados por termitas, son muy fáciles de reconocer ya que a lo largo del fuste existe un pequeño túnel o camino creado por ellas que está cubierto por tierra, que es fácilmente removible. En algunos casos se pueden observar pequeñas perforaciones en el tronco. Los fustes de los posibles árboles de teca (*T. grandis* L. f.) atacados por termitas, se golpearon a diferentes alturas para escuchar si existían partes huecas a lo largo de él, de ser afirmativo, se buscaba el camino o túnel o sino el termitero (nido de termitas) para confirmar de la existencia de estos insectos. Se encontró mayor presencia de termitas en plantaciones donde existían árboles cortados y abandonados en el mismo lugar donde se había establecido la plantación, esto hacía que las termitas luego de atacar a los árboles abandonados pasaban a los que estaban de pie siendo perjudiciales y por la cantidad de individuos considerándose "plaga".

## **C. Daño**

La acción dañina de las termitas es interna, aparentemente el árbol se encuentra sano y vigoroso pero en las partes bajas del fuste empieza el daño realizado por esta plaga, la cual entra por alguna herida provocada al árbol y luego hace una galería o túnel, que puede llegar hasta el duramen del árbol, produciendo aserrín y dañando la madera. Al cortar el árbol que estuvo afectado se observa que toda la medula ha sido dañada por lo que esa troza no es útil comercialmente.



**Figura 34** Camino creado por termitas en árboles de teca (*T. grandis* L.f.)



**Figura 35** Camino de termitas que va de una herida de poda a otra en un árbol de teca (*T. grandis* L.f.)



**Figura 36** Médula de un árbol de teca (*T. grandis* L.f.) dañado por termitas, árbol en pie aparenta estar sano.



**Figura 37** Trozo de madera de teca (*T. grandis* L.f.) dañada por termitas

#### 1.4.2.7 *Xyleborus* spp. (picadores o barrenadores de teca)

##### A. Descripción

*Xyleborus* spp., pertenece al orden Coleoptera, familia Scolytidae. Los *Xyleborus* son ambrosiales esto quiere decir que llevan en su aparato bucal un hongo llamado de ambrosia el cual mancha la madera perdiendo calidad y valor. Dentro de este grupo de insectos existe un gran número de especies barrenadores que atacan a diversas especies forestales y frutales debilitados, muertos, tirados y en pie, siempre que reúnan las condiciones que requieren los diferentes estados biológicos del insecto.

Las hembras inician el ataque abriendo las galerías donde depositan los huevecillos. En estas galerías son cultivados los hongos con que se alimentan las larvas al nacer. Los huevecillos son depositados en nichos abiertos a los lados de las galerías de donde a los 6 u 8 días nacen las larvas y principian su alimentación con las fructificaciones de los hongos. Los insectos completan su ciclo de vida dentro de las galerías y cuando el árbol pierde las condiciones propicias, las hembras emergen para buscar árboles frescos y formar otra colonia.

Los adultos son de color café rojizo a negros. Tienen los élitros y la cabeza llena de puntos pronunciados con pelos abundantes. Las larvas son de color blanco de forma curvada con la cabeza café rojiza. Los adultos alcanzan un tamaño que varia de 2.5 a 4.5 mm. (21)

##### B. Observación en campo

La presencia de este picador o barrenador de madera (*Xyleborus* spp.) se observa cuando a lo largo del fuste aparecen pequeños agujeros con salidas de aserrín y en la base del árbol hay acumulaciones del mismo. Al quitar una porción de corteza se pueden observar estos pequeños insectos en los agujeros que han realizado en el fuste.

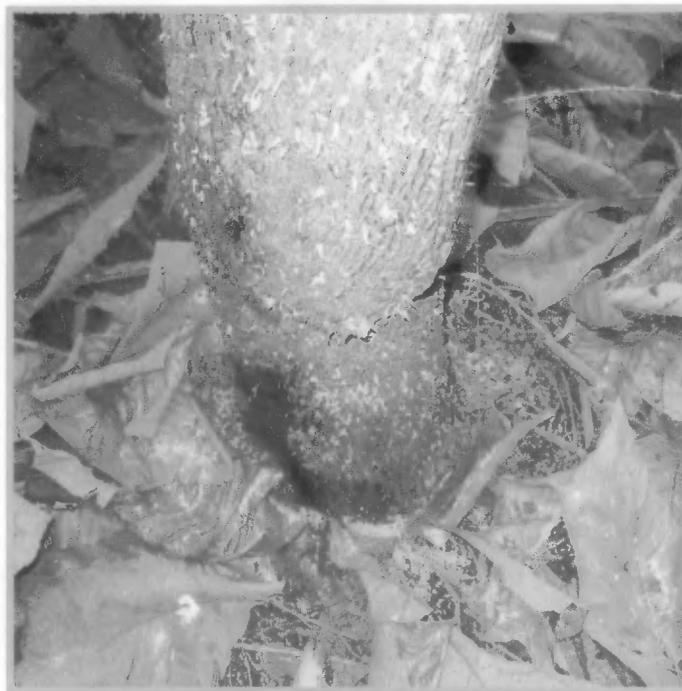
### C. Daño

El daño ocasionado por este gorgojo picador o barrenador de madera (*Xyleborus* spp.) se puede observar cuando existen los orificios en el fuste y al descortezar se encuentran las galerías. Los insectos pueden atacar árboles sanos enfermos o recién muertos; estos últimos pueden estar en pie o derribados. También infestan trocería apilada en el monte o aserraderos. Eventualmente infestan pilas de madera recién aserrada y aun húmeda. Provocan la muerte de árboles aparentemente sanos al introducir hongos causantes de marchitamientos vasculares. En maderas recién muertas y trocerías, su daño consiste en las galerías propiamente dichas y en el manchado de la madera. (5, 21)

Aparentemente no es una plaga primaria, el daño de este insecto es ocasionado cuando el árbol se encuentra debilitado.



**Figura 38** Salidas de aserrín en un árbol de teca (*T. grandis* L.f.) atacado por los gorgojos barrenadores



**Figura 39** Aserrín en la base del árbol de teca (*T. grandis* L.f.).



**Figura 40** Orificios realizados por *Xyleborus* sp. en el fuste de un árbol de teca



**Figura 41** Aserrín sobre las hojas de teca (*T. grandis* L.f)



**Figura 42** Orificios, galerías y la mancha de la madera realizado por *Xyleborus* sp. en el fuste de un árbol de teca (*T. grandis* L. f.).

#### 1.4.2.8 *Phyllophaga* spp. (gallina ciega)

##### A. Descripción

El género *Phyllophaga* es un género numeroso, alrededor de cien especies entre México y América Central. Las larvas son de forma scarabeiforme se parecen todas unas a otras al igual que los adultos, el nombre que reciben los adultos en nuestro país es "ron-ron" o "Ron-ron de Mayo", son de forma oval, alargada, que miden en promedio 12.8 mm., de color café rojizo con setas cortas en todo el cuerpo. Se encuentran en áreas de cultivo de maíz, arroz, frijol, papa, tomate, café, pastos, caña de azúcar, entre otros. Se encuentran entre el nivel del mar y los 1,800 m. de altitud. Su hábitat es subterráneo, cerca de las raíces; únicamente el adulto es el que sale del suelo a las ramas de los árboles. Una hembra puede poner hasta 200 huevos. (5, 12)

##### B. Observación en campo

Las plantaciones afectadas con gallina ciega presentan un color amarillo en las hojas y luego se caen, al excavar alrededor del árbol se encontraron las larvas de *Phyllophaga* spp., y el daño en las raíces provocado por esta larva.

Generalmente hay mas individuos en lugares donde hubo pasto, la gallina ciega se alimenta de las raíces de las malezas y al no haber, se come las raíces que encuentra cambiando su habito alimenticio y afectando las especies de interés comercial.

##### C. Daño

La situación inicial antes de empezar las labores es la presencia de gallina ciega en el suelo. En este grupo no todos son plagas, algunos comen materia vegetal en descomposición y otras raíces. Las gallinas ciegas se alimentan de las semillas o raíces de las malezas pero al realizar las labores de preparación de la tierra, se elimina las malezas, y se mueven las gallinas ciegas. Después de la siembra, las gallinas ciegas atacan a las plántulas de interés. Causan dos tipos de daño, los adultos consumen follaje y causan defoliación, mientras que las larvas se alimentan de la raíz debilitando las plántulas o árboles jóvenes lo que en la mayoría de los casos ocasiona la muerte.



Figura 43 Larvas de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) encontradas en plantaciones de teca (*T. grandis* L. f.)

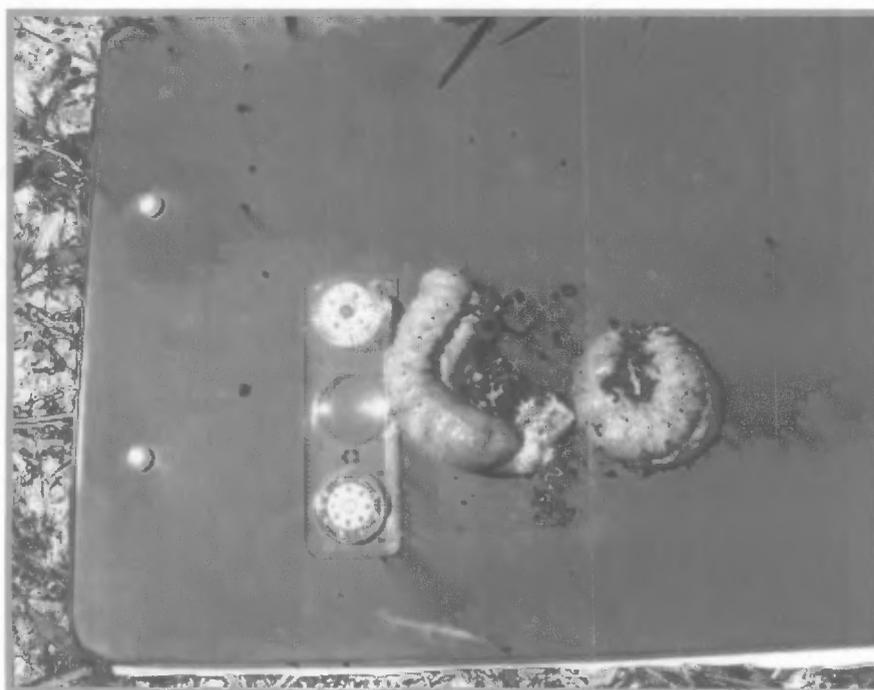
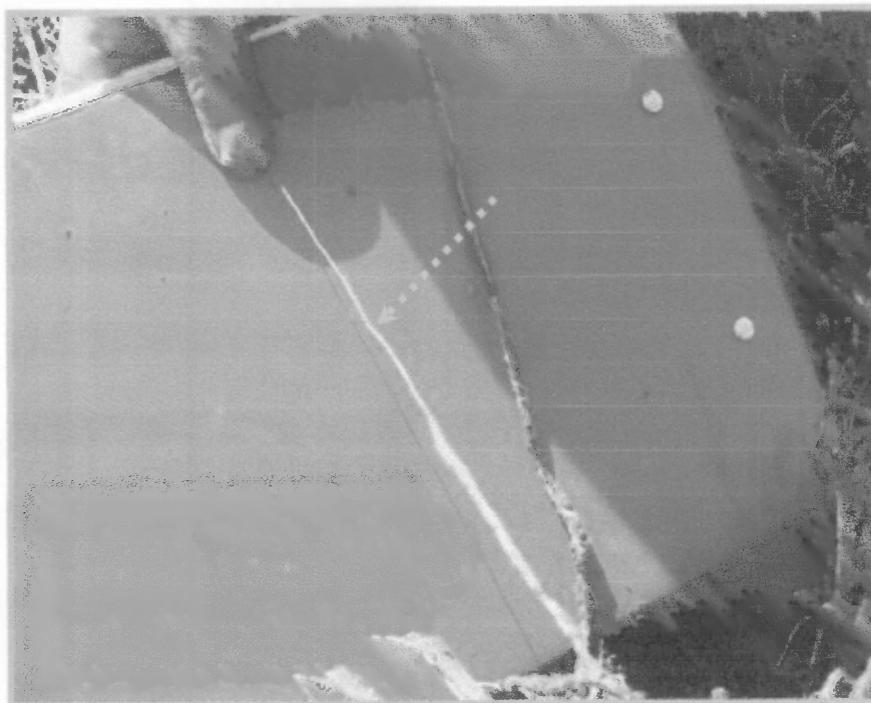


Figura 44 Las larvas de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) pueden medir hasta 8 cm. de largo



**Figura 45** Raíz secundaria de teca (*T. grandis* L. f.) totalmente desprovistas de tejido por la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.).

#### 1.4.2.9 *Walterianella* sp. (tortuguilla defoliadora de la teca)

##### A. Descripción

Pertencen a la familia chrysomelidae. Los adultos son pequeñas "mariquitas" (6 mm. de longitud) amarillas con manchas cafés en los élitros (alas anteriores) y el par de patas traseras color pardo. Las poblaciones se concentran en uno o dos árboles y cuando son alteradas, brincan y abarcan el ambiente como "nubes".

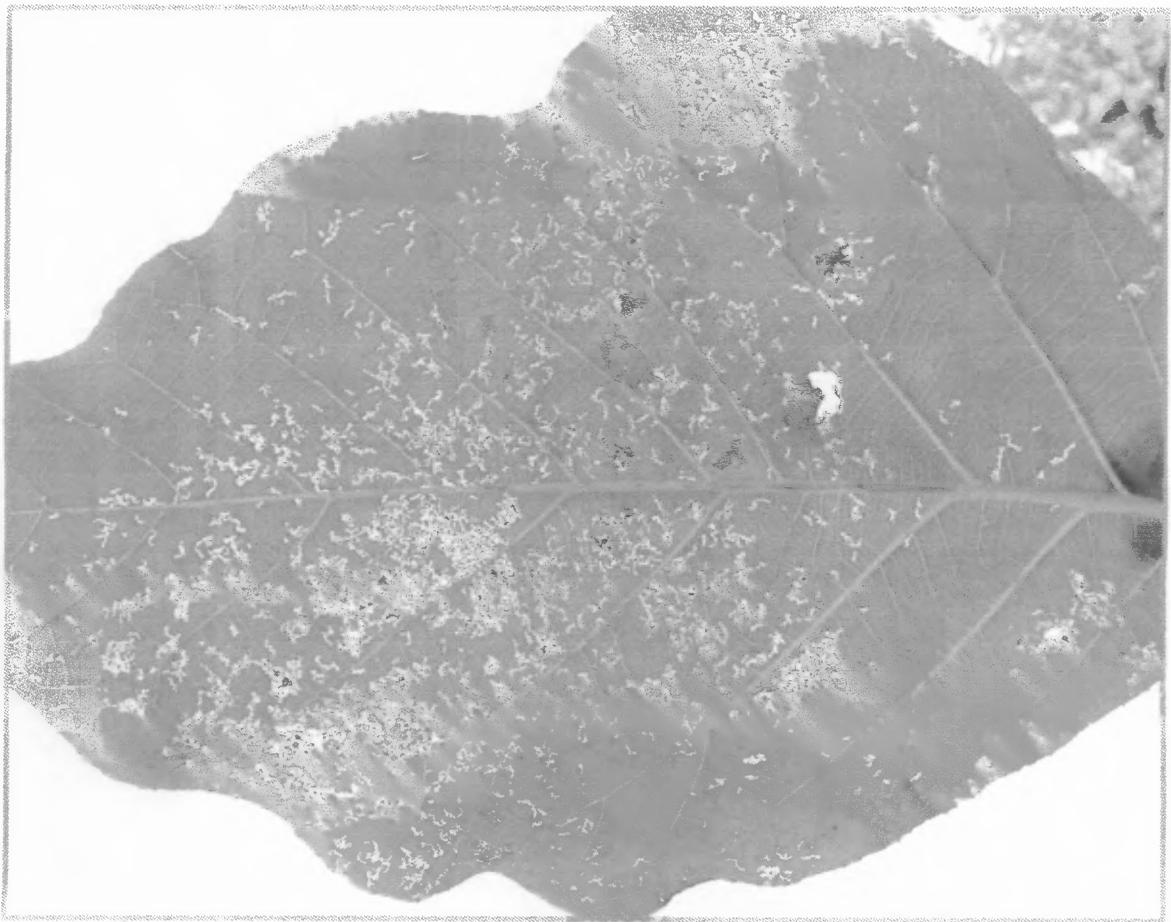
##### B. Observaciones en campo

Esos insectos en su estado adulto se alimentan del follaje produciendo pequeñas raspaduras que la dejan con apariencia de un colador. Es evidente el daño ya que las hojas afectadas quedan de color café, porque prácticamente son solo las nervaduras de las hojas las que se ven.

### C. Daño

Los adultos se alimentan del follaje produciendo pequeñas raspaduras de la cutícula superior y del parénquima de aproximadamente 10 x 2 mm.

Por la cantidad de perforaciones en una sola hoja, ésta puede quedar totalmente desprovista de lámina foliar y morir. Los daños dentro de las plantaciones se concentran en grupos de árboles o focos. Es una plaga, cuya incidencia ha aumentado notablemente durante los últimos dos años, según estudios realizados para Centroamérica.



**Figura 46** Perforaciones provocadas por el crisomélido *Walterianella* sp.

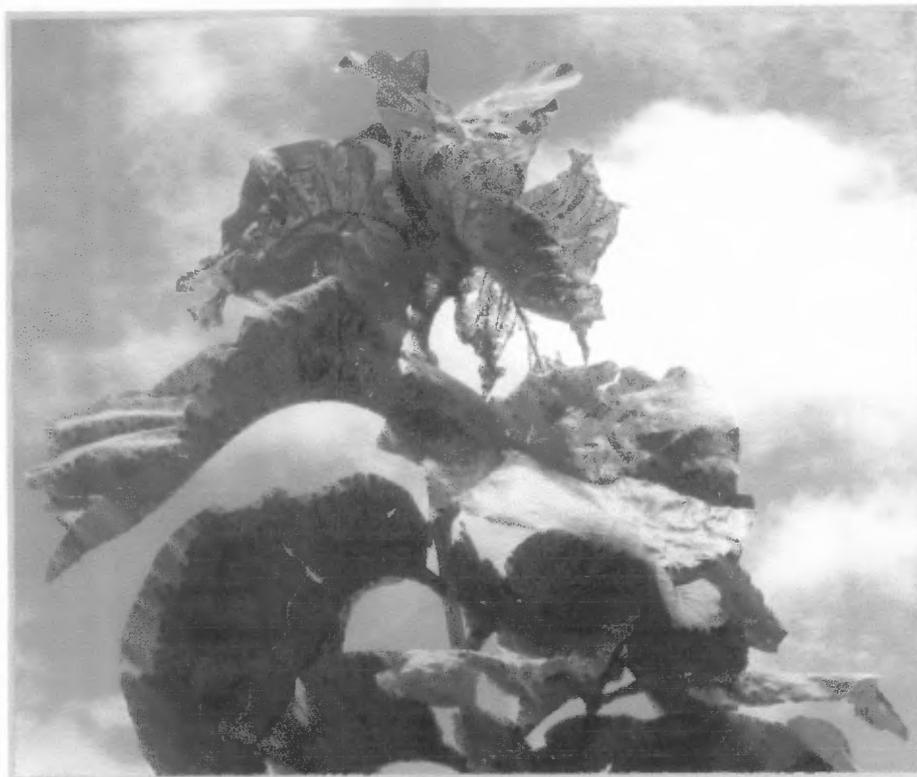


Figura 47 Numerosas hojas de teca (*T. grandis* L. f.) defoliadas por *Walterianella* sp.



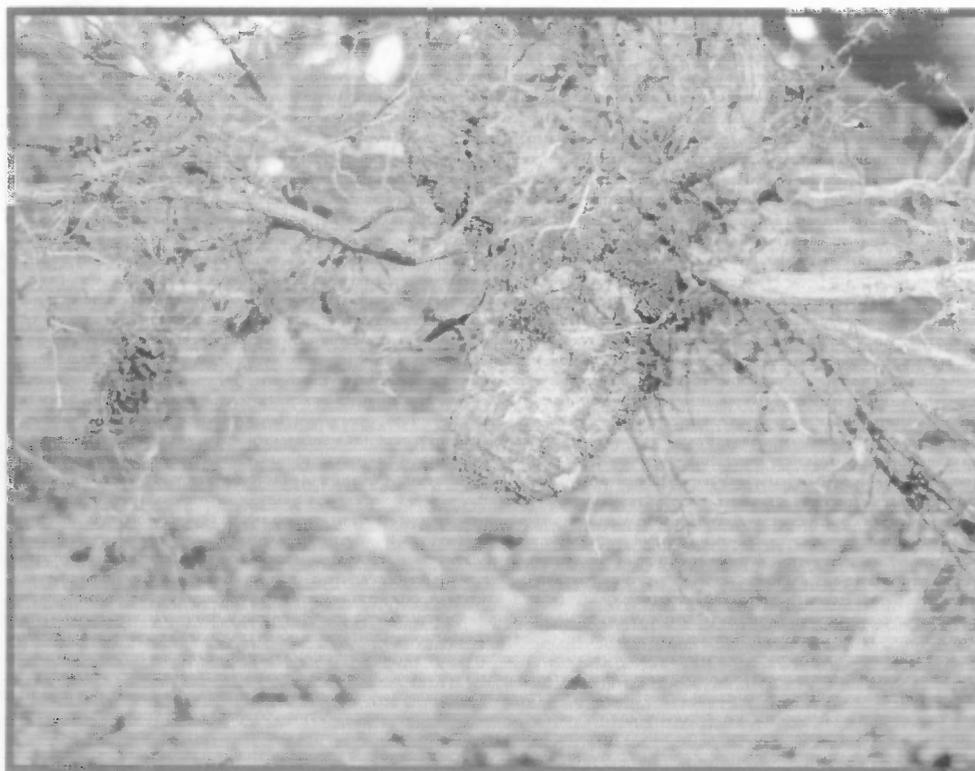
Figura 48 Hojas de teca (*T. grandis* L. f.) atacadas por *Walterianella* spp.

### 1.4.3 Descripción de roedores encontrados en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala

La destrucción y reemplazo de los bosques por monocultivos agrícolas y/o forestales ha ocasionado que diversas especies de roedores nativos se adapten a las nuevas condiciones de mayor cantidad y calidad de alimento, refugio y ausencia de depredadores, lo cual permite que los roedores incrementen sus poblaciones y alcancen la categoría de plaga (11).

**Cuadro 6** Roedores encontrados en plantaciones de teca (*T. grandis* L. f.)

	Nombre Común	Ubicación Taxonómica		Parte afectada
		Orden	Nombre Científico	
1	Taltuza	Rodentia	<i>Orthogeomys</i> spp.	Raíz
2	Rata	Rodentia	<i>Sigmodon</i> spp.	Cuello y Raíz



**Figura 49** Daño en raíces de teca (*T. grandis* L. f.) por ataque de taltuza

#### **1.4.4 Descripción de otros daños y practicas mal realizadas encontradas en plantaciones establecidas con teca (*T. grandis*) dentro del PINFOR en Guatemala.**

Durante las visitas realizadas a las plantaciones de teca en Guatemala se encontraron daños de otra naturaleza que estaban afectando los árboles de teca (*T. grandis*). Entre los daños observados se pueden mencionar los siguientes: daño físico, químico, viento, por falta de limpieza entre otros que se detallaran a continuación.

##### **1.4.4.1 Daño físico**

El daño físico, es ocasionado por el hombre en su mayoría cuando realizan limpiezas, podas o cuando eliminan lianas con el machete o la herramienta que utilicen para el mismo fin, pueden también ser ocasionados con maquinaria o en algún otro caso por animales. Las heridas que se forman como producto del daño físico son perjudiciales para la madera como se puede apreciar en la figura 50, estas mismas heridas pueden ser el foco de infección de algún hongo o de infestación de algún insecto (Figura 51).

##### **1.4.4.2 Daño por químicos**

El daño por productos químicos son ocasionados principalmente en plantaciones cercanas a cultivos anuales que son de corto plazo como la caña de azúcar, pasto, maíz etc., porque al aplicarle herbicida, insecticida o cualquier otro producto químico, se dispersa con el viento por la plantación y resulta perjudicial y tóxico para los árboles de teca, ya que las hojas se acolochan del borde y se deforman como se muestra en las figuras 52 y 53, no se desarrollan bien y tampoco puede realizarse el proceso de fotosíntesis adecuadamente, afectando y retardando el crecimiento de la planta.

##### **1.4.4.3 Daño por viento**

El viento es uno de los factores que afectan considerablemente a la teca (*T. grandis*), sus diámetros menores en los primeros meses de edad hacen que con la velocidad del viento se tiendan a torcer los fustes, es por eso que al momento de establecer la plantación de teca se deben realizar estudios los cuales determinen la calidad del sitio, la capacidad de infiltración así como la dirección del viento entre otros aspectos. La teca debe ser

sembrada con una distancia recomendada de 3.5 x 3.5 m., para permeabilizar el viento y que esta (teca) no sea afectada, (Figura 55) se observó que el 35.29% de las plantaciones de teca son moderadamente afectadas por la acción del viento el 13.73% de las plantaciones han sido severamente damnificadas por este fenómeno natural. En la Figura 54 se aprecia un grupo de árboles torcidos por la acción del viento sobre ellos.

#### **1.4.4.4 Daño por fuego**

Además de los daños que se mencionaron anteriormente existen otros que se observaron con menor ocurrencia aproximadamente el 3.92% de las plantaciones de teca (*T. grandis*) están dañadas por el fuego el cual se manifiesta como una deformidad del fuste. En la figura 56 se muestra como está dañado el fuste después de que hubo fuego en ese lugar, las heridas provocadas por el fuego no son cicatrizadas adecuadamente, la teca es muy susceptible al fuego.

#### **1.4.4.5 Limpieza**

En cada una de las reforestaciones visitadas se evaluó la limpieza de la misma forma en que los técnicos encargados de INAB las evalúan para aprobar o no el financiamiento del proyecto de reforestación en el PINFOR, se encontró que, de los 51 proyectos de reforestación evaluados el 47.1% de las plantaciones se consideraron con limpiezas regulares y el 31.4% considerado como buenas limpiezas, aunque se pudo observar que cuando eliminaban totalmente la vegetación secundaria había mayor presencia de insectos fitófagos en los árboles de teca (*T. grandis*), en el mejor de los casos el manejo de la maleza es el que se recomienda para evitar el ataque de insectos perjudiciales.

El daño que causa la falta de limpieza en las plantaciones es progresivo, mientras no se elimine la vegetación no deseada, las plantas de teca al entrar en competencia con la maleza crece torcida y muy delgada tal como se muestra en las Figuras 57 y 59, esta no puede lograr su máximo desarrollo y su rápido crecimiento una de tantas características que la hacen ser una de las especies favoritas dentro del programa de incentivos.

#### 1.4.4.6 Lianas o enredaderas

Las lianas, enredaderas o bejucos como vulgarmente se le conocen en campo, son otro de los problemas que comúnmente se encuentra en las plantaciones establecidas con teca aproximadamente el 47.06% de reforestaciones tiene presencia de lianas. La correcta eliminación de estas es un factor importante para que perdure la calidad de la madera, en la Figura 50 se muestra la forma incorrecta de eliminar las lianas, suponiendo que fue con machete y sin tener ningún cuidado.

Las lianas también son las causantes de la inclinación de algunas plantas de teca así como el mal desarrollo de las mismas, en la Figura 59 y 60, se puede observar la presencia de lianas o enredaderas en árboles de teca (*T. grandis*) con diámetros muy pequeños que no son los que corresponden a la altura que tienen en su desarrollo normal.

#### 1.4.4.7 Practicas culturales

En las plantaciones de teca que se visitaron se observó que la mayoría de las practicas culturales no se están realizando de la forma correcta las podas por ejemplo son prácticas importantes para la calidad de la madera y si no se realizan bien, se forman los nudos muertos que hacen que la madera pierda su valor comercial, únicamente 2 plantaciones de las 51 evaluadas, utilizaron selladores o cicatrizantes posteriores a la poda como se observa en la Figura 61, esto es de beneficio para la planta ya que así se evita el ingreso de cualquier agente dañino y problemas posteriores en las plantaciones de teca.

La evaluación de la calidad del sitio previo al establecimiento es importante porque la teca no soporta estar en sitios anegados con mal drenaje, pedregosos y poco profundos ya que no puede desarrollarse bien, en la Figura 62 se muestra una planta de teca de 1 año de edad, por la mala calidad del sitio.



Figura 50 Daño físico en el fuste de teca (*T. grandis* L. f.) provocado por una mala practica



Figura 51 Cancro formado en una herida realizada por mala práctica en las limpieas



**Figura 52** Deformación de las hojas de teca (*T. grandis* L. f.) por productos químicos



**Figura 53** Hojas de teca (*T. grandis*) acoloradas por contacto con productos químicos



**Figura 54** Árboles de teca (*T. grandis* L. f.) doblados por el viento



**Figura 55** Rajadura en el fuste de teca (*T. grandis* L. f.) ocasionada por el viento



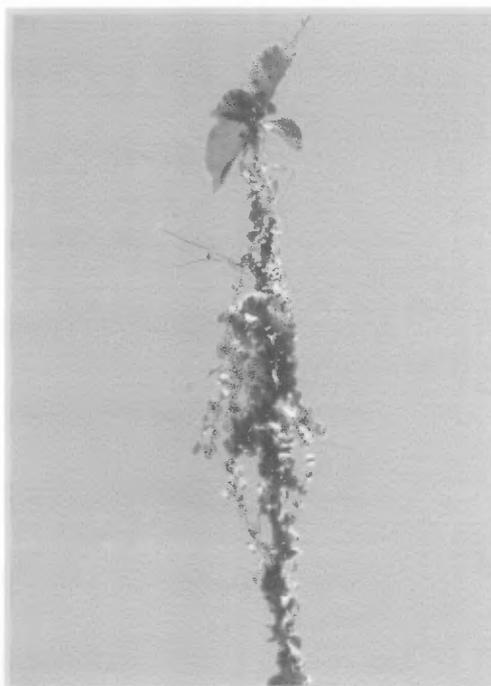
Figura 56 Daño en fuste de teca (*T. grandis* L. f.) provocado por fuego



Figura 57 Planta de teca (*T. grandis* L. f.) arqueada por las lianas o enredaderas



**Figura 58** Plantas de teca (*T. grandis* L. f.) compitiendo con la vegetación secundaria



**Figura 59** Planta de teca (*T. grandis* L. f.) totalmente invadida de lianas



**Figura 60** Árboles de teca (*T. grandis* L. f.) cubiertos por lianas o enredaderas



**Figura 61** Cicatrizante o sellador aplicado en la herida de poda, en teca (*T. grandis* L.f.)



**Figura 62** Planta de teca (*T. grandis* L. f.) establecida en terreno con problemas de drenaje

### 1.5 Conclusiones

- Se elaboró el diagnóstico sanitario de plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) establecidas dentro del programa de Incentivos Forestales (PINFOR) en Guatemala, teniendo como resultado el hallazgo de agentes perjudiciales y otros daños causados por diferentes factores en las plantaciones de teca (*T. grandis* L. f.), se identificaron 10 especies de insectos fitófagos (21%), 6 patógenos (58.3%), 2 vertebrados (0.6%) y 6 otros daños (19.1%).
- La sanidad de las plantaciones de teca en Guatemala, es variada y depende de muchos factores, desde que la semilla sea certificada, que el lugar donde se establezca esta especie forestal hasta que tenga las condiciones optimas en cuanto a la altitud la cual debe ser de 0 a 1,000 msnm., calidad de sitio, tipo de suelo, buen drenaje, pendiente no muy pronunciada y sobre todo que las practicas culturales se realicen a tiempo y de forma adecuada. La calidad del sitio y las prácticas culturales son dos factores muy importantes a considerar en el establecimiento de la especie forestal teca (*T. grandis* L. f.) evitando que lleguen patógenos oportunistas.
- El daño por el insecto *Rhabdopterus* sp., representa el 8.1% de daño ocasionado en las plantaciones de teca, siendo éste el de mayor importancia, seguido de este crisomélido se encuentran los grillos o saltamontes con un 4.7% y los zompopos con un 4.6% siendo estos tres insectos los que mas afectan a las plantaciones de teca.

## 1.6 Bibliografía

1. Álvarez V, GA. 2004. Toma, preservación y traslado de muestras vegetales para análisis parasitológico (enfoque forestal). Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 10 p.
2. Arguedas, M. 2004. La roya de la teca (*Olivea tectonae* (Rac.)): consideraciones sobre su presencia en Panamá y en Costa Rica (en línea). Kurú: Revista Forestal 1:1. (Nota técnica). Consultado 20 dic 2006. Disponible en: <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru/anteriores/anterior1/pdf/MARGUEDASfeb.pdf>
3. Arguedas, M. 2005. Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 182 p.
4. Arguedas, M; Chavarri, P; Verjans, J. 2004. Problemas fitosanitarios de la teca en Costa Rica (en línea). Costa Rica. Consultado 23 feb 2006. Disponible en: [http://web.catie.ac.cr/informacion/RFC/rev41/130\\_135.pdf?CodSeccion=48](http://web.catie.ac.cr/informacion/RFC/rev41/130_135.pdf?CodSeccion=48)
5. Cibrían, D; Juárez, J. 2006. Métodos de control de insectos y enfermedades. México, Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales. 134 p.
6. Domínguez Rivero, R. 1990. Taxonomía: Neuroptera a Coleoptera; claves y diagnosis. México, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento Parasitológico Agrícola. tomo 2, p. 456–475.
7. FAO, IT. 2001. Normas internacionales para medidas fitosanitarias no.11: análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias (en línea). Roma, Italia. Consultado 20 dic 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/Y3240S/y3240s00.HTM>
8. Fonseca González, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. f) en Costa Rica (en línea). Heredia, Costa Rica, FONAFIFO. 115 p. Consultado 15 feb 2006. Disponible en [http://www.fonafifo.com/text\\_files/proyectos/ManualProductoresTeca.pdf](http://www.fonafifo.com/text_files/proyectos/ManualProductoresTeca.pdf)
9. Füssel, J. 2001. Controle los zompopos con el delicioso frijol *Cannavalia* (en línea). Masaya, NI, IBW. Consultado 30 dic 2006. Disponible en: <http://www.ibw.com.ni/~eco/ArCoZo.htm>
10. García Contreras, BE. 2006. Caracterización de enfermedades provocadas por hongos en especies forestales de las plantaciones inscritas en proyectos PINFOR ubicados en los departamentos de Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 20-80.
11. Gaviño, G; Juárez, C; Figueroa, H. 1987. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. México, Limusa. 251 p.

