

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**BOSQUE NATURAL, PRODUCCIÓN COMERCIAL Y CONTROL DE LA PLAGA DEL
PULGÓN *Mindarus guatemalensis* EN *Abies guatemalensis* Rehder, EN EL
ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA**

JONATHAN SAMUEL REYNOSO DUARTE

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

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

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**BOSQUE NATURAL, PRODUCCIÓN COMERCIAL Y CONTROL DE LA PLAGA DEL
PULGÓN *Mindarus guatemalensis* EN *Abies guatemalensis* Rehder, EN EL
ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA**

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

POR

JONATHAN SAMUEL REYNOSO DUARTE

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

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

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br. Rigoberto Morales Ventura
VOCAL QUINTO	Br. Miguel Armando Salazar Donis
SECRETARIO	MSc. Edwin Enrique Cano Morales

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008.

Guatemala, noviembre 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 titulado “**BOSQUE NATURAL, PRODUCCIÓN COMERCIAL Y CONTROL DE LA PLAGA DEL PULGÓN *Mindarus guatemalensis* EN *Abies guatemalensis* Rehder, EN EL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA**”, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

JONATHAN SAMUEL REYNOSO DUARTE

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios:** Por sobre todas las cosas.
- Mi padres:** Lorna Eunice Duarte Palma de Pérez, por ser mi guía, mi protectora, el ejemplo a seguir y por ser sobre todo la fuente inagotable de fuerza y amor. Edin Reynoso y Rony Pérez, mis dos figuras paternas, gracias por el apoyo.
- Mis hermanos:** Lorna, Cesia y Sergio, por el amor y el apoyo incondicional brindado siempre y con motivación para seguir adelante.
- Mis abuelos:** Manuel Reynoso Trujillo, Ernestina Baños de Reynoso (Q.E.P.D.), Everardo Duarte Guerra, Lilí Palma de Duarte, por el amor, las bendiciones y sus sabios consejos.
- Mis tíos:** Eugenia Reynoso (Q.E.P.D.), Elizabeth Reynoso, Clara Duarte, Rosa Duarte, Liliana Duarte y Vinicio Duarte, por el cariño y la inspiración brindada.
- Mis primos:** Débora, Francisco, Gabriela, José Manuel, Mariangela, Johan, Erick, Samuel, Hiram, Joshua, Andrea, Analí, Daphne, Maria Elena, Rodrigo y Natalia, por el cariño.
- Mis sobrinos:** Gabriela, Juliana y Julio, con mucho amor.
- Las familias:** Díaz Duarte por ser mi segunda familia y por la ayuda incondicional brindada a lo largo de la carrera y Ordóñez Medina por abrirme las puertas, compartir y por sus oportunos consejos.
- Mis amigos:** En especial a Francisco Valle, Hugo Flores, Hiram Ordóñez, Francisco Aguilar, Jorge Robles, Paulo Ortiz, Adalberto López, Saúl Fernández, Renato de León, Gamaliel Martínez, Mauricio Hernández, Mario Ágreda, Leonel Castellanos, Abel Túchez, Juan González, Daniel Herrera, Wilner Valle, Ariel Valle, Roberto Aldana, Boris Salguero, Marilyn Godoy, Amarilis Yoc y Regina Valiente.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO A:

DIOS

Mi familia

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Poptún, Petén

Proyecto Pinabete FAUSAC-KVL, en especial al Dr. Pablo Prado, Ing. Agr. Juan José Castillo, Ing. Agr. Oscar Medinilla, David Mendieta y Pedro Chacón, por la oportunidad de trabajar juntos y aprender de las vivencias.

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Dirección Regional Altiplano Occidental: Ing. Agr. Mario Morales, Lic. Alan Marroquín, Ing. Agr. Jesús Wanam, Ing. Agr. Víctor Ochoa, Ing. For. Leyder Gómez, Lester Enríquez y Gabriela Rodas; por el constante apoyo en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado y en especial en la realización de las actividades que culminaron con la elaboración de este documento.

Proyecto de Apoyo a la Reconversión Directa para la Alimentación (PARPA), Región Altiplano Occidental, especialmente a Emanuel Vásquez, Ing. Agr. Jorge Albizures y Luís Reyes, por el apoyo a las actividades realizadas.

Sistema de Prevención y Control de Incendios Forestales (SIPECIF), especialmente al Ing. Agr. Oscar Velásquez, delegado departamental de Quetzaltenango, por todo el apoyo en la realización de este estudio.

Asociación Nacional de Productores de Pinabete de Guatemala (ANPROPIGUA), muy especialmente al Sr. Carlos Rudy Escobar, por la valiosa contribución al estudio y sobre todo por la amistad, el apoyo moral incondicional y los sabios consejos.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

El personal de los Departamentos de Áreas Protegidas y Medio Ambiente de las municipalidades de Quetzaltenango, Cantel y Zunil, especialmente a Max Von Anshelm, ayuda imprescindible en la realización del ejercicio profesional.

Subárea de Manejo de Suelo y Agua, especialmente al Ing. Agr. Tomás Padilla, Ing. Agr. Hugo Tobías, Ing. Agr. Marvin Salguero, por el tiempo de trabajo ameno y constructivo.

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, especialmente a: Ing. Agr. Guillermo Santos, Ing. Agr. Daunno Chew, Ing. Agr. Jorge Gómez, por la oportunidad otorgada y por compartir estos dos años de labor dentro de la facultad.

Ing. Agr. Edwin Cano e Ing. Agr. Carlos López por la amistad, los sabios consejos y el apoyo en las actividades diarias.

Ing. Agr. Álvaro Hernández, Dra. Charlotte Nielsen, Inga. Agr. Mónica Aldana e Ing. Agr. Oscar Valenzuela, por el apoyo en la asesoría y en el análisis de los datos de la investigación.

Ing. Agr. Ezequiel López e Ing. Agr. Darvin González, por el apoyo y la contribución durante la supervisión del Ejercicio Profesional Supervisado y en la elaboración de este trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	iii
INDICE DE CUADROS	v
RESUMEN	vi
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN SILVICULTURAL Y FITOSANITARIA DE DIEZ PLANTACIONES VOLUNTARIAS DE PINABETE (<i>Abies guatemalensis</i> Rehder) Y CARÁCTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL CULTIVO, EN LOS DEPARTAMENTOS DE QUETZALTENANGO, SAN MARCOS Y CHIMALTENANGO.	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. MARCO REFERENCIAL	3
2.1 Aspectos generales del cultivo del pinabete.....	3
2.1.1 Descripción de la especie.....	3
2.1.2 Aspectos legales en torno la especie	6
2.1.4 Plantaciones Voluntarias	8
3. OBJETIVOS	10
3.1 Objetivo general	10
3.2 Objetivos específicos	10
4. METODOLOGÍA	11
4.1 Fase preliminar de gabinete.....	11
4.2 Fase de campo	11
4.3 Fase final de gabinete.....	12
5. RESULTADOS	13
5.1 Prácticas silviculturales.....	13
5.2 Otros aspectos silviculturales.....	18
5.3 Aspectos de comercialización.....	21
5.3.1 Producción anual de pinabete (<i>Abies guatemalensis</i> Rehder)	21
5.3.2 Proceso de marchamado	23
5.3.3 Transporte	24
5.3.4 Obstáculos para el mercado.....	25
5.4 Canales de comercialización y mercados.....	27
5.4.1 Costos de producción y precios de comercialización.....	29
5.4.2 Precios de comercialización	33
5.5 Plagas y enfermedades de <i>A. guatemalensis</i>	35
5.5.1 Signos del ataque del pulgón (<i>Mindarus guatemalensis</i>).....	36
5.5.2 Daño del pulgón (<i>Mindarus guatemalensis</i>).....	37
5.5.3 Control del pulgón (<i>Mindarus guatemalensis</i>).....	37
5.5.4 Signos por el ataque de taltuza	38
5.5.5 Daños por el ataque de taltuza.....	39
5.5.6 Control del ataque de taltuza.....	40
5.6 Impacto económico de las plagas.....	40
6. CONCLUSIONES.....	42
7. BIBLIOGRAFIA.....	43
8. ANEXOS	44
8.1 Cuestionario para propietarios de plantaciones <i>A. guatemalensis</i> en Guatemala.....	44
CAPÍTULO II. INVESTIGACIÓN: CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO, INCIDENCIA Y DENSIDAD DEL PULGÓN <i>Mindarus guatemalensis</i> EN PINABETE <i>Abies guatemalensis</i> Rehder Y EVALUACIÓN DE CUATRO INGREDIENTES ACTIVOS PARA SU CONTROL, EN PALESTINA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO.....	49
1. INTRODUCCIÓN.....	50
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	52
3. MARCO TEÓRICO.....	53
3.1 Marco conceptual	53
3.1.1 Botánica y taxonomía de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder.....	53

3.1.2 Fenología de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder	54
3.1.2 Hábitat, zona de vida y distribución	59
3.1.3 Distribución en Guatemala	60
3.1.4 <i>Mindarus sp.</i> (Hemíptera: Aphididae: Mindarinae)	61
3.2 Marco referencial	69
3.2.1 Situación legal de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder	69
3.2.1 Estrategia nacional para la conservación y protección de <i>A. guatemalensis</i>	69
3.2.2 Componentes de la estrategia	70
3.2.3 Plantaciones voluntarias de <i>A. guatemalensis</i>	71
4. OBJETIVOS	73
4.1 Objetivo general	73
4.2 Objetivos específicos:	73
5. HIPÓTESIS	73
6. METODOLOGÍA	74
6.1 Plantaciones objeto de muestreo	74
6.2 Etapa I. Determinación de la incidencia	74
6.2.1 Conteo directo	75
6.2.2 Método del golpeo	75
6.3 Etapa II. Determinación del porcentaje de daño	77
6.4 Etapa III. Densidad de áfidos por brote	77
6.4.1 Conteo directo	77
6.4.2 Método del golpeo	77
6.2 ETAPA IV. Evaluación de ingredientes activos	78
6.2.1 Descripción de los tratamientos	78
6.2.2 Descripción del material experimental	78
6.2.2.1 Unidades experimentales	78
6.2.3 Diseño experimental	79
6.2.4 Variable de respuesta	80
6.2.5 Análisis de la información	80
6.2.6 Manejo del experimento	80
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	82
7.1 Etapa I. Determinación de la incidencia	82
7.2 Etapa II. Determinación del porcentaje de daño	83
7.3 Etapa III Densidad de áfidos por brote	84
7.4 Etapa IV. Evaluación de ingredientes activos	87
7.4.1 Primera aplicación	87
7.4.2 Segunda aplicación	87
7.4.3 Tercera aplicación	88
8. CONCLUSIONES	90
9. RECOMENDACIONES	91
10. BIBLIOGRAFÍA	92
11. APÉNDICES	95

CAPÍTULO III. SERVICIO: DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE BOSQUE NATURAL DE PINABETE (*Abies guatemalensis* Rehder), EN LOS PARQUES REGIONALES MUNICIPALES RESERVA ECOLÓGICA CANTEL Y ZUNIL, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO 97

1. ANTECEDENTES	98
2. MARCO REFERENCIAL	99
2.1 Parque regional municipal Cantel	99
2.1.1 Ficha técnica	99
2.1.2 Perfil del parque regional municipal Cantel	99
2.2 Parque regional municipal Zunil	100
2.2.1 Ficha Técnica	100
2.2.2 Perfil del parque regional municipal Zunil	100
2.3 Uso de los recursos naturales en los PRM Cantel y Zunil	103
2.3.1 Cobertura vegetal	103
2.3.2 Aprovechamiento forestal	104
2.3.3 Actividad agrícola	105

2.3.4 Aspectos biofísicos relevantes de los PRM Cantel y Zunil.....	107
3. OBJETIVOS	120
3.1 Objetivo general.....	120
3.2 Objetivos específicos.....	120
4. METODOLOGÍA	121
4.1 Metodología para diagnóstico del recurso hídrico	121
4.1.1 Identificación de afluentes	121
4.1.2 Caracterización morfométrica y de temporalidad	121
4.1.3 Identificación de usos de los manantiales	122
4.1.4 Cuantificación volumétrica de las fuentes de agua superficiales	122
4.1.5 Estimación de la calidad de agua	124
4.1.6 Elaboración de mapas temáticos.....	124
4.2 Metodología para diagnóstico del recurso suelo.....	124
4.2.1 Revisión de fuentes secundarias de información	124
4.2.2 Definición de unidades fisiográficas y leyenda fisiográfica.....	125
4.2.3 Muestreo de suelos.....	125
4.2.4 Determinación de la taxonomía del suelo.....	126
4.2.5 Elaboración de mapas temáticos.....	126
4.3 Metodología para el análisis del clima	126
4.3.1 Revisión de fuentes secundarias.....	126
4.3.2 Recolección y sistematización de datos	127
4.3.3 Elaboración de mapas temáticos.....	127
4.4 Metodología para diagnóstico del recurso bosque	127
4.4.1 Rodalización del área natural de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder	127
4.4.2 Diseño del muestreo	128
4.4.3 Tipo de muestreo	128
4.4.4 Definición y ubicación de unidades de muestreo	129
4.4.5 Levantamiento de datos.....	129
4.4.6 Sistematización y análisis de datos	129
5. RESULTADOS	132
5.1 Recurso hídrico	132
5.1.1 PRM Zunil	132
5.1.2 PRM Cantel.....	132
5.2 Recurso suelo.....	137
5.2.1 Leyenda de análisis fisiográfico del área de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Cantel y Zunil.....	137
5.2.2 PRM Zunil	139
5.2.3 PRM Cantel.....	141
5.3 Análisis del clima	147
5.3.1 Estaciones meteorológicas bajo análisis	147
5.3.2 Datos climáticos recopilados	147
5.3.3 Climadiagrama	152
5.4 Recurso bosque	155
5.4.1 PRM Zunil	155
5.4.2 PRM Cantel.....	158
6. CONCLUSIONES.....	161
7. RECOMENDACIONES	162
8. BIBLIOGRAFÍA.....	163

INDICE DE FIGURAS

1 y 2. Árbol de 8 años sin poda de formación y plantación de 12 años con podas.....	13
3. Planta de <i>A. guatemalensis</i> , sin ningún método de control de malezas.....	14
4. Método de fertilización, plantación El Edén.....	16
5 y 6. Manejo de rebrotes en El Edén y finca Panimachavac.....	17
7. Prácticas Silviculturales aplicadas por los productores de pinabete.....	18
8 y 9. Plantaciones asociadas de <i>Abies guatemalensis</i> , <i>Cupressus lusitanica</i> y <i>Pinus pseudostrobus</i>	19

10 y 11. Distanciamiento corto-densidad alta y Distanciamiento largo-densidad baja	21
12. Factores más importantes para fijar el precio de un árbol de navidad	23
13 y 14. Puntos de comercialización de pinabete, en la ciudad de Guatemala	29
15. Caso particular de costos por año por empleos en la plantación El Edén, Palestina	31
16 y 17. Semilleros en la finca “El Espinero”, Tecpán, Chimaltenango.	32
18 y 19. Vivero instalado en la cabecera municipal de Palestina de los Altos,	33
20. Precio promedio (Q.) para un pinabete en el 2005.	34
21. Precio más alto y más bajo (Q.) para un pinabete en el 2005.	35
22 y 23. Signos de <i>A. guatemalensis</i> , en respuesta al ataque de <i>Mindarus guatemalensis</i>	36
24. Planta atacada por la taltuza, Palestina de los Altos, Quetzaltenango	39
25. Tipos de plagas e impacto sobre las plantaciones de <i>A. guatemalensis</i> en el 2005.	40
26. Ciclo de vida de <i>Mindarus guatemalensis</i>	64
27. Ninfa de <i>Mindarus guatemalensis</i> ., parasitando un nuevo rebrote.	65
28. Adulto alado de <i>Mindarus guatemalensis</i>	66
29. Daño (encrespamiento) producido por la segunda generación “Sexuparae”.	67
30. Mapa de ubicación de las plantaciones.	72
31. Rebrotos de pinabete recientes, recién expandidos.	75
32. Método de conteo de áfidos por medio del golpeo.	76
33. División del árbol de pinabete por estratos para la toma de muestras.	76
34. Parcela de estudio en la evaluación de ingredientes activos.	79
35. Aplicación de los ingredientes activos a los árboles de <i>A. guatemalensis</i>	81
36. Porcentaje de incidencia de <i>Mindarus guatemalensis</i> , por medio del conteo directo.	82
37. Porcentaje de incidencia de <i>Mindarus guatemalensis</i> , por medio del método del golpeo.	83
38. Cuantificación del daño de <i>Mindarus guatemalensis</i> , conteo directo	84
39. Densidad de <i>Mindarus guatemalensis</i> por brote, por medio del conteo directo	85
40. Promedio de <i>Mindarus guatemalensis</i> por muestra, por medio del golpeo.	86
41. Colonias muertas de <i>Mindarus guatemalensis</i> , en la segunda aplicación.	88
42. Mapa de ubicación del área natural de <i>A. guatemalensis</i> de los PRM Cantel y Zunil	102
43. Mapa de cobertura y uso de la tierra de los PRM Cantel y Zunil	106
44. Mapa de cuencas y subcuencas de los PRM Cantel y Zunil	110
45. Mapa de geología de los PRM Cantel y Zunil	112
46. Mapa de zonas de vida de los PRM Cantel y Zunil	115
47. Mapa de suelos de los PRM Cantel y Zunil.	119
48. Ecuación para el cálculo de velocidad superficial de una corriente	123
49. Ecuación para el cálculo de la velocidad media de una corriente.	123
50. Ecuación para el cálculo del caudal de una corriente, método flotador	123
51. Ecuación para el cálculo de caudales, método volumétrico.	124
52. Ecuación para el cálculo de área basal en m ²	130
53. Ecuación para el cálculo de volumen de madera en m ³	130
54. Cajas de captación del agua del manantial 1, PRM Cantel	133
55. Manantial 2, PRM Cantel.	134
56. Mapa de red hidrográfica y sus órdenes, de los PRM Cantel y Zunil	136
57. Mapa de unidades fisiográficas de las áreas de <i>A. guatemalensis</i> , de los PRM Cantel y Zunil	138
58. Perfil del suelo del área natural de <i>A. guatemalensis</i> , PRM Zunil	139
59. Calicata de la Ladera Suroeste del Cerro Chwi Icham , PRM Cantel	142
60. Calicata de las Estribaciones Inclinadas del Cerro Chonaj Tajuyub, PRM Cantel	144
61. Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas, en relación al área de estudio.	148
62. Mapa de de isoyetas de la pp anual de los PRM Cantel y Zunil	151
63. Climadiagrama de la estación meteorológica Labor Ovalle	152
64. Mapa de de isotermas de la T° media anual de los PRM Cantel y Zunil	153
65. Mapa de isopletas de la ETP anual de los PRM Cantel y Zunil	154
66. Mapa de las áreas de <i>A. guatemalensis</i> y los puntos de muestreo de los PRM Cantel y Zunil	156
67. Área natural de <i>A. guatemalensis</i> , PRM Zunil.	157
68. Características fenotípicas del los árboles del bosque de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Zunil	157
69. Área natural de <i>A. guatemalensis</i> , PRM Cantel.	158
70. Características fenotípicas del los árboles del bosque de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Cantel	159
71. Estado fitosanitario del los árboles fustales del bosque de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Cantel	160

INDICE DE CUADROS

1. Distribución de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder en Guatemala.....	6
2. Plantaciones visitadas que han comercializado árboles.....	9
3. Plantaciones visitadas que no han comercializado árboles.....	9
4. Cantidad de pinabetes comercializados durante los últimos 4 años.....	22
5. Máximo y mínimo de pinabetes comercializados en un año.....	22
6. Árboles transportados por viaje y tipo de transporte.....	25
7. Principales mercados para la comercialización de <i>A. guatemalensis</i>	28
8. Estimación de costos promedio anual por manejo de una plantación.....	30
9. Calendario de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder.....	55
10. Etapas fenológicas de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder en plantación.....	58
11. Distribución de <i>A. guatemalensis</i> en Guatemala.....	61
12. Datos de plantaciones voluntarias objeto de estudio en el RNF.....	71
13. Características de las plantaciones voluntarias objeto de estudio.....	74
15. Incidencia de áfidos, % de daño, densidad áfidos/brote método de conteo directo.....	84
16. Incidencia de áfidos, densidad áfidos/brote, método del golpeo.....	85
17. ANDEVA para la primera aplicación de los ingredientes activos.....	87
18. ANDEVA para la segunda aplicación de los ingredientes activos.....	87
19A. Resultados de las tres aplicaciones de ingredientes activos.....	96
20. Fauna presente en el PRM Zunil.....	114
21. Cuantificación del caudal del manantial 1, Cantel.....	133
22. Cuantificación caudal manantial 2, Cantel.....	134
23. Análisis químico de los manantiales del rodal de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Cantel.....	135
24. Leyenda de análisis fisiográfico del área de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Cantel y Zunil.....	137
25. Análisis físico y químico de las muestras del A.1.1.....	141
26. Análisis físico y químico de las muestras del pedón B.1.1.....	143
27. Análisis físico y químico de las muestras del pedón B.1.2.....	146
28. Años de análisis climático por estación.....	147
29. Precipitación, temperatura y evapotranspiración mensual promedio.....	149
30. Datos climáticos totales sistematizados.....	150
31. Distribución por hectárea del área basal (AB), volumen (VOL) y frecuencia (F) por clase diamétrica en el bosque de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Zunil.....	155
32. Estimación de la distribución del área basal (AB), volumen (VOL) y frecuencia (F) por clase diamétrica en el bosque de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Zunil.....	155
33. Distribución por hectárea del área basal (AB), volumen (VOL) y frecuencia (F) por clase diamétrica en el bosque de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Cantel.....	158
34. Estimación de la distribución del área basal (AB), volumen (VOL) y frecuencia (F) por clase diamétrica en el bosque de <i>A. guatemalensis</i> del PRM Zunil.....	159

**BOSQUE NATURAL, PRODUCCIÓN COMERCIAL Y CONTROL DE LA PLAGA DEL
PULGÓN *Mindarus guatemalensis* EN *Abies guatemalensis* Rehder, EN EL ALTIPLANO
OCCIDENTAL DE GUATEMALA**

RESUMEN

Guatemala es un país con especies forestales endémicas y bosques de valiosa belleza escénica e importancia genética. La condición de este recurso ha venido en detrimento por efecto de presiones sociales y económicas. El pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) es un ejemplo de esta situación. Es una especie endémica que habita el altiplano del país, específicamente aquellas zonas de mayor altitud (2,400-3,400 msnm) y humedad (80%). En la actualidad se encuentra amenazado por la presión que se le ejerce debido a su alta demanda comercial con fines ornamentales, específicamente en época navideña.

Como parte de los esfuerzos que se realizan para el rescate de *A. guatemalensis*, se están llevando a cabo diversas investigaciones. El proyecto “Producción comunal sostenible de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) para el mejoramiento de bienestar rural y la conservación biológica en Guatemala”, en el año 2006 planteó en sus objetivos, un componente de plagas y enfermedades, como previsión ante la posible ampliación de su cultivo en el futuro. El Ejercicio Profesional Supervisado realizado ese año, generó información con respecto al establecimiento de las plantaciones cubriendo diversas interrogantes de aspecto técnico, económico, social, legal y político en torno al manejo de la especie. De igual forma, un diagnóstico de las áreas naturales de pinabete ubicadas dentro de los parques regionales municipales de Cantel y Zunil, Quetzaltenango, como apoyo técnico al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y a los Departamentos de Áreas Protegidas y Medio Ambiente de esas municipalidades.

De acuerdo al diagnóstico realizado, se identificó la presencia del pulgón del pinabete (*Mindarus guatemalensis*), en las plantaciones de *A. guatemalensis* ubicadas en los departamentos de Chimaltenango, Quetzaltenango y San Marcos; lo que aumenta los costos de producción debido al manejo y control que requiere por parte de los productores, además del atraso en las ventas de los árboles en la temporada navideña, debido al daño que ocasiona en la estética del árbol (29).

La investigación generó información útil para proponer soluciones en el tema de plagas y enfermedades que afectan a la especie en su estado de plantación desde su germinación hasta la etapa juvenil, a partir del estudio del daño, incidencia, densidad de *M. guatemalensis* y la evaluación de cuatro ingredientes activos de insecticidas para su control.

Las localidades estudiadas dentro de los tres departamentos fueron: Altamira, Palestina de los Altos, Quetzaltenango; El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango; Los Rojas, Cabricán, Quetzaltenango; La Chingada, Zunil, Quetzaltenango; y Panimachavac, Tecpán, Chimaltenango. El promedio del porcentaje de incidencia en estos sitios fue de 93-100%, indicando una alta presencia del áfido en las plantaciones. El daño provocado se estimó en un promedio de 17.5-70%, rango que indica que el daño es de medio a alto. La densidad promedio se estimó entre 8-84 áfidos por brote de 10 cm. de largo.

Con la evaluación de los cuatro ingredientes activos: Permentrina, Diazinón, Dimetoato y Azidarachtina, se demuestra que no hay diferencias estadísticamente significativas, lo que sugiere que no es necesaria la aplicación de insecticidas de alta toxicidad para controlar las poblaciones de *Mindarus guatemalensis*.

CAPÍTULO I.

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN SILVICULTURAL Y FITOSANITARIA DE DIEZ PLANTACIONES VOLUNTARIAS DE PINABETE (*Abies guatemalensis* Rehder) Y CARÁCTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL CULTIVO, EN LOS DEPARTAMENTOS DE QUETZALTENANGO, SAN MARCOS Y CHIMALTENANGO.

1. INTRODUCCIÓN

La situación actual del pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), es un tema objeto de esfuerzos de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y productores en particular, debido a los diversos factores que afectan su existencia. Por tal razón en la actualidad se está incentivando su cultivo y una serie de investigaciones y proyectos, dentro del Marco de la Estrategia Nacional para la Conservación del Pinabete, propuesta por el INAB y CONAP, que pretende regular todos los aspectos relacionados a esta especie.

Dentro del componente de mercado lícito de la estrategia, se contempla el tema de plantaciones donde existe escasa información acerca de aspectos silviculturales, socioeconómicos y del estado fitosanitario, particularmente del tema de plagas y enfermedades.

El diagnóstico que a continuación se presenta, elaborado durante el Ejercicio Profesional Supervisado, en el año 2006, establece la problemática actual de la incidencia de plagas y enfermedades en diez plantaciones voluntarias de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) distribuidas en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos Chimaltenango y el impacto que puedan causar económicamente sobre los productores. Además presenta algunas características socioeconómicas con respecto a la comercialización del cultivo, principalmente en época navideña.

La información que se colectó a nivel de campo, se llevó a cabo visitando las plantaciones y entrevistando a los propietarios y/o administradores. Esta información consiste en aspectos silviculturales sobre el manejo del cultivo, el estado fitosanitario de las plantaciones, aspectos de comercialización de la especie y la economía que genera en el occidente del país, particularmente en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango.

2. MARCO REFERENCIAL

A lo largo del tiempo, la condición de nuestros recursos naturales y biodiversidad han venido en detrimento debido a factores socioeconómicos como el crecimiento demográfico y la sobreexplotación por mencionar algunos. Nuestros ecosistemas forestales están en un peligro inminente de desaparecer y con ello una cantidad invaluable de especies. Es el caso en particular del abeto de Guatemala o pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), que debido a su alta demanda comercial con fines ornamentales en época navideña está cerca de la extinción.

Las plantaciones voluntarias de pinabete en el altiplano del país, son parte del gran esfuerzo que se está llevando a cabo por salvar la especie, es una posibilidad de un uso sostenible que se puede realizar, para cubrir la alta demanda de los productos derivados de la especie (árboles de regeneración natural y ramilla principalmente) y así eliminar el mercado ilícito que es una de las principales amenazas actuales.

La información recolectada demuestra la relación entre la incidencia de plagas y enfermedades en plantaciones voluntarias, el tipo de manejo silvicultural y la posibilidad de un uso sostenible para la especie, en vistas de que el cultivo se generalice gradualmente y los daños tengan un aumento considerable. Al mismo tiempo trata de explicar algunos de los factores socioeconómicos para los productores.

2.1 Aspectos generales del cultivo del pinabete

2.1.1 Descripción de la especie

2.1.1.1 Botánica y taxonomía de la especie

Para el género *Abies*, el Doctor C. L. Lundell propuso una nueva especie para Guatemala en 1,940, siendo *Abies tacanensis* Lundell. En 1963, esta especie fue transformada al rango de variedad por el Profesor Máximo Martínez, *Abies guatemalensis* var. *tacanensis* (Lundell) Martínez. Los criterios básicos para hacer esta nueva clasificación al nivel de variedad, se fundamentaron en que *Abies guatemalensis* en Guatemala, porta sus hojas

con el ápice emarginado, la hendidura longitudinal del limbo de la cara superior está levemente marcada y los haces fibrovasculares se ven contiguos en los cortes transversales, características que no presenta la especie original (4).

Anteriormente se aseguraba que el *Abies religiosa* (HBK) Schl. Ed. Linneae v. 11.1830, existía en Guatemala, sin embargo se comprobó que esto no es posible debido a que solamente crece en regiones latitudinales más al norte. Dicha afirmación, provino de la confusión que ambas especies supuestamente presentaban, por que incluso se les ha considerado sinónimas. Según Holdridge, *Abies guatemalensis* Rehder, según el sistema Cronquist pertenece a la división Pinophyta, clase Pinopsida, orden Pinales y familia Pinaceae (4).

Esta planta pertenece a la familia Pinaceae, la que posee hojas lineales dispuestas helicoidalmente y sus órganos femeninos se convierten en estróbilos leñosos. Estos árboles aciculifolios tienen sus hojas verdes todo el año y más o menos xeromorfas. En el pinabete las hojas viven, según las circunstancias entre 5 a 9 años, raramente más, y éstas se diferencian en dos porciones: base y lámina. Esta representa la aguja propiamente dicha, caediza; la base es concrecente con el eje y le reviste a modo de un cojinete foliar, bien visible (4).

La reproducción es sexual, por lo cual estos árboles mantienen sus poblaciones, se adaptan a las condiciones cambiantes del medio ambiente y persisten de esta manera, cuando las células espermáticas masculinas y los óvulos femeninos se unen para formar un cigoto. Los órganos sexuales del pinabete son estrobiláceos, los masculinos tienen unas cuantas hojitas escuamiformes en su parte inferior a modo de perianto sencillo y por encima numerosos estambres dispuestos helicoidalmente. Los órganos femeninos se parecen al principio a los masculinos, pues están constituidos por un brote corto rodeado en la base por algunas escamitas involucrables. Se insertan en el eje, dispuestas helicoidalmente, numerosas escamas tectrices estériles, y de las axilas de cada una brota una escama fructífera donde se encuentra la semilla (4).