## CAPITULO II

### INVESTIGACIÓN

Formulación de una propuesta de manejo integrado de plagas forestales con base en el diagnóstico fitosanitario en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. en Guatemala

Formulation of a Proposal for Integrated Pests Forest Management Based Upon a Protected Plant Diagnosis in Teak Plantations (*Tectona grandis* L.f.) in Guatemala

12. Hernández D, AG; Monterroso, D. 1990. El sistema de alarma, un componente del manejo integrado de plagas. *Tikalía* 8(1 y 2):17-28.
13. Hernández D, AG; Sánchez Velásquez, LR; Valle Cano, M de J Del. 1997. Manejo de zompopo defoliador *Atta* spp. del *Eucalyptus camandulensis* Dehn en el proyecto de reforestación Campo Libre, Masagua, Escuintla. Guatemala, Reforestadora Industrial, Programa Manejo y Control de Plagas Forestales. 28 p. (Informe Técnico no. 23).
14. Hernández D, AG. 2006. Elaboración de boleta de campo y metodología para el levantamiento de parcelas de muestreo (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.
15. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2005. Listado con teca del PINFOR 2005. Guatemala. 28 p.
16. \_\_\_\_\_. 2005. Selección de sitios para el establecimiento de teca en Guatemala. Guatemala. 24 p. (Documento Técnico no. 01).
17. \_\_\_\_\_. 2006. Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) (en línea). Guatemala. Consultado 21 feb 2006. Disponible en <http://www.inab.gob.gt>
18. Moya, R. 2002. Influencia del cambium, tasa de crecimiento y nivel de precipitación sobre la densidad básica de la teca en Costa Rica. *Madera y Bosques* 8(1):39-49.
19. 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/GUA/008/NET. 61p.
20. Vaides L, EE. 2004. Características de sitio que determinan el crecimiento y la productividad de teca (*Tectona grandis* L. f.), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 81 p.
21. Verduzco G, J. 1976. Protección forestal. Chapingo, México, Patena. 369 p.
22. Weaver, PL. 1994. *Tectona grandis* L. f. (en línea). US, U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Consultado 15 feb 2006. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Tectonagrandis.pdf>



Rolando Barrios.

## 2.1. Presentación

El programa de Incentivos Forestales (PINFOR), es promovido por el Instituto Nacional de Bosques –INAB-, el programa ha sido de gran importancia para los propietarios de fincas que desean manejar el recurso bosque, ya que mantiene y mejora la producción forestal, como lo establece el reglamento del PINFOR (38).

Existen 3 especies prioritarias para establecer las plantaciones y reforestar áreas desprovistas del recurso bosque, el segundo lugar lo ocupa *Tectona grandis* L. f. conocida comúnmente como teca, que según los registros del PINFOR desde su inicio en 1997 hasta el 2006, ha llegado a reforestar 10,066.38 ha. Aproximadamente invirtiendo en el incentivo alrededor de Q153, 000,000.00 desde 1997 que inició el programa hasta el 2006 (38).

La teca es una especie forestal introducida, originaria del Sudeste de Asia, perteneciente a la familia Verbenaceae, es caducifolia, alcanza los 45 metros de altura tiene buenas características de desarrollo y de producción de madera. Es una especie que actualmente se ha desarrollado muy bien por el clima tropical característico de algunas regiones de Guatemala. Por los beneficios ambientales y económicos que de ella se obtienen, se ha convertido en una especie altamente cotizada para proyectos de reforestación y productores de madera.

Una de las actividades principales del manejo forestal, que garantiza el rendimiento óptimo de las plantaciones forestales son las prácticas silviculturales y fitosanitarias.

Para los productores agrícolas o forestales, el manejo integrado de plagas (MIP), representa la mejor combinación de medidas culturales, de control biológico, químico y por medio del manejo del cultivo, para controlar enfermedades, insectos y malezas, con la cual pueden operar de la manera más económica, más ambientalmente segura y socialmente aceptable (30).

Actualmente en Guatemala es limitada la información que defina con claridad, los lineamientos para el manejo fitosanitario adecuado de las plantaciones de teca propias de la región.

Por la importancia que ha adquirido hasta el momento el cultivo de la teca, esta investigación pretende generar información sobre el estado fitosanitario de las plantaciones establecidas en el país con ésta especie, además de realizar una propuesta de manejo integrado de plagas forestales en las mismas, con base en el diagnóstico en campo y laboratorio realizado en las áreas de estudio.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.2 Marco Conceptual

#### 2.2.2.1 Programa de Incentivos Forestales -PINFOR-

Lo promueve el Instituto Nacional de Bosques INAB; surge en el año de 1997, como una herramienta de la política forestal nacional de largo plazo, que tiene vigencia hasta el año 2017. Su fin es impulsar el fomento de la producción forestal sostenible en el país, mediante el estímulo a la inversión en actividades de establecimiento de plantaciones, manejo de plantaciones forestales, manejo sostenible del bosque natural y la silvicultura con fines ambientales. El Incentivo es 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. Es otorgado por seis años, una sola vez para la misma área no pudiendo ser menor de 2 hectáreas y debe pertenecer al mismo municipio pudiendo tener uno o varios propietarios y presentar un plan de manejo que debe ser aprobado por el INAB (38).

Para la especie forestal *Tectona grandis* L. f. (teca) se ha pagado aproximadamente un monto de Q153,000,000.00 por las 10,066.38 ha. reforestadas con dicha especie convirtiéndose en el segundo lugar de importancia, por debajo de *Pinus maximinoi* (38).

#### 2.2.2.2 Plantación forestal

Una plantación forestal, consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, plantaciones silvopastoriles, entre otras (56).

#### 2.2.2.3 Establecimiento de la plantación

Para el -PINFOR-, establecimiento de la plantación es la etapa en que las plántulas o brinzales han superado el prendimiento en campo y pueden seguir creciendo únicamente con técnicas de protección y mantenimiento. Para los efectos de este reglamento corresponde al primer año de actividades (38).

#### 2.2.2.4 Mantenimiento de la plantación

Para el PINFOR, mantenimiento es la etapa en que las plantas pueden seguir creciendo como resultado de la aplicación de técnicas para garantizar su adecuado desarrollo. Para los efectos de este reglamento corresponde a los cinco años siguientes a la etapa de establecimiento (38).

**Cuadro 7** Montos a incentivar para proyectos de reforestación, en el PINFOR

Fase	Año	Monto
Establecimiento	1	Q. 5,000.00
Mantenimiento 1	2	Q. 2,100.00
Mantenimiento 2	3	Q. 1,800.00
Mantenimiento 3	4	Q. 1,400.00
Mantenimiento 4	5	Q. 1,300.00
Mantenimiento 5	6	Q. 800.00

En el Cuadro 7 se indica la fase, el año que corresponde a dicha fase y el monto que se recibe del incentivo por cada hectárea.

#### 2.2.2.5 Descripción de *Tectona grandis* Linn f. (teca)

Esta especie es originaria de la mayor parte de Birmania, la península de la India, al oeste de Tailandia e Indonesia. También se le ha encontrado al Sur del Ecuador, en Java y algunas pequeñas islas del Archipiélago Indonesio.

Es un árbol de fuste recto, cilíndrico y limpio. Las hojas son grandes, opuestas. Las flores son pequeñas, blancas, perfectas (bisexuales), dispuestas en panículas grandes. Los frutos son drupas irregulares, redondeadas. Las semillas se recolectan del suelo, el porcentaje de germinación oscila entre el 40 y 70%. Con tratamiento pregerminativo se puede lograr una mejor uniformidad en la germinación alrededor de un 80% además de extenderse por dos semanas (11).

La floración se da en los meses de junio a septiembre y la producción de frutos en la época seca, entre los meses de febrero a abril de cada año (60).

#### **A. Clasificación taxonómica**

División      Magnoliophyta  
 Clase        Magnoliopsida  
 Subclase    Asteridae  
 Orden        Lamiales  
 Familia      Verbenaceae  
 Género      *Tectona* L. f.  
 Especie:    *Tectona grandis* Linn F.  
 Nombre común: Teca, Teka, Teak (20)

#### **B. Características de la especie**

*Tectona grandis* L. f., conocida comúnmente como teca o "Teak" (en inglés), es un árbol caducifolio de tamaño grande, en el Sudeste de Asia, alcanza 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez (60).

Esta especie tiene altas demandas de luz y requiere de luz vertical total y de un espacio amplio alrededor para el desarrollo apropiado.

#### **C. Características de la madera de *Tectona grandis* L. f. (teca)**

La madera de teca es fina, dura de alta calidad, cualidad muy apreciada para diversos usos, es una madera que contiene sílice; con una densidad de 0.61 a 0.69; fácil de secar y preservar, su durabilidad natural es buena y tiene buena estabilidad dimensional (12).

#### **D. Usos de *Tectona grandis* L. f. (teca)**

Este árbol es de crecimiento rápido, tiene fuste recto y cuenta con una alta resistencia al fuego en su estado natural. La madera de *T. grandis* L. f. (teca), ha logrado adquirir un alto valor ecológico y comercial por la calidad de su madera. La teca es fuente de una de las maderas tropicales más valiosas y mejor conocidas, ha sido plantada extensamente para la producción de madera.

La madera es usada para la construcción naviera, puentes, muebles y carpintería en general enchapado y contrachapado, utilizado en la fabricación de barriles para guardar productos químicos. Por su veteado muchos países del primer mundo la importan y la utilizan para los acabados de cielo rasos, pisos, paredes, ventanas, madera para parquet, postes y duela (60).

Asimismo es muy utilizada para cercas vivas y plantaciones en línea. En el Suroeste Asiático se obtienen colorantes de las hojas para teñir sedas (11).

#### **2.2.2.6 Requerimientos agroclimáticos de *Tectona grandis* L. f.**

##### **A. Suelo**

Según Briscoe y Lamprecht (1990), citados por Vaides, mencionan que la teca en condiciones naturales crece en diversos tipos de suelo, alcanzando el mejor desarrollo en suelos franco-arenosos a arcillosos, fértiles, bien drenados y profundos (60).

Según Cháves *et. al.* (1991), citado por Flores (2006), la teca tolera diferentes condiciones de suelo hasta extremas, siempre que exista un drenaje adecuado. Los factores limitantes más importantes en cuanto a los suelos son la poca profundidad, las capas duras, las condiciones anegadas, los suelos compactados o arcillas densas, con un bajo contenido de Ca y Mg. Se ha demostrado que la teca es sensible a las deficiencias de fosfatos, pendientes escarpadas y drenaje pobre (26).

##### **B. Precipitación**

Según Lamprecht (1990), citado por Vaides, menciona que teca requiere una estación seca bien definida, con una precipitación media anual que va de los 760 a 5,000 mm. (60).

La ficha técnica 4 del INAB indica que la teca requiere de 1,250 a 2,500 mm. de precipitación (38).

##### **C. Temperatura**

La teca se adapta bien a sitios con temperaturas medias mensuales, entre 23°C y 32°C (58).

#### **D. Altitud óptima del cultivo de teca**

*T. grandis* L. f. crece desde 0 a 1000 msnm. En Centro América se ha ensayado desde 16 m. hasta 600 m. altitudes mayores a 1000 msnm. afectan negativamente el crecimiento, o sin un período seco marcado de 3 meses no son recomendados para plantar la especie (27).

#### **E. pH**

La teca crece en condiciones naturales en suelos con pH neutro a ligeramente ácido. Briscoe y Lampretch (1990), citado por Vaides, cita que la teca prefiere pH entre 5.0 – 8.5, por otra parte Bacilieri et al (1998), citado por Vaides, menciona que los mejores desarrollos de la teca se dan en pH de 6.5 – 7.5 (60).

#### **F. Drenaje**

El drenaje de un suelo es la consecuencia de múltiples factores, como la pluviosidad, la temperatura, la pendiente, la situación topográfica, la profundidad y la textura del mismo (56).

Por otra parte Bacilieri et al (1998), citado por Vaides, menciona que los mejores crecimientos de Teca se dan en suelos adecuados que están bien drenados y fértiles. Debido a que sus raíces son sensibles a la deficiencias de oxígeno y en los primeros 30 cm. de profundidad del suelo, se encuentra el 75% de biomasa radical fina, encargada de la absorción de nutrientes y agua del suelo (60).

#### **G. Profundidad del suelo**

La profundidad del suelo casi siempre va asociado con la capacidad de anclaje y desarrollo en profundidad de la raíz de los árboles, con una mayor cantidad de nutrientes, una gran capacidad de retención de agua y menos susceptibilidad ante el viento fuerte.

Para *T. grandis* L. f. (teca) una profundidad de 90 cm. del suelo es apropiada para asegurar el desarrollo de las plantas.

La profundidad puede ser limitada si hay un nivel freático muy alto, capas del suelo internas endurecidas, exceso de rocas. Este es uno de los puntos importantes a considerar en terrenos a reforestar ya que no es conveniente establecer plantaciones de teca en sitios con estas características (56).

### **2.2.2.7 Manejo silvicultural de *Tectona grandis* L. f.**

#### **A. Selección de semilla**

Las semillas a utilizar deben provenir de individuos sanos (libres de plagas y enfermedades), vigorosos, y con buena producción de frutos. Con esto se pretende asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características de los padres.

Las semillas de teca son ortodoxas, esto quiere decir que son semillas que pueden almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas de 0 °C; tales condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años. Generalmente las semillas ortodoxas presentan algún tipo de latencia.

Las condiciones para mantener la viabilidad de las semillas consisten en almacenar en sacos colgados en lugares frescos, las semillas en estas condiciones germinan mejor, después de dos años (17).

#### **B. Tratamiento pregerminativo**

El tratamiento pregerminativo más práctico es: sumergir las semillas en agua durante cinco días en agua en movimiento, posteriormente mantener las semillas húmedas expuestas al sol. Con semilla escarificada o pretratada se puede lograr hasta un 90% de germinación (11). Otro de los tratamientos pregerminativos para la semilla de teca consiste en, colocar las semillas sobre un plástico al sol y se riegan de 2 a 3 veces al día, se repite hasta que la fruta se abra y emerja la radícula; o bien lavarlas con ácido sulfúrico diluido (17).

### **C. Vivero**

Son los sitios destinados para realizar las diferentes etapas que implica la producción de plantas forestales de diversas especies. Los hay permanentes y temporales.

La producción de plántulas a partir de semillas produce mucha variabilidad de crecimiento, mientras que con el uso material vegetativo (tocones y esquejes) se obtiene material uniforme y de calidad.

Las semillas se ponen a germinar en un bancal o germinador, para luego repicar o transplantar a recipientes realiza cuando las plantitas tienen raíces secundarias formadas, que se da generalmente cuando aparecen de 2 a 4 hojas verdaderas, deben colocarse en la sombra durante los primeros 15 días. Si se utiliza semilla pretratada y con un alto porcentaje de germinación, la siembra puede hacerse directamente en el recipiente (27).

### **D. Distancia entre plantas**

La distancia recomendada entre plantas y entre surcos para la especie forestal teca es de 3 m x 3 m, (1,111 plantas/ha). El buen precio de la madera de teca en el mercado internacional ha promovido el establecimiento y manejo de plantaciones para producir madera para aserrío, utilizándose dichos espaciamentos, esto favorece el establecimiento de un sotobosque que protege el suelo, evitando la realización de raleos muy tempranos, baja los costos de establecimiento y, además, mejora el crecimiento. Considerando que la Teca tiene buena forma natural y que las altas densidades pierden el sotobosque y se erosiona el suelo, se recomiendan distanciamientos de 3.5 m x 3.5 m (816 plantas/ha).

En los últimos años, en otros países, los espaciamentos se han aumentado, garantizando la calidad genética de la semilla o de las plantas, permitiendo bajar costos en el establecimiento y en la implementación de técnicas silviculturales intermedias (podas y raleos).

La elección de un régimen de espesura, es por tanto, una decisión crítica de la cual depende el logro de los objetivos del manejo (27).

### **E. Fertilización**

La fertilización es una práctica silvicultural que representa un costo significativo en el establecimiento de plantaciones, y como tal, la respuesta de los árboles debe ser muy buena para que la práctica resulte económica.

El uso de los mismos dependerá en gran medida de la fertilidad del sitio, por eso, un buen estudio de suelos previo al establecimiento ayuda a tomar decisiones en este sentido (27). La aplicación de fertilizantes cuando la especie o las condiciones de sitio, así lo demanden, contribuye a mejorar el desarrollo de la plantación y su vigor haciéndole más resistente a cualquier ataque de plagas o enfermedades (2).

La época de fertilización deberá ser de 15 a 30 días después del establecimiento. Las dosis recomendables varían de 100 a 150 gramos por planta de N-P-K, y las formulaciones más utilizadas han sido las siguientes: 17-17-17; 10-34-6; 10-28-6; 5-30-10; 10-30-10 y 5-30-6, la formulación que se utilice dependerá de la fertilidad del suelo o de los resultados de un análisis previo del mismo (17).

### **F. Podas**

La operación de poda consiste en la remoción de las ramas de los árboles con el fin de producir madera limpia, libre de nudos, la cual es de mejor calidad y se puede vender a mejores precios en el mercado (7).

Esta labor se realiza a edades tempranas, cuando las ramas aún son delgadas. El objetivo es, minimizar en cierto grado el tamaño de las copas y de las ramas laterales para mejorar la calidad y el aspecto de la madera y en consecuencia su valor, con madera libre de nudos para aserrío y chapa.

Los cortes de poda se deben realizar al ras de la superficie del tronco ya que los muy alejados dejan un tocón difícil de cicatrizar y se pudren. Generalmente se hace con herramientas convencionales como machete y sierras manuales, actualmente se están usando motosierras y podadoras con varas telescópicas, especialmente útiles para ramas gruesas y cuando la poda debe realizarse a mayor altura (27).

Se aplican las podas a los mejores árboles después del raleo, podando hasta un tercio de su altura o máximo al 50% de su copa viva y se cortan solo las ramas que el árbol no puede eliminar por si mismo; aunque la teca en densidades normales presenta buena poda natural (27).

Los cortes deben hacerse con la mayor limpieza posible, sin machacar, astillar o quebrar las ramas, especialmente la corteza. Para ello se deben usar herramientas del tamaño adecuado y bien afiladas y limpias. También se deben desinfectar a menudo para evitar extender enfermedades (39).

### **G. Cicatrizantes**

Son utilizados para cubrir los cortes de poda y las heridas en las plantas, para evitar que sean infectadas por hongos o bacterias, por eso dentro de la composición incluyen bactericidas y fungicidas con lo que se evita la infección en el área de la herida. Es recomendable aplicarlo cuando la poda se realiza sobre ramas de más de un año o muy gruesas. Aunque debe tomarse en cuenta que los árboles tienen un mecanismo o barrera de defensa natural contra enfermedades, lo que transforma en no obligatoria la aplicación de compuestos cicatrizantes, aunque su aplicación dependerá de lo que se consensúe (40).

Existen varios productos en el mercado para cicatrizar las heridas hechas en los cortes como el llamado comúnmente "*Caldo Bórdeles*" el cual tiene dos grandes ventajas, la primera es que es efectiva contra un amplio rango de hongos y bacterias parásitas y la segunda es que es resistente al lavado por lluvia. Si ha sido preparada correctamente, se adhiere fuertemente a la superficie de las plantas después que se seca.

Es sencillo prepararlo y es efectivo, esta compuesto por 1Kg. de sulfato de cobre y 2Kg. de cal viva en 10 litros de agua. Para su preparación debe diluirse el sulfato de cobre en 5 litros de agua, mientras en los restantes 5 se vierte la cal. Esta última lechada de cal obtenida se vierte lentamente sobre la dilución de sulfato, revolviendo continuamente hasta lograr una pasta. Finalmente esta se aplica sobre la herida en el tronco (40).

Otra opción sencilla es mezclar 1 litro de pintura de látex y 50 gr. de Benomyl (fungicida). Se forma una pasta y se aplica a pincel sobre el corte efectuado (40).

Para obtener máxima efectividad, la aspersion debe ser preparada al momento de aplicarse. Al prepararse mal ó dejarse preparada por más de 2 a 3 horas, la aspersion pierde sus propiedades adhesivas y puede provocar daños (43).

#### **H. Raleos**

Consiste en el corte de árboles, su objetivo es redistribuir el potencial de crecimiento, manteniendo su incremento en altura y en diámetro en niveles aceptables o, mejorar la calidad de los árboles residuales (27).

En el primer raleo se deben considerar varios aspectos de la plantación, ya que depende mucho del desarrollo que tengan cada uno de los árboles, se debe observar el estado de la plantación para determinar que tipo de raleo será necesario aplicar, se utilizan los siguientes criterios:

##### **a. Estado sanitario**

Se eliminan árboles con problemas de plagas y enfermedades.

##### **b. Rectitud del tronco**

Los árboles torcidos, malformados y bifurcados se marcan para ser eliminados.

##### **c. Diámetro**

Se favorecen los árboles de diámetro mayor. Se cortan los árboles que quedaron suprimidos o en el mejor de los casos los que tienen un diámetro que ya puede ser comerciable. Los raleos deben aplicarse principalmente, para garantizar el buen desarrollo y crecimiento de los árboles restantes para que estos sean sanos y de buena calidad (15, 27).

## **I. Raleo libre**

Este es el método de mayor aplicación en nuestro medio y el que conlleva a mayor cuidado por parte de las personas encargadas de aplicarlo, ya que los árboles se cortan sin apegarse a ningún esquema, considerando la opinión del técnico sobre cómo debe desarrollarse el rodal, tomando en cuenta criterios como: clase de copa, vigor, espaciamiento, ramificación, forma, sanidad, entre otros (15).

### **2.2.2.8 Sanidad de las plantaciones**

En todo proyecto de reforestación se genera o produce gran cantidad de material orgánico (tocones, troncos caídos, sobrantes de las podas y raleos, etc.), los cuales es necesario y recomendable evitar que se acumulen, ya que pueden actuar como fuentes de inóculo de agentes dañinos.

#### **A. Plaga**

Es un animal o planta cuyas actividades interfieren con la salud humana o vegetal, o su bienestar afecta los ingresos económicos de una población. Este organismo puede reducir la disponibilidad, calidad o valor de un recurso importante para la humanidad; cuya densidad de población excede un nivel arbitrario para la humanidad, el cual resulta en un daño económico (41).

Coulson R., Witter J. (1990) define el termino "plaga" como una designación antropocéntrica que se da a ciertos insectos forestales (y a otros organismos) cuando afectan los valores ecológicos, económicos y sociales que se relacionan con los árboles forestales y de sombra (19).

La FAO señala que "Plaga" es, cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales [FAO, 1990; revisado FAO, 1995; CIPF, 1997] (25).

En cuanto a los insectos estos pueden causar daños a los árboles. Mediante la defoliación o la extracción de su savia, los insectos pueden retardar el crecimiento de la planta. Al

perforar en el tronco y las ramas, interfieren con el flujo de savia y debilitan la estructura del árbol. Los insectos también pueden propagar algunas enfermedades vegetales (4).

## **B. Enfermedad**

Trastorno fisiológico temporal o permanente, donde se alteran varias funciones básicas tales como la síntesis, translocación o utilización de los alimentos, nutrientes minerales y el agua, ocasionados por la presencia de factores bióticos o abióticos (19).

Las enfermedades de los árboles u otras plantas, necesitan de tres factores para desarrollarse, los cuales son:

- *La presencia de un agente causante de enfermedad, conocido como patógeno.*
- *Susceptibilidad de la planta a dicho patógeno.*
- *Un ambiente favorable para el desarrollo de la enfermedad.*

## **C. Planta enferma**

Es aquella que presenta alteraciones en su anatomía, morfología, y menor producción que una planta sana de la misma variedad (19).

## **D. Muestra**

Puede ser tejido vegetal compuesto por semillas, hojas, tallos, frutos, ramas, raíces, la planta en sí, o una porción de suelo tomado al pie de un árbol, semillero o vivero forestal, la planta enferma o un insecto en todas sus fases (19).

## **E. Métodos de desinfección de herramientas para evitar enfermedades**

Existen varios métodos para desinfectar las herramientas, utilizando medios físicos o químicos. En la primera categoría entra el uso del calor húmedo y el calor seco y en la segunda el empleo de cloro, formalina y alcohol etílico.

La aplicación de calor húmedo puede hacerse valiéndose del vapor o de agua hirviendo, pero este medio es poco práctico en la mayoría de las ocasiones. Sin embargo, el uso de agua hirviendo es más factible e igualmente eficiente, si se emplea de una forma apropiada. El punto de ebullición del agua, anda alrededor de los 100 °C, pero a esa

temperatura aún existe la posibilidad de que algún virus o viroide sobreviva, por lo que se recomienda colocar la herramienta en agua hirviendo por espacio de tres minutos y luego pasarla de golpe a otro recipiente con agua fría.

Esto se hace con el fin de dar un choque térmico, capaz de desnaturalizar los posibles patógenos adheridos a la superficie de las herramientas. Si se desea un mejor resultado puede hacerse este procedimiento dos veces consecutivas. Para hervir el agua pueden usarse hornillas eléctricas o de gas, estas últimas son más rápidas para iniciar la ebullición y prácticas para transportar (49).

El calor seco puede suministrarse mediante el empleo de quemadores de gas, lámparas de alcohol, encendedores o cualquier otro accesorio que produzca una llama estable y controlada.

Para desinfectar la herramienta, lo que se hace es colocarla sobre la llama por uno o dos minutos, moviéndola para que el calor se distribuya homogéneamente sobre la superficie que se desea tratar. Una variante de este método consiste en tomar la herramienta contaminada y sumergir la parte sucia en alcohol de fricciones y luego acercarla a la llama, para que se flamee la superficie. Esta forma es más rápida pero se debe tener el cuidado de no quemarse la mano pues el alcohol flameado corre con rapidez por la herramienta y puede alcanzar los dedos (49).

El uso de agentes químicos como el hipoclorito de sodio, más comúnmente conocido como cloro, es muy práctico. El cloro comercial que venden en los supermercados y pulperías, viene formulado en varias concentraciones que van desde el 2.0% al 5.0% (aproximadamente) y varían bastante en cuanto a precio, principalmente por el contenido de hipoclorito de sodio. Sea cual sea la marca que se escoja, debe diluirse al 1.0 % y sumergir el instrumento a desinfectar por espacio de dos a tres minutos. Períodos más prolongados no aumentan la eficiencia y pueden deteriorar las herramientas por la alta capacidad de oxidación de este producto. Además, algunas personas pueden sufrir molestias en la piel cuando están en contacto con el cloro, razón por la cual deben usar

guantes. Otra desventaja del cloro es que causa severas decoloraciones en la ropa, por eso cuando se emplea debe usarse vestimenta de trabajo.

La formalina al 10 % es un desinfectante agrícola que se ha usado mucho, pero tiene tres grandes desventajas: deteriora las herramientas, es irritante en la piel y mucosas y es cancerígeno, por lo que **no es recomendable** usar este producto (49).

El alcohol etílico, puede usarse a 75% o a 95%. Sin embargo, es más económico y práctico usar el de 75%, también conocido como alcohol de fricciones. Este desinfectante se consigue con facilidad en las farmacias en varias presentaciones y actúa muy bien en la eliminación de posibles patógenos adheridos a las herramientas. La forma más común de empleo es sumergirlas por un período de al menos cinco minutos. Si se desea mejorar su efecto puede flamearse el instrumento al sacarlo del alcohol, teniendo el cuidado de no hacer este proceso cerca del recipiente que contiene el etanol (49).

#### **2.2.2.9 Manejo integrado de plagas (MIP)**

Según la FAO, el manejo integrado de plagas, es un sistema de manejo de plagas que, en el contexto del medio ambiente y la dinámica poblacional de las distintas especies de plagas, utiliza todas las técnicas y métodos adecuados de la manera más compatible posible y mantiene las poblaciones de plagas por debajo del umbral de daño económico (30).

El manejo integrado utiliza varias tácticas que conforman una estrategia diseñada para reducir las poblaciones de plagas a niveles tolerables, aplicando diferentes tácticas de control de acuerdo con niveles de daño económico, ecológico y social.

### **2.2.2.10 Estrategias y tácticas de manejo para *Tectona grandis* L. f.**

El manejo integrado de plagas forestales (MIPF) esta constituido de las estrategias siguientes:

- Preventiva
- Supresiva
- Erradicativa
- Convivencia
- Manejo
- Monitoreo de plantaciones

Las tácticas o métodos de control del MIPF son:

- Biológica
- Física
- Mecánica
- Cultural
- Etológica
- Botánica
- Química
- Genética o Fitogenética

Algunas de estas estrategias se detallan a continuación:

#### **A. Estrategia preventiva**

Esta estrategia se realiza mediante la aplicación de medidas correctivas anticipadamente para proteger el cultivo, por la incertidumbre asociada con la predicción de brotes que obliga a los agricultores a asegurar el cultivo, aun si a veces los costos de este aseguramiento no son justificados. Segunda, ciertas técnicas tienen que ser aplicadas en una manera anticipada (5).

### **B. Estrategia supresiva**

Cuando la densidad poblacional de una plaga alcanza un nivel no tolerable, se le puede suprimir o reducir temporalmente, aliviando así el problema por un tiempo. La supresión no pretende eliminar la plaga del ambiente como en el caso de la erradicación. La estrategia de supresión es aplicada cuando la población ha alcanzado una densidad aceptable (5).

### **C. Estrategia erradicativa**

Comprende en destruir poblaciones que recién han llegado a un país o región, o en campañas para extinguir especies nativas. Para este fin se han usado liberaciones de machos estériles o productos químicos combinados con prácticas culturales severas. Cuando se logra la erradicación, se obvia la necesidad de manejar la especie (5).

### **D. Estrategia de convivencia**

Es cuando el manejo de una plaga descansa enteramente en las fuerzas naturales, con la tolerancia de cualquier daño causado por las plagas. Esta estrategia es frecuentemente aplicada cuando el daño es esporádico. Además se aplican en cultivos de bajo valor cuando no están disponibles los métodos económicos para muestreo y combate. Los agricultores pueden verse obligados a emplear esta estrategia, aun con plagas serias ya que cuentan con recursos limitantes, dentro de una agricultura de subsistencia (5).

### **E. Estrategia de manejo**

El manejo pretende controlar las plagas antes de que lleguen al punto de causar grandes problemas. Se intenta mantenerlas a niveles específicos por medio de preservación, restauración o aumento de los moderadores y equilibrantes presentes en el agroecosistema (5).

### **F. Monitoreo constante de plantaciones**

Aunque la detección y evaluación de los problemas fitosanitarios no constituyen de por sí un método de combate, es muy importante y puede ser la clave del éxito, establecer un monitoreo permanente como parte del programa de protección, para detectar y evaluar oportunamente cualquier señal de que podemos estar ante un posible riesgo de que se

presente una plaga y/o enfermedad en la plantación. Para esto es determinante que la o las personas responsables tengan nociones básicas de reconocimiento ante cualquier variación o cambio que se observe en la plantación, de manera que lleve la voz de alerta a los especialistas para que estos efectúen el diagnóstico y las recomendaciones pertinentes para su control (56).

Las estrategias mencionadas anteriormente son implementadas usando tácticas o métodos de control. Algunas de estas se detallaran brevemente a continuación:

### **G. Control biológico**

El control biológico se define como la regulación de la población de un organismo por medio de otro. Parte del principio de que en la naturaleza todo organismo tiene uno o más enemigos naturales que lo eliminan o compiten con él (5).

#### **a. Depredadores**

Insectos, arañas, ácaros, reptiles, aves y mamíferos capturan y destruyen a su presa externamente; matan a su presa en forma inmediata; poco o nada específicos en la escogencia de su presa cada individuo consume muchas presas durante su vida generalmente son más grandes que ellas (6). De los insectos depredadores comunes se pueden mencionar los siguientes ordenes: Coleoptera, Homoptera, Hymenoptera y Hemiptera.

Los predadores generalistas consumen un amplio rango de presas, concentrando generalmente su acción sobre aquellas que en un momento determinado sean más abundantes. Pueden llegar a consumir organismos benéficos como parasitoides otros predadores. Son más importantes como reguladores de poblaciones que como controladores. Los predadores especialistas o específicos limitan su acción a una especie o a pocas especies de presas taxonómicamente afines; han coevolucionado estrechamente con sus presas y su adaptación o sobrevivencia a un ecosistema depende de la disponibilidad de sus presas.

En el Cuadro 8 se describe la clasificación de los depredadores por su hábito alimenticio y por el número de presas.

**Cuadro 8** Clasificación de los depredadores

	TIPO	DESCRIPCION	AGENTES
POR HáBITOS ALIMENTICIOS	MASTICADORES	Consumen totalmente sus presas.	Coccinellidae Carabidae Vespidae
	CHUPADORES	Succionan los fluidos de sus presas.	Syrphidae, Chrysopidae, Reduviidae Pentatomidae
POR EL NÚMERO DE PRESAS	POLÍFAGOS	No hacen ningún tipo de selección de sus presas.	Mantidae, Apiomerus sp.
	ESTENÓFAGOS	Número restringido (bajo) de especies presas.	Coccinellidae.
	OLIGÓFAGOS	Número relativamente alto de presas.	Larvas de Chrysopa (Chrysopidae); ninfas y adultos de Podisus spp. y Alcaeorhynchus spp. (Pentatomidae).
	MONÓFAGOS	Alta especificidad.	Rodolia cardinales, solo se alimenta de Icerya purchasi y especies afines.

Fuente: Cibrán. D., Juárez. J. 2006. Métodos de control de insectos y enfermedades.

#### b. Parasitoides

Insectos que se desarrollan a expensas de otro llamado hospedero, matan a su hospedero en forma lenta (parasítica). Comúnmente los ordenes Hymenoptera y Diptera son parasitoides, muestran bastante especificidad con respecto a la escogencia de hospedero, estos requieren solo un individuo durante su vida, generalmente los parasitoides son más pequeños que su hospedero, una población baja de hospederos es suficiente para mantener una población de parasitoides (6).

- Parasitoide primario: es aquel que parasita a un insecto fitófago.
- Parasitoide secundario: el que parasita a un parasitoide primario.
- Parasitoide terciario: el que parasita a un parasitoide secundario.
- Hiperparasitoide: cualquier parasitoide que se desarrolla a expensas de otro parasitoide, o sea, el parasitoide secundario, terciario, entre otros.
- Superparasitismo: es un fenómeno resultante de la ocupación de un individuo huésped por un número de individuos del parasitoide, mayor que el que el huésped puede albergar exitosamente (para el parasitoide).

- Multiparasitismo: fenómeno resultante de la parasitación de un individuo del hospedero por varias especies de parasitoides. Es un mecanismo de regulación de las poblaciones de los parasitoides cuando la disponibilidad de hospedero se hace crítica (13).

**Cuadro 9** Diferencias entre un parasitoide y un depredador

PARASITOIDE	DEPREDADOR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta asociado con un hospedero.</li> <li>• Consume durante su vida solamente un individuo hospedero</li> <li>• Solo la hembra busca al hospedero para parasitarlo.</li> <li>• Pasa por lo menos una etapa de su desarrollo sobre o dentro del hospedero</li> <li>• El hospedero determina el hábitat del parasitoide.</li> <li>• Generalmente es de hábitos diurnos.</li> <li>• Tienden a ser muy específicos</li> <li>• Tamaño menor que el de su hospedero.</li> <li>• No mata rápidamente al hospedero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta asociado con una presa.</li> <li>• Consume durante su vida muchas presas.</li> <li>• Tanto machos como hembras buscan presas para devorarlas.</li> <li>• Vive separado de su presa y la busca solo para alimentarse.</li> <li>• La presa no determina el hábitat del predador.</li> <li>• Normalmente es de hábitos nocturnos o crepusculares.</li> <li>• Tienden a ser polípagos.</li> <li>• Tamaño a menudo mayor que el de su presa.</li> <li>• Mata rápidamente a su presa y a menudo no deja rastro de su acción.</li> </ul>

Fuente Cibrian. D., Juárez. J. 2006. Métodos de control de insectos y enfermedades.