Las escamas fructíferas se desarrollan al mismo tiempo o después de las tectrices y crecen considerablemente al transformarse las partes sexuales en estróbilos,

constituyendo las recias escamas de la piña. Esta piña o cono mide en su madurez entre 8.5 y 11.5 cm. de largo y 4.5 a 5.0 cm. de diámetro, siendo cilíndrico y resinoso. Los órganos femeninos siempre se encuentran orientados hacia lo alto cuando están a punto de ser polinizados, esta posición la conservan hasta llegar a la madurez de los estróbilos, y entonces las escamas se desprenden aisladamente del raquis. Las semillas miden entre 8 y 10 milímetros de largo, son de color castaño claro, están provistas de una ala abovada y membranosa como órgano de vuelo que mide hasta 15 milímetros de ancho. La época de producción de semillas esta comprendida entre los meses de noviembre, diciembre y enero (4).

Esta especie tiene corteza ligeramente surcada y de color gris moreno en árboles adultos, mientras que en los arboles jóvenes corteza lisa y color gris-blanquecino. Las raíces crecen asociadas en forma congénita con determinadas especies de hongos que se encuentran en el suelo, la asociación de los tejidos de las raíces con el micelio del hongo se conoce como micorriza. Estos árboles llegan a medir hasta 50 metros de altura, con diámetros a la altura del pecho DAP de 1.6 metros.

En Guatemala, naturalmente el pinabete se encuentra asociado con la siguiente vegetación: *Pinus ayacahuite* (pino blanco), *Pinus montezumae* (Pino macho), *Pinus hartwegii* (pino de las cumbres), *Cupressus lusitanica* (ciprés), *Quercus* spp. (roble), *Alnus* spp. (aliso) y raras veces con *Pinus pseudostrobus* (pino triste). La vegetación inferior es densa y variada, arbustos y hierbas de los generos *Achillea*, *Bidens*, *Centropogon*, *Cirsium*, *Eryngium*, *Eupatorium*, *Fuchsia*, *Gentiana*, *Lamourouxia*, *Lobelia*, *Penstom*, *Pernettya*, *Potentilla*, *Salvia* *Senecio*, *Vaccinium* y otros (4).

2.1.1.2 Distribución en Guatemala

La especie *Abies guatemalensis* Rehder, en Guatemala se encuentra distribuida en diez departamentos y cuarenta y seis municipios y/o localidades.

Cuadro 1. Distribución de *Abies guatemalensis* Rehder en Guatemala.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS Y/O ÁREAS GEOGRÁFICAS
San Marcos	Tacaná, Ixchiguan, San José Ojetenam, Concepción Tutuapa, Tajumulco, Sibinal, San Lorenzo, Tejutla, Comitancillo, San Marcos y San Pedro Sacatepequez.
Quetzaltenango	San Carlos Sija, San Francisco La Unión, San Miguel Siguilá, San Martín Sacatepequez, Palestina de Los Altos, San Juan Ostuncalco, Sibilia, Cabricán, Cantel y Zunil.
Huehuetenango	San Juan Ixcoy, Todos Santos, San Juan Atitán, San Mateo Ixtatán, Santa Cruz Barillas, Chiantla, San Rafael Petzal, San Pedro Soloma, Santa Eulalia, La Libertad, Aguacatan y Cuilco.
Totonicapán	San Francisco El Alto, Santa María Chiquimula, Santa Lucía La Reforma, Totonicapán y Montañas de María Tecún.
El Quiché	Nebaj
Sololá	Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán y San José Chacayá.
Chimaltenango	Tecpán
Jalapa	Cerro Miramundo
Chiquimula	Ipala
Zacapa	Sierra de las Minas

Fuente: Gómez, L (4).

2.1.2 Aspectos legales en torno la especie

A. guatemalensis como las demás especies que en Guatemala están en vías de extinción, amenazadas o endémicas, se encuentran amparadas por la legislación guatemalteca, según lo estipulado en los artículos 23,25,27,76,81 bis, 82 de la Ley de Áreas protegidas, Decretos legislativos 4-89 y 110-96 (4).

Por tratarse de una especie forestal, también se incluye en los artículos 34 y 89 de la Ley Forestal, Decreto Legislativo 101-96. Asimismo, a este particular árbol lo amparan las normas y preceptos de la convención sobre el Comercio Internacional de Especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), convención que fuera ratificada por Guatemala mediante el Decreto Legislativo 63-79, y que permite agrupar, dependiendo de la amenaza, las especies silvestres en categorías conocidas como apéndices I, II, III. La comercialización de las especies incluidas en el apéndice I, como el pinabete, está sujeta a una reglamentación particularmente estricta, con el propósito de no poner en peligro, aun mayor, su supervivencia y se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales (4).

2.1.3 Aspectos climáticos

2.1.3.1 Zonas de vida

Las condiciones climáticas y de sitio donde se desarrolla naturalmente *Abies guatemalensis* Rehder, son particulares; formando asociaciones vegetales con especies de coníferas de mucho interés de igual forma. Estas zonas incluyen: Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Montano Bajo Subtropical (10)

2.1.3.2 Temperatura

La temperatura es un factor clave en la ecología de la especie. Los rangos de temperatura óptimos para su desarrollo oscilan desde -4° C (temperaturas muy bajas), hasta 27° C, que para la región del altiplano son un poco elevadas. Mientras las temperaturas medias oscilan entre los 6° y 7° C.

Así se pueden observar rangos en distintas localidades; por mencionar algunas como Totonicapán y Sololá, que poseen variaciones que comprenden entre 0° y 20° C; San Juan Ostuncalco y Palestina de los Altos, Quetzaltenango que están entre -4.0° y 27° C y Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango, presenta temperaturas que van desde los -3.0° hasta los 26° C (5).

2.1.3.3 Precipitación pluvial

La precipitación pluvial en los bosques naturales de pinabete, es variable de igual forma. Se estima que oscila entre los 600 mm (Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango) hasta los 2,500 mm, reportados para Totonicapán y Sololá. Localidades de Quetzaltenango y San Marcos, presentan precipitaciones entre los 1,000 y 1,500 mm al mismo tiempo (5).

2.1.3.4 Humedad relativa

La humedad relativa para el buen desarrollo de la especie oscila alrededor del 80% (4). Las localidades donde se distribuye la especie, son en particular de gran altitud y de alta humedad.

El 80% de humedad relativa es el óptimo, aunque existen oscilaciones, más en la actualidad que existe constante cambio en el clima, debido a la proliferación de fenómenos atmosféricos.

2.1.3.5 Altitud

El pinabete se desarrolla a rangos de altitud que oscilan entre los 2,400 y los 3,400 msnm. (6). Otros autores ubican al pinabete en un rango altitudinal entre 2,700 hasta los 3,500 msnm (7).

2.1.4 Plantaciones Voluntarias

Las plantaciones voluntarias de pinabete contempladas en el diagnóstico y que están incluidas en el Registro Nacional Forestal del INAB fueron nueve, mismas que se describen a continuación:

Se tomaron en cuenta plantaciones de distintos departamentos y localidades para diversificar la información, debido a que cada localidad presenta diferentes condiciones, tanto para el desarrollo de la especie (condiciones biofísicas y climáticas), como información socioeconómica (aspectos de comercialización de cada localidad).

El departamento de Quetzaltenango es el que más plantaciones alberga, por lo tanto la mayoría de plantaciones contempladas en el diagnóstico, fueron este departamento.

Las características generales de las plantaciones se presentan a continuación en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Plantaciones visitadas que han comercializado árboles

Propietario	No. Registro INAB	Edad (Años)	Área (ha)	Densidad (Arb/ha)	Ubicación
Pedro De León	377	9, 6 y 5	4.5	2,500-3,800	Finca La Chingada y Santuario del Pinabete, Zunil, Quetgo.
Urbano López	831, 329	0 – 25	3.31	2,500	Las Delicias, Palestina de los Altos, Quetgo.
Sindulfo López	1,347	10	0.86	1,160	Los Pinos, Palestina de los Altos, Quetgo.
Elsa Calderón	300	0 – 38	0.28	1,300	El Edén, Palestina de los Altos, Quetgo.
Cristina Morales	1,437	8	1.2	3,500	Altamira, Palestina de los Altos, Quetgo.
Ronald Estrada	No aparece	36	4.70	1,620	Finca Panimachavac, Tecpán, Chimaltenango.
Belisario Ixlaj	812	17	0.377	700	Santa Lucía Ixcamal, San Marcos.

Fuente: Registro Nacional Forestal (INAB) 2,004.

Cuadro 3. Plantaciones visitadas que no han comercializado árboles

Propietario	No. Registro INAB	Edad (Años)	Área (ha)	Densidad (Arb/ha)	Ubicación
Sergio Calderón	No aparece	4	6	1,500	Nebaj, Santa María Nebaj, Quiché
Manuel Vail M.	No aparece	2 y 17	1	3,000	El Alisal, Huitán, Quetzaltenango.
Salvador Pira	No aparece	6	2.3	900	Finca Chichavac, Tecpán, Chimaltenango.

Fuente: Registro Nacional Forestal (INAB) 2,004.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Describir la situación silvicultural y fitosanitaria de diez plantaciones voluntarias de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango y las características socioeconómicas en torno al cultivo.

3.2 Objetivos específicos

- Describir el manejo silvicultural de diez plantaciones voluntarias de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), ubicadas en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango.
- Identificar el estado fitosanitario de diez plantaciones voluntarias de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), ubicadas en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango.
- Identificar los principales problemas socioeconómicos en torno a las plantaciones de pinabete y a los productores.

4. METODOLOGÍA

4.1 Fase preliminar de gabinete

La fase preliminar de gabinete permitió realizar una recopilación de información previamente generada, información documental de varias instancias gubernamentales, tales como el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- y el Instituto Nacional de Bosques –INAB-, particularmente del área del altiplano occidental de Guatemala, ligadas ampliamente al tema del pinabete, específicamente en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango.

Se revisaron diferentes documentos en los que resaltan diagnósticos, publicaciones y tesis realizados en el tema del pinabete, documentos que sirvieron de base para la elaboración de este estudio.

Mediante el listado oficial de plantaciones para el año 2,006 que maneja el Instituto Nacional de Bosques y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas, se lograron seleccionar las plantaciones objeto de estudio, distribuidas en los tres departamentos del occidente anteriormente citados, tratando de escoger aquellas que fueran representativas de las distintas áreas.

Algunos factores que incidieron en el mecanismo para escoger las plantaciones fueron la disponibilidad por parte de los productores a compartir la información generada en sus plantaciones, el área total plantada con *A. guatemalensis* y la cantidad de años que lleva el productor sacando árboles al mercado.

4.2 Fase de campo

Una vez identificadas las plantaciones objeto de estudio, en la fase de campo se procedió a visitarlas y recorrerlas en compañía de los propietarios y del técnico forestal del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-.

El recorrido se realizó con tres objetivos primordiales, el primero fue la identificación de alguna señal de incidencia de plagas y enfermedades, el segundo fue la descripción del manejo silvicultural realizado en la plantación y el tercero fue la recopilación de datos socioeconómicos de los productores de *A. guatemalensis* (comúnmente denominados pinabeticultores), esto último principalmente se realizó con la ayuda de una encuesta elaborada previamente (Anexo 8.1).

4.3 Fase final de gabinete

Toda la información recopilada durante la fase preliminar de gabinete y la fase de campo fue analizada y validada en esta fase. Las boletas de recopilación de datos fueron tabuladas y se identificaron las principales características que presentaron las plantaciones en cuanto a manejo silvicultural, plagas y enfermedades y los principales problemas socioeconómicos en torno a la producción del *A. guatemalensis* (plantaciones y productores).

En base al análisis de la información recopilada, se priorizaron los problemas y se planteó la investigación que se desarrolló durante la ejecución de las siguientes fases del Ejercicio Profesional Supervisado.

5. RESULTADOS

5.1 Prácticas silviculturales

5.1.1 Podas

Las plantaciones voluntarias de *A. guatemalensis* en el altiplano se establecen con propósitos navideños, por lo que se hacen necesarias prácticas silviculturales básicas de formación, en este caso las podas de copas. Estas son de vital importancia para darle forma cónica al árbol, que es la que se pretende para ser más competitivos en el mercado, y consiste en eliminar las ramas que estén demasiado largas o que de alguna manera alteren la composición cónica del árbol; generalmente son las ramas de la base hacia arriba. La poda se realiza con el propósito de eliminar la yema apical de la rama y propiciar el crecimiento de yemas laterales que terminen aumentando la densidad de las ramas.



Figura 1 y 2. Árbol de 8 años sin poda de formación y plantación de 12 años con podas.

Palestina de los Altos, Quetzaltenango. Fotografías por Antonio Alvarado y Jonathan Reynoso.

De las plantaciones visitadas cuatro de ellas no realizan podas de formación (50%); sacan a la venta su producto sin ningún tipo de manejo para la copa. El otro 50% de las plantaciones si las realizan; algunos antes de la estación lluviosa en los meses de febrero y marzo, otros en los meses de julio y agosto, cuando el invierno ya está establecido y otros que aplican nuevamente podas en el mes de diciembre, justo antes de sacar a la venta el producto, última medida que utilizan para darle forma al árbol.

Es importante mencionar que la aplicación de podas también es utilizada comúnmente para el combate de patógenos. Se poda el área o lugar del ataque, para eliminar cualquier indicio de los patógenos o cualquier vector de enfermedades.

5.1.2 Limpias

Otra de las prácticas silviculturales que aplican los productores de pinabete, son las limpiezas, en este caso el plateo y el deshierbe. Se lleva a cabo con el propósito de eliminar cualquier tipo de maleza que pueda competir con la planta y en algunos casos lo utilizan para eliminar las posibilidades del contagio de patógenos, también el plateo en particular mejora la filtración de agua al pie del árbol.

Solamente tres de todos los productores entrevistados realizan el plateo (40%). La práctica de control de malezas es muy poco utilizada, solamente 17% de los entrevistados lo realizan. El control de malezas que realiza la mayoría es mediante la práctica del plateo.



Figura 3. Planta de *A. guatemalensis*, sin ningún método de control de malezas. Finca El Espinero, Tecpán, Chimaltenango. Fotografía por Jonathan Reynoso.

5.1.3 Raleos

Prácticas como el raleo no son muy utilizadas por los productores, por lo que se puede observar en algunas plantaciones recesión de copas a alturas de 1.5 metros en adelante. El raleo no se practica ya que todos los árboles plantados son destinados a la venta y el alto costo de adquisición de las plantas es un factor determinante.

Aunque existe al menos un productor que sí aplica el método de raleo o aclareo. Es el caso de la plantación ubicada en Santa Lucía Ixcamal, San Marcos, que realiza extracción de algunos árboles y que se destinan a la comercialización. Lo hace con el propósito de liberar espacio e ir reduciendo la densidad de la plantación. Se inició plantando a distanciamiento de 2 X 2 metros y ahora se manejan distanciamientos de 4 X 4 metros.

5.1.4 Fertilizaciones

La aplicación de fertilizantes es una práctica común y se realiza con el objetivo de vigorizar las plantas después de las podas o del ataque de algún patógeno, tal como lo manifiestan algunos productores. Los abonos más frecuentes son la urea (46% N) y triple quince (15N-15P-15K), pero también se dan casos particulares, como la utilización de fertilizante foliar y Lombricompost como abono orgánico.

La fertilización es una práctica muy utilizada pero a baja escala, la costumbre de los silvicultores es llevar la planta al campo definitivo y dejar que se desarrolle. El costo de aplicar fertilizantes a una plantación es alto, por lo que se realiza con menor frecuencia. La fertilización en todo caso se realiza en la etapa de vivero de las plantas. El 83% de los productores fertilizan.

La metodología empleada para realizar la fertilización para cada uno de los árboles es la apertura de 3 hoyos a su alrededor, donde se deposita el fertilizante. Los fertilizantes foliares se aplican directamente al follaje del árbol por medio de bombas de aspersión.



Figura 4. Método de fertilización, plantación El Edén.

Palestina de los Altos, Quetzaltenango. Fotografía por Jonathan Reynoso.

5.1.5 Regeneración vegetativa

Algunos productores emplean la regeneración vegetativa o manejo de rebrotes para repoblar sus plantaciones. Emplean el método que silviculturalmente se le conoce con el nombre monte bajo o manejo de rebrotes (6).

A. guatemalensis es una especie que dentro de sus características posee la capacidad de rebrotar. El rebrote se produce a nivel del tocón que es dejado al momento del corte del fuste. Esta capacidad depende mucho de la edad y del diámetro (5); los árboles jóvenes poseen mayor vigor que los viejos y esta capacidad de reproducción vegetativa se va perdiendo con el paso de los años y el aumento del diámetro (6).



Figura 5 y 6. Manejo de rebrotes en El Edén y finca Panimachavac.

Tecpán, Chimaltenango. Fotografía por Jonathan Reynoso.

Al brotar las ramas, se les da manejo a manera de darle prioridad a una o dos ramas, las que presenten mejor forma y vigor. Generalmente es una rama la que es guiada para luego convertirse en un árbol que se destina a la comercialización.

Al momento del primer corte, el meristemo apical de las ramas que quedan por debajo del tocón u otras que rebrotan, emergen hacia arriba por efecto de fototropismo². Luego de cuatro o cinco años la rama emergente ya se ha convertido en un árbol destinado a la comercialización.

La primera generación en una plantación destinada al manejo de rebrotes, toma alrededor de ocho a catorce años (experiencia de la finca Panimachavac, Tecpán), dependiendo de las condiciones, para desarrollarse y sacarse al mercado, luego las generaciones subsiguientes toman menos años para poder comercializarse, alrededor de tres o cuatro años. Las ramas toman menos tiempo en desarrollarse y comercializarse debido a que la planta en sí, ya está establecida y adaptada a las condiciones edáficas e hídricas del área.

La frecuencia de las prácticas de manejo aplicadas por los productores entrevistados se presenta en la figura 7.

² Fototropismo es la tendencia de las plantas a buscar la luz, por el efecto fisiológico que ésta provoca.

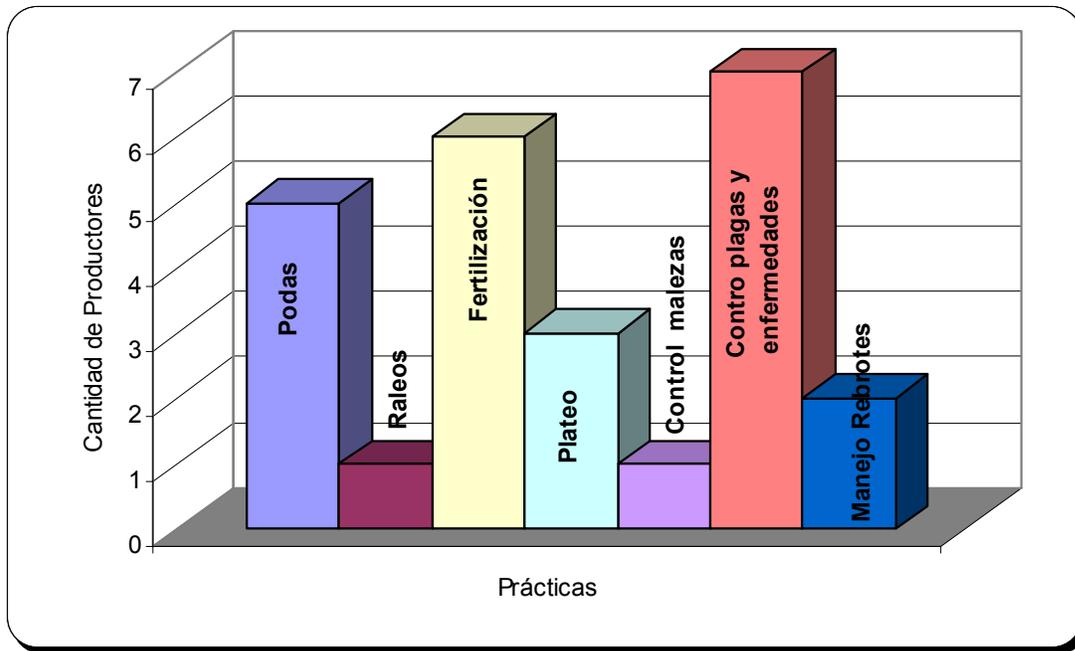


Figura 7. Prácticas Silviculturales aplicadas por los productores de pinabete

Según los propietarios de las plantaciones, la falta de manejo se debe a muchas razones, por mencionar algunas, la falta de recursos para invertir en manejo, no resulta rentable, por la incertidumbre que presenta el mercado en épocas de venta; la falta de tiempo, es otra razón que no hace posible el manejo, podar principalmente; otros productores no lo realizan asegurando que no es necesario, ya que sus ventas no se han visto afectadas.

5.2 Otros aspectos silviculturales

5.2.1 Sistemas de plantación

Los sistemas de plantación utilizados por los productores en la región son en particular, las plantaciones puras de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) y las asociaciones con pino (*Pinus spp.*) y ciprés (*Cupressus lusitanica* Miller).

Un 80% del total de las plantaciones visitadas son puras y solamente un 20% presenta asociación con pino y ciprés.

En algunas plantaciones asociadas, los pinabetes son plantados de tal forma que se beneficien de la sombra en la etapa de crecimiento, por ser una planta esciofita parcial. En los primeros años necesita de la sombra y posteriormente necesita de abundante luz en la copa para poder crecer con rapidez (7).

Las especies utilizadas para asociar al *Abies guatemalensis* Rehder, son comúnmente las especies propias de la región, como el *Cupressus lusitanica* Miller y *Pinus pseudostrobus* Lindley, propio de la región del altiplano central³. En departamentos como San Marcos, el asocio se produce con *Pinus ayacahuite* Ehrenberg.



Figura 8 y 9. Plantaciones asociadas de *Abies guatemalensis*, *Cupressus lusitanica* y *Pinus pseudostrobus*.

Finca El Espinero, Tecpán, Chimaltenango.

5.2.2 Distanciamiento

Las plantaciones de pinabete con fines navideños en su mayoría, presentan distanciamientos que promedian los 2 x 2 m al momento de la siembra, aunque hay variaciones, unas plantaciones presentan distanciamientos de 1.5 x 1.5 m entre plantas y otras que las han dejado con distanciamientos de 4 x 4 m. Esta situación es muy variable, generalmente queda al criterio del propietario de la plantación o del técnico silvicultor encargado.

³ Altiplano central se le llama a la región conformada por los departamentos de Quiché, Chimaltenango y Sololá.

El distanciamiento entre árboles es manejado dependiendo de la edad, existen plantaciones donde tienen estratos de diferentes edades por lo tanto poseen distanciamientos variables. Los estratos jóvenes poseen distanciamientos de 1 x 1 m y los estratos de más edad poseen distanciamientos de 4 x 4 m y pueden estar plantados en las mismas hileras.

En muchos casos también los claros dejados al momento de un aprovechamiento son replantados con árboles de menor edad a menor distanciamiento que los árboles de mayor edad.

5.2.3 Densidad

Las densidades que se manejan en las plantaciones, oscilan entre los 700 árboles por hectárea, hasta los 3,800, dependiendo del distanciamiento y lógicamente de la edad. Plantaciones visitadas que tienen distanciamientos de 4 x 4 m, poseen una densidad baja de 700 árboles por hectárea, son plantaciones donde los árboles tienen 9 años de edad, desarrollo amplio del follaje y ya están listos para ser sacados a la venta; estas plantaciones generalmente ya han sido objeto de extracciones en el pasado.

Algunas plantaciones poseen distintas densidades dentro de su extensión, debido a distintos períodos de siembra, del manejo y la extracción que se ha realizado a lo largo del tiempo. Algunas presentan densidades de hasta 5,000 árboles (distanciamiento de 1 x 1 m) y densidades de 700 árboles (distanciamientos de 4 x 4 m).

Los distanciamientos y las densidades siempre van a variar en una plantación, debido a la constante extracción de árboles y a la siembra de nuevos individuos que se realiza cada año.



Figura 10 y 11. Distanciamiento corto-densidad alta y distanciamiento largo-densidad baja.

La Chingada, Zunil y El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango. Fotografía por Jonathan Reynoso.

5.3 Aspectos de comercialización

5.3.1 Producción anual de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder)

Las plantaciones *A. guatemalensis* en la actualidad producen de acuerdo a la extensión que poseen. Podemos encontrar plantaciones de menos de 0.5 ha, que actualmente se encuentran en etapa de comercialización y que venden alrededor de 200 árboles por temporada de venta; en contraste otras plantaciones que poseen extensiones de arriba de 5 hectáreas que por ser de reciente establecimiento no han colocado árboles en el mercado. El diagnóstico abarcó ambos tipos de plantaciones y/o productores.

Existen de igual forma plantaciones con distintos años de siembra, que debido al manejo que se les ha dado, comercializan árboles cada temporada navideña y de manera constante todos los años durante períodos largos.

De las plantaciones visitadas, el 78% (7 plantaciones) ya ha comercializado árboles para el mercado navideño. El 33% (3 plantaciones) restante, aún no ha comercializado árboles, debido a razones como la corta edad principalmente, que incide en el tamaño del árbol y la forma, otra razón por lo que no han comercializado aún es la poca cantidad de árboles con tamaño adecuado que poseen.

Las plantaciones que no han comercializado árboles aún se encuentran la finca Chichavac, Tecpán, Chimaltenango; Nebaj, Quiché y la ubicada en Huitán, Quetzaltenango (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cantidad de pinabetes comercializados durante los últimos 4 años

No. Pinabetes	Cantidad de productores			
	2005	2004	2003	2002
≤50	0	0	2	1
50-100	1	2	0	0
100-150	2	0	0	0
150-200	0	1	1	1
200-250	1	0	0	0
250-300	0	1	0	0
≥300	3	3	4	4

El mercado navideño de árboles de *A. guatemalensis*, ha sido constante durante los últimos cuatro años. Cada uno de los productores en el año 2,005 no comercializó menos de 50 árboles. Cada plantación puso al mercado arriba de 50 pinabetes; promedio entre 100 y 200 árboles y la producción más alta anduvo por los 2,000.

Cuadro 5. Máximo y mínimo de pinabetes comercializados en un año.

No. Pinabetes	Cantidad de productores	
	Mínimo	Máximo
≤50	2	--
50-100	--	1
100-150	2	1
150-200	--	--
200-250	--	1
250-300	--	--
≥300	3	4

La cantidad de pinabetes comercializados en un año para cada productor es variable. La cantidad mínima de pinabetes vendidos en un año es menor o igual de 50 para dos productores, entre 100 y 150 para dos productores y mayor de 300 para tres productores. La cantidad máxima de pinabetes vendidos en un año está entre 50 y 100 para un productor, entre 100 y 150 para otro productor, entre 200 y 250 para un tercer productor, los cuatro productores restantes vendieron mas de 300 pinabetes como máximo.

Las características únicas como el aroma, el color, tamaño y forma hacen que el pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), se constituya en el único árbol que se comercialice con

propósitos ornamentales para las fiestas navideñas en Guatemala, principalmente en la región central del país y en la zona del altiplano y costa sur.

Experiencias anteriores hacen que los productores no cultiven otro tipo de árbol, debido a que no reúnen las características tales como aroma y forma. De los entrevistados solo un productor cultiva Ciprés (*Cupressus lusitanica* Miller), que hasta el momento no ha sacado al mercado, por no reunir las características que exigen los consumidores.

La forma, según las entrevistas, es el factor más importante para la comercialización de los árboles de pinabete, seguido por el aroma y la altura (Figura 12).

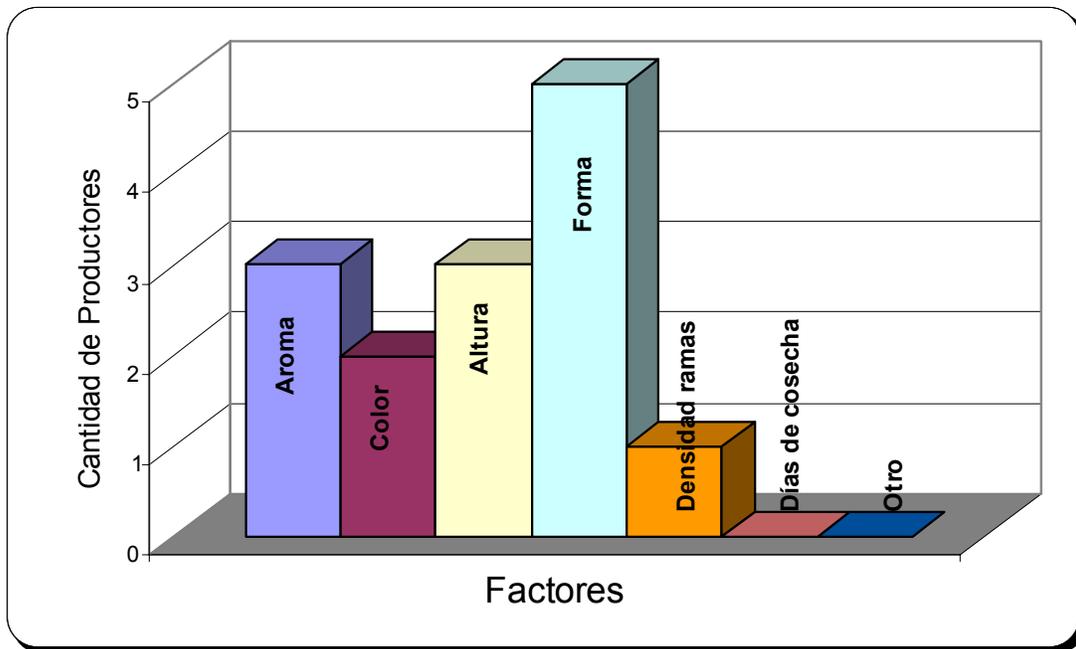


Figura 12. Factores más importantes para fijar el precio de un árbol de Navidad

5.3.2 Proceso de marchamado

El proceso para extender licencias de aprovechamiento, comúnmente llamado marchamado, está a cargo del Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- y del Instituto Nacional de Bosques –INAB-. El proceso se realiza de una forma ordenada; los productores, previo al proceso, tienen que llevar a cabo la compra de las etiquetas o marchamos; esto se realiza en las oficinas del Instituto Nacional de Bosques, por medio de depósitos bancarios. Cada marchamo posee un correlativo para control interno y su precio

promedio para el año 2,005 fue de Q.6.50 (seis quetzales con cincuenta centavos). La cantidad de árboles a marchamar, depende exclusivamente del productor. Según su experiencia de ventas, sabe cuáles árboles ya están listos para ser comercializados y en base a eso, realiza la compra de los marchamos para posteriormente ser colocados en pie, por parte de las autoridades.

Se realiza en épocas navideñas, es decir, en los meses de noviembre y diciembre, los días previos a las festividades. Esto acarrea algunos problemas para ambas partes del proceso; tanto para los productores como para las instituciones encargadas (INAB y CONAP), y es un aspecto que debería mejorarse. El productor por su parte debe hacer la solicitud con un tiempo adecuado de anticipación y tener con la cantidad de árboles a marchamar lista para cuando las autoridades realicen la visita y el proceso. Las autoridades deben de disponer de suficiente tiempo y recursos para realizar de forma eficiente el proceso. Actualmente es uno de los problemas reportados para el mercado del pinabete, por ambas partes del proceso.