**Cuadro 10** Algunos agentes de control biológico y sus hospederos.

Principales Agentes de control biológico			
Orden	Familia	Tipo	Hospedero
Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	Larvas de Lepidoptera
	Carabidae	Depredador	Larvas de Lepidoptera
	Cicindellidae	Depredador	Zompopos, Larvas de Lepidoptera y otros insectos pequeños.
Hymenoptera	Vespidae	Depredador	Larvas de Lepidoptera
	Sphecidae	Parasitoide	
	Ichneumonidae	Parasitoide	Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera.
	Braconidae	Prasitoide	Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Homoptera.
	Chalcididae	Parasitoide	Huevos o larvas de Lepidoptera, Diptera, Coleoptera y Homoptera.
Hemiptera	Reduviidae	Depredador	Larvas de Lepidoptera e insectos pequeños
	Pentatomidae	Depredador	
Diptera	Asiliidae	Depredador	Escarabajos, Moscas, Saltamontes.

### c. Microorganismos entomopatógenos

Bacterias, virus, hongos y nemátodos son ingeridos oralmente o penetran por el tegumento de los insectos matan a su hospedero lentamente; algunos son específicos con respecto a su hospedero (6).

#### i. Bacterias

*Bacillus popilliae* y *B. thuringiensis* son bacterias formadoras de esporas utilizadas para la protección de varios cultivos.

- *Modo de acción.*

*B. thuringiensis* produce una inclusión cristalina parasporal durante la esporulación. Después de la ingestión, la inclusión se solubiliza en el intestino medio de los insectos, liberando toxinas proteínicas, entre las cuales están:

- ❖ Delta-endotoxina. La de mayor toxicidad específica contra lepidópteros.
- ❖ Beta-exotoxina. Específica contra moscas.
- ❖ Gamma-exotoxina. De amplia acción insecticida.
- ❖ Alfa-exotoxina. Presente en muchas bacterias.

El insecto muere debido a que las protoxinas son activadas por las proteasas del intestino, alterando la permeabilidad del epitelio del mesenteron y ocasionando que los ácidos del intestino pasen el hemocelo, donde cambian el pH y el insecto muere. Otro caso el insecto muere de una toxemia visible debido a la parálisis del tubo digestivo (13).

#### ii. Virus

Son específicos para algunos insectos, teniendo como principales huéspedes los lepidópteros algunos himenópteros, dípteros, coleópteros y en menos cantidad ácaros.

#### Características positivas

- Altamente selectivos, no afectan plagas secundarias ni insectos benéficos.
- No dejan residuos por lo que no contaminan el medio ambiente.
- Persisten y se multiplican en las poblaciones de la plaga.
- Son efectivos en **bajas dosis**.

- No se conoce que desarrollen resistencia.
- La tecnología de producción es simple.

Características negativas.

- Debido a su alta selectividad, necesitan algunas medidas adicionales de combate.
- Baja persistencia en depósitos foliares.
- Afecta principalmente a larvas.
- Su actividad insecticida es lenta
- El método y las condiciones durante la aplicación deberán ser cuidadosamente observados.
- La tecnología de producción requiere labor intensiva y especializada.

Pueden ser empleadas las técnicas convencionales de aplicación (13).

### iii. Hongos

Los hongos que se consideran como verdaderos entomopatógenos son de los géneros *Beauveria*, *Metarhizium*, *Entomophthora*, *Paecilomyces* y *Verticillium* (13).

### iv. Nemátodos

Se han encontrado parasitando plagas del suelo, forestales, de invernaderos y domésticas. Los principales grupos de los géneros entomopatógenos son *Mermitidae*, *Rhabditia* y *Tylenchida* (13).

## H. Control Físico

Consiste en la utilización de algún agente físico como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodismo y radiaciones electromagnéticas, en intensidades que resulten letales para los insectos. El fundamento del método es que las plagas sólo pueden desarrollarse y sobrevivir dentro de ciertos límites de intensidad de los factores físicos ambientales; más allá de los límites mínimos y máximos, las condiciones resultan letales. Los límites varían según las especies de insectos y para una misma especie, según su estado de desarrollo.

## **I. Control cultural o manejo silvicultural**

El combate silvicultural busca, mas que la eliminación de las plagas, la prevención de ellas mediante medidas fitosanitarias. Las actividades silviculturales relacionadas con la prevención de plagas forestales en plantaciones son: higiene, fertilización, podas y raleos preventivos y la saca inmediata de árboles cortados, las cuales se describen a continuación (9).

### **a. Sanidad**

Es necesario evitar la acumulación de desechos vegetales dentro de viveros y plantaciones, ya que podrían convertirse en focos de atracción, permanencia y desarrollo de plagas potenciales (9).

### **b. Fertilización**

Viveros y plantaciones jóvenes, se fertilizan para favorecer la vigorosidad y crecimiento de los árboles, esta medida ayuda a que el árbol tenga capacidad y tolerancia o "resistencia" hacia problemas sanitarios, como hongos de follaje o permitir que ellos alcancen una altura a la que no llegan sus enemigos (9).

### **c. Podas preventivas**

Los cortes deben realizarse al ras del fuste para facilitar la cicatrización y acelerar la producción de madera sana. Las heridas deben ser lo más pequeñas posibles, ya que estas debilitan el árbol y propician el ataque de plagas y enfermedades. Esos cortes deben realizarse con cuidado de no tocar los tejidos de la corteza del fuste para evitar abultamientos excesivos.

Se recomienda podar durante la época seca para favorecer el secado y la cicatrización rápida de los cortes, reducir riesgos de plagas y enfermedades y facilitar la labor, ya que muchos árboles tienen poco follaje (9).

**d. Extracción inmediata de madera cortada**

Los árboles raleados que vayan a ser industrializados y los de aprovechamiento final de plantación deben ser sacados del campo lo antes posible para evitar que sean invadidos por agentes dañinos (6).

**J. Control y manejo de malezas**

En lo que respecta a actividades de limpieza o control de malezas, esta debe darse en forma oportuna, sobre todo inicialmente, cuando se pueden dar niveles de competencia con la plantación, todo o parte de lo considerado como maleza puede constituir además de una barrera o protección, hospedero de patógenos o insectos que afectarían a la plantación (8).

Según Birril L.M. y Sheik (F.A.O., 1986) "El manejo de malezas incluye cualquier práctica de atención o manejo que aumente la capacidad de los cultivos para competir con las malezas". El control cultural es básicamente el arte de manejar la vegetación. Sin embargo, el enfoque sobre el manejo de las malezas en la agricultura esta definida como un control cultural para incluir prácticas también dirigidas hacia las malezas, que favorecen la habilidad competitiva de los cultivos, tales como los métodos físicos (12).

**K. Enumeración de prácticas de manejo cultural o silvicultural**

Se contemplan procedimientos para eliminar las plagas, los daños causados por ellas o para cambiar las condiciones del medio que favorecen la presencia y desarrollo de las mismas (6).

**a. Tala de salvamento**

Consiste en cortar los rodales que están afectados por plagas y enfermedades, los cuales se denominan "focos de infección". Generalmente se aplica cuando hay ataques en las raíces o cuando son enfermedades sistémicas (6).

**b. Deseje**

Esta práctica silvicultural consiste en la selección del eje principal del árbol y se realiza cuando los brotes alcanzan 50 cm. de altura. Es normal que los brotes en la base del árbol aparezcan varias veces durante los dos primeros años y se recomienda eliminarlos para disminuir la competencia (27).

**c. Poda de saneamiento**

Consiste en eliminar ramas muertas o enfermas que constituyen reservorio de insectos perjudiciales y enfermedades. También se realiza con el propósito de eliminar ramas invadidas por plantas parásitas o epífitas (42).

**d. Protección posterior a la podas**

Las heridas mayores de 1 cm. se deben proteger con pasta de podar o corteza artificial. Su empleo tiene algunos detractores que aseguran, entre otras cosas, que no ayuda en nada a la cicatrización. Pero lo cierto es que se defiende la herida de los elementos de la intemperie, evitando que penetre el agua, se previenen los ataques de insectos y otros agentes patógenos en esa zona debilitada (55).

Otros expertos recomiendan no cubrir las heridas con ninguna pasta ni pintura "cicatrizante", ni barro (lleva microorganismos) ni pastas a base de fungicidas, insecticidas y hormonas, ni derivados de hidrocarburos, que causan más daño al árbol que ayuda. Lo más importante es dar un corte limpio (24).

**e. Raleo**

Es el manejo de la densidad en plantaciones forestales es una actividad que se planifica para controlar la estructura, la productividad, el tamaño de los árboles y el tiempo transcurrido hasta el aprovechamiento, todo esto en función de la especie, de los objetivos de producción y de la calidad del sitio.

En el manejo de plantaciones, la aplicación de raleos o aclareos ha sido motivo de controversia para los propietarios de las mismas, por el alto costo de la operación, por la falta o ausencia de mercado para los productos a obtener y muchas veces se cuestiona el

hecho de plantar muchos árboles, con un costo altísimo y tener que eliminarlos años después. En otras ocasiones, la falta de información para aplicar esta práctica es motivo de preocupación, si se desea aplicarla en el momento oportuno y con la intensidad adecuada para maximizar el crecimiento de la especie (27).

#### **f. Raleo de saneamiento**

Consisten en eliminar los árboles severamente afectados (6).

#### **g. Control de Malezas**

El control cultural de las malezas, incluye excluir semillas de malezas, así como la limpieza de tierra y equipo antes de que sean llevados al área de cultivo, así como el deshierbe manual. Esta última opción es la más práctica y económica cuando las malezas aún son pequeñas, por ejemplo, durante la operación de aclareo (30).

#### **L. Control etológico**

La etología, es el estudio del comportamiento de los animales en relación al ambiente, la conducta esta detenida por la presencia u ocurrencia de estímulos, los cuales pueden ser químicos, físicos o mecánicos. El control etológico manipula el comportamiento de los insectos estos pueden ser con la liberación de insectos estériles, el uso de feromonas y otros químicos modificadores del comportamiento de los insectos. (14)

##### **a. Feromonas**

Muchos insectos se comunican entre sí por medio de sonidos, pero la mayoría lo hace por medio de olores. Se trata de sustancias llamadas feromonas que son secretadas por un individuo y son percibidas por otro individuo de la misma especie, el cual reacciona ante el olor con un comportamiento específico y fijo. Hay feromonas que sirven para atraer individuos del sexo opuesto (*feromonas sexuales*); otras, para producir agregamientos o concentraciones de insectos de la misma especie (*feromonas de agregamiento*), para señalar el camino que deben seguir otros individuos, o para provocar alarma y dispersión entre la población (14).

## **b. Trampas Contra Insectos**

Las trampas son dispositivos que atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos. Comúnmente se utilizan para detectar la presencia de los insectos o para determinar su ocurrencia estacional y su abundancia, con miras a orientar otras formas de control. Ocasionalmente, las trampas pueden utilizarse como método directo de destrucción de insectos. El uso de trampas tiene las ventajas de no dejar residuos tóxicos, de operar continuamente, de no ser afectadas por las condiciones agronómicas del cultivo y, en muchos casos, de tener un bajo costo de operación. Una limitación en el uso de las trampas es que no se conocen agentes atrayentes para muchas plagas importantes.

Es una limitación el hecho de actuar solamente contra los adultos y no contra las larvas que son las formas en que muchos insectos causan los daños. Las trampas consisten básicamente en una fuente de atracción, que puede ser un atrayente químico o físico (la luz), y un mecanismo que captura a los insectos atraídos. Los atrayentes químicos son sustancias que hacen que el insecto oriente su desplazamiento hacia la fuente que emite el olor. Hay dos tipos de atrayentes químicos: los relacionados con olores de alimentos y los relacionados con olores de atracción sexual entre los insectos (14).

## **i. Trampas luminosas**

Durante la noche muchos insectos son atraídos hacia lámparas de luz y aunque el fenómeno se conoce desde hace mucho tiempo no se sabe la razón de este comportamiento. En las trampas luminosas el atrayente puede ser un foco común de filamento de tungsteno, un tubo fluorescente de luz blanca, un tubo de luz ultravioleta, o la llama de un mechero, los tubos más grandes atraen un mayor número de insectos. (Pozo, 1973; García y col., 1972). Las trampas luminosas pueden ser *unidireccionales* y *omnidireccionales*, según la fuente de luz, que sea visible desde una sola dirección, o de todos los ángulos.

El sistema de captura de los insectos está formado por superficies de impacto, un embudo y un recipiente donde caen los insectos. El recipiente varia, según se desee mantener a los insectos vivos o muertos; si van a ser identificados posteriormente, o si serán eliminados sin examinarlos. En las trampas de detección los insectos deben conservarse

en buen estado para facilitar su identificación. Si sólo se busca su destrucción basta usar un recipiente que contenga agua con aceite, kerosene, o petróleo.

La efectividad de la fuente de luz depende: (a) del rango de la radiación electromagnética o longitud de onda, (b) de la magnitud de la radiación, (c) de la brillantez y (d) del tamaño y la forma de la fuente de luz (14).

De las numerosas especies de insectos que son atraídos por la luz, la mayoría son lepidópteros, dípteros; y en menor grado, coleópteros e insectos de otros órdenes (14).

## **ii. Trampas pegantes de color**

Ciertos colores resultan atractivos para algunas especies de insectos. Entre ellos el color amarillo; blanco y el rojo.

Las trampas consisten en pedazos de plástico amarillo cubiertos con una sustancia pegajosa. Son trampas fijas colocadas en el campo con marcos y estacas de caña, y trampas movibles que el agricultor pasa periódicamente sobre el cultivo. La sustancia pegajosa puede ser un pegamento pegapatas especial de larga duración o simplemente aceites o grasas vegetales o minerales. Se estima un doble efecto de estas trampas; un efecto directo al reducir la población de moscas adultas y un efecto indirecto al contribuir a preservar los enemigos naturales. En efecto, el agricultor al ver las moscas atrapadas usualmente no se apresura a hacer las aplicaciones tempranas que acostumbra y que tanto daño hacen a los insectos benéficos (14).

## **c. Trampas contra vertebrados**

Para capturar roedores se utilizan comúnmente las trampas llamadas ratoneras que son las que se utilizan en las casas, estas consisten en una base de madera y el disparador de alambre inoxidable o de alambre de cobre. La mayoría de de trampas utilizan frutas envenenadas o cebos a base de crema de cacahuete o de avena amasada en bolitas a los cebos se les coloca un ingrediente toxico en el producto de preferencia de la plaga "blanco" o problema, en el lugar accesible por tales individuos. Pequeñas cantidades de materiales muy tóxicos de manera segura y sin daños al ambiente.

Es necesario que cada trampa se asegure con un cordel o cinta a un árbol o estaca cercana para que sea fácil de encontrarlos. El área de colecta se selecciona según la experiencia, las orillas de los caminos poco transitados suelen ser sitios adecuados. Se recomienda colocar las trampas cada 10 a 15 pasos de distancia dejando una marca en el lugar que se han colocado (29).

### **M. Control químico**

Se conoce como control químico el tratamiento de plagas mediante sustancias de naturaleza química o biológica denominadas "plaguicidas".

Los insecticidas son agentes de origen químico o biológico que controlan insectos. El control puede resultar de matar el insecto o de alguna manera impedir que tenga un comportamiento considerado como destructivo. Los insecticidas pueden ser naturales o hechos por humanos y son aplicados a las especies objetivos en multitud de formulaciones y sistemas de aplicación (aspersiones, cebos, difusión de liberación lenta, etc.). En años recientes, la ciencia de la biotecnología inclusive ha incorporado códigos para genes bacteriales de proteínas insecticidas en varias plantas de cultivo que causan la muerte a insectos que sin sospecharlo se alimentan de ellas (13).

Aunque es efectivo el uso de insecticidas para controlar brotes de plagas en plantaciones, fue abandonado por el daño que causa a los insectos benéficos, parásitos y otra fauna de enemigos naturales (5).

Se recomienda:

- No usar agroquímicos en exceso.
- Seguir las recomendaciones de la etiqueta.
- Seguir las normas de seguridad para su aplicación, almacenamiento y eliminación de residuos.

Los métodos de control químico se pueden clasificar en varios grupos de los cuales se recomienda utilizar los plaguicidas que sean menos dañinos contra insectos parasitoides,

depredadores o degradadores de materia orgánica. Los primeros insecticidas se pueden clasificar como:

### **a. Grupos Químicos**

La clasificación toxicológica de los plaguicidas es la siguiente:

#### **i. Organoclorados**

(Sinónimos: hidrocarburos clorados, orgánicos clorados, insecticidas clorados, y sintéticos clorados)

Insecticidas que contienen carbono, hidrógeno, y cloro en su estructura química. Son altamente estables, lo que los hace valiosos por su acción residual contra insectos y peligrosos debido a su prolongado almacenamiento en la grasa de los mamíferos. (13)

El modo de acción de este insecticida es por inhibición de la enzima citocromoxidasa que interviene en el intercambio gaseoso durante la respiración de los animales con circulación de sangre y por inestabilidad del sistema nervioso.

Al ser liposolubles, se introducen y depositan en los tejidos grasos del organismo humano a través de la cadena alimenticia.

Pueden ingresar al organismo por **INGESTIÓN**, **INHALACIÓN** o por **CONTACTO** con la piel (47).

Productos utilizados en Guatemala: Endosulfan.

#### **ii. Organofosforados**

Son todos aquellos insecticidas que contienen fósforo. Todos los organofosforados son derivados de uno de los ácidos del fósforo. Se descomponen con mayor facilidad y son menos persistentes en el ambiente con relación a los organoclorados, pero más peligrosos para el hombre debido a que tienen un alto grado de toxicidad, la cual en insectos y mamíferos esta asociada con la inhibición de la enzima acetilcolinesterasa (ACE) esta regula el sistema nervioso y su inhibición produce consecuencias fatales. Muchos de ellos

son sistémicos, es decir, son absorbidos por las plantas e introducidos en el sistema vascular de los vegetales, actuando tanto en los insectos chupadores como también sobre las personas que ingieren el alimento, aunque este sea previamente lavado.

Debido a la similitud de la estructura química de los Organoclorados, sus modos de acción también son similares (13,47).

Organosforados utilizados en Guatemala: Acefato, malathion, diazinon, clorpirifos.

### **iii. Carbamatos**

El grupo de los carbamatos corresponde en su mayor parte a derivados del ácido N-metil - carbámico; son de fácil acción sistémica, su forma de acción es similar a los organofosforados, su persistencia en el ambiente y su toxicidad es intermedia entre los dos anteriores. De acuerdo a su composición, sus derivados pueden tener propiedades insecticidas, fungicidas o herbicidas.

Presentan una toxicidad y persistencia media entre los organoclorados y los organofosforados, tienen usos variados como insecticidas, herbicidas y fungicidas.

Los carbamatos se han usado como sustituto del DDT con el propósito de reducir la contaminación ambiental ya que no se acumula en el ecosistema (13, 47).

Carbamatos utilizados en Guatemala: Carbaryl (sevin)

### **iv. Piretroides**

Son sustancias sintetizadas a partir de un vegetal llamado piretro. Actúan sobre el sistema nervioso. Algunos de ellos son sustancias estrógenos ambientales, por tanto, interfieren los procesos hormonales de animales y personas. No se acumulan en el organismo y no persisten en el ambiente.

Tienen baja toxicidad para los mamíferos, casi nula acumulación en el ambiente y de gran utilidad como alternativa en el combate de plagas agrícolas. Desafortunadamente ya se han presentado casos de resistencia en campo y laboratorio.

En insectos tratados hay parálisis nerviosa por los cambios que hay en la membrana debido al taponamiento de las entradas de los iones de sodio (13, 46).

Ej. Permetrina, Cipermetrina, Alfame-trina, Deltametrina, Ciflurín, Bifentrín, fenvalerato, etc.

## **b. Grupo de botánicos**

### **i. *Azadirachta indica* (nim)**

En la corteza, hojas, frutos y principalmente de la semilla de *Azadirachta indica* (Meliaceae) existen una serie de compuestos fagodisuasores o con actividad antialimentaria, reguladora del crecimiento, inhibidora de la oviposición y esterilizante.

Los principales son la salanina, meliantrol, y la azadirachtina.

Insectos tratados con nim, retardan o inhiben su alimentación, así como la cantidad ingerida de alimento, los insectos se desorientan, presentan inquietud continua lo que facilita la acción de enemigos naturales sobre las plagas y en ocasiones sobreviene la muerte por anemia o deshidratación. Al aplicarlo a las raíces de las plantas logra afectar a los organismos que se alimentan de ella.

También es relevante el efecto regulador del crecimiento ya que retarda el desarrollo de larvas y ninfas, se producen fallas morfogénicas, crecimientos anormales y la exuvia se queda adherida al abdomen y patas que muere en el intento de liberarse de su muda (13).

### **ii. *Nicotiana tabacum* (Nicotina)**

Es el principio activo del tabaco. Se ha encontrado en 15 diferentes especies del género *Nicotiana* además de otras plantas como *Dubosia hopwoodii* y *Asclepias syriaca*. El extracto de la hoja de tabaco ha sido utilizado en aspersiones para controlar insectos.

Actúa como insecticida de contacto no persistente contra áfidos, psilidos, minadores, palomillas y trips. La nicotina se volatiliza durante las 24 horas siguientes de la aplicación. El compuesto es fácilmente absorbido por la piel (13).

- *Modo de acción*

La actividad de la nicotina ocasiona la generación de nuevos impulsos que provocan contracciones espasmódicas, convulsiones y finalmente la muerte. Mimetiza la acción de la acetilcolina (13).

**c. Grupo de plaguicidas según su modo de acción**

**i. Insecticidas de contacto**

- Diazinon
- malathion

**ii. Insecticidas sistémicos**

- Metamidophos
- Oxidemeton metil.

**d. Fungicidas de contacto o preventivos**

- Dithane
- Manzoseb
- Clorotalonil (Daconil)

**e. Fungicidas sistémicos o curativos**

- Benlate
- Carbendazin

**f. Antibióticos**

- Tetracilina
- Streptomycin

### g. Bioplaguicida

- Bromuro de metilo con acción biocida

Tipo: Fumigante.

Formulación: Gas comprimido

Usos: productos almacenados (granos, fruta, tabaco). Silos, bóvedas, tanques, almacenes, carros de ferrocarril, barcos, fumigación de suelo, madrigueras de roedores, hormigueros.

Plagas que controla: escarabajos de los granos, polillas, hormigas, roedores.

Suelo: hongos como verticillium. Nemátodos y bacterias.

Aplicación: productos almacenados: 32 a 64 g/m<sup>3</sup> de 24 a 72 horas. Fumigación de suelo: 68 0 135 g m<sup>2</sup>

Productos: bromuro de metilo. (13)

### N. Control genético o fitogenético

Uso de variedades resistentes o con tolerancia de enfermedades y plagas.

En relación a la evaluación de los daños por las enfermedades y plagas de artrópodos se pueden mencionar los términos siguientes:

#### 2.2.2.11 Severidad

Proporción del área o cantidad de tejidos del árbol enfermo (6).

#### 2.2.2.12 Umbral de daño económico

Se define como la densidad a la cual deben iniciarse las medidas de control a fin de evitar el incremento de población de la plaga que alcance el nivel de daño económico (14).

#### 2.2.2.13 Nivel de daño económico

Es el límite al que puede llegar una densidad antes de que el costo de control sea más alto que lo que vamos a proteger, se define también como "*La población y daño que justifican la adopción de medidas de combate*". Pero el nivel de daño económico implica una densidad de población ligeramente mayor que la del umbral (47).

#### **2.2.2.14 Impacto económico de una plaga forestal**

Es el efecto de las plagas en la plusvalía de la producción de bienes y servicios de las tierras forestales según Leuschner (1980), citado por Coulson y Witter. Un impacto económico es cualquier cambio en un producto forestal útil para la sociedad, los elementos del uso social necesarios para producir un nivel fijo de productos forestales o la distribución de productos forestales, el ingreso que se deriva de estos o el costo de producción (18).

## 2.2.3 Marco referencial

### 2.2.3.1 Selección de muestra

Las áreas a muestrear fueron seleccionadas a partir de la base de datos que se encuentra en la coordinación de el PINFOR tomando en cuenta solo las áreas donde han establecido plantaciones con la especie forestal "teca", que es la especie de interés, para el estudio. Los departamentos evaluados fueron los siguientes: Alta Verapaz, Escuintla, Izabal, Petén Retalhuleu y Suchitepéquez. En el Cuadro 11 se describe el número de reforestaciones evaluadas en cada departamento.

**Cuadro 11** Número de reforestaciones de teca visitadas por departamento

Departamentos	Reforestaciones visitadas
Alta Verapaz	15
Escuintla	7
Izabal	8
Petén	23
Retalhuleu	4
Suchitepéquez	6

Para definir el tamaño de la muestra se tomó en cuenta el municipio donde se encontraban las reforestaciones, la fase y la extensión del proyecto la cual debía ser mayor de 15 has.

En el Cuadro A2 del anexo se presenta el número de reforestaciones evaluadas por fase en cada departamento.

### 2.2.3.2 Aspectos referenciales y características del área de muestreo

El presente estudio se llevó a cabo en la parte Sur y Nor oriental del país con el fin de evaluar las plantaciones establecidas con teca en Guatemala, se tomaron los departamentos de Alta Verapaz, Escuintla, Izabal, Petén, Retalhuleu y Suchitepéquez, por ser en ellos donde se encuentra la mayor área plantada de teca.

En el Cuadro 12, se presentan las características bioclimáticas de los departamentos visitados.

**Cuadro 12** Características bioclimáticas de los departamentos visitados.

Departamento	Zonas de Vida	Pp	T°	Alt.
Alta Verapaz	Bosque muy húmedo Subtropical cálido (bmh-S(c))	2,284	19	1,550
Escuintla	Bosque húmedo Subtropical cálido (bh-S(c)).	1,100	27	80
	Bosque muy húmedo Subtropical cálido (bmh-S(c))	3,284	35	347
Izabal	Bosque muy húmedo Subtropical (bmh T)	3,600	27	1,267
Petén	Bosque muy húmedo Subtropical cálido (bmh-S(c))	1,827	23	840
	Bosque húmedo Subtropical cálido (bh-s(c))	1,700	27	163
Retalhuleu	Bosque seco Subtropical (bs-S)	855	28	250
	Bosque húmedo Subtropical cálido (bh-S(c))			
	Bosque muy húmedo Subtropical cálido (bmh-S(c))			
Suchitepéquez	Bosque seco Subtropical (bs-S)	2,500	25	371
	Bosque húmedo Subtropical cálido (bh-S(c))			
	Bosque muy húmedo Subtropical cálido (bmh-S(c))			
	Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB)			

\*Datos aproximados del lugar (19).

Fuente: Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, Cruz JR. De la. 1982

**Leyenda**

Pp = Precipitación media anual en mm.

T = Temperatura media en grados Celsius.

Alt. = Altitud en metros sobre el nivel del mar.

### 2.2.3.3 Aspectos referenciales y características del área de muestreo

#### A. Ubicación de los departamentos evaluados



Figura 63 Mapa de ubicación del área de estudio

## 2.3. Objetivos

### 2.3.1 General

- Formular una propuesta de manejo integrado de plagas forestales con base en el diagnóstico fitosanitario en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) establecidas en Guatemala.

### 2.3.2 Específicos

- Identificar las distintas plagas que afectan plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca).
- Establecer los lineamientos básicos que permitan el manejo fitosanitario de plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca).

## 2.4. Metodología

### 2.4.2 Fase de gabinete I

#### 2.4.2.1 Revisión de literatura

Se revisó la literatura correspondiente a plagas y manejo integrado de plagas de *Tectona grandis* L. f. (teca), en libros, documentos e Internet, lo cual sirvió de base para definir las características propias de la especie vegetal desde establecimiento, mantenimiento hasta la cosecha final, así como las prácticas de manejo sanitario necesarias para su buen desarrollo.

#### 2.4.2.2 Selección de regiones con plantaciones de teca

Para realizar el presente estudio se tomó como base las regiones prioritarias definidas por el PINFOR para el establecimiento de plantaciones de teca, correlacionándola con la base de datos de las reforestaciones establecidas en dichas áreas, tomando como criterio de selección proyectos mayores a 15 hectáreas.

#### 2.4.2.3 Selección de plantaciones a muestrear

Con la base de datos que posee el PINFOR, se realizó una evaluación de los proyectos mayores a 15 hectáreas.

Para obtener el dato del número de plantaciones a evaluar, se empleó un muestreo simple aleatorio para proporciones, utilizando la ecuación siguiente (54):

$$n = \frac{N \times Z^2 \alpha \times p \times q}{d^2 \times N + Z^2 \alpha \times p \times q}$$

n = Numero de proyectos muestreados (51)

N = Numero total de Plantaciones (122)

Z $\alpha$  = 1.96 (nivel de confianza 95%)

p = Probabilidad arbitraria de éxito (en este caso 0.5 porque es varianza máxima).

q = Probabilidad arbitraria de fracaso (en este caso 0.5 porque es varianza máxima).

d = Precisión (en este caso del 10%)

Una vez determinado el número de plantaciones a muestrear, se procedió a hacer una distribución ponderada de las mismas, de acuerdo a las siguientes categorías:

- Fase
- Departamentos de ubicación
- Municipio

Tomando en cuenta estos factores se obtuvo el listado final de plantaciones a evaluar.

Siendo éstas las siguientes:

Establecimiento	8
Mantenimiento 1	6
Mantenimiento 2	11
Mantenimiento 3	9
Mantenimiento 4	12
Mantenimiento 5	5

#### **2.4.2.4 Definición de la edad de las plantaciones establecidas con la especie forestal *Tectona grandis* L. f. (teca).**

Durante el estudio se estableció fenológicamente la diferencia de las edades de las plantaciones de teca así: el año cero o año de establecimiento, las plantas de teca se consideran plántulas; a partir del primer año cuando los árboles de teca tienen entre 1 y 5 años y se consideran como árboles jóvenes no producen flores ni frutos. Los árboles que tienen de 5 a 15 años que ya alcanzaron su madurez sexual o cuando empieza a fructificar (producción de frutos y semillas), se consideran árboles adultos o maduros. Tomando en cuenta lo anterior en la presente investigación se evaluaron únicamente plántulas y árboles jóvenes.

#### **2.4.2.5 Elaboración de la boleta de campo**

Se elaboró la boleta de campo, tomando en consideración las variables fisiográficas, dasométricas, sanitarias y silviculturales, necesarias para recabar la información a analizar que se relacione a los objetivos planteados, la cual contiene información básica como ubicación del departamento donde se encuentra la plantación hasta el nombre de la finca, además de coordenadas, altitud, edad, extensión, aspectos dasométricos y silviculturales

como altura, DAP, podas, raleos, procedencia de la semilla, así como también características del sitio, número de árboles por parcela, sanidad, entre otros (33) (Anexo 1).

La boleta de campo se utilizó para llevar un registro de los patógenos que están afectando las plantaciones, dónde se encuentran, la condición en qué se encuentran y cuál ha sido el manejo que le han dado.

La información se utilizó para evaluar las condiciones del patógeno en campo, para que sirva de base para elaborar la propuesta de MIP en teca.

#### **2.4.2.6 Validación de la boleta de campo**

La boleta fue validada durante las primeras visitas de campo enmendando las deficiencias que se observaron en ella.

### **2.4.3 Fase de campo**

#### **2.4.3.1 Revisión de expedientes**

En cada subregión se realizó la revisión de los expedientes de las plantaciones seleccionadas del PINFOR, para conocer información general, así como actividades sanitarias y silviculturales realizadas durante el tiempo que llevan las plantaciones establecidas, para conocer los antecedentes y el estado actual de las plantaciones.

#### **2.4.3.2 Levantamiento de parcelas de muestreo**

Considerando la guía para la toma, preservación y traslado de muestras vegetales para análisis parasitológico (Enfoque Forestal), (1), se contempló que se debe realizar la inspección de la plantación y para ello se realizó un caminamiento, conociendo las características generales de cada una de las plantaciones de teca. El caminamiento fue dirigido por un técnico de INAB, por el administrador y/o por el regente forestal de la finca, quienes indicaron en que lugar han detectado algunas anomalías del desarrollo.

Se procedió a inspeccionar el área y coleccionar las muestras que se creyeran convenientes, posteriormente se levantaron parcelas de 100 m<sup>2</sup>, distribuidas sistemáticamente dentro del área de la reforestación. Se tomó como base la metodología definida por INAB para la

certificación de reforestaciones PINFOR, que consiste en el levantamiento de un número de parcelas de acuerdo al área total de reforestación.

Se recolectaron muestras vegetales que estuvieron dañadas o afectadas por algún patógeno, así como insectos que estuvieran afectando a la planta.

Para cada una de las fases de la reforestación se llenó la boleta de campo correspondiente, evaluando las variables previamente definidas. En cada una de las parcelas se colectaron muestras vegetales de daños, así como insectos plaga localizados. Los daños e insectos desconocidos fueron preservados y trasladados al laboratorio para su determinación y aquellos de los cuales se tenía conocimiento previo solo fueron registrados en la boleta correspondiente.

#### **2.4.3.3 Colecta de muestras vegetales**

Se consideró plaga cuando existían patógenos que ocasionaban daño significativo a las plantaciones, se tomaron fotografías en campo a los síntomas que presentaba la planta y se procedía a colectar muestras representativas del posible patógeno observado.

Para la colecta se tomaron en cuenta varios aspectos como: que sea representativa, si es posible que incluya todas las fases de desarrollo de la enfermedad, que tenga tejido vivo y muerto, que posea todos los síntomas tal y como se observan en campo (1).

Se buscó material que presentaba sintomatología característica de hongos como: manchas foliares, antracnosis, tizones, defoliaciones, clorosis, etc., se recolectaron las partes enteras que estaban siendo afectadas ya sea en hojas, ramas, tallo o raíz (incluyendo el suelo), o en otro de los casos si no afectaba en gran parte de la planta se recolectaba únicamente las partes lesionadas (1).

#### **2.4.3.4 Transporte de material vegetal**

Cada espécimen se recolectó por separado, envuelto en papel periódico y se introdujo en una bolsa plástica cerrada herméticamente. Se identificó con el nombre, ubicación y fase

de la reforestación. Posteriormente las muestras fueron trasladadas al laboratorio para su análisis correspondiente (1).

#### **2.4.3.5 Colecta de Insectos**

Cuando se observó algún tipo de daño por insecto y que este fuera representativo, se le tomaron fotografías al daño y se trato de coleccionar los especimenes que se presumía eran los que estaban afectando a la planta. En la colecta se emplearon varios métodos entre los cuales se pueden mencionar: la red entomológica, pinzas o manualmente (34).