5.3.3 Transporte

Para transportar los árboles de pinabete a los distintos mercados del país, los productores hacen uso de vehículos como los camiones y los automóviles tipo Pick-Up. Siendo estos últimos los más comunes, debido a que la mayoría de los productores cuentan con uno por lo menos. El uso de camión es menor, solamente dos productores transportan en camión; la razón es la cantidad de árboles que quieren transportar por viaje; un camión tiene mayor capacidad que un Pick-Up.

Por cada viaje realizado, dependiendo de su capacidad, un camión transporta entre cuarenta y ciento sesenta pinabetes. La utilización de camión se realiza para reducir costos de combustible, ya que al transportar una mayor cantidad de árboles se está reduciendo el número de viajes a los distintos mercados.

Los productores que poseen Pick-Up o que alquilan en algunos casos, tienen un alza en costos por gasolina, por sueldos a los pilotos y asistentes, debido a que el número de viajes aumenta considerablemente, por la poca cantidad de árboles que pueden transportar por viaje; esta cantidad no sobrepasa los 60 árboles.

Cuadro 6. Árboles transportados por viaje y tipo de transporte.

Árboles	Cantidad de Productores	
	Camión	Pick-Up
≤20	0	1
20-40	0	2
40-60	1	2
60-80	3	0
80-100	0	0
≥100	1	0

Con respecto a los daños por transporte, estos son insignificantes; la cantidad de pinabetes dañados por el transporte es mínima; se desechan más pinabetes por falta de ventas o poca demanda que por daños en transporte u otras razones.

5.3.4 Obstáculos para el mercado

La producción de *A. guatemalensis*, como toda especie forestal u ornamental comercializable, cuenta con una serie de obstáculos, entre los que podemos mencionar como principal, el desempeño de la Policía Nacional Civil.

En base a las encuestas se enlistó una serie de obstáculos que afectan directamente a los productores. Obstáculos que están fuera de su alcance y que están controlados por la situación económica actual de la población y falta de asistencia técnica por mencionar algunos factores. Dentro de estos obstáculos están además de la Policía, el proceso de marchamado, el transporte, la ramilla ilegal, el manejo silvicultural (no reúnen la forma cónica necesaria y la densidad de ramas) y la falta de demanda para el producto.

El 60% de los entrevistados opinó que el principal problema para el negocio es la Policía Nacional Civil (PNC). Opinaron que el control es malo en las carreteras, acarrear pérdidas económicas, debido a cobros anómalos para poder transitar con el producto; complicidad con los traficantes ilegales de ramilla de bosques naturales y otras razones.

5.3.4.1 Ramilla ilegal

La ramilla ilegal proveniente de bosques naturales es otro de los principales obstáculos para el negocio y para la especie en general.

Actualmente la pérdida de la especie en su forma natural se debe entre muchos factores a la comercialización ilegal de su ramilla, que se ha dado durante muchos años y sin control alguno. La ramilla ilegal es utilizada con varios propósitos, uno de ellos es la elaboración de arbolitos de navidad, comúnmente llamados “arbolitos armados”, que son conformados con ramillas y da la posibilidad de darle mejor forma. Otro propósito lo constituye una cantidad innumerable de adornos navideños elaborados a base de ramillas.

Actualmente se está elaborando una propuesta para poder bajar de apéndice I del CITES a las plantaciones voluntarias de *A. guatemalensis* y poder entrar a una etapa de manejo sostenible en plantaciones, logrando así el poder comercializar la ramilla proveniente de plantaciones y que actualmente se pierde para las épocas navideñas; y disminuyendo el tráfico de ramilla ilegal proveniente de bosque naturales.

5.3.4.2 Importación de árboles de navidad

Según datos del Departamento Forestal del Consejo Nacional de Áreas Protegidas – CONAP-, la importación de árboles de navidad ascendió a 3,650 individuos, con proveniencias principalmente de países como Estados Unidos y Canadá, para el año 2,005. Esta es la causa de la disminución las ventas de árboles de *A. guatemalensis* en mercados claves, como lo son los de la Ciudad de Guatemala.

Las especies que se importan en su mayoría son de los géneros *Pseudotsuga spp.*, *Pinus spp.*, y *Abies spp.*, que son los abetos que se comercializan con mayor frecuencia en dichos países.

Las opiniones de los productores en cuanto a los aspectos que quedan por mejorar para el mercado del pinabete en Guatemala, son diversas. Pero la mayoría coincide en que el principal aspecto por mejorar es el control que ejerce la PNC.

Los productores aseguran que mejorando el control y eliminando la corrupción existente en la actualidad por parte de la PNC, se mejorará la comercialización del pinabete, de sobremanera. No solo mejorando el control y eliminando la corrupción cambiaría el panorama, sino, tienen que combatir el mercado ilícito de ramilla y arbolitos de regeneración natural.

Sobre el tema del manejo silvicultural de las plantaciones, es un tema preocupante, ya que se sabe que la competitividad, tanto a nivel nacional (entre productores) y a nivel internacional si se logra exportar la especie, viene del grado de manejo que se les proporcione a las plantaciones, mejorando con esto la calidad del producto. Pero lamentablemente la información recopilada por medio de las encuestas revela que los productores están interesados en menor escala en realizar un manejo silvicultural apropiado para la especie y para mejorar los ingresos. Solamente un productor de los encuestados mencionó que uno de los aspectos a mejorar para el negocio era el de “Mejorar la calidad del árbol” mediante un manejo silvicultural.

Aspectos como el “Fomento al mercado legal de la especie”, “Más inversión en plantaciones” y “La competencia con los árboles importados”, son aspectos que se mejorarían, fomentando el manejo silvicultural adecuado de las plantaciones. Ya que sacando el mercado árboles de buena calidad, se estará fomentando tanto el mercado, abrirá puertas para más inversiones y lo principal es que competirá con el mercado de árboles importados y en un futuro se estará hablando a nivel de exportaciones.

5.4 Canales de comercialización y mercados

El mercado de pinabete se desarrolla en torno a aspectos legales e ilegales. El mercado legal está regido por las leyes que amparan a la especie, involucrando instituciones tales como el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- y el Instituto Nacional de Bosques –INAB-; encargados de normar el proceso de comercialización en épocas de venta y a lo largo de los ciclos de producción.

La comercialización de árboles en época navideña se realiza de distintas formas. Comúnmente se venden de forma directa a los consumidores en distintos mercados del país, siendo los más grandes por la aglomeración de productores y comerciantes, los de la Ciudad de Guatemala.

De los productores entrevistados que comercializan árboles, más del 50%, venden su producto directamente a los consumidores. Otros productores optan por vender los árboles

a intermediarios con el propósito de incrementar la rentabilidad y ahorrarse costos de transporte y comercialización en general. Sucede que un 80% de los productores realizan ambas cosas; venden directamente a los consumidores y también venden a intermediarios. Los precios son distintos dependiendo de canal de comercialización. Los intermediarios por lo general realizan la compra directamente en la plantación, los precios son fijados como mayoristas. Luego éstos los venden a los consumidores en los distintos mercados tanto del altiplano como de la costa sur.

Cuadro 7. Principales mercados para la comercialización de *A. guatemalensis*.

Mercado	Mercado	Cantidad de árboles vendidos (%)
Quetzaltenango	5	100
Trébol (GT)	1	40
Mazatenango	1	30
Palestina	1	100
San Marcos	1	100
Petapa (GT)	1	100
Otro (especificar)	2 (Palestina y Santa Lucia Ixcamal San Marcos)	

Con la recopilación de datos socioeconómicos se establecieron los principales puntos de comercialización, como lo muestra el Cuadro 7, pero cabe mencionar que el mercado de pinabete está bien distribuido por todo el altiplano, área central y la costa sur del país.

Por mencionar algunos puntos de venta de mayor escala, está Mazatenango en el departamento de Suchitepéquez, la ciudad de Quetzaltenango y la ciudad de Coatepeque, también en el departamento de Quetzaltenango.

Por la lejanía de muchos de los puntos principales de venta, muchos productores deciden comercializar en el más cercano, en este caso la ciudad de Quetzaltenango, fue el punto de venta para la mayoría de productores. Mercados como Mazatenango y Coatepeque por mencionar algunos, son puntos de venta para comerciantes intermediarios de pinabete. Y en casos muy aislados son productores los que comercializan directamente el producto.

Hay una tendencia que es importante mencionar; muchos consumidores finales realizan su compra directamente de las plantaciones, esto es un fenómeno que gradualmente se está generalizando. Plantaciones ubicadas en Palestina de los Altos, Quetzaltenango, Santa Lucía Ixcamal, San Marcos y Tecpán, Chimaltenango, lo reportan. Las personas por

gusto propio, optan por escoger el árbol directamente de la plantación, lo marcan y finalmente se les hace entrega en la época de cosecha.



Figura 13 y 14. Puntos de comercialización de pinabete, en la Ciudad de Guatemala.

Fotografía por CONAP-DRAO⁴.

5.4.1 Costos de producción y precios de comercialización

5.4.1.1 Costos de producción

El negocio del pinabete como todo cultivo forestal, requiere de una inversión inicial bastante alta. El costo de adquisición de plántulas⁵ es alto debido al tipo de germinación que presenta el *A. guatemalensis*, bajo porcentaje y alto costo de adquisición de semilla. El precio costo por las semillas certificada asciende actualmente a Q.300.00 el kilogramo, según datos del BANSEFOR⁶, del Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

Una vez establecida la plantación, los costos por diferentes actividades son constantes por temporada (un año). Las principales inversiones son en actividades comunes de manejo de plantaciones.

⁴ Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Dirección Regional del Altiplano Occidental, con sede en Quetzaltenango.

⁵ Plántula se le llama comúnmente al estado en el que la planta se encuentra a nivel de vivero, ya sea almácigo, bandejas, bolsas o tubetes.

⁶ Banco de Semillas Forestales BANSEFOR, componente del Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

Cuadro 8. Estimación del costo promedio anual por manejo de una plantación

Q por temporada	Cantidad de productores / Tareas realizadas									
	Empleados	Pesticidas	Fertilizantes	Impuestos	Gasolina	Alquiler Vehículo	Conductor	Asistente	Etiquetado	Otro
≤100	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
100-300	0	4	1	0	0	0	0	1	0	0
300-600	0	0	1	0	2	0	1	2	0	0
600-900	1	0	0	0	1	1	0	1	3	0
900-1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
≥1000	4	1	0	0	1	0	0	0	3	1

En el tema de control de plagas es en el que la mayoría de los productores invierte, además del pago por empleados. El 57% de los productores invierten anualmente entre cien y trescientos quetzales por pesticidas y más de mil quetzales por pago de empleados. Aunque un productor invierte más de mil quetzales por compras de pesticidas.

Otros rubros como la gasolina para algunos productores ascienden a más de mil quetzales por temporada de venta, en los casos en que tengan que transportar sus productos a los mercados finales.

Los costos por marchamado oscila entre seiscientos y novecientos quetzales, para un 43% de los productores y para otro 43% se sitúa por arriba de los mil quetzales. Los pagos por empleados también es un costo importante en la producción de *Abies guatemalensis* Rehder, ya que en temporada de aplicación de las distintas prácticas de manejo, como por ejemplo para la poda, platio y cosecha, se emplean gran cantidad de jornales de trabajo. El jornal de trabajo se valúa en cincuenta quetzales en promedio.

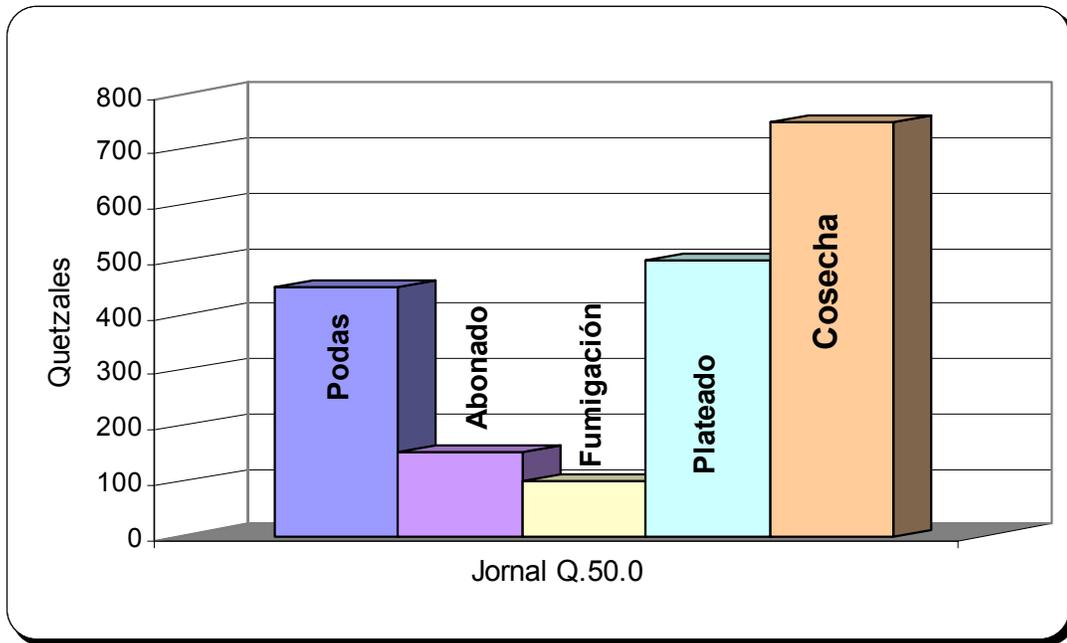


Figura 15. Caso particular de costos por año por empleos en la plantación El Edén, Palestina

5.4.1.2 Viveros forestales para producción de *A. guatemalensis*

En cuanto a producción de plantas de pinabete, para abastecerse de algunos productores manejan sus propios viveros, para contar con un número determinado de plantas en cualquier época del año.

La compra de la semilla, se realiza a distintas instituciones y recolectores en particular. El banco de semillas del INAB (BANSEFOR) es una fuente, al igual que ECODESA⁷ en la ciudad de Quetzaltenango y una gran mayoría lo realiza a recolectores de semilla particulares, que colectan en los distintos bosques naturales del altiplano.

El sustrato que se emplea para la especie en particular, está constituido por tierra negra, broza y arena. La mezcla se realiza tratando de simular el estrato de suelo en estado natural, con una composición de tres partes de broza por una de tierra negra y una arena.

⁷ ECODESA, Empresa que se dedica a la venta de semillas forestales en la ciudad de Quetzaltenango.

Los costos para el sustrato tienen un promedio de Q.300.00 la camionada de cada componente.

El llenado de bolsas y la elaboración de semilleros son procesos paralelos en un vivero. Los semilleros en general son compuestos por sustratos de broza fina para facilitar la germinación de la semilla.



Figura 16 y 17. Semilleros en la finca “El Espinero”, Tecpán, Chimaltenango.

Fotografía por Jonathan Reynoso.

Con respecto a la mano de obra, existen muchas actividades a realizar en un vivero. El llenado de bolsas es una de ellas, la elaboración de semilleros y actividades de apilamiento de bolsas llenas de sustrato.

El porcentaje de germinación es un tema de relevancia; se reporta un promedio que oscila entre el 8% y el 10%, aunque de acuerdo a lo observado en el campo, en los semilleros establecidos se reportan porcentajes de 30 y 40% en viveros de Palestina de los Altos, Quetzaltenango y Tecpán, Chimaltenango.



Figura 18 y 19. Vivero instalado en la cabecera municipal de Palestina de los Altos, Quetzaltenango. Fotografía por Jonathan Reynoso.

Luego de la germinación en los semilleros, las plántulas tardan aproximadamente dos a tres meses para poder ser trasladadas a las bolsas a raíz desnuda, esto se debe a que ese tiempo es el que le toma a la plántula desarrollar un sistema radicular que se adapte a las condiciones del sustrato en las bolsas. El tiempo que se llevan las plantas en las bolsas para luego ser trasladadas al campo definitivo varía dependiendo de las condiciones, dos años es el promedio, hasta alcanzar alturas que promedien los treinta centímetros.

Los pilones en etapa de vivero, necesitan de un mantenimiento adecuado, realizar prácticas de deshierbe, riego y fertilización por mencionar algunas. En cuanto los semilleros necesitan de un control contra heladas que puedan dañar a las plántulas y provocar pérdidas económicas.

5.4.2 Precios de comercialización

Es importante mencionar los precios de venta, que generalmente depende de factores como el canal de comercialización, de la calidad del producto, de los precios promedios en el mercado y los mercados tradicionales de venta.

La Ciudad de Guatemala, es un punto estratégico para fijar buenos precios por un pinabete. Un pinabete no tiene el mismo precio en el mercado de Quetzaltenango que en la Ciudad de Guatemala, debido a factores como el nivel de vida de la población, la cultura, las tradiciones y sobre todo por el alto costo de transporte.

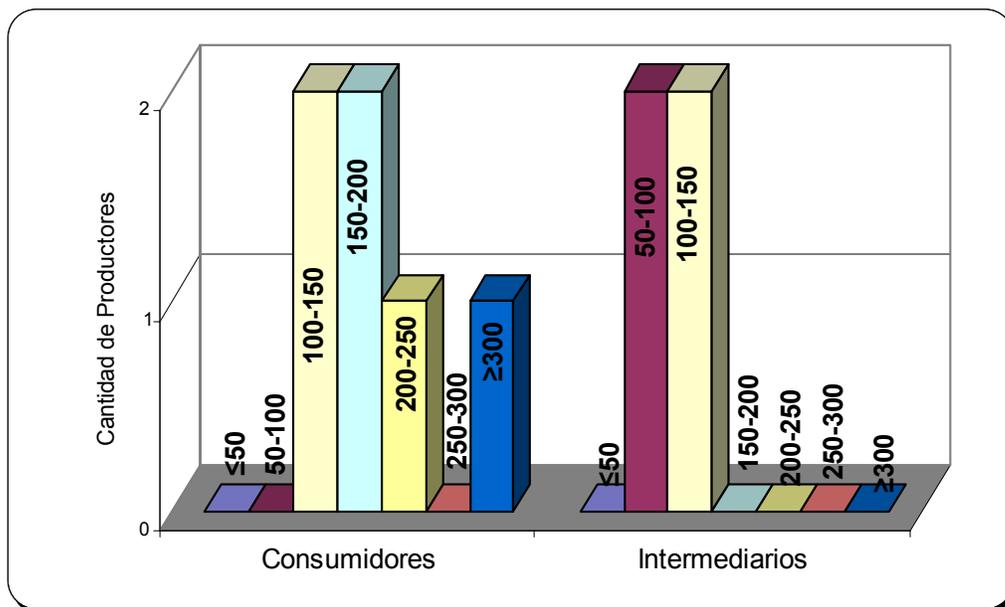


Figura 20. Precio promedio (Q.) para un pinabete en el 2005.

Los precios es importante mencionar, varían de acuerdo al canal de comercialización; el precio por un pinabete a los consumidores oscila entre cien y doscientos quetzales, mientras que para los intermediarios está entre cincuenta y ciento cincuenta quetzales.

El precio más bajo para un pinabete en el 2,005 fue por debajo de los cincuenta quetzales, para ser exactos, según la encuesta, fue de veinticinco quetzales; mientras que el precio más alto logrado fue mayor de trescientos.

Existen productores que fijan el precio dependiendo de la altura, comercializan los árboles dándole un precio al pie o metro, se contabilizan los pies o metros que tiene el árbol y se fija el precio total en base a su altura total.

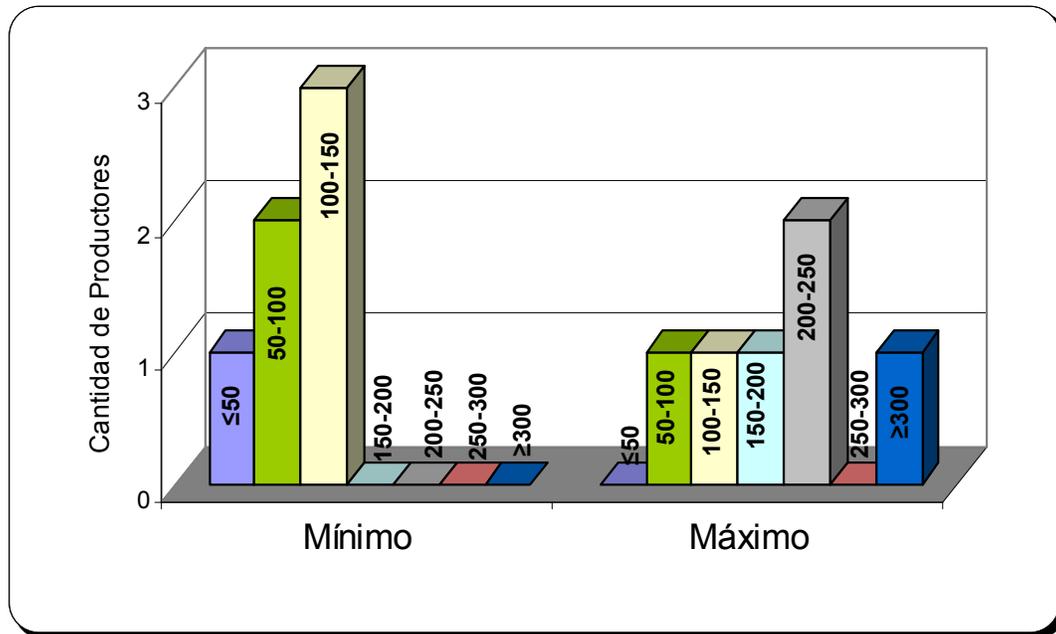


Figura 21. Precio más alto y más bajo (Q.) para un pinabete en el 2005.

5.5 Plagas y enfermedades de *A. guatemalensis*

El cultivo de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) como todo sistema de plantación, es vulnerable al ataque de patógenos, por no reunir condiciones ecológicas que propicien un equilibrio.

Para las localidades como los municipios de Palestina de los Altos y Zunil, en Quetzaltenango; aldea Santa Lucía Ixcamal, San Marcos y Tecpán, departamento de Chimaltenango; se reporta principalmente incidencia del pulgón del pinabete, identificado con el nombre de *Mindarus guatemalensis* (3).

En los últimos cuatro años, el 57% de los productores reportan el pulgón (*Mindarus guatemalensis*) en sus plantaciones, el 14% reporta de manera particular la taltuza y otro 14% reporta gallina ciega en sus plantaciones.

Otras plantaciones han sufrido incidencia de plagas en años particulares, por mencionar algunas, en el municipio de Zunil, se reporta pulgón (*Mindarus guatemalensis*), durante el año 2,000. Localidades en Tecpán, Chimaltenango, reportan ataques de gran escala en los años 1,978 al 1,981.

5.5.1 Signos del ataque del pulgón (*Mindarus guatemalensis*)

La plaga ha estado por el tiempo que llevan las primeras plantaciones de la especie en el país. Se reporta pulgón desde los años 1,978 en Tecpán, Chimaltenango. La época del año de mayor incidencia la constituye los meses de mayo a julio; aunque algunos productores lo reportan desde los meses de marzo y abril hasta julio, que es cuando empiezan las lluvias, por consiguiente los árboles empiezan a producir rebrotes y con ello hojas tiernas que son las más apetecidas por esta clase de insectos.

El ataque del pulgón de *Mindarus guatemalensis*, es de fácil reconocimiento debido a la decoloración que adoptan las acículas, la forma que toman como respuesta fisiológica al ataque (se encrespan, adoptan una forma de rizos). El follaje adopta un color blanquecino al inicio del ataque, luego va tornándose de un color gris o cenizo debido a la invasión de un hongo que generalmente es *Fumago vagans* o *Capnodium sp.*; para que al final, cuando las acículas están muertas, se torne de color negro o café oscuro (2).

La forma de las acículas o de la ramilla en general durante el ataque tiende a acolocharse o enrollarse. Reconocerlo en el campo es de mucha facilidad, ya que tanto la coloración y la forma de las ramillas afectadas contrastan de gran manera con las ramillas sanas.



Figura 22 y 23. Signos de *A. guatemalensis*, en respuesta al ataque de *Mindarus guatemalensis*

5.5.2 Daño del pulgón (*Mindarus guatemalensis*)

Mindarus guatemalensis es un áfido⁸ chupador de savia. El daño que provoca comúnmente es la decoloración de las acículas, cuando el insecto en la etapa de ninfa o de adulto se alimenta de la planta. Al alimentarse del tejido del hospedante, el organismo bombea saliva hacia el interior de los tejidos de la planta y por lo general esa saliva es tóxica, lo que provoca puntos necróticos que bloquean la translocación (2). Al infestar un árbol y continuando con su alimentación, los organismos interfieren en el proceso natural fisiológico de la planta, ya que interfieren en el suministro de agua y nutrientes de los árboles (2).

Algunos insectos se cree que son vectores de enfermedades que posteriormente infestan a las plantas. En el caso del *Abies guatemalensis* Rehder, se ha reportado un tipo de fumagina aún no identificada plenamente.

5.5.3 Control del pulgón (*Mindarus guatemalensis*)

El impacto que tiene la plaga en las plantaciones de pinabete es, según las entrevistas, de mediano a menor; es decir, que no ha traspasado el umbral económico afortunadamente y las pérdidas que ocasiona por temporada son de mínimas a nulas, salvo casos extremos donde sí ha atacado con mayor severidad.

Los métodos utilizados en su mayoría por los productores son el químico, que es el más utilizado y el cultural, usado a menor escala. El control químico ha sido el más rentable hasta la fecha, en parte por no utilizarse con mayor frecuencia otro tipo de control. Comúnmente son utilizados pesticidas organofosforados tales como el Tamarón (Ingrediente activo: Metamidofos), que es un insecticida discontinuado por el gran poder tóxico; el Metasystox (Ingrediente activo: Oxidimeton metil), que es un insecticida sistémico de amplia efectividad. Luego son utilizados con menos frecuencia una serie de insecticidas, entre los que podemos mencionar nombre comunes como Dy-siston (Ingrediente activo: Disulfon), Volatón (Ingrediente activo: Foxim) y Folidol (Ingrediente activo: Paration-metil).

⁸ Los áfidos, son insectos chupadores de savia que pertenecen a la familia Aphididae, de la clase insecta.

Los métodos culturales empleados son la poda y el manejo de sombra. La poda se realiza en las ramas más bajas y las ramas infestadas que ya presentan signos. El manejo de la sombra es importante según la experiencia de un productor, el cual asegura que el pulgón ataca los árboles que están sujetos a regímenes de mucha sombra; por tal razón aconseja manejarle adecuadamente la sombra a los árboles. Otros productores aseguran obtener buenos resultados con la utilización de una variedad de chile, propio de la región del altiplano. La capsicina que es el ingrediente activo del chile, debe ser el elemento clave para el combate de la plaga.

5.5.3.1 Modo de preparación y aplicación

Generalmente los productores emplean un promedio de dos medidas Bayer por bomba de mochila, otros utilizan una medida y media Bayer por bomba, en el caso del método de control químico.

En el caso del manejo cultural, las podas se realizan cuando sean requeridas, dependiendo del grado de infestación de las ramillas.

La preparación de la mezcla a base de chile, se realiza moliendo el chile y mezclándolo con agua y uniformizarlo. Se deja reposar de dos a tres días, para evitar una intoxicación por capsicina, al reposar pierde concentración y lo hace mas manipulable para el operador.

Los pesticidas se aplican rociando directamente la copa del árbol afectado, al igual que la aplicación de chile. La época de aplicación depende del grado de infestación de los árboles. Algunos productores aplican dependiendo de la necesidad en el momento, en otras palabras, aplican sólo si es necesario.

5.5.4 Signos por el ataque de taltuza

El ataque de la taltuza no es muy frecuente actualmente, de todos los entrevistados solamente un productor lo reporta como plaga.

La taltuza es un mamífero que se alimenta principalmente de raíces y tubérculos, por lo tanto las raíces de las plantas de *Abies guatemalensis* Rehder, son susceptibles.

El árbol al momento del ataque, se deseca completamente, debido a que su sistema radicular es dañado y por lo tanto el flujo de agua y nutrientes es cortado. Las acículas se tornan de un color café rojizo.

5.5.5 Daños por el ataque de taltuza

Alrededor de trescientos árboles fueron dañados por taltuza, en una plantación de Palestina de los Altos, Quetzaltenango; provocando así un impacto económico negativo para el propietario.

La taltuza se alimenta del sistema radicular de las plantas y consecuentemente éstas mueren a consecuencia de estrés y deshidratación.



Figura 24. Planta atacada por la taltuza, Palestina de los Altos, Quetzaltenango.

Fotografía por Jonathan Reynoso.

5.5.6 Control del ataque de taltuza

Actualmente el productor afectado por taltuza, emplea varios métodos de control. Tres de ellos son químicos, utilización de chile, gasolina en las madrigueras y veneno en forma de tabletas. Los tres métodos se aplican simultáneamente para mayor efectividad, ya que dichos animales son versátiles, por lo cual se hace necesaria la combinación.

5.6 Impacto económico de las plagas

Actualmente no se reportan pérdidas significativas por efecto de plagas y enfermedades en plantaciones de *A. guatemalensis* en la región. La plaga de pulgón (*Mindarus guatemalensis*), no ha superado el umbral económico, para catalogarla como plaga de importancia económica, aunque cabe mencionar los pequeños gastos en que se ven inmersos los productores por el control y manejo de las poblaciones de este insecto. Y la taltuza que solo atacó una localidad de las encuestadas y no se generalizó, por lo que tampoco no puede catalogarse de importancia económica.

El impacto de las plagas se categorizó según el grado de infestación en las plantaciones, de ninguno a muy severo. Estas categorías se refieren exclusivamente al impacto biológico de la plaga sobre las plantaciones y no al impacto económico sobre los productores.

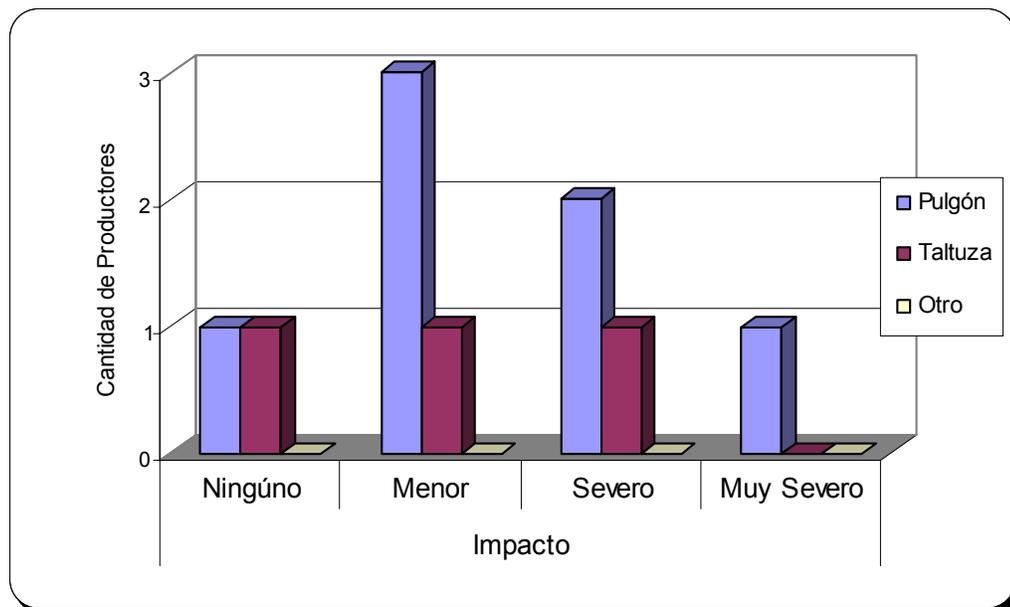


Figura 25. Tipos de plagas e impacto sobre las plantaciones de *A. guatemalensis* en el 2005.