#### **2.4.3.6 Transporte de ejemplares insectiles**

Los insectos capturados fueron trasladados a viales (frascos pequeños) con alcohol al 70%, se identificaron con una etiqueta donde se anotó el nombre, ubicación y fase de la reforestación, así como la parte donde fue coleccionado.

Se anotaba en una libreta de campo o en la misma boleta algunas características del daño y del lugar donde se encontraba. Los especimenes fueron trasladados al laboratorio para su análisis correspondiente.

#### **2.4.3.7 Determinación de insectos en laboratorio**

La clave que se utilizó para determinar los ordenes y las familias de los insectos fue la de taxonomía de insectos del departamento de parasitología agrícola de la Universidad Autónoma de Chapingo, cuyo autor es Román Domínguez Rivero, Tomos 1-3.

#### **2.4.3.8 Evaluación de tratamientos silviculturales**

Durante el caminamiento se observaron las prácticas silviculturales aplicadas, tales como raleos podas y limpieas; cabe destacar que las podas y limpieas fueron las actividades más observadas, debido a las edades de las plantaciones, ya que en la mayoría de los casos aún no eran necesarios los raleos.

Con respecto a las podas, también se registro información para que fueran realizadas correctamente (a ras del fuste), sin provocar daño alguno y si aplicaban o no cicatrizante.

Las limpiezas se evaluaron en todas las fases de las plantaciones, pero en las primeras fases (Establecimiento y Mantenimiento 1) se consideraba que estas eran buenas cuando no existía competencia con las plantas de Teca. En las fases de mayor edad se tomaba en cuenta la eliminación adecuada de los rebrotes o hijos de la planta. En donde hubo raleos, se evaluó que el material cortado fuera desechado correctamente del lugar.

## 2.5. Resultados y Discusión

### 2.5.1 Ubicación de las reforestaciones evaluadas

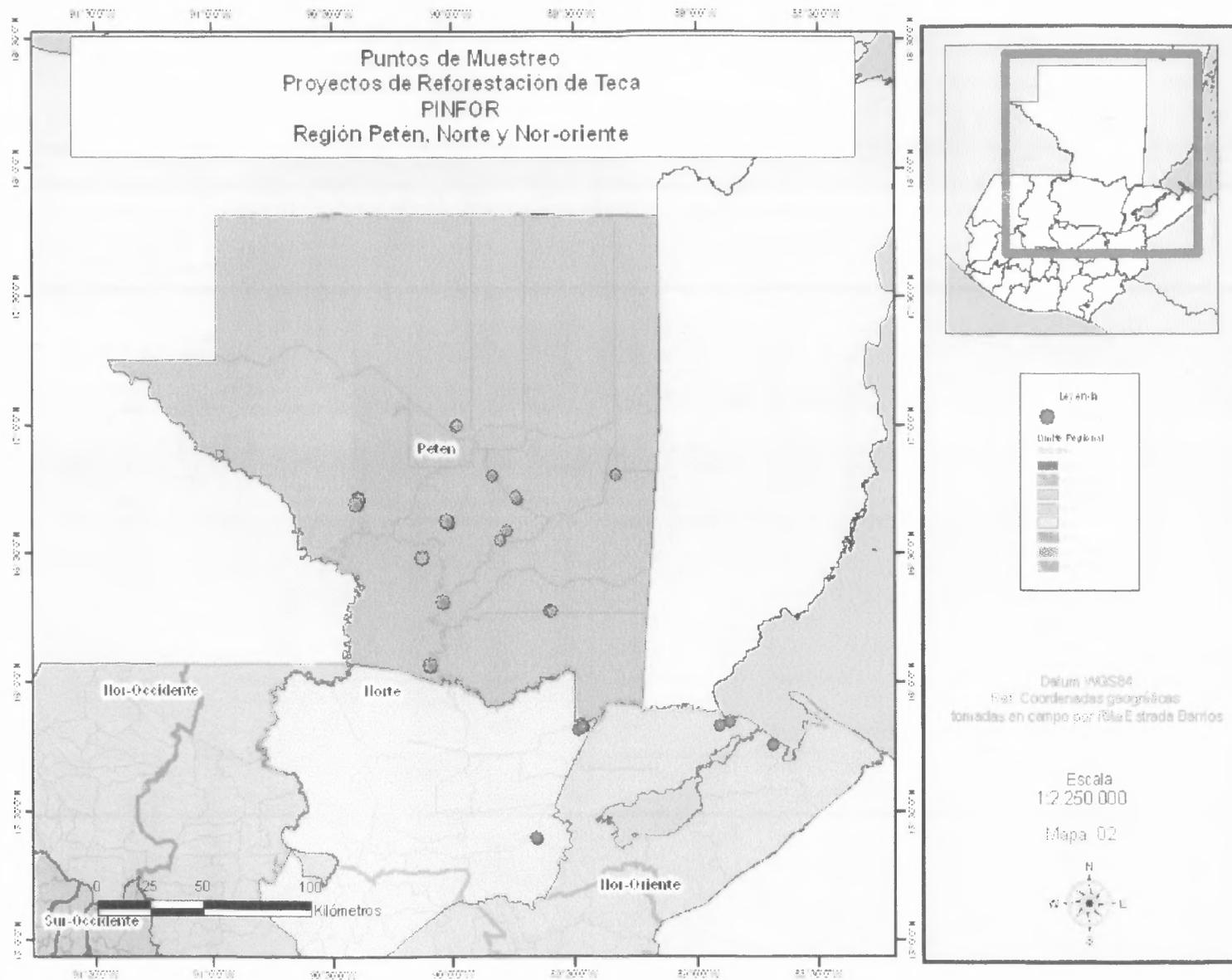


Figura 64 Mapa de ubicación de plantaciones muestreadas en la región Norte y Nororiente de Guatemala

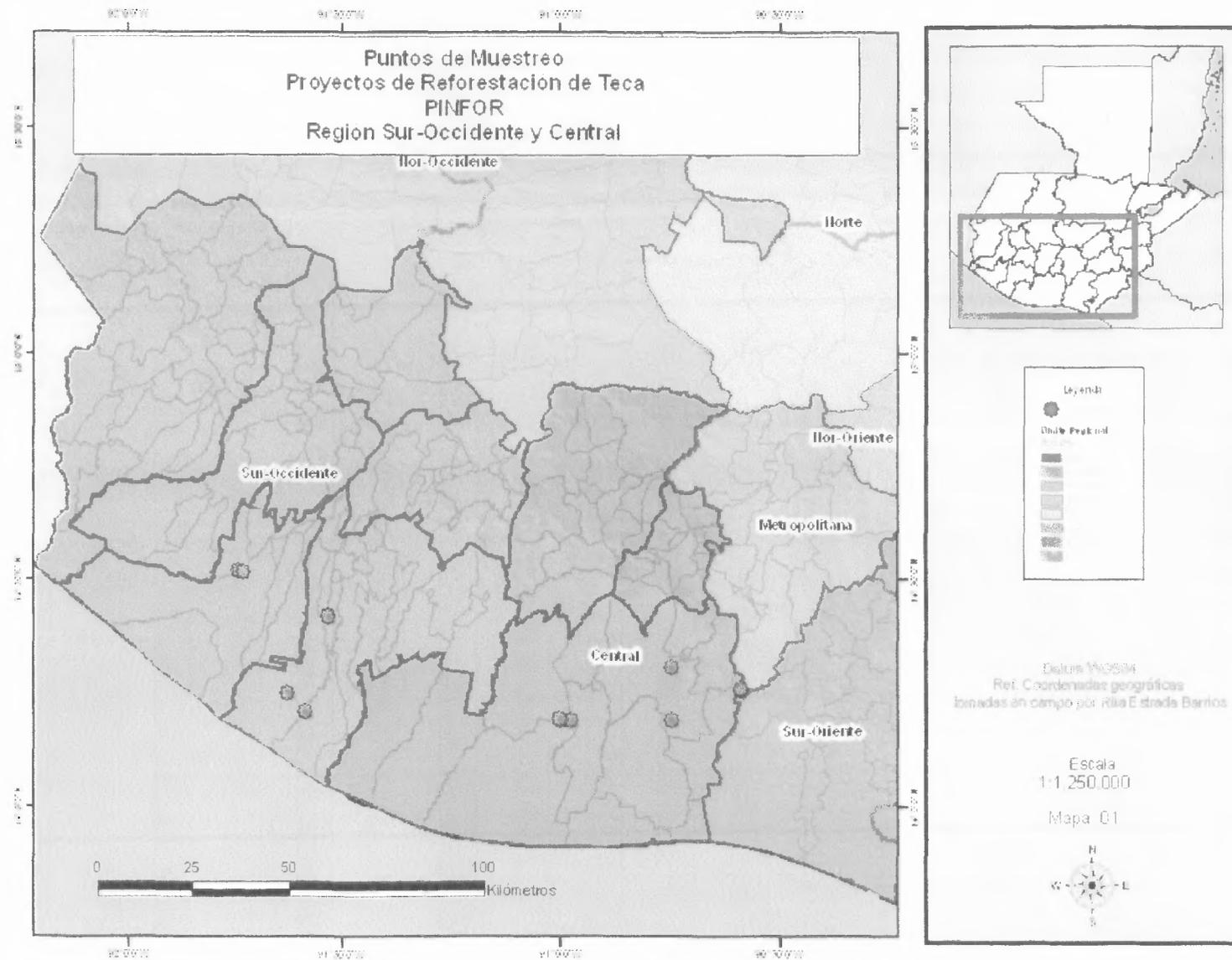


Figura 65 Mapa de ubicación de las plantaciones evaluadas en la región Suroccidental y central de Guatemala

La mayoría de los patógenos de la teca han sido identificados en la India y en el lejano Oriente, sólo unos cuantos registrados en plantaciones de África, América y en áreas lejos de su región nativa. A pesar de esto, existe muy poca información disponible acerca de sus consecuencias económicas. Una excepción notable es el estudio de 5 años de duración sobre defoliadores en una plantación joven en Kerala, en la India. La larva de *Hyblaea puera* Cram. (Lepidoptera) ocasionó una pérdida del 44% en el aumento volumétrico. El uso de insecticidas para controlar erupciones de plagas en plantaciones, aunque efectivo en algunas ocasiones, fue abandonado por el daño que causa a los insectos beneficiosos, parásitos y otra fauna.

**Cuadro13** Agentes dañinos reportados en teca. (6, 27, 59)

Agente	Daño	Referencia	Región
1. <i>Aularches militaris</i>	Defoliación	59	Nueva Guinea
2. <i>Automeryx</i> Sp.	Defoliador	27	Costa Rica
3. <i>Cossus cadambae</i>	Marchitamiento causado por la ingestión de la corteza, tejido calloso	59	India
4. <i>Endocrita gmelina</i>	Daño al collar radical en los árboles jóvenes.	59	Malasia
5. <i>Hapalia machaeralis</i>	Defoliación	59	La India
6. <i>Hyblaea puera</i> .	Defoliación	59,	La India, Costa Rica
7. <i>Neoclytus cassicus</i>	Barrenador de las partes leñosas de las plántulas jóvenes.	6,59	Costa Rica
8. <i>Orthogeomys</i> sp.	Destrucción de plantas jóvenes	6, 27, 59	América Central
9. <i>Oxidia</i> Sp.	Defoliador	27	Costa Rica
10. <i>Phyllophaga</i> sp.	Infestación y destrucción de las raíces en viveros por la larva.	6, 27, 59	Costa Rica América Central
11. <i>Plagiohammus spinipennis</i>	Barrenador de la madera y el meollo de los tallos jóvenes.	6, 27, 59	América Central Costa Rica
12. <i>Rhabdopterus</i> Sp.	Los adultos se alimentan de follaje, produciendo perforaciones de forma elongada y curva.	27	Costa Rica
13. <i>Walterianella</i> Sp.	Los adultos se alimentan del follaje produciendo pequeñas raspaduras de la cutícula superior y del parénquima.	27	Costa Rica
14. Hormigas para sol	Defoliación localizada	59	Trinidad Nicaragua
15. Termitas	Daño a las plántulas en el vivero.	59	Ghana
16. Ratones	Consumo de las semillas.	59	Bangladesh

## ...Continuación Cuadro 13

17. Lepidóptero	La Larva perfora el tronco entre 3 ó 4 pulgadas. Se desarrolla de huevos depositados en heridas del tallo, causados principalmente por el machete al hacer las podas. La entrada a la galería es tapada con aserrín observándose a cierta distancia, aspecto que facilita su reconocimiento.	27	Honduras
<b>FITOPATÓGENOS</b>	<b>Daño</b>	<b>Referencia</b>	<b>Región</b>
18. <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Daño al tallo	27, 59	Trinidad, Costa Rica
19. <i>Armillaria mellea</i>	Pudrición radical y hasta la muerte del árbol, es frecuente en zonas húmedas.	27	
20. <i>Auricularia polytricha</i>	Parasitismo de heridas	59	La India
21. <i>Botryosphaeria</i> Sp.	Produce cancro múltiple, a lo largo del fuste, la corteza se abre en dichos sitios y se ubican principalmente en los puntos de poda.	27	Costa Rica
22. <i>Cercospora tectonae</i>	Manchas en las hojas.	59	La India, Trinidad, Costa Rica
23. <i>Colletotrichum</i> sp.	Formación de bandas irregulares rojas sobre superficie foliar y muerte foliar	59	El Salvador
24. <i>Corticium salmonicolor</i>	Formación de fisuras profundas en la corteza que matan el floema y el tejido del cámbium	59	La India Indonesia
25. <i>Corynespora</i> sp.	Daño en el follaje en árboles maduros	59	Trinidad
26. <i>Dothiorella</i> Sp.	Produce chancros	27	Costa Rica
27. <i>Fusarium oxysporum</i>	Afecta la raíz y el tallo de plantas en vivero y de árboles jóvenes menores de tres años, el ataque es poco frecuente.	27	Costa Rica
28. <i>Helicobasidium compactum</i>	Pudrición de las raíces. Posteriormente, se presenta un amarillamiento, secado completo de las hojas y defoliación.	27	Costa Rica
29. <i>Nectria nauritiicola</i> ,	Cancro en la base del fuste donde se observa un área ovalada de la corteza de color oscuro, la corteza podrida se puede desprender manualmente y observar los tejidos del xilema expuestos.	59	La India África
30. <i>Olivea tectonae</i>	Defoliación de las plántulas en viveros; entresacado y poda o aplicación de fungicidas foliares con sulfuro como base	6, 27, 59	La India América Central
31. <i>Phomopsis variolorum</i>	Daño en el área fotosintética y caída prematura de las hojas	6, 27, 59	La India, Costa Rica
32. <i>Pseudoepicoccum tectonae</i>	Coalescencia de manchas y defoliación prematura	27, 59	Kerala, La India, Costa Rica
33. <i>Pseudomonas</i> sp.	Pudrición de collar en las plántulas y marchitamiento en las plantaciones.	27, 54	Kerala, La India Costa Rica
34. <i>Stemphyllum</i> Sp.	Hongo que causa la marchites de los brotes terminales y avanza hacia abajo.	27	Nigeria

En Centro América principalmente en Costa Rica, se tiene un amplio registro de problemas relacionados con insectos y patógenos se han reportado entre otros, 34 problemas fitosanitarios entre fitopatógenos, insectos fitófagos y vertebrados en plantaciones de teca. De estos en Guatemala se han encontrado 18 agentes dañinos entre hongos, bacterias, insectos fitófagos y vertebrados en las plantaciones, los cuales se detallan a continuación.

## 2.5.2 Principales plagas reportadas en reforestaciones de teca en Guatemala

**Cuadro 14** Principales fitopatógenos de teca determinados en Guatemala

	Nombre Común	Ubicación Taxonómica	
		Genero	Especie
1	Corona de agallas o tumor del cuello	<i>Agrobacterium</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
2	Cancro del fuste	<i>Botryodiplodia</i>	<i>Botryodiplodia</i> sp.
3	Cancro alargado del fuste de teca	<i>Dothiorella</i>	<i>Dothiorella</i> sp.
4	Roya de la teca	<i>Olivea</i>	<i>Olivea tectonae</i> (Rac) Thirum.
5	Quema de los brotes	<i>Phomopsis</i>	<i>Phomopsis</i> sp
6	Mancha del tiro al Blanco	<i>Pseudoepicoccum</i>	<i>Pseudoepicoccum tectonae</i>

**Cuadro 15** Principales plagas determinadas de insectos fitófagos en teca para Guatemala

	Nombre Común	Ubicación Taxonómica		
		Orden	Familia	Nombre Científico
1	Gallina ciega	Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga</i> spp
2	Zompopo defoliador	Hymenoptera	Formicidae	<i>Acromyrmex</i> sp.
3	Saltamontes	Orthoptera	Acrididae	<i>Schistocerca</i> sp. <i>Taeniopoda</i> sp.
4	Esperanza	Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Neoconocephalus</i> sp
5	Barrenador de la teca	Coleoptera	Cerambycidae	<i>Plagiohammus</i> sp.
6	Termita o comejen	Isoptera	Termitidae	<i>Nasusitermes</i> spp.
7	Tortuguilla	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Rhabdopterus</i> sp.
8	Tortuguilla	Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Walterianella</i> sp.
9	Gusano defoliador o esqueletizador de la teca	Lepidoptera	Hyblaeidae	<i>Hyblaea puera</i> .
10	Gorgojo barrenador	Coleoptera	Scolytidae	<i>Xyleborus</i> spp.

**Cuadro 16** Principales plagas vertebradas de teca en Guatemala

	Nombre Común	Ubicación Taxonómica		
		Orden	Genero	Especie
1	Taltuza	Rodentia	<i>Orthogeomys</i>	<i>Orthogeomys</i> sp.
2	Rata	Rodentia	<i>Sigmodon</i>	<i>Sigmodon hispidus</i> *

\* Posible especie

**Nota:** Todas las determinaciones de las especies, fueron realizadas utilizando las claves taxonómicas de Chapingo y comparando libros de varias personas y existe la posibilidad de que, en algunos casos no se tenga la certeza de esa especie en particular.

### 2.5.3 Descripción del estado sanitario de las plantaciones de teca a nivel nacional

Actualmente la actividad forestal en Guatemala ha ido en aumento utilizando especies nativas y exóticas, especialmente en monocultivos por lo que la presencia de plagas y enfermedades forestales es inevitable, estas pueden ser de tipo natural, algunas más conocidas que otras. Es normal que se hayan presentado casos que antes no se habían manifestado.

En Guatemala conforme se han establecido las plantaciones así también han ido incrementándose los problemas fitosanitarios, es por eso que se necesita tener conocimiento de ellos, ya que la inexperiencia de las plagas y su manejo es uno de los principales problemas que existen en cuanto a la propagación del mismo.

Las actividades preventivas deben ser la prioridad antes de establecer cualquier plantación, estas actividades van desde seleccionar bien el sitio y la especie adecuada a este, hasta las practicas silviculturales aplicadas adecuadamente y el monitoreo constante para detectar tempranamente cualquier anomalía que se presente. La mejor forma de prevenir es empezar a combatir los problemas fitosanitarios mucho antes de que estos se presenten.

Mantener las plantas sanas las hace menos susceptibles al ataque de cualquier agente patógeno, eliminando las malas hierbas del suelo disminuye la competencia por nutrientes. Las plantaciones establecidas con teca en Guatemala, presentan problemas fitosanitarios. De los 51 proyectos evaluados se encontraron 14 agentes dañinos, los cuales en su mayoría no se manejaban correctamente por falta de conocimiento.

A continuación se mencionaran en orden de importancia las plagas fitopatógenas que se encontraron: de los árboles evaluados el 58.3% presentó daño por fitopatógenos, siendo *Olivea tectonae* (Roya) la más común dentro de las plantaciones con el 49% de incidencia a nivel nacional, seguido de las plagas insectiles con un 21%, encontrándose a *Rhabdopterus sp.* como el insecto que mayor daño ocasiona 8.1%.

El tercer lugar con un 19% corresponde al ocasionado por otros daños, entre los cuales las lianas son las que mas afectan a las plantas en su forma y desarrollo.

El daño por animales roedores corresponde al cuarto lugar con un 0.1% de los datos tomados con la boleta de campo.

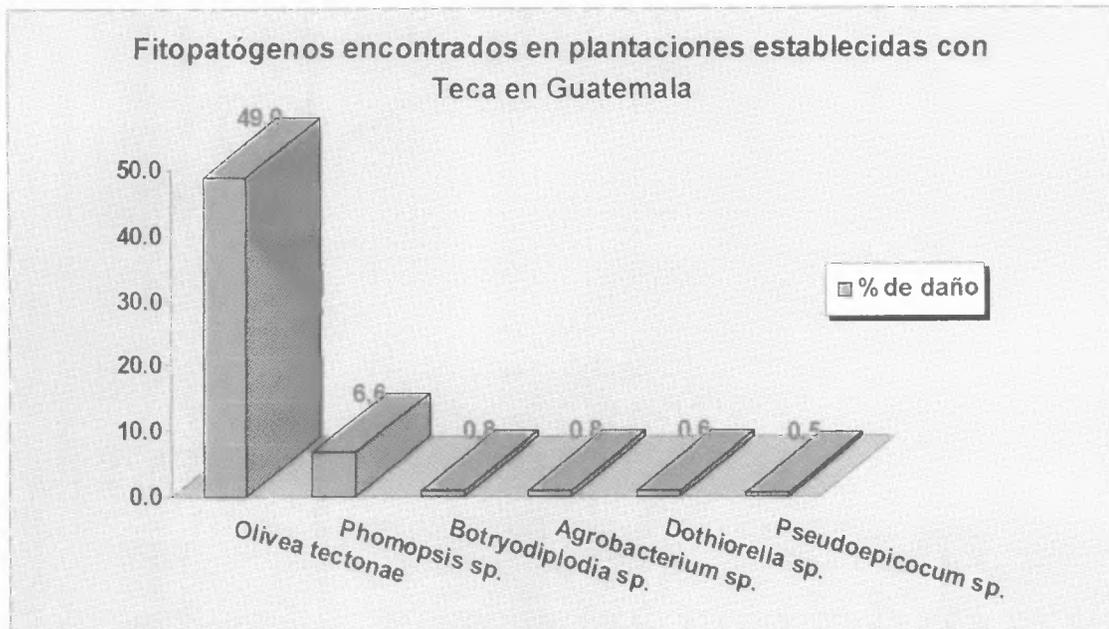


Figura 66 Porcentaje de árboles afectados por fitopatógenos en Guatemala.

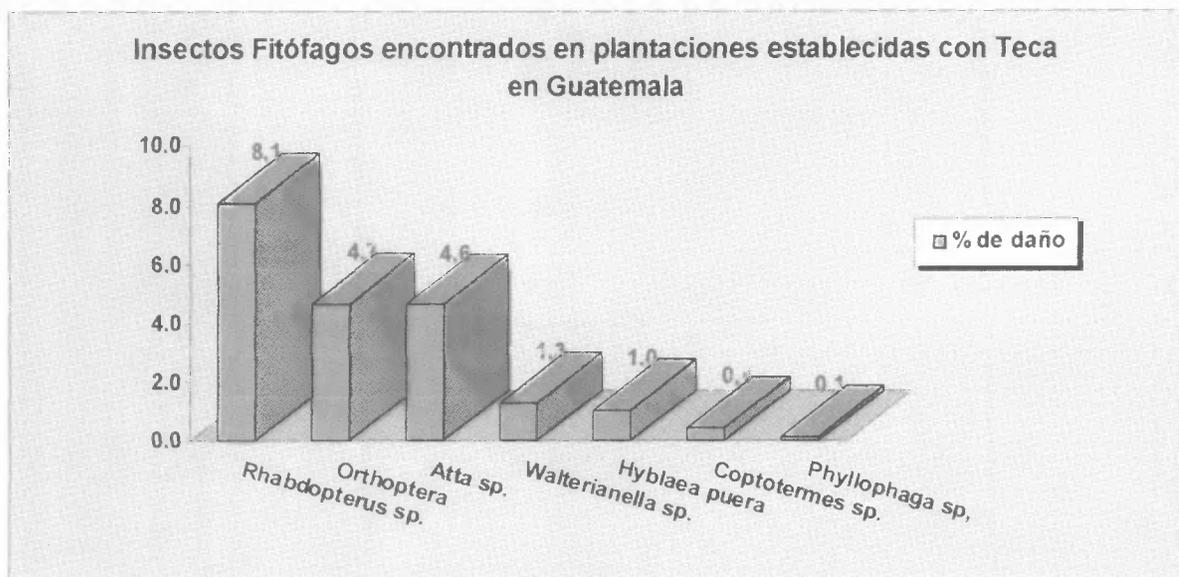


Figura 67 Porcentaje de árboles afectados por insectos fitófagos en Guatemala.

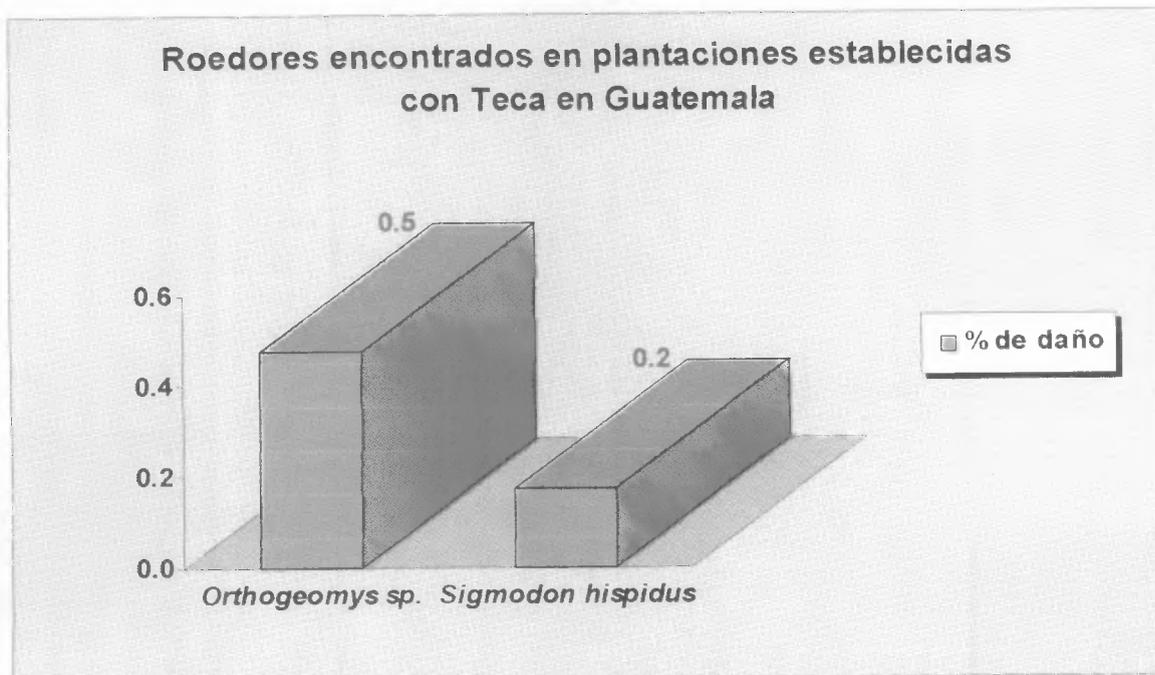


Figura 68 Porcentaje de árboles afectados por roedores en Guatemala.

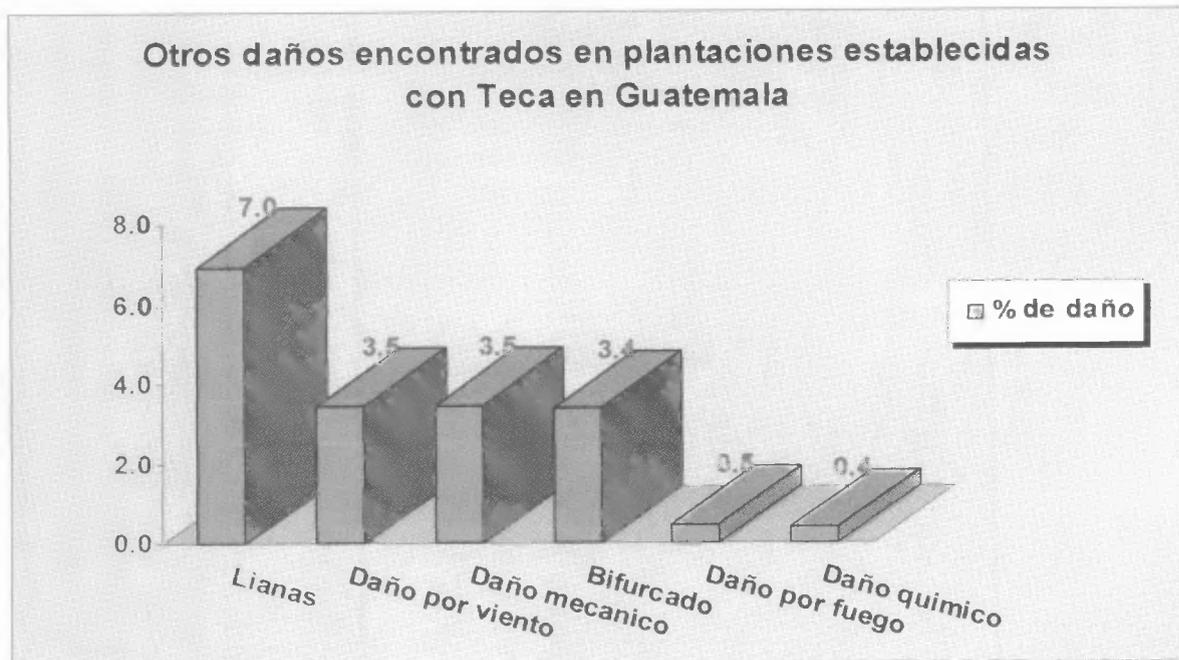


Figura 69 Porcentaje de árboles afectados por otros daños en Guatemala

#### **2.5.4 Descripción de fitopatógenos encontrados en plantaciones de teca del – PINFOR -, en Guatemala**

La mayoría de plantaciones que se han establecido con teca en el país tienen problemas fitosanitarios, algunos de ellos provocan daño parcial y otros total sin poder recuperar las plantas, esto lo convierte en un problema de importancia económica. Las enfermedades necesitan tres condiciones para desarrollarse las cuales son: el patógeno, una especie susceptible y las condiciones ambientales adecuadas. Algunos de los organismos que causan enfermedades vienen de material contaminado que cae en la tierra y otros son acarreados por insectos. Estos problemas pueden ser evitados manteniendo el área limpia.

Muchos de los problemas que se tienen en las plantaciones se deben a que la teca es una especie exótica, esto causa la alteración del hábitat que, a su vez, presentan efectos en aún más especies y alteración del ecosistema.

#### **2.5.5 Descripción de los daños producidos por insectos fitófagos encontrados en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala**

Los insectos fitófagos o insectos que se alimentan de plantas pueden causar daños a los árboles de teca, uno de ellos es en las hojas mediante la defoliación o la extracción de su savia, el daño por estos individuos puede retardar el crecimiento de las plantas. Otro de los daños es ocasionado en el fuste y ramas al ser perforadas o barrenadas, interfiriendo con el flujo de savia y debilitando la estructura del árbol hasta causar la muerte. En el mejor de los casos si el árbol dañado por barrenadores tuviera diámetro comerciable, puede ser aprovechado una buena parte de el, si no, se considera como perdida, ya que es una planta muerta.

Los insectos también pueden propagar algunas enfermedades vegetales, sin embargo, los problemas de insectos son considerados como secundarios a otros causados por un desorden de estrés o por patógenos.

Cualquier práctica que se utilice para reducir el problema a niveles económicos aceptables, debe ser producto de la investigación. Ello debido a que es necesario estudiar la especie - plaga dentro del contexto ecológico del cultivo. La información que se obtiene nos proporcionará pistas que nos ayuden a desarrollar un programa más apropiado.

El daño por el insecto *Rhabdopterus* sp., representa el 8.1% de daño ocasionado en las plantaciones de teca, siendo éste el de mayor importancia, seguido del Crisomélido se encuentran los grillos o saltamontes con un 4.7% y los zompopos con un 4.6% siendo estos tres insectos los que mas afectan a las plantaciones de teca.

**Cuadro 17** Porcentaje de infestación relativo por la presencia de insectos en las plantaciones de teca en Guatemala.

Orden Familia	DEFOLIADORES	BARRENADORES DE MADERA	RIZÓFAGOS	INSECTOS NO CONSIDERAD OS PLAGA	% de INFESTACION relativo
<b>Coleoptera (52)</b>					
Cerambycidae		1			1
Chrysomelidae	49				25
Scarabaeidae			1		1
Curculionidae		1			1
Coccinellidae				3	2
<b>Homoptera (10)</b>					
Cicadellidae				9	5
Membracidae				1	1
<b>Hemiptera (1)</b>					
Coreidae				2	1
<b>Hymenoptera (1)</b>					
Formicidae	37				19
<b>Isoptera (1)</b>					
Kalotermitidae		5			3
<b>Lepidoptera (1)</b>					
Hyblaeidae	7				4
<b>Orthoptera (2)</b>					
Acrididae	20				10
Tettigoniidae	11				6

\*Numero de veces que se encontró la plaga en las 51 reforestaciones

### **2.5.6 Descripción de roedores encontrados en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala.**

La destrucción y reemplazo de los bosques por monocultivos agrícolas y/o forestales ha ocasionado que diversas especies de roedores nativos se adapten a las nuevas condiciones de mayor cantidad y calidad de alimento, refugio y ausencia de depredadores, lo cual permite que los roedores incrementen sus poblaciones y alcancen la categoría de plaga.

### **2.5.7 Descripción de otros daños encontrados en plantaciones de teca establecidas dentro del -PINFOR-, en Guatemala.**

#### **2.5.7.1 Daño por viento**

El viento es un factor climático, que puede, en muchos casos, llegar a ser limitante para determinadas producciones. Cuando el viento actúa sobre un árbol joven de diámetro menor, se desarrollan fuerzas sobre el fuste y el follaje que puede llegar a doblarlos hasta derribarlos por completo, esto depende del grosor que tenga el árbol para poder soportar ese movimiento. La teca es una especie que en los primeros años se incrementa en altura más rápido que en diámetro, esto hace que en los lugares donde sopla mucho viento puedan ser severamente afectados los árboles de diámetro menor. En las Figuras 70 y 71 se muestran los diferentes daños por viento que hacen que el fuste se arquee o se raje por completo.



Figura 70 Plantas jóvenes de teca en crecimiento, tallo arqueado por la acción del viento



Figura 71 Rajadura del fuste por la acción del viento en plantas de teca.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

### 2.5.7.2 Daño mecánico

Las prácticas silviculturales mal realizadas, ocasionan daños en la planta ya sea porque la poda no se realizó bien y se dejó una herida o una ramita mal cortada, que se rasgó la corteza, o que al limpiar con herramientas no se tuvo el cuidado de no lastimar al árbol o porque al meter maquinaria dentro de la plantación para limpiar el terreno, se pasaron topando con algunos árboles, incluso hay plantaciones en las cuales introducen ganado, provocando que se topen o que se apoyen de las plantas, todos estos golpes causan daño a la planta, algunos pueden ser heridas grandes y abiertas en donde es muy probable que entre un patógeno a hacerle mas daño, (Figura 73).