El impacto económico que producen las plagas sobre los productores debe de verse desde muchos puntos de vista. Uno de ellos es, aquellos productores que dependen al 100% de la producción de pinabetes para árboles de navidad como fuente primaria de ingresos; el ataque de una plaga puede que acarree pérdidas económicas significativas que impacten en la economía del productor.

Para el otro tipo de productores que no dependen del cultivo de pinabete como fuente primaria de ingresos, el ataque de las plagas es de menor impacto a su economía.

El 60% de los productores de árboles de navidad, dependen directamente del cultivo, mientras que el 40% no dependen directamente, sino que tienen otras fuentes de ingresos económicos, como los negocios particulares y los empleos formales.

El impacto de las plagas en las plantaciones de *A. guatemalensis* en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango, desde un punto de vista general, puede catalogarse como relativo, ya que se realizan inversiones considerables en el manejo y control, antes de que se produzcan pérdidas considerables.

Antes de que la plaga de pulgón (*Mindarus guatemalensis*) infeste las plantaciones y ocasione por consiguiente pérdidas económicas, los productores aplican métodos de control y con ello logran erradicarla.

6. CONCLUSIONES

- El manejo silvicultural de las plantaciones de *A. guatemalensis* es incipiente. No todos los pinabeticultores aplican prácticas silviculturales con la finalidad de mejorar la calidad de los árboles, es decir, no aplican podas de formación, las distancias de siembra son muy cortas e inadecuadas, al igual que las densidades (no ralean las plantaciones con altas densidades para el propósito del cultivo, que es darle una forma cónica al árbol, bastante densidad de ramas y un buen tamaño para su comercialización). El porcentaje de plantaciones que aplica un buen manejo del cultivo es muy bajo, solo dos plantaciones, una ubicada en el Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango y otra en la finca Panimachavac, Tecpán, Quetzaltenango.
- Las plantaciones de *A. guatemalensis* visitadas presentan en su mayoría problemas con la incidencia del pulgón del pinabete (*Mindarus guatemalensis*) lo que repercute en la estética de los árboles y el precio unitario. Por tal razón crea pérdidas por manejo y control de las poblaciones de los insectos durante el año, principalmente en la época de comienzo de las lluvias (abril a julio). El control y manejo realizado en la mayoría de las plantaciones es puramente químico, utilizando principalmente insecticidas de contacto de amplio espectro.
- El mercado legal de pinabete proveniente de plantaciones voluntarias, es un mercado difícil que afronta diversos problemas en cuanto a comercialización, debido a los diferentes factores que lo obstaculizan. Los precios se han mantenido estables durante los últimos cuatro años y las ventas están constantes para cada productor con un mercado bien establecido. Para los productores que no han comercializado todavía, les espera un mercado difícil, fuerte, de mucha competencia, donde la calidad del árbol, resultado de un buen manejo silvicultural, será la herramienta clave.

7. BIBLIOGRAFIA

1. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1,999. Diagnostico de las poblaciones naturales de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala y Estrategias para su conservación. Guatemala. 23 p.
2. Coulson, RN; Witter, JA. 1,990. Entomología forestal: ecología y control. Trad. por Javier Jiménez Ortega. México, Limusa. 751 p.
3. Favret, C; Nielsen, C. 2008. A new species of Mindarus (Hemiptera: Aphididae) on the endangered guatemalan fir. Ann. Entomol. Soc. Am. 101 (5): 833-836.
4. Gómez, LE. 2,004. Valoración de bienes y servicios ambientales en los bosques naturales de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), en tres regimenes de propiedad, de los municipios San José Ojetenam, San Cristóbal Ixchiguán y Concepción Tutuapa, San Marcos. Tesis Ing. For. Guatemala, USAC, Centro Universitario del Noroccidente. 110 p.
5. González, JH. 1,979. Caracterización ecológica de las comunidades de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 79 p.
6. Hawley, RC; Smith, DM. 1,972. Silvicultura práctica. Trad. por Jaime Terradas. Barcelona, España, Omega. 544 p.
7. Lamprecht, H. 1,990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. de Antonio Carrillo. Republica Federal de Alemania, Cooperación Técnica Republica Federal de Alemania. 335 p.
8. López, CO. 1991. Zonificación geográfica y determinación de fuentes semilleros de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en la sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango. Guatemala, USAC, DIGI, PUIRNA. 24 p.
9. Tomás, AI; Velásquez, MM. 2,004. Diagnóstico de las plantaciones de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 25 p.
10. Valdés, SP. 1,999. Efecto de la temperatura, radiación, sustratos y reguladores de crecimiento en la germinación de la semilla de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder). Tesis Ing. Agr., Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 93 p.

8. ANEXOS

8.1 Cuestionario para propietarios de plantaciones *A. guatemalensis* en Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA
 ÁREA INTEGRADA
 SUBÁREA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 EPS JONATHAN REYNOSO

ENCUESTA REALIZADA A PROPIETARIOS Y ADMINISTRADORES DE PLANTACIONES VOLUNTARIAS DE *Abies guatemalensis* EN LOS DEPARTAMENTOS DE QUETZALTENANGO, SAN MARCOS Y CHIMALTENANGO.

- 0.1 Nombre del entrevistado: _____
 0.2 Nombre de la plantación: _____
 0.3 Tamaño de la plantación: _____
 0.4 Años de tenencia: _____
 0.5 Año de establecimiento: _____
 0.6 Departamento: _____

1.0 ¿Ha vendido algún pinabete para árbol de Navidad durante el último año y durante los tres años previos?

Sí _____ → continuar con pregunta 1.1

No _____ → ir a pregunta 9.0

1.1 ¿Cuántos pinabetes de su plantación vendió durante el último año y durante los tres años previos?

(Preguntar las razones si en algún año no se vendió ningún árbol)

	2005	2004	2003	2002
<i>Número de árboles vendidos</i>				
<i>Razones por las que no se vendieron árboles en un año específico</i>	Precios demasiado bajos	Precios demasiado bajos	Precios demasiado bajos	Precios demasiado bajos
	Competencia del mercado legal de pinabete fue demasiado fuerte	Competencia del mercado legal de pinabete fue demasiado fuerte	Competencia del mercado legal de pinabete fue demasiado fuerte	Competencia del mercado legal de pinabete fue demasiado fuerte
	Competencia del mercado legal de pinabete fue demasiado fuerte	Competencia del mercado legal de pinabete fue demasiado fuerte	Competencia del mercado ilegal de pinabete fue demasiado fuerte	Competencia del mercado ilegal de pinabete fue demasiado fuerte
	Competencia de árboles de Navidad importados fue demasiado fuerte	Competencia de árboles de Navidad importados fue demasiado fuerte	Competencia de árboles de Navidad importados fue demasiado fuerte	Competencia de árboles de Navidad importados fue demasiado fuerte
	No tenía suficientes árboles	No tenía suficientes árboles	No tenía suficientes árboles	No tenía suficientes árboles
	Los árboles estaban dañados a causa de enfermedades	Los árboles estaban dañados a causa de enfermedades	Los árboles estaban dañados a causa de enfermedades	Los árboles estaban dañados a causa de enfermedades
	Enfermedad seria en la familia	Enfermedad seria en la familia	Enfermedad seria en la familia	Enfermedad seria en la familia
	Licencia del INAB retirada	Licencia del INAB retirada	Licencia del INAB retirada	Licencia del INAB retirada
	Otro (especificar)	Otro (especificar)	Otro (especificar)	Otro (especificar)

1.2 ¿Cultiva usted algún otro árbol de Navidad además del pinabete?

Sí _____ ir a pregunta 1.2.1 y 1.2.2 y continuar con 1.3

No _____ continuar con pregunta 1.3

1.2.1 ¿Qué tipo de árboles de Navidad?

Pino _____

Ciprés _____

Otros (especificar) _____

1.2.2 ¿Cuál es la cantidad de otros árboles de Navidad vendidos el último año y los tres años previos?

Año	2005			2004			2003			2002		
Tipo	Pino	Ciprés	Otro:									
Número de árboles												

1.3 ¿Cuáles son el mínimo y el máximo número de pinabetes que usted ha vendido durante una temporada?

Mínimo _____ en el año _____

Máximo _____ en el año _____

1.4 ¿Cuántos (cantidad) pinabetes cosechados el año pasado tuvo usted que tirar debido a daños en el transporte, desecamiento y bajas ventas?

Ninguno _____	31 – 40 _____	71 – 80 _____
Menos de 10 _____	41 – 50 _____	81 – 90 _____
10 – 20 _____	51 – 60 _____	91 – 100 _____
21 – 30 _____	61 – 70 _____	Otro _____

1.5 ¿Cuál fue el precio promedio por un pinabete en 2005?

Directamente a los consumidores _____ Q

A los intermediarios _____ Q

1.6 ¿Cuáles fueron los precios más bajo y más alto obtenidos por un pinabete para árbol de navidad en 2005?

Más bajo _____ Q

Más alto _____ Q

1.7 ¿Cuáles son en su opinión los dos (2) factores MÁS importantes para fijar el precio de un árbol de Navidad? (Marque ÚNICAMENTE dos (2) opciones)

Altura _____

Color _____

Aroma _____

Forma _____

Densidad de ramas _____

Días desde la cosecha _____
 Otro (por favor especificar) _____

2.0 ¿Cómo vendió sus árboles?

Vendí todos los árboles directamente a los consumidores _____
 Vendí todos los árboles al intermediario/s _____
 Vendí algunos directamente y algunos al _____
 Intermediario/s (especificar las proporciones aproximadamente) _____
 Directamente _____ árboles
 Intermediarios _____ árboles

3.0 ¿Dónde vende usted usualmente sus árboles? (Si hay más de un mercado, preguntar el porcentaje vendido en cada uno)

Reu _____ porcentaje vendido _____ %
 Mazate _____ porcentaje vendido _____ %
 Xela _____ porcentaje vendido _____ %
 Trébol (GT) _____ porcentaje vendido _____ %
 Yurrita (GT) _____ porcentaje vendido _____ %
 Otro _____ porcentaje vendido _____ %

4.0 ¿Transporte?

Transporto los árboles en mi propio camión _____ → pregunta 4.1
 Transporto los árboles en mi propio pick-up _____ → pregunta 4.1
 Contrato un camión _____ → pregunta 4.1
 Contrato un pick-up _____ → pregunta 4.1
 El intermediario transporta los árboles _____ → pregunta 5

4.1 ¿Cuántos árboles transporta por viaje?

Camión _____ (número de árboles)
 Pick-up _____ (número de árboles)

5.0 Especificación de costos anuales promedio

Categorías	Empleados (Control de incendios, podas, cosecha, control de malezas y plagal, etc.)	Pesticidas	Fertilizantes	Impuestos sobre el área de la plantación	Transporte de los árboles de Navidad a los mercados (Alquiler, gasolina, salario del conductor, asistentes, etc.)					Etiquetado (Marchamos)	Otro (Especificar debajo)
					Gasolina	Alquiler vehículos	Salario del conductor	Salario de asistentes	Otro (especificar)		
Subcategorías											
Costos anuales promedio (Q)											

6.0 ¿Fue la producción de pinabetes para árboles de Navidad su principal fuente de ingresos en el 2005?

Sí _____
 No _____ → Pregunta 6.1

6.1 ¿Cuál fue su principal fuente de ingresos?

Construcción _____
 Agricultura _____
 Negocios (especificar) _____
 Otro (especificar) _____

7.0 ¿Qué tipo de problemas de plagas ha tenido durante los últimos tres años y cuáles fueron los tratamientos aplicados y los impactos financieros?

	Qué año	Nombre de la plaga	Tratamiento aplicado	Impacto financiero
Plaga 1				Muy severo _____ Severo _____ Menor _____ Ningún impacto _____
Plaga 2				Muy severo _____ Severo _____ Menor _____ Ningún impacto _____
Plaga 3				Muy severo _____ Severo _____ Menor _____ Ningún impacto _____
Plaga 4				Muy severo _____ Severo _____ Menor _____ Ningún impacto _____

8.0 ¿Cuál es en su opinión el obstáculo más importante para el negocio del pinabete?

8.1 ¿Qué se necesita en su opinión para incrementar el ingreso económico proveniente del cultivo del pinabete?

Las siguientes preguntas son para aquéllos que NO han vendido ningún pinabete para árbol de Navidad durante los últimos cuatro años:

9.0 ¿Cuándo fue la última vez que vendió árboles de Navidad de su plantación?

10.0 ¿Cuál ha sido la razón para NO vender árboles de Navidad de su plantación durante los últimos cuatro años?

Los precios han estado muy bajos _____
 La competencia de pinabete legal es demasiado fuerte _____
 La competencia del mercado ilegal es demasiado fuerte _____
 La competencia de los árboles de Navidad importados es demasiado fuerte _____
 No he tenido suficientes árboles _____
 Los árboles han sido dañados por enfermedades _____
 Enfermedad seria en la familia _____
 Licencia de INAB retirada _____
 He empezado a producir otros tipos de árboles de Navidad _____
 (especificar especies) Especies: _____
 Otro (especificar) _____

11.0 ¿Qué lo haría volver a cultivar y cosechar el pinabete como árbol de Navidad?

He descartado definitivamente seguir en este negocio _____
(Si el entrevistado argumenta esto, continuar con 12.0)

- Consideraría empezar de nuevo si...
- Hay precios más altos por los árboles _____
- Obtengo una nueva licencia del INAB _____
- La importación de árboles de Navidad disminuye _____
- El Mercado ilegal disminuye _____
- Otro (especificar) _____

12.0 ¿Qué se necesita en su opinión para mejorar las condiciones de los productores de pinabete?

CAPÍTULO II.

CUANTIFICACIÓN DEL DAÑO, INCIDENCIA Y DENSIDAD DEL PULGÓN *Mindarus guatemalensis* EN PINABETE *Abies guatemalensis* Rehder Y EVALUACIÓN DE CUATRO INGREDIENTES ACTIVOS PARA SU CONTROL, EN PALESTINA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO

QUANTIFICATION OF THE DAMAGE, IMPACT AND DENSITY OF THE APHID *Mindarus guatemalensis* ON THE FIR TREE *Abies guatemalensis* Rehder AND EVALUATION OF FOUR ACTIVE INGREDIENTS FOR ITS CONTROL, AT PALESTINA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país con vocación forestal y con muchas especies forestales endémicas y bosques de valiosa belleza escénica e importancia genética. La condición de este recurso ha venido en detrimento a lo largo de los años, sobre todo por efecto de presiones sociales y económicas. Los ecosistemas forestales están en peligro de desaparecer y con ello una cantidad invaluable de especies de flora y fauna.

El pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder.) es un ejemplo de esta situación. Es una especie endémica que habita el altiplano del país, específicamente aquellas zonas de mayor altitud (2,400-3,400 msnm.) y humedad (80%). En la actualidad se encuentra amenazado por la presión que se le ejerce debido a su alta demanda comercial con fines ornamentales, específicamente en época navideña. Por tal razón, la especie es el foco de iniciativas de investigación que cimiente o sirva de base a proyectos que busquen aplacar la presión actual que sufre la especie, con miras a su rescate (29).