### 2.5.7.3 Lianas o enredaderas

Otro de los daños es provocado por las lianas o enredaderas, que se suben a la planta y la empiezan a ahorcar, impidiendo su desarrollo normal, la planta sufre más cuando es de diámetro menor por que es más fácil que se deforme.



**Figura 72** Planta arqueada y cubierta en su totalidad por acción de las lianas o enredaderas



**Figura 73** Rama de un árbol de teca con poda manual mal realizada



**Figura 74** Daño mecánico provocado por machete al fuste como una mala practica en la eliminación de lianas.

#### 2.5.7.4 Malezas

Se reconocen porque son todas aquellas especies no deseables que crecen fuera de lugar. Las malezas son perjudiciales para las plantas pues compiten con ellas por agua, luz y nutrientes, las malezas o malas hierbas, recién establecida la plantación son una amenaza ya que pueden matar a la planta por la supresión y al causar condiciones húmedas durante la época lluviosa, además de ser hospederos de plagas.

Por ello se debe aumentar la vigorosidad y resistencia individual de los árboles usando semillas de calidad, fertilización, poda y uso de especies adaptadas al sitio. Aplicar medidas higiénicas como chapeas y eliminación de residuos, ya sea de manera manual, mecánica o en último caso químico, le brindan protección al sitio evitando la compactación, erosión y empobrecimiento de los suelos.

Se debe realizar un manejo de malezas en la plantación para no perjudicar la diversidad de insectos que se alimentan de ella, ya que las malezas pueden ser fuente de néctar para ciertos insectos que se alimentan de las plagas, en otros casos, las malezas sirven de trampas para los insectos perjudiciales, para que ellos ataquen esas plantas y no las que se deseen proteger.



**Figura 75** Efecto de las malezas sobre el crecimiento de plantas jóvenes, teca con fuste arqueado.

El efecto benéfico o perjudicial de las malezas debe ser valorado en situaciones específicas y a partir de observaciones de campo, para poder manejarlas o utilizarlas.

Además de las recomendaciones anteriores, hay que tener en cuenta que los tratamientos silviculturales deben buscar el aumento de la resistencia de los individuos, de la plantación forestal en su conjunto y de la protección del sitio, por eso también se mencionan las siguientes recomendaciones:

- Aumentar la vigorosidad y resistencia individual de los árboles usando semillas de calidad, plantas seleccionadas, fertilización, poda y uso de especies adaptadas al sitio.
- Aumentar la resistencia de la plantación seleccionando y diversificando especies de acuerdo a las características y calidad del sitio, diversificar edades, manejar densidades, aplicar medidas higiénicas como chapeas y eliminación de residuos. Protección del sitio evitando la compactación, erosión y empobrecimiento de los suelos.

Cabe aclarar que estas medidas no son estrictamente sanitarias, sino que forman parte de las labores que deben realizarse dentro del manejo de los proyectos de reforestación para que estos se desarrollen de forma óptima.



**Figura 76** Interferencia de las malezas sobre el crecimiento de la plantación joven de teca



**Figura 77** Las malezas dominan el estrato arbóreo de las plantaciones de teca interfiriendo en el adecuado crecimiento.

### **2.5.8 Descripción de la propuesta de manejo integrado de plagas de teca en Guatemala**

Normalmente, no se realiza un diagnóstico de problemas fitosanitarios en plantación previo al manejo o control de plagas, razón por la cual existen deficiencias en la respuesta a los tratamientos o tácticas aplicadas.

La propuesta de manejo integrado de plagas forestales (MIPF) tiene como base el diagnóstico y priorización de problemas fitosanitarios. El propósito de realizar un diagnóstico previo es buscar una respuesta acertada sobre los problemas fitosanitarios que se presentan en su plantación. Con base en un diagnóstico preciso y el uso de la información obtenida, es posible seleccionar o incluso combinar las estrategias y tácticas más apropiadas para realizar un adecuado Manejo Integrado Plagas forestales.

El proyecto de Protección Forestal (PROFOR) del Instituto Nacional de Bosques (INAB) conjunto con la Facultad de Agronomía se interesaron en realizar la propuesta de Manejo integrado de plagas de *Tectona grandis* L. f (teca) con base en el diagnóstico en las reforestaciones financiadas por el programa de Incentivos Forestales (PINFOR), las 51 reforestaciones de teca, evaluadas estaban ubicadas en 6 Departamentos de Guatemala. Dichas plantaciones estaban comprendidas en edades que van de los 0 a 6 años. El 97.3% de estas reforestaciones presentaron algún tipo de daño, ya sea que fuese de tipo fitopatológico o daño por insectos fitófagos, así como también por roedores y otros daños por falta de limpieza.

Un control efectivo de los insectos depende de la combinación de prácticas culturales. Un buen control de malezas elimina la fuente de alimentación para algunos insectos, los cuales tienen como hospederos a las malezas y a falta de estas se trasladan a los árboles de teca.

Ataques severos de lianas o plantas parásitas se reportaron en muchas de las plantaciones evaluadas. En Costa Rica también se reportan ataques de lianas.

Las lianas o los muérdagos como se le conocen también, dañan al hospedero al reducir las tasas de fotosíntesis y crecimiento, al inducir la formación de agallas, y al predisponerlo al ataque de insectos y enfermedades.

El control de lianas consiste en la poda de las ramas afectadas durante el periodo de la defoliación natural (afoliar), el aislamiento de las plantaciones nuevas de aquellas infectadas, o la remoción de fuentes de muérdago de las zonas boscosas adyacentes (55).

A continuación se presenta como una fase inicial el diseño del plan de manejo integrado de plagas en plantaciones forestales para las principales plagas encontradas en reforestaciones de Teca con su respectiva táctica de control.

**Cuadro 18** Diseño del plan MIP en plantaciones de teca

Plaga	Daño o síntoma	Etapa Fenológica	Muestreo de la plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la practica	Imágenes

Fuente: Alvaro Hernández, 2005.

Cuadro 19 Descripción de algunas tácticas de control de los principales Insectos fitófagos encontrados en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) en Guatemala

INSECTOS FITÓFAGOS	Plaga	Daño	Etapa Fenológica	Muestreo de la plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la practica	Imágenes
	INSECTOS FITÓFAGOS	<b>Gallina ciega</b> <i>Phyllophaga</i> spp. (Col.:Scarabaeidae)	<i>Rizófago</i> : Se alimenta del sistema radicular	Joven	La gallina ciega es plaga en terrenos que anteriormente fueron utilizados para pastos. Para el muestreo se debe recorrer el área, seleccionando sitios distantes, preferiblemente en trazos paralelos, si fuese mayor de 7 has. y en trazos diagonales si fuese menor de 7 has. usando una separación de 25 m. entre sitio, escarbando la tierra en un cuadro de 0.2 m. * 0.2 m., a una profundidad de 0.15 m. (2-5)	Preventiva	Cultural	El laboreo del suelo varias veces antes de la siembra puede reducir significativamente las poblaciones.
Biológica							Uso de insecticidas biológicos como <i>Metharhizium anisopliae</i> , <i>Beauveria bassiana</i> o <i>Steinernema carpocapseae</i> .	
Química							Aplicación de insecticidas como Diazinon granulado mezclado con el suelo para el control de larvas. (5-1)	
Supresiva							Etológica	Uso de trampas para capturar adultos y/o colecta y destrucción manual.
		Biológica	Uso de insecticidas biológicos como <i>Metharhizium anisopliae</i> , <i>Beauveria bassiana</i> o <i>Steinernema carpocapseae</i> . (5-1)					
<b>Zompopos</b> <i>Atta</i> spp. (Hym.: Formicidae)		<i>Defoliador</i> : Se alimenta del follaje	Plántula y Joven	Se recomienda recorrer el área de la plantación, observando y evaluando si existen o no troneras o nidos de zompopos.	Preventiva	Mecánica	Eliminar las zompoperas (nidos de zompopos) previo a la siembra. Limpiar las malas hierbas en área basal del árbol, así como la eliminación de las ramas bajas, lo cual contribuye a mantener alejados a los zompopos. (5)	
						Supresiva	Botánica	

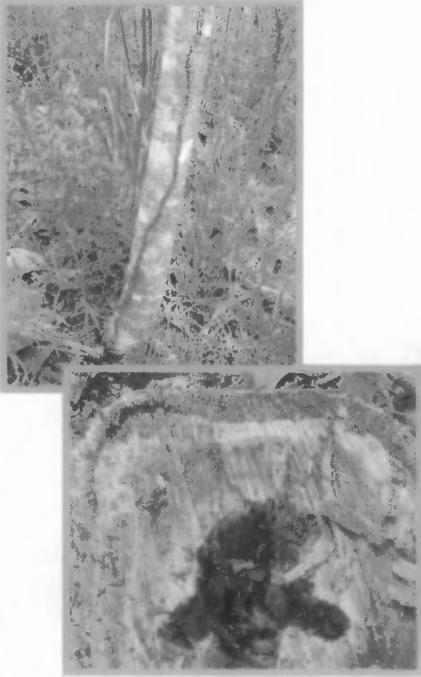
\*Orden: Coleoptera (Col.), Hymenoptera (Hym.),

Cuadro 19. Continuación

INSECTOS FITÓFAGOS	Plaga	Daño	Etapa Fenológica	Muestreo de la plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la práctica	Imágenes
	Saltamontes, Grillos <i>Gryllus</i> spp. (Ortho.: Gryllidae)	Defoliador. Se alimenta del follaje	Joven	Es recomendable recorrer el área de la reforestación, tomando al azar un área de 2 metros <sup>2</sup> , aprox., para tomar las muestras. Caminando por 5 minutos dentro del área seleccionada, se capturaran con ayuda de una red entomológica, esto para observar la presencia de grillos, saltamontes o chapulines. Debe ser cuidadoso y observar entre la plantación si existen hojas defoliadas por estos insectos.	Preventiva	Cultural	Antes de la siembra se debe remover el suelo del terreno en donde las hembras depositan sus huevecillos y así, exponerlos a condiciones climáticas adversas y al ataque de sus enemigos naturales, se puede realizar mediante el arado. No utilizar herbicidas para eliminar las malezas totalmente dejando desprovisto de vegetación, ya que se deja sin alimento a estos insectos. (6)	
Biológica						Se han obtenido buenos resultados con el hongo <i>Metharhizium anisopliae</i> var. <i>acidum</i> , en concentraciones de 1.2 x 10 <sup>12</sup> conidias por hectárea con efectividad hasta del 100% a los 7 días después de la aplicación en aplicaciones Ultra Bajo Volumen (aplicación de muy poca cantidad de líquido por unidad de superficie tratada.), utilizando como vehículo de las esporas del hongo el aceite de soya o citrolina. (6) Por otra parte, el insecticida natural del árbol del NIM, <i>Azadirachta indica</i> puede ser utilizado para el control de ninfas y adultos del chapulín, para lo cual se deberá emplear el aceite extraído de las semillas de este árbol, en dosis de 1.0 litros de aceite más 1.0 litros de citronela por hectárea, con efectividad hasta del 100% a los 7 días de aplicación, en aplicaciones de muy poca cantidad de líquido por unidad de superficie tratada. (6) Los chapulines presentan un alto índice de canibalismo, los sanos devoran a los enfermos y se infectan ellos mismos; además, cuando las hembras infectadas ovipositan pasan la enfermedad a la siguiente generación.		
Etológica						Para el caso de adultos y larvas se pueden eliminar mediante la colocación de cebos envenenados (salvado de trigo).		
Química						Generalmente se puede manejar con aplicaciones de insecticidas, con aspersion directa. (6) Efectuar espolvoreos al suelo de Folidol al 2% y Volatón al 2.5%, donde puedan refugiarse estos ortópteros, se recomienda una dosis de 43 lb/ha. (2)		

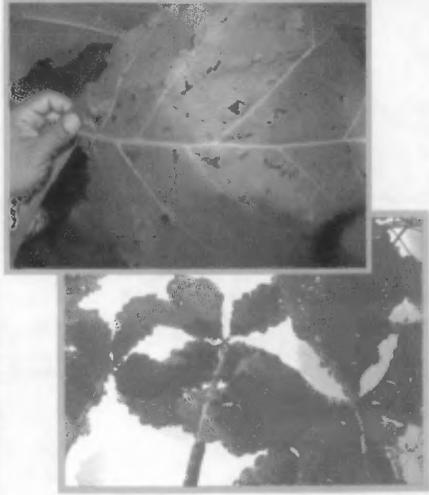
\* Orden: Orthoptera. (Ortho)

Cuadro 19. Continuación

INSECTOS FITÓFAGOS	Plaga	Daño	Etapa Fenológica	Muestreo de la plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la práctica	Imágenes
	<b>Termitas, comejenes</b> (Iso.: <i>Coptotermes</i> )	<i>Barrenador.</i> barrena madera húmeda y seca	Joven	Es recomendable recorrer el área antes de establecer la plantación y durante el desarrollo de la misma, observando si existen o no termiteros (nidos de termitas).	Preventiva	Física	<p>Antes de establecer la plantación se deben eliminar o quemar troncos de árboles muertos o árboles decrepitos trozas abandonadas que pudieran ser hospederos de termitas. Quemar todos los termiteros (nidos de termitas) cercanos para matar a la colonia. Un método tradicional para las termitas ha sido el de romper el nido y quitar a la reina. El inundar el nido ahoga las termitas.</p>	
Cultural						<p>Las hormigas son los enemigos más grandes de las termitas. Se deben colocar cebos a base de proteínas, para atraer a las hormigas y así puedan ellas establecer sus nidos cerca de las plantas de Teca, estas reducen el daño de la termita.</p>		
Botánica						<p>El tabaco y los chiles secados se han utilizado como un método de control para termitas en el campo y lugares de almacenaje.</p>		
Supresiva						<p>Existen algunos microorganismos de laboratorio que se han probado como agentes biológicos del control de la termita. Como por ejemplo el hongo <i>Metharhizium anisopliae</i> que es el mejor que se ha probado.</p>		
Química	<p>Aunque el uso de químicos no es ambientalmente aceptable, este problema puede manejarse mediante la aplicación de insecticidas como Permethrin y Deltamethrin en formulaciones adecuadas se pueden utilizar como barreras en el suelo alrededor de raíces. Estos insecticidas son eficaces y duraderos pero no son rentables para la mayoría de los pequeños agricultores.</p>							

\* Orden: Isoptera (Iso.)

Cuadro 19. Continuación

INSECTOS FITÓFAGOS	Plaga	Daño	Etapa Fenológica	Muestreo de la plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la práctica	Imágenes
	INSECTOS FITÓFAGOS	<b>Barrenador de la Teca</b> <i>Plagiohammus</i> sp. (Col.: Cerambycidae)	<i>Barrenador:</i> barrena la madera hasta el xilema.	Joven	Se debe recorrer el área evaluando los fustes de los árboles desde la base hasta el ápice, observando si existen agujeros principalmente en el área de poda o de alguna herida producida. Es necesario proponer a 2 o más personas (dependiendo del área plantada) para que cumplan la función de examinar muy bien todos los fustes presentes en la reforestación.	Supresiva	Física	Se deben cortar y quemar todos los árboles afectados.
						Químico	En el caso de barrenadores cuyas galerías sean grandes, fácilmente detectables, accesibles y escasas, se puede inyectar el insecticida directamente en la galería con una jeringa y cubrir la salida del túnel, lo mas indicado es utilizar productos de contacto cuyo líquido produzca vapores, entre estos se recomienda BHC (Lindano), Clorpirifos, Diclorvos, Forato, Malatión, Pirimifos metílico. Aplicar en los agujeros con una jeringa, una muestra de 9 partes de Kerosene y 1 de aguarrás en los casos donde el ataque sea escaso.	
INSECTOS FITÓFAGOS	<b>Mariquita o tortuguilla</b> <i>Rhabdopterus</i> sp. (Col.: Chrysomelidae)	<i>Defoliador:</i> Se alimenta del follaje	Joven	Realizar un caminamiento en el área donde esta ubicada la plantación, a lo largo de ella seleccionar al azar algunas áreas para observar y evaluar si existen o no hospederos de <i>Rhabdopterus</i> sp. Esto será mucho más fácil si el área se encuentra limpia o descubierta de vegetación.	Preventiva	Cultural	Detectar hospederos y eliminarlos. Es conveniente realizar un control y manejo de gramíneas, ya que las raíces de estas son hospederos de las larvas de <i>Rhabdopterus</i> sp., es posible que las heliconias sean otro de los hospederos de los adultos de estos insectos, es por eso que recomienda eliminarlos para reducir las poblaciones.	
					Supresiva	Químico	Ambientalmente no se recomienda el uso de productos químicos, pero en caso fuera necesario y viable económicamente se pueden aplicar productos de contacto como Diazinón, Fenitrotión, Fenvalerato, Monocrotofos, Permetrina. Se recomienda aplicar 1kg IA/ha de Carbofurán al suelo antes de la siembra.	

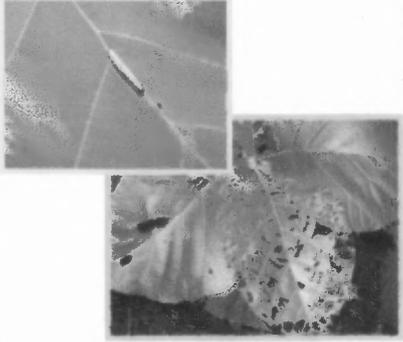
\* Orden: Coleoptera (Col.)

Cuadro 19. Continuación

INSECTOS FITÓFAGOS	Plaga	Daño	Etapa Fenológica	Muestreo de la plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la práctica	Imágenes
	<b>Barrenador de la Teca</b> <i>Xyleborus sp.</i> (Col.: Scolytidae)	Barrenador de madera húmeda	Joven	<p>Se debe recorrer el área evaluando los fustes de los árboles desde la base hasta el ápice, observando si existen agujeros principalmente en el área de poda o de alguna herida producida, algunas veces se observan salidas de aserrín en el fuste y en la base del árbol. Es necesario proponer a 2 o más personas (dependiendo del área plantada) para que cumplan la función de examinar muy bien todos los fustes presentes en la reforestación, por lo menos una vez al mes.</p>	Preventiva	Cultural	Si la planta de los viveros se encuentra muy plagada de estos barrenadores lo más aconsejable es proceder a su incineración, para prevenir que la plaga se extienda a otros lugares limpios de este importante insecto. (69)	
Química						Para los aprovechamientos se recomienda no dejar la los fustes o trocería almacenada en campo por periodos largos de tiempo; la misma puede ser hospedero de estos insectos que posteriormente pueden ser problema en árboles en pie. Se recomienda proteger con un insecticida de contacto de persistencia moderada mezclado con un adherente, la aplicación debe hacerse antes de que los insectos ataquen.		
Cultural						Se deben cortar o eliminar árboles o trocerías infestadas ya que emergen adultos que pueden atacar árboles aparentemente sanos. Descortezar y quemar todo el material afectado junto con los estadios encontrados.		
Supresiva					Química	Aplicar sobre los árboles afectados insecticida sistémico, a continuación algunos efectivos: Volaton 50 EC (Foxim) dosis: 12cc +1/2 Oz. Cal hidratada/bomba 16lt. Lorsban 48 EC (Cloripifos) dosis: 50 cc/bomba de 16lt. Cualquiera de estos insecticidas con aceite mineral., para eliminar todo insecto que se encuentre evitando su reproducción.		
					Química	Para proteger árboles en pie se recomienda aplicar insecticidas disueltos en aceite mineral. Dicha aplicación se debe hacer al fuste, hasta llegar a las primeras ramas. En trocería recién cortada que se quiere proteger del ataque de insectos, se sugiere, aplicar insecticidas disueltos en agua. Este tratamiento debe realizarse a tiempo para evitar la entrada de insectos que transportan el hongo manchadores de la madera.		

\*Orden: Coleoptera (Col.);

Cuadro 19. Continuación

INSECTOS FITÓFAGOS	Plaga	Daño	Etapa Fenológica	Muestreo de la plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la práctica	Imágenes
	Gusano defoliador o esqueletizador de la teca <i>Hyblaea</i> sp. (Lep.: Hyblaeidae)	Defoliador: se alimenta del follaje	Joven	Se debe recorrer el área de la plantación, es necesario examinar muy bien las hojas de la Teca ya que las larvas se encuentran en el borde de ellas, muchas veces la hoja esta doblada y ahí adentro se encuentra reposando la larva. Se recomienda revisar 15 plantas por hectárea distribuidas en toda el área.	Supresiva	Cultural	En ataques leves se recomienda, recolectar manualmente las larvas y eliminarlas.	
						Biológico	Se han realizado distintas investigaciones definiendo como control biológico el uso de <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Brachymeria incerta</i> o bien VPN (Virus de Poliedrosis Nuclear). La liberación del enemigo natural <i>Brachymeria incerta</i> (Cress), Hymenoptera: Chalcididae, se ha reportado con buenos resultados. (4)	
						Químico	Para el uso de químicos se recomienda Monocrotofos (Azodrin, Crisodrin, Nuvacrón), aunque esta se deja como la última opción de control.	

\*Orden: Lepidoptera (Lep.).

Cuadro 20. Descripción de algunas tácticas de control de los principales agentes Fitopatógenos encontrados en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (Teca) en Guatemala.

	Plaga	Síntoma	Etapa Fenológica	Muestreo de la Plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la practica	Imágenes
<b>AGENTES FITOPATÓGENOS</b>	Quema de los brotes, <i>Phomopsis</i> sp.	Quema del brote terminal y caída de hojas	Plántula y Joven	<p>Recorrer el área de la reforestación observando los primeros síntomas de la presencia del hongo, estos se presentan en las hojas principalmente en las nervaduras del envés de la hoja, las cuales se ven de color pardo oscuro hasta tornarse café. Si el ataque estuviera avanzado se observarían árboles con el brote principal descubierto de hojas. Si existiera un ataque muy fuerte de este hongo se observarían manchones de árboles infectados con este patógeno, la respuesta del árbol ante esta infección, son los rebrotes.</p>	Preventiva	Cultural	<p>Se deben realizar las podas y raleos a tiempo o plantar con mayor distanciamiento para evitar la propagación del hongo de árbol en árbol y favorecer la aireación. Selección buena de los sitios (evitar la siembra en lugares anegados).</p>	 
					Supresiva	Cultural	<p>Realizar podas de saneamiento y/o podas de formación. Cuando sea práctico, se deben podar y destruir todas las partes marchitas de la planta como vayan apareciendo y quemarlas en un lugar seguro ya que las esporas permanecen activas por 2 años aproximadamente aún estando en ramas secas en el suelo. Al realizar la poda debe tenerse mucho cuidado de no herir las plantas para evitar posibles fuentes de ingreso del patógeno. Se recomienda utilizar cicatrizantes en el área de poda para cubrir la herida, estos pueden ser a base de Caldo o Pasta Bórdales (Ver Cicatrizantes). Se debe desinfectar bien la herramienta que se utilice para la poda para no infectar los árboles sanos. (Ver Desinfección de herramientas) Se deben manejar los hijuelos, si ya están grandes se debe favorecer el que tiene las mejores características y eliminar los otros. (6)</p>	
						Químico	<p>Si es factible económicamente aunque ambientalmente no es recomendable, se pueden utilizar productos químicos tales como Captán y Benomyl, Maxim XL y Vitavax Flo. (6)</p>	

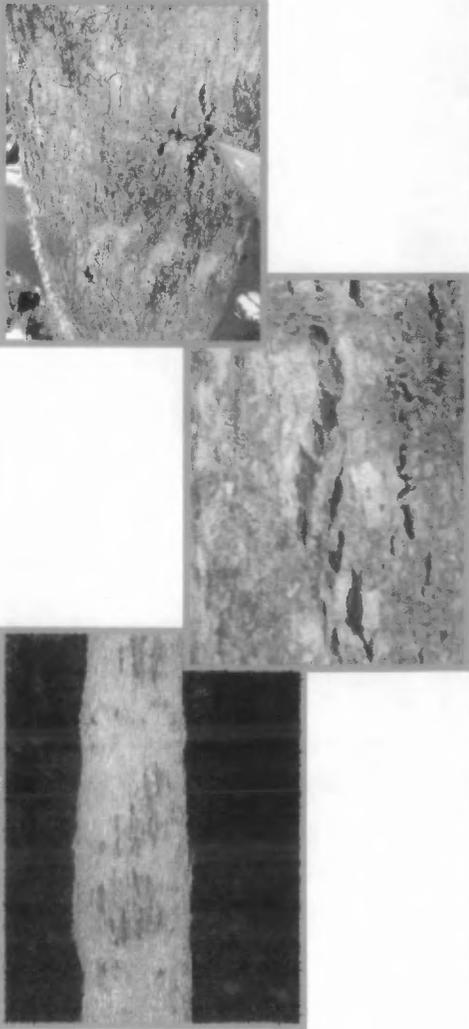
Cuadro 20. Continuación

AGENTES FITOPATÓGENOS	Plaga	Síntoma	Etapa Fenológica	Muestreo de la Plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la practica	Imágenes
	Roya de la Teca, <i>Olivea tectonae</i> (Rac.)Thurum.	Provoca amarillamiento, posteriormente el necrosamiento y la caída prematura de las hojas.	Plántula y Joven	Para el muestreo de este patógeno se realiza un caminamiento por la reforestación y al mismo tiempo se revisan las hojas de los árboles, para detectar si existen esporas de roya sobre las hojas (color naranja) o daños causados por la misma en un estado avanzado se ven como las hojas se ponen necróticas y se produce una defoliación prematura. Se pueden tomar de 25 a 30 hojas al azar por hectárea, de las cuales se podrá determinar el porcentaje de hojas afectadas y la cantidad de larvas depredadoras si estuvieran presentes.	Preventiva	Cultural	Se recomienda plantar en buenos sitios. Realizar adecuadamente las prácticas silviculturales, como podas y raleos con el objetivo de disminuir la densidad en las plantaciones, para que exista mayor circulación de aire y mayor radiación solar a disposición de las plantas. Las plantas que en vivero presenten esporas de roya, NO se deben trasladar al campo. Si es viable económicamente, fertilizar la plantación por lo menos en los primeros años para que se desarrolle una planta vigorosa. (6)	
Químico						Aplicación de fungicidas foliares con sulfuro como base y únicamente en vivero se puede aplicar fungicidas como Benomyl, Óxidos de Cobre y Oxicarboxin, para evitar la infección de este hongo. (6)		
Supresiva					Cultural	Realizar las prácticas silviculturales como las podas y los raleos a tiempo, para bajar la incidencia, así como también realizar estas actividades culturales adecuadamente. (6)		
					Biológico	Hasta el momento solo se conoce y se ha observado la actividad de algunos hiperparásitos sobre las uredin esporas de <i>O. tectonae</i> , como <i>Cladosporium oxisporum</i> , que es un micelio de color grisáceo, que se coloca sobre las uredin esporas de la roya. Se han encontrado también especímenes larvales y adultos de <i>Psyllobora confluens</i> (Col. Coccinellidae), los cuales se encuentran alimentándose de las esporas de <i>O. tectonae</i> . (6)		
					Químico	Benomyl a una dosis de 120 ml en 100 litros de agua en la superficie afectada por este patógeno (20 hectáreas).		

Cuadro 20. Continuación

	Plaga	Síntoma	Etapa Fenológica	Muestreo de la Plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la practica	Imágenes
<b>AGENTES FITOPATÓGENOS</b>	Cancro del fuste <i>Botryodiplodia</i> sp.	Deformación del fuste y manchas en la madera.	Joven	En el caminamiento de inspección que se realice, se deben observar los fustes de los árboles para detectar cualquier anomalía que se pueda presentar ya sea rajaduras en la corteza o malformaciones en el tallo.	Preventiva	Cultural	Buena Selección del sitio. Realizar podas limpias, se recomienda el uso de sellador o cicatrizante en el área de la herida de poda, este puede ser a base de Caldo de Bórdales. (Ver Cicatrizantes). Evitar podas excesivas. Realizar limpias adecuadas para prevenir la propagación del hongo, ya que las condiciones de estrés en plantaciones son óptimas para la reproducción del mismo. Fertilización adecuada, favoreciendo el vigor de las plantas. Evitar la fertilización excesiva. Manejo de la humedad y la realización de raleos a tiempo, son un excelente complemento para la prevención y erradicación de este cancro.	 
					Supresiva	Cultural	Realizar podas de saneamiento y descartar los tallos y ramas infectadas tan pronto aparezcan. Al podar, deben desinfectarse las herramientas utilizadas para evitar la dispersión del hongo a otros árboles y no dejar una herida donde fácilmente pueda ingresar el hongo.	
						Químico	Si es posible se pueden utilizar fungicidas de amplio espectro a base de Cobre, aunque está reportado que no existe tratamiento químico efectivo.	

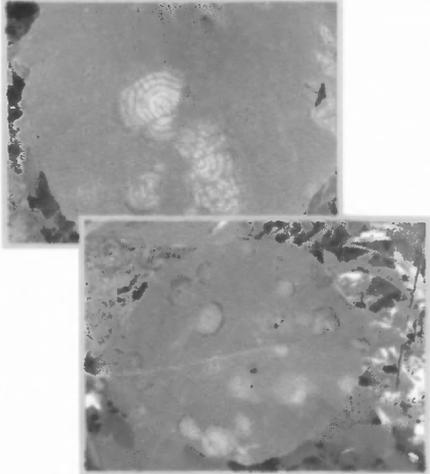
Cuadro 20. Continuación

	Plaga	Síntoma	Etapa Fenológica	Muestreo de la Plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la practica	Imágenes
<b>AGENTES FITOPATÓGENOS</b>	<b>Cancro Alargado del fuste de Teca</b> <i>Dothiorella</i> sp.	Rasgadura de la corteza en forma vertical, esta puede llegar hasta el xilema.	Joven	Se recomienda realizar un caminamiento en donde deben observar detenidamente los fustes de los árboles para detectar cualquier anomalía que se pueda presentar en ellos ya sea rajaduras en la corteza y por lo tanto madera dañada o malformaciones en el tallo.	Preventiva	Cultural	<p>Realizar una buena selección de sitio. Realizar podas limpias, posteriormente se recomienda el uso de sellador o cicatrizante en el área de la herida de poda, este puede ser a base de Caldo de Bórdales. (Ver Cicatrizantes).</p> <p>Realizar limpias adecuadas para prevenir la propagación del hongo, ya que las condiciones de estrés en plantaciones son óptimas para la reproducción del mismo.</p> <p>Una fertilización adecuada, Favoreciendo el vigor de las plantas.</p> <p>Prevenir heridas donde pueda entrar el hongo e infectar la planta.</p>	
					Supresiva	Cultural	<p>Realizar limpias adecuadas para prevenir la propagación del hongo, se recomienda el uso de sellador o cicatrizante en el área de la herida de poda, este puede ser a base de caldo de Bórdales (Ver Cicatrizantes). Realizar podas de saneamiento y descartar los tallos y ramas infectadas tan pronto aparezcan y quemarlas. Al podar, deben desinfectarse las herramientas utilizadas para evitar la dispersión del hongo a otros árboles y no dejar una herida donde fácilmente pueda ingresar el hongo, ya que las condiciones de estrés en plantaciones son óptimas para la reproducción del mismo.</p>	
						Biológico	<p>Aplicación de Hongos del género <i>Trichoderma</i>, especialmente <i>Trichoderma harzianum</i> que es un potente biocontrolador por sus propiedades antagónicas es capaz de controlar a este fitopatógeno en sus diferentes estadios. Estos agentes de biocontrol pueden sobre todo estar en la rizósfera, colonizar y proteger las raíces de las plantas, así como enfermedades foliares en un amplio rango de cultivos.</p>	

Cuadro 20. Continuación

AGENTES FITOPATÓGENOS	Plaga	Síntoma	Etapa Fenológica	Muestreo de la Plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la practica	Imágenes	
	<p>Corona de agallas o Tumor del cuello <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (Smith y Townsend)</p>	<p>Agallas o bultos en la zona basal del árbol, impide la circulación de savia.</p>	<p>Joven</p>	<p>Se debe realizar un recorrido por la reforestación para detectar posibles infecciones de esta bacteria, observar las bases de los árboles.</p>	<p>preventiva</p>	<p>Cultural</p>	<p>Para prevenir y evitar que esta bacteria se propague, se deben tomar las siguientes recomendaciones: Desinfectar el suelo en vivero Elegir plantas sanas en vivero. Mantenerlas sanas y fuertes aplicando fertilizantes. Enriquecer el suelo del área donde se establecerá la reforestación. Tener cuidado en el momento de limpiar y podar, a efecto de no producir heridas por donde puedan entrar las bacterias (poda, rotura de ramas, por insectos, daño por roedores, etc.).</p>		
<p>Supresiva</p>							<p>Cultural</p>		<p>Si se detecta en vivero, la presencia de esta bacteria, debe eliminarse el lote completo de plantas ya que no es recomendable llevar estas plantas al campo definitivo, no corte las agallas ya que esto provoca heridas más grandes por donde ingresa la bacteria. Al momento de detectar la bacteria se debe aislar el área afectada. Eliminar los tallos afectados y quemarlos en un lugar seguro. La herramienta que se utilizó para la eliminación de los árboles infectados, antes de realizar la siguiente poda en un árbol sano, debe esterilizarse con agua hirviendo, fuego directo, alcohol o cloro. (Ver Desinfección de herramientas).</p>
					<p>Biológico</p>	<p>Con <i>Agrobacterium radiobacter</i> cepa 84, se inhibe la transferencia de Ti de <i>Agrobacterium tumefaciens</i>.</p>			
					<p>Químico</p>	<p>El tratamiento con productos bactericidas es poco eficaz. Se recurre a éste en casos especiales.</p>			

Cuadro 20. Continuación

AGENTES FITOPATÓGENOS	Plaga	Síntoma	Etapa Fenológica	Muestreo de la Plaga	Estrategia	Táctica de control	Descripción de la practica	Imágenes
	<b>Mancha del Tiro al Blanco,</b> <i>Pseudoepicoccum tectonae</i>	Mancha circular formada por varios anillos de color café. Defoliación prematura	Joven	Realizar un Caminamiento observando manchas circulares parecidas a un marco para tirar al blanco en las hojas de Teca, estos son los síntomas de la presencia de este hongo, las hojas bajas son las mas susceptibles a la infección de este hongo.	Preventiva	Cultural	Selección de sitios adecuados para el establecimiento de Teca. Las prácticas silviculturales deben realizarse a tiempo (podas, raleos, limpieas) para evitar que este hongo se desarrolle.	
					Supresiva	Cultural	Remover todas las hojas que estén infectadas con este patógeno y quemarlas para eliminar por completo todas las esporas que estén activas.	
					Supresiva	Químico	No se recomienda el uso de químicos para este hongo, porque solo se ha encontrado en pequeñas extensiones, en donde es fácil y práctico eliminar y quemar las partes afectadas. Si fuera necesario se pueden aplicar fungicidas de amplio espectro como Captán, Benomyl, Carboxin, Óxido de cobre.	

### 2.5.9 Problemas fitosanitarios y silviculturales encontrados en las plantaciones de teca en Guatemala

Con respecto a la ocurrencia de fitopatógenos, la que ha presentado mayor incidencia ha sido *Olivea tectonae* comúnmente llamada roya de la teca, que puede llegar a ser una amenaza para la producción de ésta ya que según algunas investigaciones la defoliación prematura ocasionado por el hongo causa retardo en el crecimiento y desarrollo de la planta. Otro de los problemas graves que se encontró durante la evaluación de plantaciones fue el hongo de la quema de los brotes ocasionado por *Phomopsis* sp., el cual se manifiesta provocando dos tipos de daño, a los árboles menores de 4 años les puede llegar a causar hasta la muerte, mientras que los mayores a 4 años les provoca bifurcaciones afectándolo así en su forma. Este hongo se dispersa rápidamente a otros árboles si no se maneja a tiempo.

Al igual que estos dos hongos, el crisomélido *Rhabdopterus* sp., los grillos o saltamontes y los zompopos, fueron los insectos que comúnmente se encontraron en las plantaciones. El ataque se relaciona con las condiciones donde estaban establecidas las plantaciones.

Arguedas (1997) señala que al aumentar las reforestaciones se van aumentando paulatinamente los problemas de organismos plaga que afectan las plantaciones.

Las plantaciones establecidas en Guatemala presentan además de los problemas fitosanitarios que se mencionaron anteriormente, problemas silviculturales los cuales se mencionan a continuación:

- Distanciamientos o espaciamentos son muy reducidos,
- Mala aplicación de podas, ya que existe un 66% de ocurrencia entre regulares a malas podas en las plantaciones evaluadas.
- La continua manifestación de vegetación secundaria en un 20.5% de las plantaciones evaluadas, lo cual representa un riesgo alto para las plantas de interés ya que son hospederos de plagas.
- La mala práctica en las limpias, impide la aireación, correcta absorción de luz y competencia por nutrientes por parte de la planta.
- Muchos de los sitios no son los apropiados para el establecimiento de esta especie ya que tienen problemas de pedregosidad, pendiente y drenaje entre otros.

Algunos de estos problemas son la causa de que los patógenos se desarrollen, ya que a partir de una poda mal hecha pueden ingresar patógenos al árbol e infectarlo. Esto puede deberse a que los encargados de darle mantenimiento a la plantación, no reciben algún tipo de instrucción para realizar las podas, limpias o deshierres, por ello no se realizan.

Uno de los problemas en el manejo sanitario de las plantaciones de teca se debe a que algunos sitios no son los apropiados para el establecimiento de esta especie ya que tienen problemas de pedregosidad, la pendiente no es la adecuada y principalmente los que presentan problemas de anegamiento o mal drenaje, por lo cual no son los mejores sitios para establecer una plantación de esta especie.

Además no se tiene el conocimiento de manejar la vegetación secundaria, los lugares completamente limpios desprovistos de vegetación o con malas características de sitio son más susceptibles al ataque de algún insecto plaga, principalmente defoliadores, cabe mencionar que durante el crecimiento de las plántulas de Teca se han observado insectos como los zompopos, los grillos, saltamontes y termitas, que pudiesen haber tenido plantas hospederas diferentes a esta especie, pero estos organismos tienen la capacidad de adaptarse a nuevos hospedantes cuando la oferta alimenticia es favorable, esto hace que puedan causar graves daños cuando se trata de un monocultivo extensivo y al cual se le eliminan los cultivos y/o malezas hospederas.

En Centro América principalmente en Costa Rica, se tiene un amplio registro de problemas fitosanitarios en plantaciones de teca entre fitopatógenos, insectos fitófagos y vertebrados de los cuales se han reportado 34. De estos 34 problemas fitosanitarios en Guatemala se han encontrado 18 son los que han ocasionado daños significativos dentro de las plantaciones de teca.

En los Cuadros 21 y 22 se presentan los principales problemas encontrados en las plantaciones de teca con su respectiva incidencia.

**Cuadro 21** Incidencia de fitopatógenos encontrados en plantaciones de teca.

AGENTE	NOMBRE COMÚN	INCIDENCIA
<i>Olivea tectonae</i> (Rac.) Thirum	Roya de la teca	49%
<i>Phomopsis</i> sp.	Quema de los brotes	6.6%
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Corona de agallas	0.8%
<i>Botryodiplodia</i> sp.	Cancro	0.8%
<i>Dothiorella</i> sp.	Cancro alargado	0.6%
<i>Pseudoepicoccum</i> sp.	Mancha del tiro al blanco	0.5%

**Cuadro 22** Incidencia de los Insectos Fitófagos encontrados en plantaciones de teca

AGENTE	NOMBRE COMÚN	INCIDENCIA
<i>Rhabdopterus</i> sp.	Tortuguilla defoliadora	8.1
<i>Taeniopoda</i> sp.	Saltamontes	4.7
<i>Neoconocephalus</i> sp.	Esperanzas	4.6
<i>Acromyrmex</i> sp.	Zompopos	1.3
<i>Walterianella</i> sp.	Mariquita	1.0
<i>Hyblaea puera</i>	Esqueletizador de la teca	0.5
<i>Nasutitermes</i> sp.	Termita, comejen	0.3
<i>Xyleborus</i> sp.	Barrenador	0.3
<i>Phyllophaga</i> spp.	Gallina ciega	0.1
<i>Plagiohammus spinipennis</i> .	Barrenador de la teca	

La calidad del producto a obtener depende de la calidad del sitio donde se establezca y del manejo que se haya utilizado a lo largo del desarrollo de la plantación, otra de las practicas importantes es el manejo de la densidad por medio de raleos y podas, en plantaciones forestales esta es una actividad que se debe realizar con varios propósitos entre los cuales se puede mencionar la prevención de plagas, ya que al existir el ataque de una plaga este puede llegar a retardar el crecimiento, reducir el área fotosintética, deformar o dañar el fuste y la parte radical, cualquiera de estos debilita al árbol y lo hace susceptible a cualquier otro ataque, si el ataque de la plagas es severo puede llegar a la mortandad de los árboles.

## **2.5.10 Entidades productoras de agentes de control biológico en Guatemala**

### **2.5.10.1 Agrícola El Sol**

Empresa fundada en Guatemala por el Ingeniero Agrónomo Ronald Estrada en 1972. Desde 1980 han sido productores a nivel comercial de insecticidas biológicos, pioneros en Latinoamérica. Se han transformado de un laboratorio casero a una empresa exportadora de productos para el control biológico. Han desarrollado más de 10 productos de alta eficacia para diversas aplicaciones, tales como virus, bacterias, hongos y nemátodos benéficos. Los cuales se puede adquirir fácilmente en el país para favorecer los sistemas forestales y disminuir la aplicación de plaguicidas. Para mayor información visitar la página web, <http://www.agricolaelsol.com/>

### **2.5.10.2 Bioagroservicios**

Empresa Bioagroservicios (Ing. Amilcar Casasola) distribuye agentes de control biológico depredadores y parasitoides para toda Guatemala, en relación a los cultivos agrícolas y forestales.

## 2.6. Conclusiones

- Se visitaron 51 reforestaciones a nivel nacional establecidas con la especie forestal teca, distribuidas en 30 fincas que están inscritas en el -PINFOR- realizando en ellas la colecta de muestras entomológicas y fitopatológicas para el diagnóstico de las plantaciones.
- Las plagas que se encontraron afectando las plantas de teca, se determinaron taxonómicamente con base en el diagnóstico y de las cuales se reportan las siguientes especies, con su respectiva incidencia: *Rhabdopterus* sp. (8.1%), *Taeniopoda* sp y *Neoconocephalus* sp. (4.7%), *Atta* sp. (4.6%), *Walterianella* sp. (1.3%), *Hyblaea puera* (1.0%), *Nasusitermes* sp. (0.4%), *Plagiohammus* sp. (0.1%)
- En el 20.3% de los árboles evaluados se encontraron 10 diferentes insectos fitófagos haciendo daño. El 8.1% de los árboles evaluados presentaron daño en las Hojas, la mayor ocurrencia ha sido por la presencia de la tortuguilla *Rhabdopterus* sp. Le siguen los saltamontes y zompopos en la defoliación de las hojas.
- Las enfermedades que afectan las plantas de teca son: *Olivea tectonae* (49%), *Phomopsis* sp.(6.6%) *Agrobacterium tumefaciens* (0.8%) *Botryodiplodia* sp. (0.8%) *Dothiorella* sp.( 0.6%) *Pseudoepicoccum* sp. (0.5%).
- Los problemas sanitarios en las plantaciones de teca: Distanciamientos o espaciamientos son muy reducidos, Mala aplicación de podas, ya que existe un 66% de ocurrencia entre regulares a malas podas en las plantaciones visitadas. La continua manifestación de vegetación secundaria en un 20.5% de las plantaciones evaluadas, lo cual representa un riesgo alto para las plantas de interés ya que son hospederos de plagas.

## 2.6. Recomendaciones

- Para obtener plantas sanas (libres de plagas), se debe realizar desde el vivero una desinfección del sustrato, mas aún cuando se trata de suelos muy infestados con hongos patógenos o suelos que han sido subutilizados.
- A las instituciones forestales: capacitar al personal encargado de sanidad y protección forestal.
- Los lineamientos recomendados que permitan el manejo sanitario de plantaciones, se fundamentan en:
  - ❖ Establecer las plantaciones en sitios apropiados, tomando en cuenta; la pendiente, drenaje, pedregosidad y manejo de la vegetación secundaria del lugar esto con el fin de obtener el máximo desarrollo de la planta.
  - ❖ Realizar prácticas silviculturales, apropiadas para el manejo y mantenimiento de las plantaciones. Con espaciamientos, limpiezas y podas; adecuadas para que permitan la aireación, correcta absorción de luz y evitar la competencia por nutrientes por parte de la planta.
  - ❖ Reducir la continua manifestación de vegetación secundaria lo cual representa un riesgo para la propagación de las plagas.
  - ❖ Durante el crecimiento de las plántulas se debe tener un estricto control de plagas, por la presencia de insectos como los zompopos, los grillos, saltamontes y termitas, que causan graves daños, tanto económicos como en el desarrollo y crecimiento de las mismas.
  - ❖ Enseñarle a los encargados de las fincas la forma adecuada de realizar las podas, limpiezas o deshijes, para un buen manejo forestal de las plantaciones y así evitar el ingreso de patógenos e infectarlos.

- Un buen manejo sanitario de las plantaciones de teca inicia desde una buena selección del sitio para su establecimiento la cual debe contar con condiciones óptimas en cuanto a drenaje, textura y estructura del suelo, velocidad del viento moderada entre otros. Posteriormente se deben efectuar monitoreos constantes de las plantaciones para poder tomar acciones preventivas ante el ataque de cualquier plaga o enfermedad, evitando que posteriormente ocurran daños graves en las plantaciones. Así mismo un buen manejo silvicultural como podas, raleos, deshijos y limpiezas se hace necesario para evitar brotes de plagas manteniendo la aireación, correcta absorción de luz y competencia por nutrientes por parte de la planta dentro de la plantación.

## 2.7. Bibliografía

1. Álvarez V, GA. 2004. Toma, preservación y traslado de muestras vegetales para análisis parasitológico (enfoque forestal). Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 10 p.
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 336 p.
3. ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, Gestión Forestal, PA). 2000. Guía técnica para la reforestación en Panamá (en línea). Panamá. Consultado 16 oct 2006. Disponible en: <http://www.anam.gob.pa/forestal/Guia%20tecnica.htm>
4. \_\_\_\_\_. 2006. Protección forestal (en línea). Panamá. Consultado 17 mayo 2006. Disponible en <http://www.anam.gob.pa/forestal/proteccion%20forestal.htm>
5. Andrews, KL; Quezada, JR. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 623 p.
6. Arguedas, M. 2003. Monitoreo y evaluación de daños en plantaciones forestales (diapositivas). Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 17 diapositivas.
7. \_\_\_\_\_. 2004. La roya de la teca (*Olivea tectonae* (Rac.)): consideraciones sobre su presencia en Panamá y el Costa Rica (en línea). Kurú: Revista Forestal 1:1. (Nota técnica). Consultado 20 dic 2006. Disponible en: <http://www.itcr.ac.cr/revistakuru/anteriores/anterior1/pdf/MARGUEDASfeb.pdf>
8. \_\_\_\_\_. 2005. Plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 182 p.
9. \_\_\_\_\_.; Chavarri, P; Verjans, J. 2004. Problemas fitosanitarios de la teca en Costa Rica (en línea). Costa Rica. Consultado 23 feb 2006. Disponible en: [http://web.catie.ac.cr/informacion/RFC/rev41/130\\_135.pdf?CodSeccion=48](http://web.catie.ac.cr/informacion/RFC/rev41/130_135.pdf?CodSeccion=48)
10. Briceño, A; Carrero, C; Garrido, J. 2000. Reporte sobre el escarabajo defoliador del *Eucalyptus*, *Rhabdopterus* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) y algunas enfermedades en esas plantaciones de portuguesa (en línea). Mérida, VE. Consultado 28 dic 2006. Disponible en: [http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubeelectronicas/revistaforestal/vol42-1/nota42\\_1.pdf](http://www.saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubeelectronicas/revistaforestal/vol42-1/nota42_1.pdf)
11. CACH (Centro Agrícola Cantonal de Hojanca, CR). 2004. Teca (en línea). Costa Rica. Consultado 20 dic 2006. Disponible en: <http://www.semillasforestalcach.com/teca.htm>

12. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, SV). 2004. Viveros forestales (en línea). El Salvador. Consultado 18 dic 2006. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/html/ciencia/otrainformacion/forestal/viverosforestales.html>
13. Cibrían, D; Juárez, J. 2006. Métodos de control de insectos y enfermedades. México, Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales. 134 p.
14. Cisneros, F. 2000. Control etológico (en línea). Perú. Consultado 22 abr 2007. Disponible en: [www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA\\_10\\_PG\\_248-257.pdf](http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_10_PG_248-257.pdf)
15. Cochran, WG. 1977. Técnicas de muestreo. México, CECSA. 662 p.
16. Cockrum, L; Mc Cauley, W. 1967. Zoología. México, Nueva Editorial Interamericana. 713 p.
17. CONAFOR, MX. 2003. SIRE, paquetes tecnológicos, *Tectona grandis*. México. Consultado 16 mayo 2006. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/bosquedes/Fichas%20Tecnicas/Tectona%20grandis.pdf>
18. Congreso nacional de manejo integrado de plagas (7, 1997, Guatemala). Memorias. Guatemala, CONCYT / FONACYT. 172 p.
19. Coulson, RN; Witter, JA. 1990. Entomología forestal, ecología y control. México, Limusa. 751 p.
20. Cronquist, A. 1981. An Integrated system of classification of flowering plants. New York, US, Columbia University Press. 1,262 p.
21. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. 42 p.
22. DeBach P. 1968. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. México, CECSA. 950 p.
23. Domínguez Rivero, R. 1990. Taxonomía: Neuroptera a Coleoptera; claves y diagnosis. México, Universidad de Chapingo, Departamento Parasitológico Agrícola. tomo 2, p. 456-475.
24. El jardín bonito, ES. 2005. Técnicas: poda (en línea). España. Consultado 19 mayo 2006. Disponible en: <http://www.eljardinbonito.es/tpoda.htm>
25. FAO, IT. 2001. Análisis de riesgo de plagas para plagas cuarentenarias (en línea). Roma, Italia. (Normas internacionales para medidas fitosanitarias no.11). Consultado 20 dic 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/004/Y3240S/y3240s00.htm>

26. Flores C, AI. 2006. Distribución del volumen por producto de *P. caribaea* Morelet var. *Hondurensis* y *Tectona grandis* L. f. en plantaciones forestales de 5 y 6 años, establecidas a través del Programa de Incentivos Forestales – PINFOR - , en el departamento de Izabal. Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 113 p.
27. Fonseca G, W. 2004. Manual para productores de teca (*Tectona grandis* L. f.) en Costa Rica (en línea). Heredia, Costa Rica, FONAFIFO. 115 p. Consultado 15 feb 2006. Disponible en [http://www.fonafifo.com/text\\_files/proyectos/ManualProductoresTeca.pdf](http://www.fonafifo.com/text_files/proyectos/ManualProductoresTeca.pdf).
28. Füssel, J. 2001. Controle los zompopos con el delicioso frijol *Cannavalia* (en línea). Masaya, NI, IBW. Consultado 30 dic 2006. Disponible en: <http://www.ibw.com.ni/~eco/ArCoZo.htm>
29. Gaviño, G; Juárez, C; Figueroa, H. 1987. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. México, Limusa. 251 p.
30. GCPF (Global Crop Protection Federation, BE). 2002 Manejo integrado de plagas, la vía de avance de la industria de la protección de cultivos. Bruselas, Bélgica. 21 p.
31. Hernández D, AG; Monterroso, D. 1990. El sistema de alarma, un componente del manejo integrado de plagas. *Tikalía* 8(1 y 2):17-28.
32. \_\_\_\_\_; Sánchez Velásquez, LR; Valle Cano, M de J Del. 1997. Manejo de zompopo defoliador *Atta* spp. del *Eucalyptus camandulensis* Dehn en el proyecto de reforestación Campo Libre, Masagua, Escuintla. Guatemala, Reforestadora Industrial, Programa Manejo y Control de Plagas Forestales. 28 p. (Informe Técnico no. 23).
33. \_\_\_\_\_. 2006. Plagas del café y el mal de viñas. *In* Congreso Nacional del café (17, 2006, Guatemala. Memorias. Guatemala, ANACAFE. s.p.
34. \_\_\_\_\_. 2006. Elaboración de boleta de campo y metodología para el levantamiento de parcelas de muestreo (entrevista). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía.
35. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Teca. Ficha Técnica de Especies 1(4):1-2.
36. \_\_\_\_\_. 2005. Listado de *Tectona grandis* (teca) (base de datos del PINFOR). Guatemala.
37. \_\_\_\_\_. 2005. Selección de sitios para el establecimiento de teca en Guatemala. Guatemala. 24 p. (Documento Técnico no. 01).

38. \_\_\_\_\_. 2006. Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) (en línea). Guatemala. Consultado 21 feb 2006. Disponible en <http://www.inab.gob.gt/espanol/forestal/inversion/nacional/pinfor.htm>
39. Infojardin, ES. 2006. Árboles, como hacer los cortes de poda (en línea). España. Consultado 19 mayo 2006. Disponible en [http://www.infojardin.com/arboles/como\\_hacer\\_cortes.htm](http://www.infojardin.com/arboles/como_hacer_cortes.htm)
40. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2002. La poda (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 19 dic 2006. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/santacruz/info/documentos/agri/poda.htm>
41. ISA (Internacional Society of Arboriculture, US). 1999. Insect and disease problems homepage (en línea). Champaign, IL, US. Consultado 03 mayo 2006. Disponible en <http://www.isahispana.com/pubs/insect.htm>
42. Jardín Virtual Kira, ES. 2006. La poda ornamental (en línea). España. Consultado 19 mayo 2006. Disponible en <http://perso.wanadoo.es/belbon1/poda.htm>
43. Kulczewski B, M. 2002. Preparación del caldo bórdeles (en línea). Chile, Consultado 19 dic 2006. Disponible en: <http://www.viverosur.com/bordeles.html>
44. Meza, A; Torres, G. 2004. Efecto de la poda forestal en la calidad de la madera (en línea). Kurú: Revista Forestal 1:1-3. Consultado 20 dic 2006. Disponible en: <http://www.itcr.ac.cr/revistaKuru/anteriores/anterior1/pdf/MEZA%20Y%20TORRES30feb04.pdf>
45. Murillo, O; Badilla, Y. 2004. Propagación vegetativa de teca en Costa Rica. Costa Rica, ITCR. 17 p.
46. Pérez, MI. 2000. Fundamentos teóricos del manejo integrado de plagas (en línea). ES, Aracnet. Consultado 26 set 2006. Disponible en <http://entomologia.rediris.es/aracnet/6/entapl/index.htm>
47. RAP-AL (Red de Acción de Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina, Chile). 2004. Toxicología de los plaguicidas. Consultado 02 oct 2007. Disponible en <http://www.rap-al.org/v2/index.php?seccion=4&f=toxicidad.php>.
48. Reunión de la red regional de diagnóstico vegetal de plagas (1987, Guatemala). Memorias. Ed. por Elkin Bustamante y Orlando Arboleda. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 50 p. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 139).
49. Rivera, CG. 2006. Importancia de la desinfección de las herramientas en el combate de enfermedades en las orquídeas (en línea). Costa Rica. Consultado 19 dic 2006. Disponible en: [http://www.ticorquideas.com/info/CHARLA\\_GERMAN\\_RIVERA.doc](http://www.ticorquideas.com/info/CHARLA_GERMAN_RIVERA.doc)

50. Rodas L, I. 1999. Estadística moderna. Guatemala, Delta Ediciones. 217 p.
51. Romero F. 2004. Manejo integrado de plagas, las bases, sus conceptos y su mercantilización (en línea). Chapingo, México. Consultado 20 feb 2006. Disponible en: [www.sharebooks.ca/free\\_ebook\\_downloads.php?filename=ManejoPlagas.pdf](http://www.sharebooks.ca/free_ebook_downloads.php?filename=ManejoPlagas.pdf)
52. Seminario manejo y uso de plaguicidas en actividades agrícolas (1991, Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, Guatemala). Guatemala, Cooperación Guatemalteco-Alemana de Alimentos por Trabajo, Programa de Agricultura. s.p.
53. Seminario nacional de investigación agroforestal y forestal (3, 1994, Guatemala). Memoria. Guatemala, Comisión Nacional de Investigación para el Desarrollo Agroforestal y Forestal. s.p.
54. Sheaffer. R; Mendenhall, W; Ott, L. 1986. Elementos de muestreo. México, Grupo Editorial Iberoamérica. 321 p.
55. Soto A, AE. 2002. Determinación de enfermedades foliares provocadas por hongos en diez especies forestales en plantaciones ubicadas en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Petén e Izabal, durante la época lluviosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, IIA. 67 p.
56. Trujillo, NE. 2003. Plantación forestal: planeación para el éxito (en línea). Colombia. Consultado 18 dic 2006. Disponible en: <http://www.revista-mm.com/rev51/forestal.pdf>
57. UACH (Universidad Autónoma de Chapingo, MX). 2000. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor, el componente biológico: plagas, enfermedades y micorrizas en el vivero (en línea). México. v. 5. Consultado 20 feb 2006. Disponible en: [www.rngr.net/Publications/ctnm/Folder.2003-05-16.0335/PDF.2004-07-16.2615/file](http://www.rngr.net/Publications/ctnm/Folder.2003-05-16.0335/PDF.2004-07-16.2615/file)
58. Vaides L, E. 2004. Características de sitio que determinan el crecimiento y la productividad de teca (*Tectona grandis* L. f.), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 81 p.
59. Verduzco G, J. 1976. Protección forestal. Chapingo, México, Patena. 369 p.
60. Weaver, PL. 1994. *Tectona grandis* L. f. (en línea). US, U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Consultado 15 feb 2006. Disponible en <http://www.fs.feds/global/iitf/Tectonagrandis.pdf>



Uo. Bco. Rolando Barrios

## 2.8. Anexos

### 2.8.1 Boleta de Campo

Ver última pagina del anexo

### 2.8.2 Reforestaciones evaluadas por departamento y por fase del -PINFOR-

**Cuadro 23 A** Número de reforestaciones evaluadas por departamento

Departamentos	Reforestaciones visitadas
Alta Verapaz	6
Escuintla	7
Izabal	4
Petén	24
Retalhuleu	4
Suchitepéquez	6

**Cuadro 24 A** Número de reforestaciones evaluadas por fase en cada departamento

Fase / Departamento	Alta Verapaz	Escuintla	Izabal	Petén	Retalhuleu	Suchitepéquez
Establecimiento	2	2	0	2	0	2
Mantenimiento 1	1	1	0	4	0	0
Mantenimiento 2	1	2	0	6	0	3
Mantenimiento 3	1	1	1	4	1	0
Mantenimiento 4	1	0	1	5	3	1
Mantenimiento 5	0	1	2	3	0	0
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

### 2.8.3 Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en cada departamento

**Cuadro 25 A** Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Alta Verapaz

ALTA VERAPAZ				
Subregión	Municipio	Fase*	Nombre de reforestación y/o propietario	Extensión Ha.
II - 1	Panzós	Est.	La Pantanosa	20
II - 5	Chahal	Est.	Federicio Sobvio R.	38
II - 1	Panzós	M1	La Pantanosa	16
II - 5	Chahal	M2	Federicio Sobvio R.	45
II - 5	Chahal	M3	Juan Salvador Sobvio R.	134
II - 5	Chahal	M4	Juan Salvador Sobvio R.	83

**Cuadro 26 A** Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Escuintla

ESCUINTLA				
Subregión	Municipio	Fase*	Nombre de reforestación y/o propietario	Extensión Ha.
IX - 2	Nva. Concepción	Est.	Ingenio Magdalena	32
IX - 2	La Democracia	Est.	El Salto	--
IX - 2	Nva. Concepción	M1	Ingenio Magdalena	35
IX - 2	La Democracia	M2	Agropecuaria del Pacífico	33
IX - 2	La Democracia	M2	El Salto	--
IX - 2	Guanagazapa	M3	Sta. Maria Buena Vista	--
IX - 2	Guanagazapa	M5	Sta. Maria Buena Vista	--

Cuadro 27 A Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Izabal

IZABAL				
Subregión	Municipio	Fase*	Nombre de reforestación y/o propietario	Extensión Ha.
III - 1	Livingston	M2	Forestales de Sarstún (Macho Creek)	90.51
III - 1	Livingston	M4	Forestales de Sarstún (Ciénaga II)	117.15
III - 1	Livingston	M5	San Martín El Lago S.A. (VI)	80.32
III - 1	Livingston	M5	San Martín El Lago S.A. (VII)	96.73

Cuadro 28 A Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Retalhuleu

RETALHULEU				
Subregión	Municipio	Fase*	Nombre de reforestación y/o propietario	Extensión Ha.
IX - 3	Sn. Andrés Villa Seca	M3	Pilones de Antigua	14
IX - 3	Nuevo Sn. Carlos	M4	Ricardo Amado Flores (u.n.)	17.30
IX - 3	Nuevo Sn. Carlos	M4	Elizabeth Herman Ortiz	14.50
IX - 3	Nuevo Sn. Carlos	M5	Elizabeth Herman Ortiz	10.00

Cuadro 29 A Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Suchitepéquez

SUCHITEPÉQUEZ				
Subregión	Municipio	Fase*	Nombre de reforestación y/o propietario	Extensión Ha.
IX - 1	Mazatenango	Est.	Caaban	40
IX - 1	Mazatenango	Est.	Pilones de Antigua, S.A.	15
IX - 1	Mazatenango	M2	Pilones de Antigua, S.A.	40
IX - 1	Patulul	M2	Agropecuaria La Pampa Grande	27.34
IX - 1	Patulul	M2	Compañía Agrícola Solesa	15.53
IX - 1	Patulul	M4	Compañía Agrícola Solesa	53.55

Cuadro 30 A Ubicación de las reforestaciones establecidas con teca en Petén

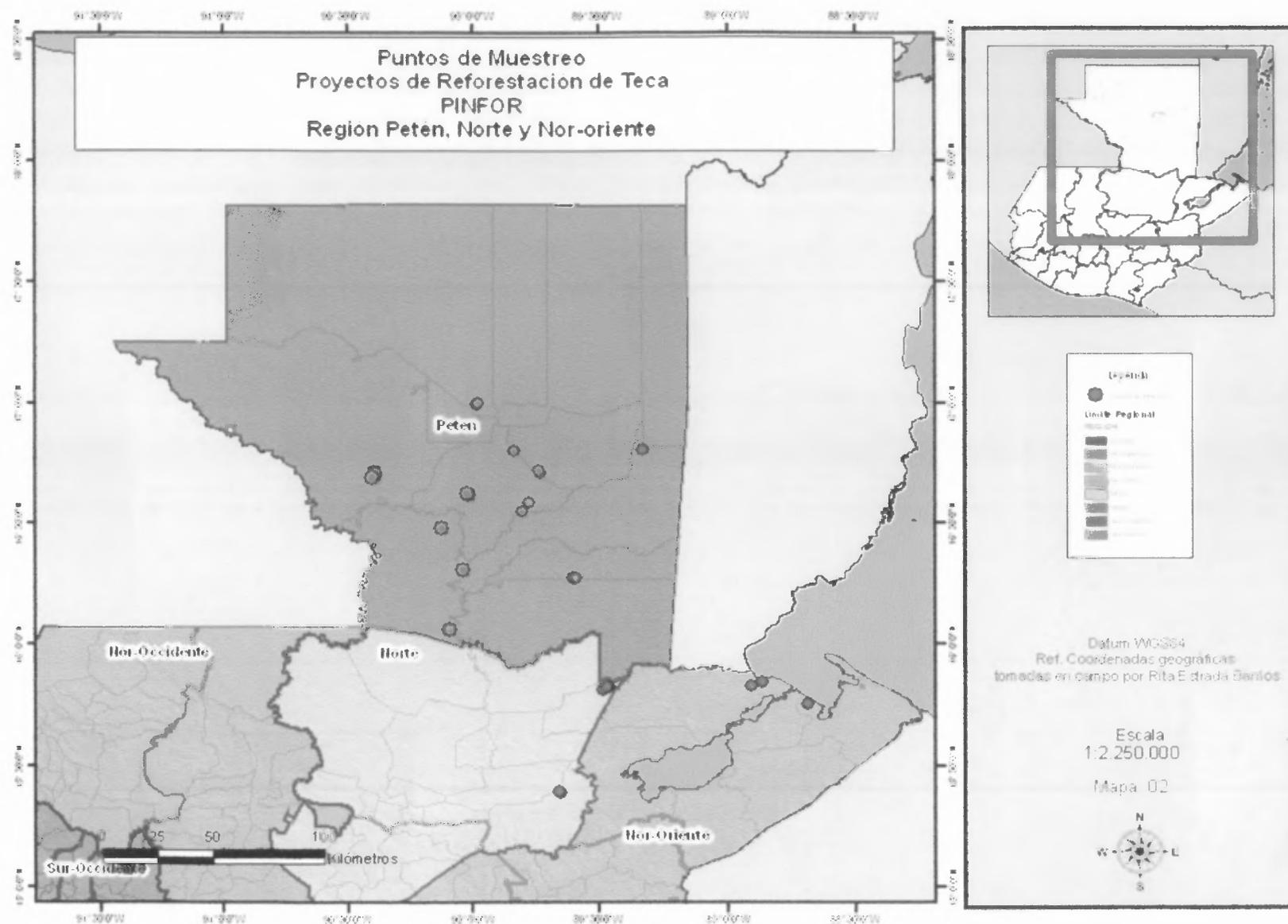
PETEN				
Subregión	Municipio	Fase*	Nombre del proyecto y/o propietario	Extensión Ha.
VIII - 1	Sn. Francisco	Est.	Green Millenium	--
VIII - 1	Sn. Francisco	Est.	La Colorada	--
VIII - 1	Sn. Francisco	M1	La Colorada	--
VIII - 3	Libertad	M1	Sustainable Forestry	81
VIII - 1	Sn. Francisco	M1	Green Millenium	83.94
VIII - 2	Sn Luis	M1	Macario Efraín Oliva "La Campana"	23
VIII - 2	Sn Luis	M2	Macario Efraín Oliva "La Campana"	20
VIII - 2	Dolores	M2	Empresa Avícola "Los Alamos"	88
VIII - 2	Dolores	M2	Jorge Manuel Estrada	45
VIII - 3	Sayaxché	M2	Víctor del Cid	24
VIII - 3	Libertad	M2	Silvia Tánchez	--
VIII - 3	Sayaxché	M2	El Gandul	--
VIII - 2	Sn Luis	M3	Macario Efraín Oliva "La Campana"	17.14
VIII - 2	Dolores	M3	Empresa Avícola "Los Alamos"	45
VIII - 3	Sayaxché	M3	Agropecuaria La Cachimba	37
VIII - 1	Sn. Benito	M3	Dora Leticia Recinos Monroy	37
VIII - 1	Sn. Benito	M4	Dora Leticia Recinos Monroy	59.84
VIII - 2	Sn Luis	M4	Macario Efraín Oliva "La Campana"	19.06
VIII - 2	San Luis	M4	Olinda Orellana Paz	52.36
VIII - 2	Poptún	M4	Julio Cesar Solares Payeras	22
VIII - 3	Libertad	M4	Construcción Sin Límites	74
VIII - 2	Poptún	M5	Julio Cesar Solares Payeras	30
VIII - 1	Sn. Benito	M5	Ganadería del Norte	59
VIII - 3	Sayaxché	M5	TODICO	

Fuente: Listados del PINFOR, 2006

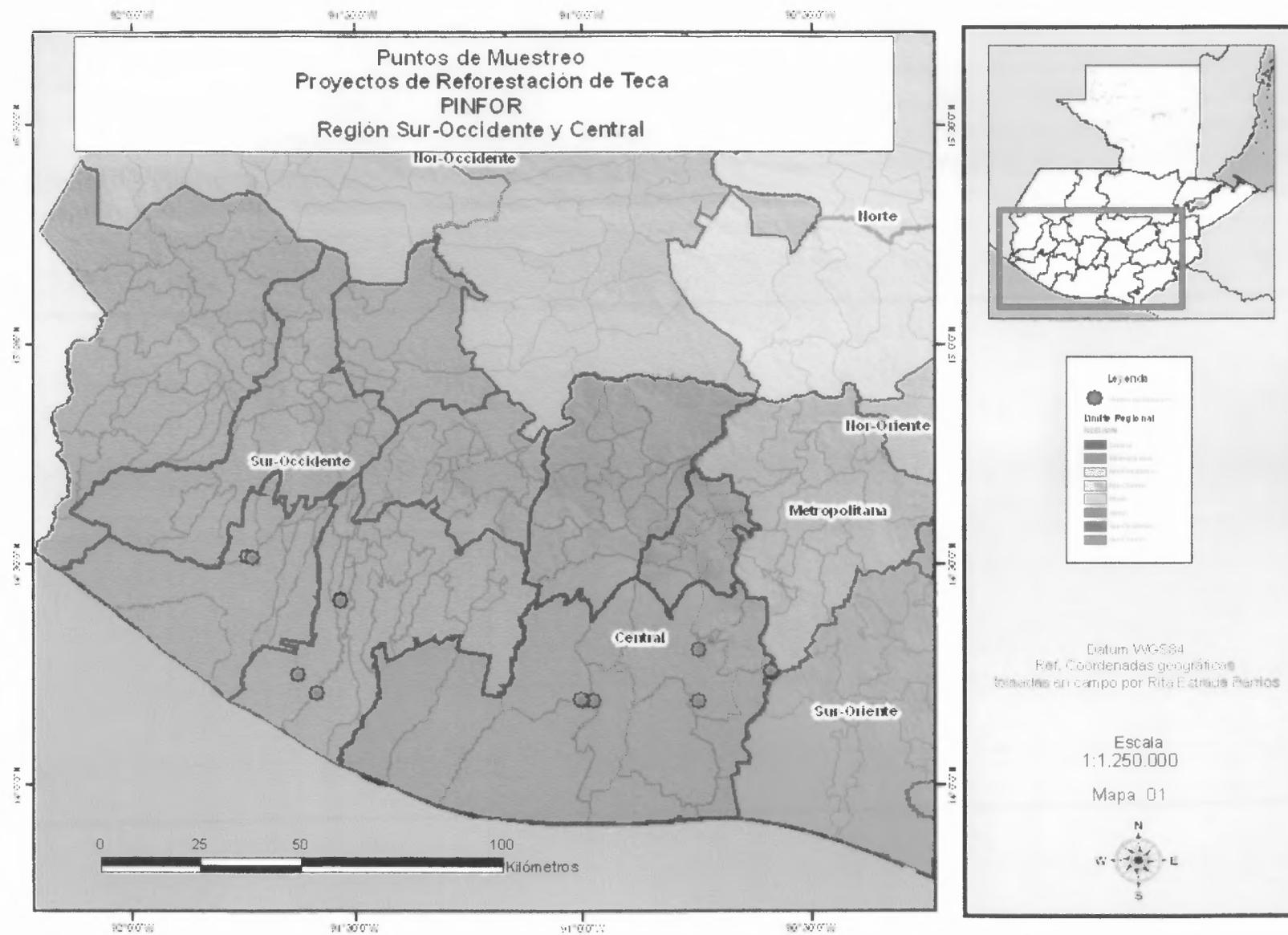
\* La Fase en base al PINFOR, corresponde a la edad de la plantación así como se describe a continuación:

Est. = Establecimiento (1 año); M1 = Mantenimiento 1 (2 años); M2 = Mantenimiento 2 (3 años);

M3 = mantenimiento 3 (4 años); M4 = Mantenimiento 4 (5 años); M5 = Mantenimiento 5 (6 años)



**Figura 78 A** Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en la región Norte y Nororiente



**Figura 79 A** Puntos de Muestreo de los proyectos de reforestación de teca en la región Sur-occidental y Central.

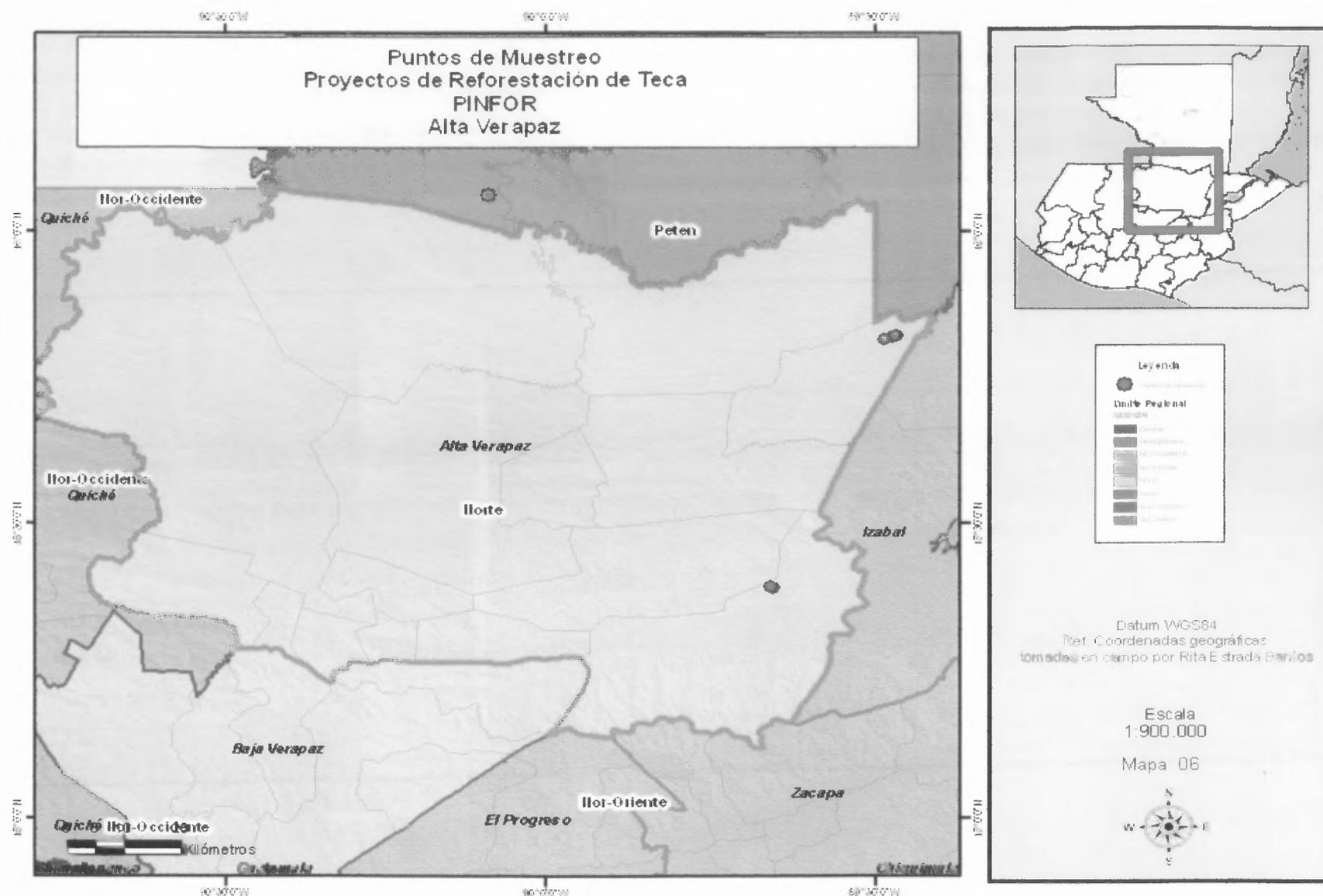


Figura 80 A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Alta Verapaz

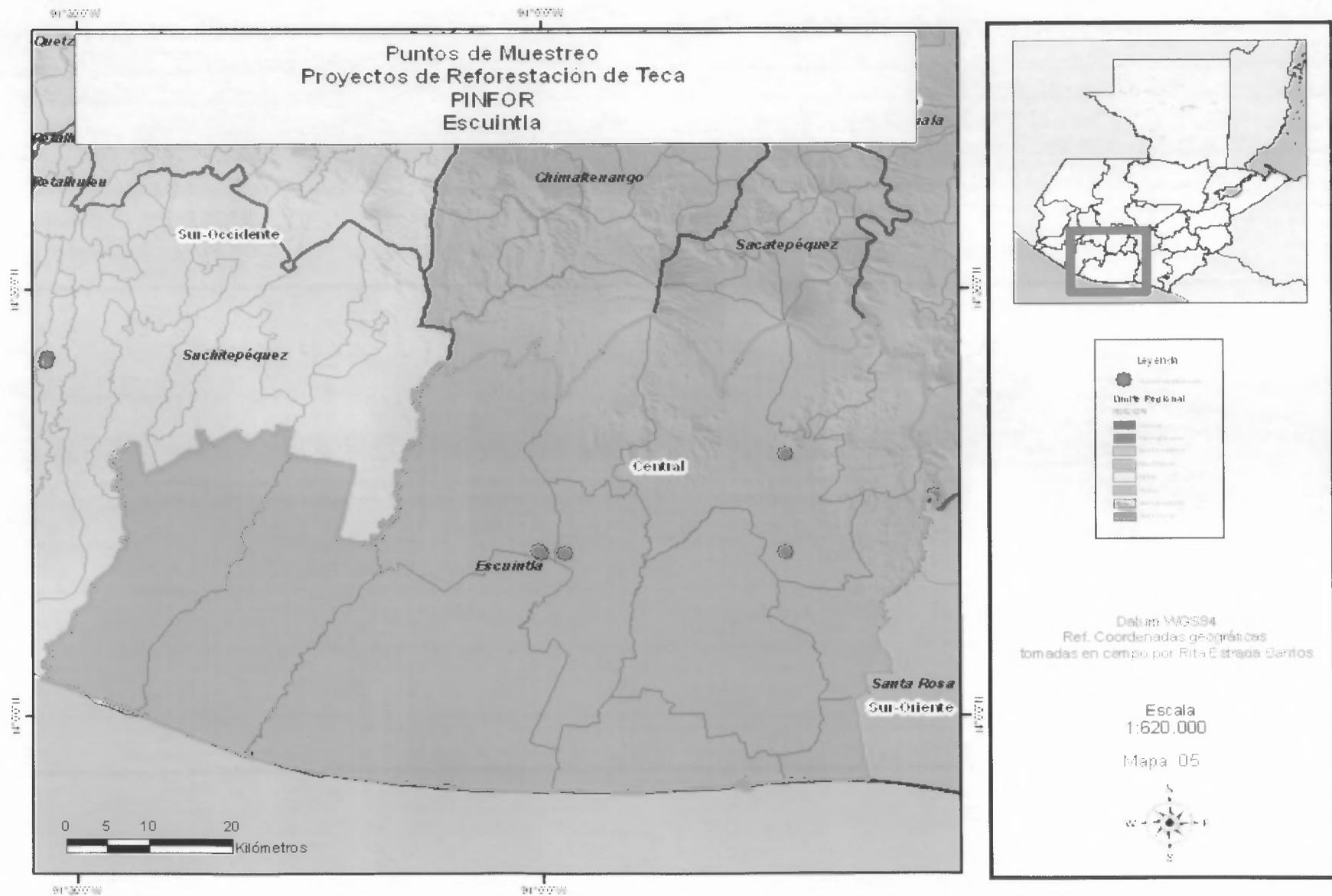


Figura 81 A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Escuintla.

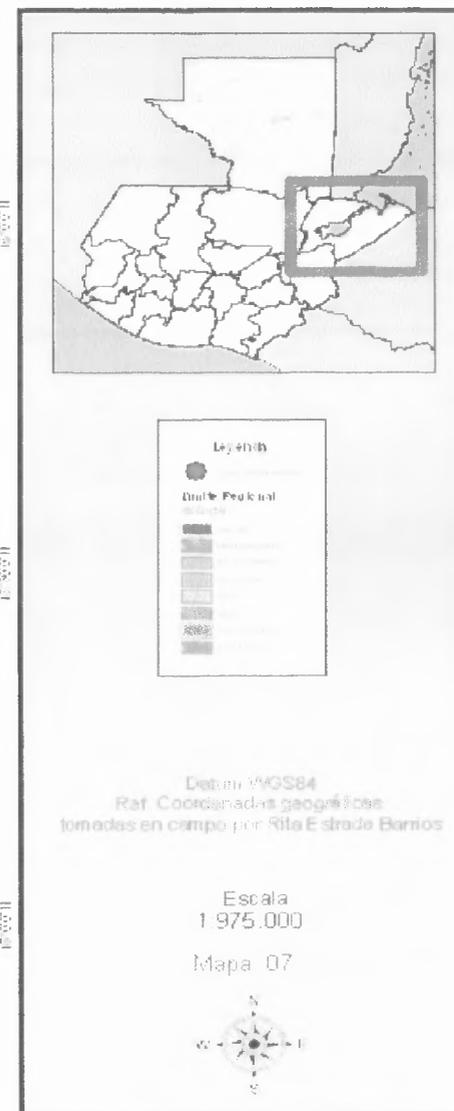
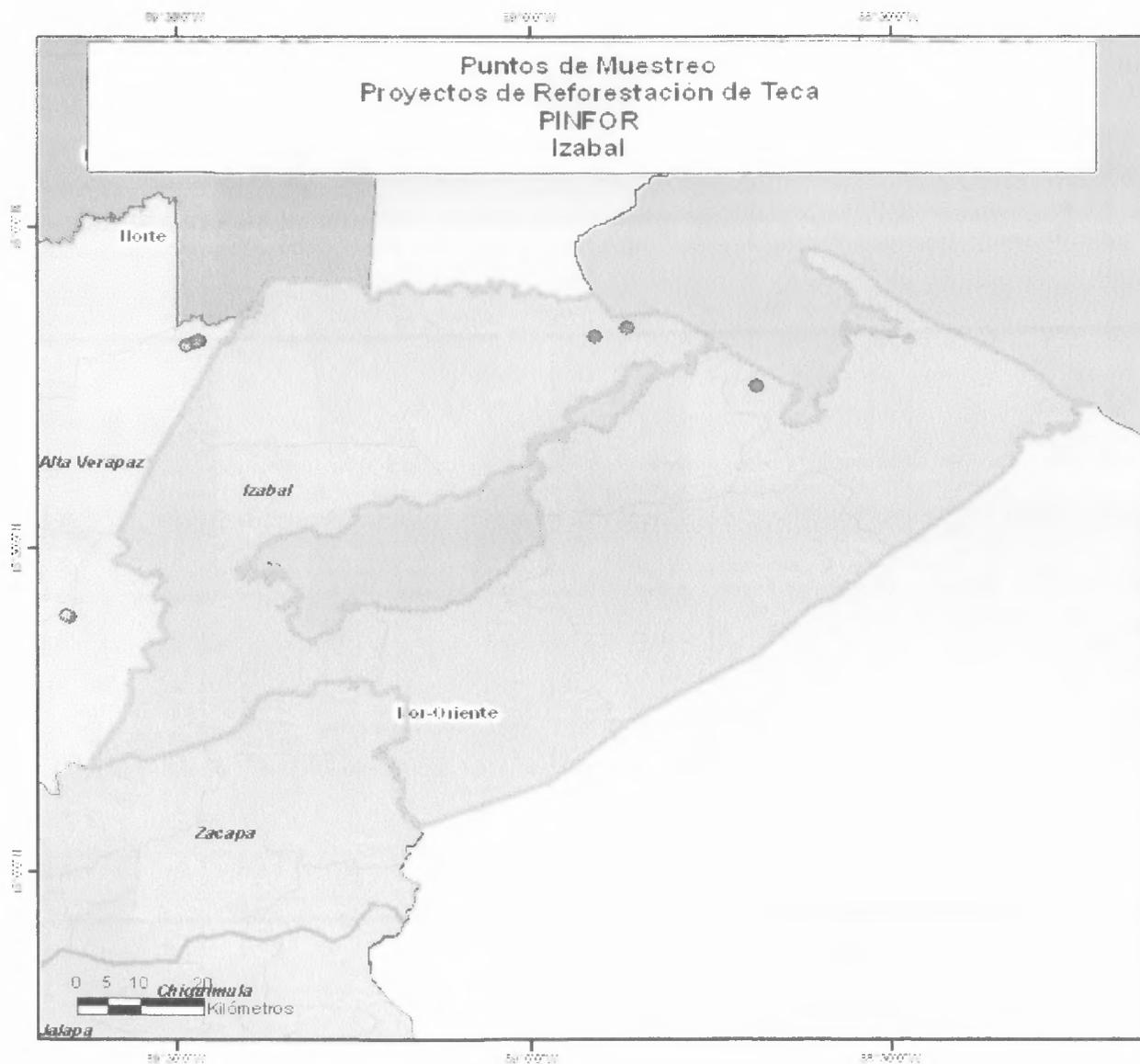


Figura 82 A Puntos de Muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Izabal

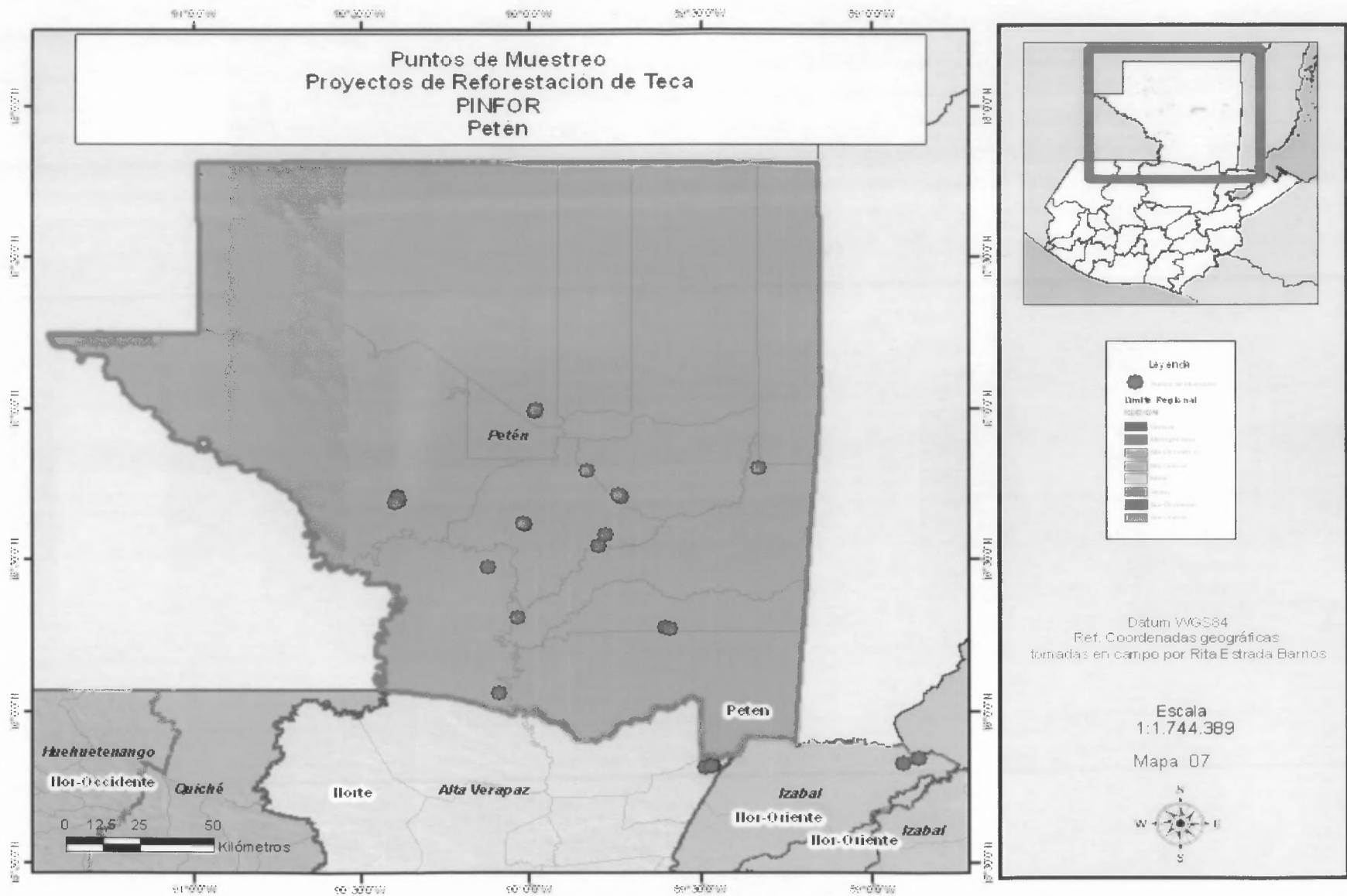
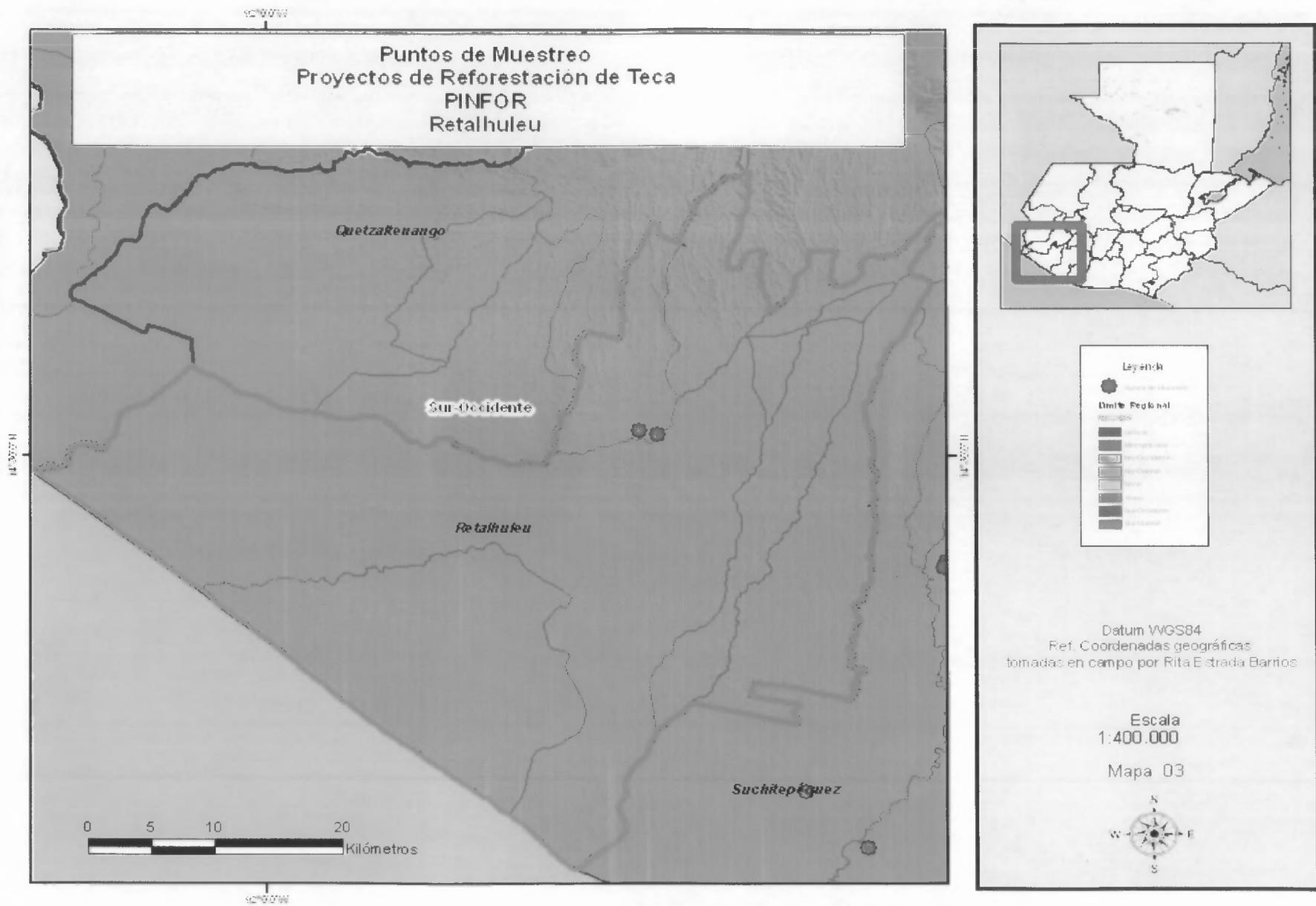
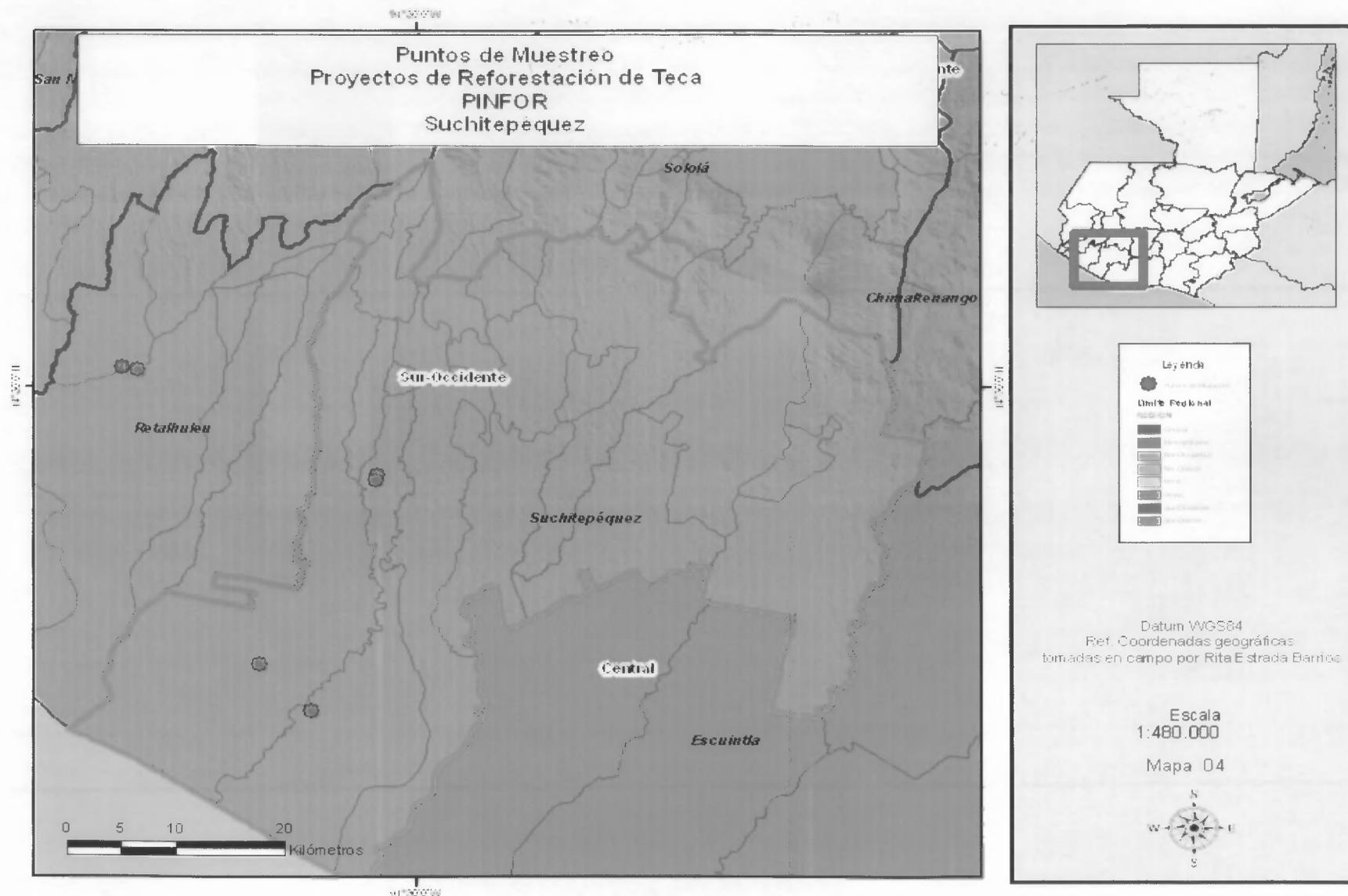


Figura 83 A Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Petén.



**Figura 84 A** Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Retalhuleu.



**Figura 85 A** Puntos de muestreo de los proyectos de reforestación de teca en Suchitepéquez





# Diagnostico Fitosanitario en Plantaciones de Teca



Boleta No.

<b>1. INFORMACION GENERAL</b>					
Region _____		Sub-Region _____		Fecha _____	
Departamento _____		Municipio _____		Aldea _____	
Finca _____		Area de Finca _____		Coordenadas UTM _____	
Fase : Estab <input type="checkbox"/> M I <input type="checkbox"/> M II <input type="checkbox"/> M III <input type="checkbox"/> M IV <input type="checkbox"/> M V <input type="checkbox"/>					
1.2 Tipo de Propiedad Municipal <input type="checkbox"/> Privada <input type="checkbox"/> Otro _____					
1.3 Deteccion del Brote Fecha / / '06 Tec. INAB <input type="checkbox"/> Propietario <input type="checkbox"/> TFM <input type="checkbox"/> Otros _____					
<b>2. Cobertura Afectada</b>					
Area cubierta con Teca _____ ha. Area Total afectada _____ ha. Plantacion <input type="checkbox"/> Vivero <input type="checkbox"/> Otros _____					
Estado de los arboles: Plagados <input type="checkbox"/> Enfermos <input type="checkbox"/> No. Total de Arboles afectados _____					
Forma del ataque Arboles en grupos <input type="checkbox"/> Arboles dispersos <input type="checkbox"/>					
<b>3. Riesgo de Avance</b>					
Existen plantaciones susceptibles a la plaga o enfermedad SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Area con Peligro de ser afectada _____ ha.					
El bosque susceptible se encuentra al: Norte <input type="checkbox"/> Sur <input type="checkbox"/> Este <input type="checkbox"/> Oeste <input type="checkbox"/> Direccion de avance del Brote _____					
<b>4. Caracteristicas del Brote</b>					
No.de brotes activos <input type="text"/> No.de brotes inactivos <input type="text"/>					
Prioridad de control Alto <input type="checkbox"/> Mediano <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> No necesita control <input type="checkbox"/>					
<b>5. Agente Causal Principal</b>					
Insectos: _____ Roedores _____ Otros _____					
Enfermedades: Hongos <input type="checkbox"/> Lophodermium <input type="checkbox"/> Roya <input type="checkbox"/> Bejucos <input type="checkbox"/> Otros _____					
Nematodos <input type="checkbox"/> Virus <input type="checkbox"/> Bacterias <input type="checkbox"/>					
<b>6. Caracteristicas del Sitio</b>					
Altitud _____ msnm		Variables Fisiograficas Pendiente _____ %		Inundacion 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	
Paisaje del Sitio: Plano <input type="checkbox"/> Ondulado <input type="checkbox"/> Plano y Ondulado <input type="checkbox"/> Escarpado <input type="checkbox"/> Inclinado <input type="checkbox"/> Erosionado <input type="checkbox"/>					
Viento 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> Pedregosidad (%) 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> Especificar _____					
Fertilizacion SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Cual _____ Cuantas Aplicaciones <input type="text"/>					
Profundidad del suelo _____ cm. Drenaje 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>					
<small>Inun. 1=nunca; 2=1 vez x año; 3= 1-3 veces x año; 4= + de 3 veces x año Pedregosidad: 1.Superficial No Limitante; 2.Superficial Limitante; 3. No Limitante; 4.Limitante Viento. 1= poco viento (no afecta el crecimiento); 2=Moderado, afecta poco; 3= muy severo, SI afecta el crecimiento Drenaje: 1. Libre; 2. Impedido</small>					
<b>7. Informacion Silvicultural</b>					
7.1 Semilla Procedencia de la semilla _____ Semilla certificada SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>					
7.2 Metodos para la siembra Semillero <input type="checkbox"/> Bolsas <input type="checkbox"/> Bandejas <input type="checkbox"/> Pseudoestacas <input type="checkbox"/> Siembra directa <input type="checkbox"/>					
7.3 Podas y Raleos					
Se han implementado Podas SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> A tiempo? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Edad de Poda <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/>					
Se han implementado Raleos SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> A tiempo? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Edad de Raleo <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/>					
<b>8. Informacion para Laboratorio</b>					
Acompaña muestras de laboratorio SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Tipo de Muestra Vegetal <input type="checkbox"/> Entomologica <input type="checkbox"/> Edafica <input type="checkbox"/>					
Si es vegetal, que partes de la planta envia? Raices <input type="checkbox"/> Ramas <input type="checkbox"/> Hojas <input type="checkbox"/> Semillas <input type="checkbox"/> Frutos <input type="checkbox"/>					
Plantas de Vivero <input type="checkbox"/> Otros _____					
Sintomatologia Basica _____					
<small>Describir Sintomas: Amarillamiento, marchitez, muerte repentina, exudaciones gomosas, pudriciones, perforaciones, enrollamientos, necrosis, manchas, galerias, nudosidades, corteza quebradiza y si el area donde se presenta la plaga ha sido tratada con algun manejo químico (fungicidas, insecticidas, antibiótico, herbicidas, hormonas, etc. frecuencia de aplicacion y dosis de aplicacion, si el area es mención la luviera.)</small>					
<b>9. Medidas de Control y Saneamiento (Que ha efectuado y Que piensa efectuar)</b>					
Cortar y Dejar <input type="checkbox"/> Cortar y Quemar <input type="checkbox"/> Cortar y Fumigar <input type="checkbox"/> Combinar metodos <input type="checkbox"/> Cortar y Aprovechar <input type="checkbox"/>					
Otros Metodos _____ Con base al tratamiento seleccionado fundamente su recomendación _____					

### **CAPITULO III**

**Servicios desarrollados en la unidad de plagas del Proyecto de Protección Forestal  
(PROFOR) dentro del Instituto Nacional de Bosques (INAB)**

### 3.1 Presentación

Guatemala es un país con suelos de alta vocación para la actividad forestal, el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) promueve a los propietarios de áreas mayores a 2 Ha. a sembrar especies forestales. Instituto Nacional de Bosques (INAB) está comprometido a dar al usuario el asesoramiento sobre el mantenimiento, control de plagas y manejo de las plantaciones durante los 6 primeros años.

En los últimos años se ha incrementado el área plantada con especies forestales nativas y exóticas la mayor parte son plantaciones homogéneas. Por eso es necesario generar información desde el establecimiento, mantenimiento, plagas forestales que pueden aparecer y el manejo silvicultural de cada una de las especies que se están plantando en el PINFOR, además de realizar capacitaciones para que el usuario pueda darle un buen aprovechamiento a los recursos naturales y así mejorar sus plantaciones.

El Instituto Nacional de Bosques como ente responsable del área forestal de Guatemala y el Proyecto de Protección Forestal (PROFOR) están conscientes de que la presencia de plagas forestales es inevitable y es un tema relativamente nuevo, la información que existe es muy escasa, muchas veces los usuarios por la falta de conocimiento utilizan técnicas inadecuadas tanto para la planta como para el ambiente, es por eso que surgió la necesidad de realizar en el periodo de febrero – noviembre de 2006, los servicios que se detallarán más adelante acerca de plagas forestales para que puedan ser un complemento de las investigaciones que se están llevando a cabo, esta información va de la mano con cursos de capacitación tanto para técnicos como para usuarios ya que son un medio para informar de las diferentes plagas que están presentes en el país y el tratamiento que cada una requiere así como mantenerlos actualizados de nuevos reportes de plaga.

## 3.2 Servicio I

**“Traslado de muestras vegetales de otras especies forestales y análisis de especímenes de insectos en el centro de diagnóstico parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC)”**

### 3.2.1 Objetivo

- Facilitar y propiciar la determinación de plagas y enfermedades forestales a través de la recepción y traslado de muestras vegetales para su análisis.

### 3.2.2 Metodología

#### 3.2.2.1 Envío de Muestras

En el proyecto de Protección Forestal se recibieron muestras vegetales de distintas especies forestales dañadas por hongos, bacterias, insectos, entre otros, así como también especímenes de insectos que estuvieran provocando daño a las plantaciones del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR). Las muestras recibidas pasaban por un proceso registro antes de ser enviadas al laboratorio, ya que era necesario contar con información general de la muestra que se enviaba, como procedencia, hospedero, edad, parte afectada, síntomas y otras observaciones. Este registro consistía en llenar la boleta de SANIFOR del Proyecto de PROFOR si todavía no hubiese sido llenada por el responsable de la muestra.

Posteriormente se trasladaron las muestras y/o especímenes de insectos al Centro de Diagnóstico Parasitológico -FAUSAC-, para que se efectuara el análisis correspondiente de cada una de ellas.

### 3.2.3 Resultados

Durante el periodo de marzo a noviembre del año 2006, se trasladaron al centro de diagnóstico parasitológico – FAUSAC – 31 muestras, de las cuales 13 fueron de origen vegetal y 18 insectil.

En el Cuadro 32 se describen las muestras que se ingresaron al proyecto de PROFOR, se indica la procedencia, el hospedero afectado y el daño que presentaba entre otras cosas. Se lograron analizar 8 de 13 muestras vegetales y 15 de 18 insectos ingresados. Para determinar el resultado de los análisis se procedió de la siguiente manera:

### **3.2.3.1 Fitopatología**

Con la ayuda de los encargados del laboratorio se realizaba una descripción previa al análisis de la muestra vegetal, identificando el signo que presentaba, mediante observación directa o con ayuda del estereoscopio. Si la muestra vegetal colectada no presentaba aún signos visibles, se procedía a elaborar una cámara húmeda para que empezara a desarrollarse el hongo.

### **3.2.3.2 Entomología**

A los ejemplares de insectos también se les realizó una descripción previa al análisis, tomándole fotografías o dibujándolo, mediante observación directa o con ayuda del estereoscopio.

Se observaron detenidamente todas las partes del insecto para luego correr la clave de taxonomía de Insectos que corresponde dependiendo del orden al que pertenezca el insecto. La clave utilizada para determinar ordenes y familias de los insectos fue la de taxonomía de insectos del departamento de parasitología agrícola de la Universidad Autónoma de Chapingo, cuyo autor es Román Domínguez Rivero, Tomos 1 – 3.

Se tomaron fotografías o se dibujaron las partes características del insecto encontrado, se describió cada parte del mismo y con los resultados que se obtenían, se analizó si el insecto observado se podía considerar plaga o no, de ser afirmativo se buscó en la misma clave y/o en otros documentos específicos el manejo del mismo, las causas y los efectos que provocan en la planta.

**Cuadro 31** Descripción de las muestras ingresadas al proyecto PROFOR y enviadas al Laboratorio Parasitológico – FAUSAC – para su análisis.

No.	No. Serie Lab.	Procedencia	Hospedero	Tipo de muestra	Estado	Daño	Resultado de Laboratorio		
							Orden	Familia	Nombre científico
1	308-06	San Mateo Huehuetenango	Ciprés ( <i>Cupressus</i> sp.)	Entomológica	Larva	Perdida del follaje	Hymenoptera	Diprionidae	<i>Zadiprion</i> sp.
2	323-06	Chiquimula		Entomológica	Adulto		Coleoptera	Scolytidae	
3	324-06	Chiquimula	Cedro ( <i>Cedrella</i> sp.)	Entomológica	Adulto		Coleoptera	Posible Lyctidae	
4	325-06	Huehuetenango	Ciprés ( <i>Cupressus</i> sp.)	Entomológica	Adulto	Perdida del follaje, muerte de árboles.	Hymenoptera	Diprionidae	<i>Zadiprion</i> sp.
5	326-06	Huehuetenango	Ciprés ( <i>Cupressus</i> sp.)	Entomológica	Adulto		Diptera	Sciaridae	<i>Sciara</i> sp.
6	327-06	Palencia Guatemala	Cedro ( <i>Cedrella</i> sp.)	Entomológica	Larva, Ninfa Adulto	Barrenador	Coleoptera	Buprestidae	
7	378-06	San Jose Ojetenam San Marcos	Pinabete ( <i>Abies</i> sp.)	Entomológica	Adulto		Coleoptera	Scolytidae	<i>Pityophthorus</i> sp.
8	379-06	Sibinal San Marcos	Pino ( <i>Pinus rudis</i> )	Entomológica	Larva	Deformación generalizada y defoliación.	Hymenoptera	Diprionidae	<i>Neodiprion</i> sp.

9	380-06	Moyuta Jutiapa	Palo Blanco ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> )	Entomológica	Larva	Barrenando tallo y ramas, deformaciones			
10	381-06	Tecpán Chimaltenango	Aliso ( <i>Alnus</i> sp.)	Entomológica	Larva	Barrenando y perforando tallos y ramas	Lepidoptera	Hepialidae	<i>Phassus</i> sp.
11	382-06	Tejuela San Marcos	Aliso ( <i>Alnus</i> sp.)	Entomológica	Adulto	Necrosis en hojas y marchitez en toda la planta			
12	383-06	Tejuela Sn. Marcos	Pinabete ( <i>Abies</i> sp.)	Fitopatológica	Hojas	Amarillamiento y necrosis en hojas.	<i>Didimosphaeria</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp.		
13	384-06	Tecpán Chimaltenango	Ciprés ( <i>Cupressus</i> sp.)	Entomológica	Adulto	Galerías y perforaciones en ramas	Coleoptera	Scolytidae	<i>Pityophthorus</i> s sp
14	385-06	Tejuela San Marcos	Pino ( <i>Pinus rudis</i> )	Entomológica	Adulto	Galerías en el fuste.			
15	386-06	Sanarate El Progreso	Pino ( <i>Pinus</i> sp.)	Fitopatológica	Plántulas	Marchitez	<i>Phitium</i> sp. o <i>Phitophtora</i> sp.		
16	408-06	Fraijanes Guatemala	Pino ( <i>P. maximinoi</i> )	Entomológica	Adulto y Larva	Galerías en el fuste.			
17	421-06	Poptún Petén	Pino ( <i>Pinus caribaea</i> )	Entomológica	Pilones	Bifurcaciones, resina y partes naranja.	Lepidoptera	Tortricidae	<i>Rhyacionia frustrana</i>
18	422-06	Poptún Petén	Pino ( <i>Pinus caribaea</i> )	Entomológica	Adulto	Barrenando Tallos y Ramas	Coleoptera	Scolytidae	<i>Ips calligraphus</i>

19	518-06	San Pedro Pinula Guatemala	Ciprés ( <i>Cupressus</i> sp.)	Entomológica	Pupa y Adulto	Defoliación de la planta	Homoptera	Cercopidae	
20	517-06	Nentón Huehuetenango	Ciprés ( <i>Cupressus</i> sp.)	Entomológica	Adulto	Defoliación de la planta por mosca sierra, aparente parasito.	Hemiptera	Pentatomidae	
21	527-06	Moyuta Jutiapa	Mundani ( <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> )	Fitopatológica	Raíces	Raíces con micelio, susceptible a termitas.			
22	557-06	Ixchiguan San Marcos	Pino ( <i>Pinus rudis</i> )	Entomológica	Larvas	Defoliación, marchitamiento y muerte del árbol.	Lepidoptera	Geometridae	
23	558-06	Río Bravo Suchitepéquez	Palo Blanco ( <i>Tabebuia donnell-smithii</i> )	Fitopatológica	Hojas, Raíces Tallo	Muerte en ramas secundarias, daño raíz y muerte total del árbol.			
24	609-06	Melchor de Mencos Petén	Santa María ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	Fitopatológica	Hojas y Ramas	Necrosis, galerías de algún insecto minador, muerte progresiva.		<i>Pestalotiopsis</i>	
25	610-06	Melchor de Mencos Petén	Colorado	Fitopatológica	Hojas y Ramas	Necrosis, galerías de algún insecto minador, muerte progresiva.		No se encontró ningún patógeno.	

26	644-06	Sayaxché Petén	Santa Maria ( <i>Calophyllum brasiliense</i> )	Fitopatológica	Ramas, tallo y raíz	Ramas con pústulas, hojas con manchas y galerías, muerte de árbol.	No se encontró ningún patógeno
27	646-06	Santa Ana Petén	Pino ( <i>Pinus sp.</i> )	Fitopatológica	Ramas, raíz.	Ramas con rajaduras en la corteza.	<i>Phoma sp.</i>
28	740-06	San Benito Petén	Matiliguaté ( <i>Tabebuia rosea</i> )	Fitopatológica	Ramas y hojas		No se encontró ningún patógeno
29	723-06	Cobán	Pino ( <i>Pinus sp.</i> )	Fitopatológica			<i>Pestalotiopsis</i>
30	631-06	Quetzaltenango	Pinabete ( <i>Abies sp.</i> )	Fitopatológica	Ramas y hojas		
31	724-06	Cobán	Pino ( <i>Pinus sp.</i> )	Fitopatológica			<i>Lophodermium pinastri</i>
32	725-06	Cobán	Pino ( <i>Pinus sp.</i> )	Fitopatológica			<i>Cronartium Quercus</i>

Se creó un archivo con los resultados a nivel de la FAUSAC y de PROFOR –INAB–. Todas las muestras vegetales y los especímenes de insectos se identificaron con un número de registro como se detalla en el cuadro 32.



**Figura 86** Bajo el estereoscopio observando los signos de una porción vegetal de la especie forestal, Santa Maria (*Calophyllum brasiliense*).



**Figura 87** Observando bajo el estereoscopio insectos encontrados en Cedro, pertenecientes a la familia Buprestidae (*Chrysothris yucatanensis*)

### 3.2.3.3 Recopilación de información sobre plagas y enfermedades

Se realizó una revisión de literatura correspondiente al resultado que presentó el análisis diagnosticado en el laboratorio, para posteriormente describir el patógeno y proponer un método de control o manejo del mismo. El resultado se enviaba a la subregión encargada con observaciones para que posteriormente llegara al usuario y pudieran aplicarse las recomendaciones que ahí se indicaban.

### 3.2.4 Conclusiones

- Se recibieron alrededor de 65 muestras vegetales, de las cuales 34 son de *Tectona grandis* (teca) y las 31 restantes pertenecen a otras especies, entre las que se pueden mencionar están las especies del género *Pinus*, pinabete, palo blanco, santa María, y aliso entre otros. Las muestras provenían de las regiones o subregiones del Instituto Nacional de Bosques principalmente, éstas se recibían con su boleta de identificación, para luego ser trasladadas al centro de diagnóstico parasitológico – FAUSAC –.
- Las muestras que se recibieron en el proyecto de Protección Forestal fueron trasladadas al centro de diagnóstico parasitológico – FAUSAC –, para su análisis correspondiente. En las muestras analizadas los daños mas comunes eran los que afectaban la parte foliar de las plantas. Ya sea que algún fitopatógeno o insecto fitófago fuera el responsable del daño.
- La persona interesada, enviaba el material para su análisis y días después recibía el resultado del diagnóstico del laboratorio, adicional a eso se le proporcionaba una pequeña recomendación de manejo de la plaga que estaba siendo perjudicial a su plantación, dicha propuesta de manejo tenia como fundamento información recabada en la revisión de literatura que se realizaba al estar confirmado el resultado del laboratorio.

### 3.3 Servicio II

#### **“Apoyo a la unidad de plagas en capacitaciones dirigidas a técnicos de INAB, usuarios del PINFOR y otras entidades”**

##### **3.3.1 Objetivos**

- Apoyar en capacitaciones que les sean solicitadas a la Unidad de Plagas de PROFOR para el personal del INAB y otras entidades.
- Organizar y apoyar jornadas de capacitación dirigida a técnicos y a usuarios del programa PINFOR.

##### **3.3.2 Metodología**

Los talleres, conferencias y cursos acerca del manejo de las plagas en Guatemala (Febrero – Noviembre de 2006), fueron coordinados por el personal del Sistema de Educación Forestal (SEF), así como también por personas interesadas que hacían el contacto con el encargado de la unidad de plagas en el Proyecto de PROFOR del INAB o por el mismo encargado de plagas, quien era el que coordinaba con personas especialistas del tema.

Posteriormente, cuando ya se tenían establecidos los temas a tratar, en la unidad de plagas se realizaba una agenda hipotética y dentro de ésta, se les proponía a los encargados del evento una gira de campo, la cual se utilizaría para mostrarle a los participantes, los pasos a seguir en un monitoreo de plagas y como se lleva a cabo la colecta de muestras en campo.

##### **3.3.3 Resultados**

Debido a la poca información que se tiene sobre plagas forestales, surge la necesidad de realizar capacitaciones, talleres o conferencias donde se pueda compartir los conocimientos y las experiencias sobre las plagas en plantaciones forestales a personas encargadas o interesadas en este tema. Durante el Periodo de Febrero a Noviembre de 2006 se realizaron una serie de talleres y conferencias así como también un curso sobre el manejo de las plagas forestales.

### 3.3.3.1 Prevención y control de plagas forestales en la Región de las Verapaces

Este curso fue coordinado por el Sistema de Educación Forestal (SEF), se llevó a cabo el 27 y 28 de junio de 2006 en las instalaciones del Parque "Las Victorias", Cobán, Alta Verapaz. A dicho evento asistió personal técnico de la Región II de INAB, técnicos forestales municipales, regentes forestales, propietarios de plantaciones y estudiantes del Instituto Técnico en Recursos Naturales (ITERN).

Entre los temas mas importantes estaba la situación, monitoreo y detección del Gorgojo barrenador del Pino (*Dendroctonus* sp. e *Ips* sp.), así como sus generalidades en la identificación y las técnicas de control. Además de compartir sobre otras plagas que afectan el Pino, ya que es la especie que principalmente plantan en dicha región. En el trabajo de campo se les explicó a los participantes como se tenía que llenar la boleta de reporte de plagas y como se deben coleccionar las muestras para trasladarlas al laboratorio.



**Figura 88** Conferencia sobre la biología e identificación del Gorgojo del Pino impartida a los asistentes del curso "Prevención y control de plagas forestales en la Región de las Verapaces"

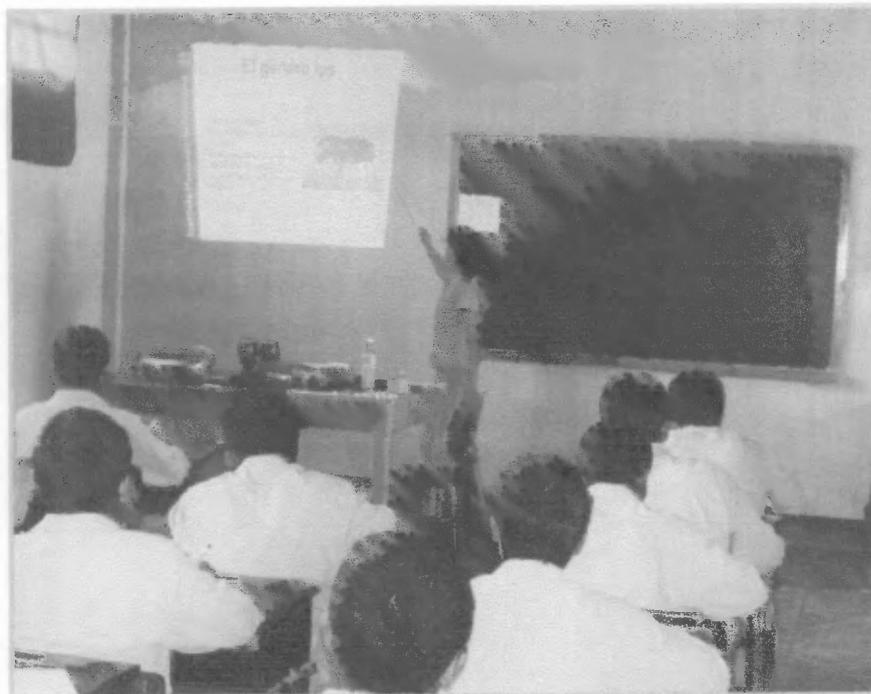


**Figura 89** Práctica de campo en el curso de “Prevención y control de plagas forestales en la Región de las Verapaces”, realizado en el parque Las Victorias, Cobán, Alta Verapaz

### **3.3.3.2 Curso de manejo integrado de plagas en bosques de pino, dirigido a estudiantes del ITEMAYA, Uspantán, Quiché**

Se realizó un taller en donde un representante de la Subregión VII - 3 que es la encargada de administrar el área de Uspantán, Quiché, fue quien coordinó con las autoridades del Instituto Técnico Maya (ITEMAYA) y el encargado de la unidad de plagas del proyecto PROFOR, para que se pudiera realizar este taller de capacitación para los estudiantes de dicho instituto los cuales estudian la carrera de Perito Forestal. Se realizó el 6 y 7 de julio de 2006, en el centro de Uspantán con la participación de 50 estudiantes. Los temas a tratar fueron principalmente sobre el gorgojo del pino, identificación y control del mismo además de mencionar otras plagas que afectan a esta especie, adicional a las plagas se trató el tema de “Elaboración de Planes de Saneamiento”.

Los participantes pudieron observar algunos ejemplares de gorgojo del pino (*Dendroctonus* sp. e *Ips* sp.) durante las conferencias, así como también en la gira de campo que se realizó siguiendo con la metodología ya establecida.



**Figura 90** Exponiendo las diferencias entre el género *Dendroctonus* sp. e *Ips* sp. (gorgojo del pino) en Uspantán, Quiché.



**Figura 91** Un estudiante del ITEMAYA observando los ejemplares de los gorgojos del pino y diferenciando los géneros.



**Figura 92** Pino con ataque de gorgojo en la gira de campo del curso "Plagas Forestales", Uspantan, Quiché.

### **3.3.3.3 Reconocimiento de las Plagas Forestales del genero *Pinus* spp., Colecta y Traslado de muestras**

El tercer curso de capacitación se realizó en las instalaciones del Hotel Santa Cruz, del municipio de Río Hondo, Zacapa el 4 y 5 de Octubre de 2006, en dicho curso participaron 15 personas representantes de Defensores de la Naturaleza, CONAP así como también representantes de INAB de la región III, Zacapa.

Los temas a tratar fueron principalmente sobre la identificación de un fitopatógeno o insecto fitófago, la colecta y traslado de muestras en campo con el material mínimo indispensable para realizarla, además de mencionar características de las plagas forestales en el genero *Pinus* spp. que son plantadas en la región.

Los participantes pudieron observar algunos ejemplares de insectos que son perjudiciales para las plantaciones en esta área, así como también se pudieron relacionar con el equipo que se necesita para la colecta, conservación y traslado de muestras.

En este evento no pudo realizarse una visita de campo para practicar la técnica de colecta de muestras y el reconocimiento de plagas dentro de una reforestación, por causas ajenas.



**Figura 93** Exponiendo la identificación de un patógeno, colecta y conservación de muestras previa al traslado al laboratorio en el curso dirigido a personal de Defensores de la Naturaleza y representantes de INAB región III.

#### **3.3.3.4 III Curso nacional de manejo de descortezadores en bosques de pino**

Se desarrollo en las instalaciones del Centro de Formación Integral Labor El Refugio, en el departamento de Quetzaltenango del 20 al 22 de Noviembre de 2006, para este evento se realizó una convocatoria entre las Regiones que tienen cobertura forestal que corresponde a bosques de coníferas, las Regiones que participaron fueron de la I – VIII, a quienes se les solicitó que enviaran a representantes de cada Región para que participaran en la actividad. Al curso asistieron 30 personas, entre personal de INAB y representantes de las instituciones financiantes, Helvetas – Probosques y PARPA-MAGA.

El experto invitado fue el Dr. David Cibrán, originario de la Ciudad de México, quien compartió sus conocimientos y experiencias a todos los participantes. Entre los temas de agenda se pueden mencionar los siguientes:

- Dinámica de poblaciones de descortezadores
- Especies de *Dendroctonus* spp.
- Enemigos naturales de *Dendroctonus* spp.

- Uso de Feromonas
- Control descortezadores de Pino
- Control Químico del Gorgojo del Pino
- Hongos asociados a *Dendroctonus* spp.

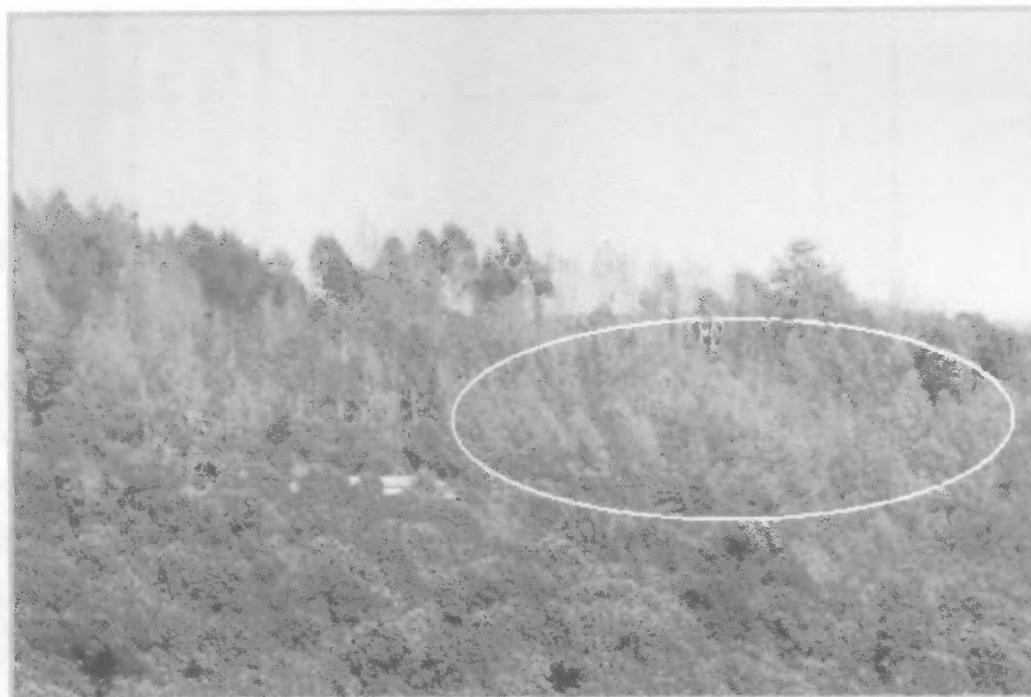
Siguiendo con la metodología de los cursos de capacitación se realizó una visita de campo al Bosque Municipal de Olintepeque, Quetzaltenango, en cuyo lugar se encontraba un brote activo de Gorgojo de pino.

Con la asesoría y el conocimiento del Dr. Cibrían se pudieron identificar algunos de los insectos que se encontraron en el campo.

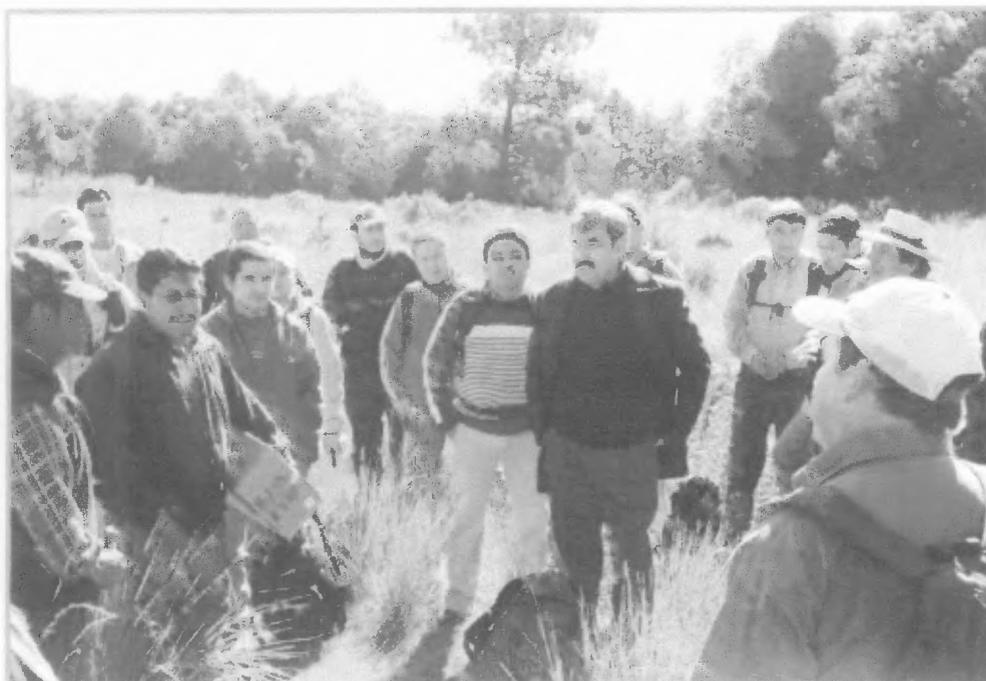
Además, como complemento del curso se visitó el Centro Universitario de Occidente (CUNOC) para hacer uso del equipo de laboratorio que en este centro poseen, con el propósito de que los participantes pudieran observar a través de los estereoscopios los ejemplares que el Dr. Cibrían traía para enseñarles. Ahí mismo pudieron hacer las consultas correspondientes a las dudas que se les presentaban.



**Figura 94** El Dr. David Cibrían exponiendo las características del Gorgojo del Pino



**Figura 95** Vista del foco de ataque del gorgojo del pino en Olintepeque, Quetzaltenango



**Figura 96** El Dr. Cibrian junto a los participantes del curso en la práctica de Campo, realizada en el Bosque municipal de Olintepeque, Quetzaltenango

### 3.3.4 Conclusiones

- Se llevaron a cabo 4 cursos de capacitación, los cuales fueron dirigidos al personal de INAB y otras instituciones. Las capacitaciones realizadas fueron solicitadas a la unidad de plagas del proyecto de Protección Forestal, quienes brindaron el apoyo necesario para llevarlas a cabo, las cuales consistieron en conferencias relacionadas a temas de plagas de acuerdo a lo coordinado con el responsable del evento, con excepción del III Curso Nacional que se apoyó en la logística del mismo.
- En todas las capacitaciones realizadas se cumplieron los objetivos de las mismas, los cuales fueron que los participantes pudieran identificar y reconocer un brote o foco de plaga, así como también que tuvieran conocimientos básicos para elaborar propuestas de Manejo integrado de plagas, además de conocer los procedimientos adecuados de colecta y preservación de muestras antes de trasladarlas al laboratorio.
- Estas capacitaciones son más que una base de información fundamental, una motivación para los técnicos que laboran en el INAB, ya que los mantiene actualizados y capacitados para enfrentar cualquier problema en campo porque ellos son los que están mas en contacto con bosques y plantaciones y los encargados de fincas, solo así se pueden obtener buenos resultados.

### 3.4 Servicio III

#### **“Apoyo a la unidad de plagas en el proyecto de Protección Forestal (PROFOR) del Instituto Nacional de Bosques (INAB)”**

##### **3.4.1 Objetivos**

- Apoyar las actividades que se realicen en la unidad de plagas del proyecto de Protección Forestal del Instituto Nacional de Bosques.

##### **3.4.2 Metodología**

Las muestras fueron enviadas por usuarios del PINFOR, técnicos del INAB o personas particulares quienes detectaron el problema o el brote de plaga. Dichas muestras fueron recibidas en el proyecto de Protección Forestal (PROFOR) en el cual se llenó una boleta con información general de la plaga a evaluar. Posteriormente se realizaba la determinación de las plagas que fueran conocidas elaborando un informe de resultado que explicaba el nombre de la plaga y recomendaciones sobre su control. En caso de no conocer el problema las muestras se trasladaban al Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para su determinación.

Los resultados que emite el laboratorio se adjuntan con el informe de recomendaciones que se realiza en PROFOR y se trasladan a la región, subregión o persona correspondiente.

##### **3.4.3 Resultados**

###### **3.4.3.1 Monitoreo de plagas en plantaciones del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) y otras entidades.**

Al proyecto de PROFOR – INAB llegan solicitudes de personas que requieren la asistencia del encargado de plagas en sus plantaciones, ya que estas presentan problemas sanitarios. Por esta razón se visitaban las reforestaciones, si en la visita al lugar se encontraba algún problema de plaga ya conocido, se le explicaba a la persona encargada los pasos que debía seguir para poder controlar el problema, si el caso no se conocía o no

se había reportado, entonces, se tomaba una muestra para que se realizara el análisis en el laboratorio.

Se visitaron reforestaciones del PINFOR, con el fin de encontrar el o los problemas que estaban afectando a las plantaciones del usuario o de la persona solicitante. Se visitaron reforestaciones de Pino y Palo Blanco en Petén y Suchitepéquez respectivamente, en estas actividades se brindó el apoyo en la colecta de muestras, llenado de boletas y toma de fotografías de las partes afectadas. Así como también se le dio seguimiento a las muestras desde que fueron colectadas en campo, traslado al laboratorio y entrega del resultado del análisis de las mismas.



Figura 97 Plantación de *Tabebuia donnell-smithii* (Palo Blanco) con daño de Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) *Prospodium* sp.

#### 3.4.3.2 Apoyo en capacitaciones dirigidas a las Subregiones

Se realizaron reuniones con los técnicos de las subregiones visitadas debido al estudio del Diagnóstico sanitario de plantaciones de teca en Guatemala, para exponerles las plagas que se han encontrado en las plantaciones PINFOR, las cuales ya se encuentran reportadas a nivel nacional. En estas charlas se compartieron las guías del paquete de sanidad forestal (SANIFOR), que han sido elaboradas en la unidad de plagas para

especies forestales como pino, palo blanco, teca, entre otras. En las guías se puede encontrar el nombre de la plaga, la descripción y el manejo de la misma.

En estas reuniones los técnicos contaron sus experiencias con las plagas que se iban presentando, manifestaron que si han tenido contacto con ellas (plagas) pero por falta de conocimiento no las han podido manejar. Algunos dijeron que los encargados de las fincas las manejaban con un tratamiento diferente al descrito en la presentación y con resultados satisfactorios, estas experiencias fueron útiles para enriquecer las guías que se tienen hasta el momento.



**Figura 98** Asistencia en la exposición de plagas del paquete SANIFOR a técnicos en las Subregión de INAB de Sayaxché, Petén.

### 3.4.3.3 Colaboración en la compra de equipo y material útil para el proyecto de PROFOR – INAB

Se asistió y se brindo colaboración en la compra de material y equipo que iba a ser utilizado por la unidad de plagas del proyecto de PROFOR, para esto se realizó un listado de materiales que hacían falta dentro de la unidad. Se realizaron los contactos a los lugares de venta y se pudo obtener lo siguiente:

**Cuadro 31** Material y Equipo adquirido en el Proyecto de Protección Forestal – INAB –

Un armario metálico	Lupas de 10x
Viales con tapadera de vidrio claro de 8 y 10 ml.	Estuche de disección
Viales tipo Vacutainer de vidrio de 5 Y 10 ml.	Caja plástica Jumbo
Gradillas para colocar viales	Cajas plásticas tipo camisa de 3 diferentes tamaños
Redes entomológicas	Bolsas plásticas
Cajas de petri	Alcohol



**Figura 99** Se observa el Estuche de disección, red entomológica, gradilla y viales material y equipo adquirido en el proyecto de PROFOR - INAB.

#### 3.4.4 Conclusiones

- Se brindó el apoyo necesario en las actividades que el Proyecto de Protección Forestal PROFOR – INAB requería ya sea que fuere dentro de la sede del proyecto o en las visitas de campo que se realizaban con el encargado de plagas del proyecto.
- Se visitaron plantaciones del PINFOR para observar los problemas sanitarios que presentaban, se colaboró colectando muestras para luego enviarlas al laboratorio para su análisis.
- Se colaboró y acompañó en la compra de material y equipo para abastecer la unidad de plagas del proyecto de PROFOR. Así como también se ayudó en la logística para poder realizar el III Curso Nacional de Manejo de Descortezadores en Bosques de Pino en Guatemala.

### 3.5 Bibliografía

1. Álvarez V, GA. 2004. Toma, preservación y traslado de muestras vegetales para análisis parasitológico (enfoque forestal). Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 10 p.
2. ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, Gestión Forestal, PA). 2000. Guía técnica para la reforestación en Panamá (en línea). Panamá. Consultado 16 oct 2006. Disponible en: <http://www.anam.gob.pa/forestal/Guia%20tecnica.htm>
3. \_\_\_\_\_. 2006. Protección forestal (en línea). Panamá. Consultado 17 mayo 2006. Disponible en <http://www.anam.gob.pa/forestal/proteccion%20forestal.htm>
4. Cibrian, D; Juárez, J. 2006. Métodos de control de insectos y enfermedades. México, Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales. 134 p.
5. Dominguez Rivero, R. 1990. Taxonomía: Neuroptera a Coleoptera; claves y diagnosis. México, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento Parasitológico Agrícola. tomo 2, p. 456-475.



*Rolando Barrios*



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS  
Y AMBIENTALES -IIA-



REF. Sem. 60-2007

LA TESIS TITULADA:

"FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DEL  
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS  
FORESTALES CON BASE EN EL  
DIAGNÓSTICO DE PLANTACIONES DE  
*Tectona grandis* L.f.(Teca) EN GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

RITA PAOLA ESTRADA BARRIOS

CARNE:

200110766

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno  
Ing. Agr. Alvaro Hernández  
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

  
Ing. Agr. Alvaro Hernández Davila  
ASESOR ESPECÍFICO

  
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes  
ASESOR SUPERVISOR

  
Dr. Edin Francisco Orozco Miranda  
DIRECTOR DEL IIA



EOM/nm  
c.c. Archivo  
IIA

OCT 2007  
10:19



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 AREA INTEGRADA



Guatemala, 23 de enero de 2008

Ref. SAIEPSA: Trabajo de Graduación 0143-2008

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS FORESTALES CON BASE EN EL DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO EN PLANTACIONES DE *Tectona grandis* L. f.(TECA), DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES EN GUATEMALA

ESTUDIANTE:

RITA PAOLA ESTRADA BARRIOS

CARNÉ No.

200110766

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

"FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS FORESTALES CON BASE EN EL DIAGNÓSTICO DE PLANTACIONES DE *Tectona grandis* L.f.(Teca) EN GUATEMALA".

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES:

Ing.Agr. Marco Tulio Aceituno  
 Ing.Agr. Alvaro Hernández  
 Ing.Agr. Pedro Peláez Reyes

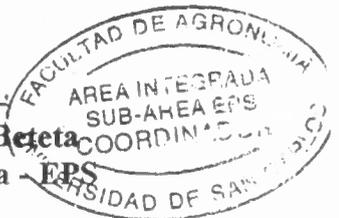
Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
 Ing.Agr. Pedro Peláez Reyes  
 Docente – Asesor EPS



  
 Vo.Bo. Ing.Agr. Guillermo Méndez Beteta  
 Coordinador Área Integrada - EPS



c.c. Control Académico, Estudiante, Archivo,



FACULTAD DE AGRONOMÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



UNIVERSIDAD DE  
SAN CARLOS DE GUATEMALA

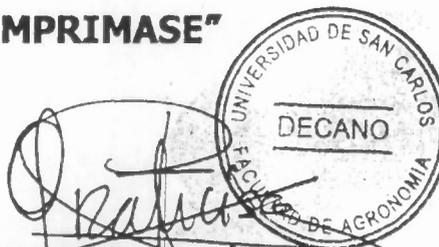
No. 003.2008

**Investigación Titulada:** "FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS FORESTALES CON BASE EN EL DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO EN PLANTACIONES DE *Tectona grandis*. L. f., DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES EN GUATEMALA"

**Estudiante:** RITA PAOLA ESTRADA BARRIOS

**Camé:** 200110766

"IMPRIMASE"



ING. AGR. FRANCISCO VASQUEZ  
DECANO