Como parte de los esfuerzos que se realizan en la actualidad con el propósito de su rescate, se están llevando a cabo diversas investigaciones. El proyecto “Producción comunal sostenible de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) para el mejoramiento de bienestar rural y la conservación biológica en Guatemala”, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Ciencias de la Vida de la Universidad de Copenhague, planteó en sus objetivos, un componente de plagas y enfermedades en las plantaciones forestales de la especie en el altiplano del país, de una manera prospectiva, con vistas a que en el futuro se convierta en un cultivo generalizado. Además proyectos como plantaciones forestales voluntarias con fines comerciales ya establecidas en el altiplano del país se han venido generalizando a lo largo de los últimos diez años y con su establecimiento surgen diversas interrogantes en torno al manejo de la especie, de aspecto técnico, económico, social, legal y político.

La investigación generó información y propone soluciones en el tema de plagas y enfermedades forestales que afecta a la especie en su estado de plantación desde su germinación hasta la etapa joven, a partir del estudio de la caracterización del daño y la

evaluación cuatro ingredientes activos de insecticidas, para el control del pulgón del pinabete (*Mindarus guatemalensis*), presente en la mayoría de plantaciones.

Se identificaron y caracterizaron los daños provocados en las plantaciones, además, la forma de vida, su incidencia y densidad, con objeto de generar información básica.

Al evaluar estos cuatro ingredientes activos de bajo espectro: Permentrina, Diazinón, Dimetoato, que son puramente químicos; y la Azidarachtina ingrediente activo proveniente de la árbol *Azadirachta indica* (Nim), se demuestra que no hay diferencias significativas en la primera y segunda aplicación, en la tercera aplicación se observó diferencia significativa, siendo la Azidarachtina (Nim), el ingrediente que mejores resultados obtuvo, dejando claro que no es necesario la aplicación de insecticidas de alta toxicidad para controlar las poblaciones de *Mindarus guatemalensis*.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo al diagnóstico preliminar realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado, se identificó la presencia del pulgón del pinabete (*Mindarus guatemalensis*), en las plantaciones de *Abies guatemalensis* del altiplano de Guatemala; lo que aumenta los costos de producción debido al manejo y control que requiere por parte de los productores, además del atraso en las ventas de los árboles en la temporada navideña, debido al daño que ocasiona en la estética del árbol (29).

El género *Mindarus*, está diseminado en la zona norte del continente americano (4), se reporta en países como Estados Unidos y Canadá y ahora Guatemala; países potenciales productores de árboles de navidad, particularmente del género *Abies*. (27). El desarrollo de las plantaciones que sufren la incidencia de este insecto, se ve perjudicado desde el punto de vista biológico, estético y económico. Con respecto al desarrollo biológico, se puede afirmar que *Mindarus sp*, ataca a las plantas mermando su actividad fisiológica y debilitándola, fenómeno que incide directamente en el aspecto estético y económico, ya que la planta una vez afectada, pierde vigor y sobre todo la calidad que exige el mercado actual. Las plantas afectadas por el ataque, requieren generalmente de un año para normalizar sus procesos fisiológicos, recuperar su follaje, frondosidad, color y aroma y por lo tanto la calidad, que es el factor clave en el negocio actual (29).

Los productores y técnicos relacionados con las plantaciones voluntarias de *A. guatemalensis*, entre muchas cosas, carecen de información técnica, en este caso, no cuentan con información acerca de las características de *Mindarus guatemalensis*, de plagas y enfermedades forestales en general, información documentada que sirva de base para proponer estrategias de manejo y control. No hay sistematización de las experiencias de los productores en torno a plantaciones, al control y combate del insecto. A lo largo de los años conforme se han establecido las plantaciones se ha venido generando información que no está recopilada y documentada, en el mejor de los casos; otros productores por su parte, han generado otros métodos de control que en la actualidad se desconocen. Por tal razón se realizó esta investigación tratando de generar información básica sobre la presencia de *Mindarus guatemalensis* en las plantaciones y debido al daño causado, se evaluaron ingredientes activos para el combate.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco conceptual

3.1.1 Botánica y taxonomía de *Abies guatemalensis* Rehder

Para el género *Abies*, Lundell propuso una nueva especie para Guatemala en 1,940, siendo *Abies tacanensis* Lundell. En 1963, esta especie fue transformada al rango de variedad por Martínez, *Abies guatemalensis* var. *tacanensis* (Lundell) Martínez . Los criterios básicos para hacer esta nueva clasificación al nivel de variedad, se fundamentaron en que *Abies guatemalensis* en Guatemala, porta sus hojas con el ápice emarginado, la hendidura longitudinal del limbo de la cara superior está levemente marcada y los haces fibrovasculares se ven contiguos en los cortes transversales características que no presenta la especie original (1).

Esta planta pertenece a la familia Pinaceae, posee hojas lineales dispuestas helicoidalmente y sus órganos femeninos se convierten en estróbilos leñosos, comúnmente llamados conos. Estos árboles aciculifolios tienen sus hojas verdes todo el año y más o menos xeromorfas (2). En el pinabete las hojas viven, según las circunstancias entre 5 a 9 años, raramente más, y éstas se diferencian en dos porciones: base y lámina. Esta representa la aguja propiamente dicha, caediza; la base es concrecente con el eje y le reviste a modo de un cojinete foliar, bien visible (1).

En cuanto a la reproducción, esta es básicamente sexual, por lo cual estos árboles mantienen sus poblaciones, se adaptan a las condiciones cambiantes del medio ambiente y persisten de esta manera, cuando las células espermáticas masculinas y los óvulos femeninos se unen para formar un cigoto (1). Los órganos sexuales del pinabete son estrobiláceos, los masculinos tienen unas cuantas hojitas escumiformes en su parte inferior a modo de perianto sencillo y por encima numerosos estambres dispuestos helicoidalmente (2). Los órganos femeninos se parecen al principio a los masculinos, pues están constituidos por un brote corto rodeado en la base por algunas escamitas involucrables. Se insertan en el eje, dispuestas helicoidalmente, numerosas escamas tectrices estériles, y de las axilas de cada una brota una escama fructífera donde se encuentra la semilla (13).

Las escamas fructíferas se desarrollan al mismo tiempo o después de las tectrices y crecen considerablemente al transformarse las partes sexuales en estróbilos, constituyendo las recias escamas de la piña. Esta piña o cono mide en su madurez entre 8.5 y 12 cm. de largo y 4.5 a 5.0 cm. de diámetro, siendo cilíndrico y resinoso (19). Los órganos femeninos siempre se encuentran orientados hacia lo alto cuando están a punto de ser polinizados, esta posición la conservan hasta llegar a la madurez de los estróbilos, y entonces las escamas se desprenden aisladamente del raquis (1). Las semillas miden entre 8 y 10 milímetros de largo, son de color castaño claro, están provistas de una ala abovada y membranosa como órgano de vuelo que mide hasta 15 milímetros de ancho. La época de producción de semillas está comprendida entre los meses de noviembre, diciembre y enero (2).

Esta especie tiene corteza ligeramente surcada y de color gris moreno en árboles adultos, mientras que en los árboles jóvenes corteza lisa y color gris-blancuecino. Las raíces crecen asociadas en forma congénita con determinadas especies de hongos que se encuentran en el suelo, la asociación de los tejidos de las raíces con el micelio del hongo se conoce como micorriza. Estos árboles llegan a medir hasta 50 metros de altura, con diámetros a la altura del pecho DAP de 1.6 metros (13).

En Guatemala el Pinabete se encuentra naturalmente asociado con la siguiente vegetación: *Pinus ayacahuite* (pino blanco), *Pinus montezumae* (pino macho), *Pinus hartwegii* (pino de las cumbres), *Cupressus lusitanica* (ciprés), *Quercus* spp. (roble), *Alnus* spp. (aliso) y raras veces con *Pinus pseudostrobus* (pino triste). La vegetación inferior es densa y variada, arbustos y hierbas de los generos *Achillea*, *Bidens*, *Centropogon*, *Cirsium*, *Eryngium*, *Eupatorium*, *Fuchsia*, *Gentiana*, *Lamourouxia*, *Lobelia*, *Penstom*, *Pernettya*, *Potentilla*, *Salvia*, *Senecio*, *Vaccinium* y otros (21).

3.1.2 Fenología de *Abies guatemalensis* Rehder

La fenología de *A. guatemalensis* en plantación es muy distinta a la fenología que se presenta en condiciones naturales. Factores como cantidad de luz, cantidad de sombra, manejo silvicultural (podas, raleos), fertilizaciones, por mencionar algunos, hacen que el

desarrollo del árbol en una plantación sea diferente a las condiciones que se dan en un bosque natural donde la competencia por el crecimiento es inminente.

Cuadro 9. Calendario de *Abies guatemalensis* Rehder

MESES DEL AÑO											
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hojas											
			Nuevos rebrotes								
				Flores							
									Estróbilos		
			Siembra								

Fuente: De Macvean, 2003 (13).

3.1.3.1 Hojas y nuevos rebrotes

A. guatemalensis Rehder es una especie de gimnosperma que posee hojas verdes todo el año (meses de enero a diciembre). Los nuevos rebrotes nacen con la llegada de las lluvias. A comienzos del mes de abril ya se pueden observar la formación de las yemas que le darán origen a los nuevos rebrotes, estos se abren a comienzos del mes de mayo, cuando la temporada de lluvias ha empezado y hay buena disponibilidad de agua (13).

3.1.3.2 Flores

Las flores de *A. guatemalensis* son solitarias y empiezan a aparecer en los meses de mayo y junio. El estróbilo estaminado emerge de los rebrotes de las temporadas pasadas, por debajo de los ejes de las hojas (13).

3.1.3.3 Conos y semillas

Los conos ovulados son erectos y están compuestos de varias brácteas, cada una de ellas sosteniendo a gran escala 2 óvulos basales invertidos. *A. guatemalensis* como todas las especies del género *Abies*, es monoica. Los conos erectos son subsésiles y de forma cilíndrica. La semilla es de color café claro, con dimensiones de 8-10 mm. de largo, 1.5 mm. de ancho y alas con un largo de hasta 15 mm. (13).

La época de producción de conos es bienal, empieza en el mes de octubre cuando los conos se empiezan a formar, para el mes de diciembre y enero, éstos ya han madurado y

son los meses en los cuales se colectan, debido a que estos se abren indicando su madurez. Esto se puede observar en el campo cuando sucede un cambio de color de verde a verde oscuro o verde púrpura y la aparición de gotas de resina fácilmente visibles con binoculares (13).

Lo más común es recolectar los conos verdes, pero haciendo pruebas de corte para constatar la madurez fisiológica de las semillas. La obtención de conos puede realizarse escalando el árbol y haciendo el corte manualmente o con garrochas especiales de corte; esta actividad debe realizarse de tal forma que las ramas y meristemos de crecimiento no se dañen, de lo contrario la producción de frutos de la próxima temporada se verá afectada (5).

Las semillas a colectar deben provenir de individuos sanos (libres de plagas y enfermedades), vigorosos, con buena producción de frutos y preferentemente de fuste recto sin ramificaciones a baja altura. Con esto se pretende asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características de los parentales. Aunque se recomienda seleccionar árboles con una edad promedio de 40 años, de altura mayor de 20 m, y que presenten porte frondoso color verde oscuro y tallo recto, la selección de árboles padre dependerá del propósito de la plantación, madera o árboles de navidad (5).

Los conos deben secarse lentamente bajo corrientes de aire seco, con el fin de disminuir el contenido de agua y concluir la maduración, lo que propiciara su abertura. Cabe recordar que la semilla de esta especie son es muy delicada, por eso el secado no debe realizarse utilizando los métodos convencionales como por ejemplo en horno.

La limpieza se realiza por métodos mecánicos para remover las impurezas y semillas vanas, deben colocarse en tamices vibratorios, con diferentes tamaños de malla y son expuestas a corrientes de aire (5).

3.1.3.4 Siembra

Las dos maneras de realizar la germinación en el vivero forestal son: la siembra de la semilla en los semilleros (cajas o camas de germinación) y la siembra en bandejas.

Los porcentajes de germinación de semillas frescas es cerca del 15%. Después de almacenarse en frío por un año se reduce la germinación a un 2% aproximadamente (13). El número de semillas por kilogramo en promedio es de 26,599 semillas/kg. (5).

Entre los 18 y 24 meses, cuando tienen una altura de 20 a 30 cm,; las plantas que se obtienen a raíz desnuda deben contar con 2 años y las que se encuentran en envase necesitan 1.5 años para salir al campo (5). Seleccionar las plantas más vigorosas, libres de plagas y enfermedades.

Aunque las características físicas dependerán de la especie, existen criterios generales que indican buena calidad en las plantas. La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 0.25 cm., la altura total del vástago no mayor a 30 cm., y por lo menos la una cuarta parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso, endurecimiento.

Los meses óptimos de siembra son abril y mayo, durante el comienzo de la época de lluvias, no más tarde de la primera semana de mayo.

3.1.3.5 Plagas y enfermedades (detección y control)

Las principal plaga conocidas para *Abies guatemalensis* es el pulgón (*Mindarus guatemalensis*), que ataca las plántulas de vivero (desde 5 cm. de alto) hasta los árboles de una edad promedio de 12 años (con altura de 3-4 m).

Se reportan insectos asociados a los conos y semillas, como *Megastigmus sp.* (13). Durante la germinación, varias especies de hongos pueden afectar a las semillas, entre los principales géneros se pueden citar a *Mucor sp*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* y *Rhizopus sp* (5).

Cuadro 10. Etapas fenológicas de *Abies guatemalensis* Rehder en plantación

Edad	Etapa Fenológica	Características principales	Manejo requerido
0 - 25 días	Germinación	Se realiza en los meses de abril a mayo. Los cotiledones se elevan sobre la superficie por la elongación del hipocótilo. Los cotiledones aumentan de tamaño y salen afuera de la testa dejándola caer al suelo con los restos del endospermo, luego los órganos fotosintéticos empiezan a funcionar y la plúmula se alarga rápidamente.	El manejo requerido en esta etapa de vivero primordialmente se basa en el control de las condiciones de temperatura, humedad, luz, disponibilidad de agua y control de hongos que puedan atacar a las plántulas, así como también contra roedores, aves e insectos defoliadores.
25 días - 2 años	Plántula	Luego de que la plúmula empieza a crecer, se observa un aumento de la biomasa a consecuencia de la fotosíntesis, crecimiento de acículas y desarrollo de fuste. En esta etapa de vivero pueden transcurrir un promedio de 2 años con condiciones controladas, para que la plántula desarrolle tamaño para ser trasladada finalmente al campo.	En esta etapa se requiere manejo y control de la disponibilidad de agua, temperatura (control de heladas), luz, plagas y enfermedades. A esta edad el árbol ya ha desarrollado follaje por lo que es necesario la aplicación de insecticidas que controle las poblaciones de insectos del follaje como es el caso de <i>Mindarus guatemalensis</i> .
2 - 12 años	Árbol joven	En esta etapa el árbol es trasladado al campo final, preferentemente esta actividad se realiza al comienzo de la temporada de lluvias, en el mes de mayo. Una vez establecidos, los árboles comienzan un rápido crecimiento (generalmente de 0.4 m de altura por año), y un aumento en la densidad de ramas, debido a que cada temporada de lluvias, los meristemas apicales de cada nuevo rebrote empieza a crecer. En esta etapa, a la edad de 4 años, ya se puede observar la floración, sin producirse semilla.	Etapa donde se da un buen crecimiento, donde se hace necesario un manejo silvicultural en cuanto a podas de formación al igual que un estricto manejo y control de plagas y enfermedades, especialmente de <i>Mindarus guatemalensis</i> . A esta edad el árbol es más susceptible a infestaciones por la cantidad de rebrotes que genera a cada año. Se hace necesario también un severo control de hongos que puedan surgir después del ataque de <i>Mindarus guatemalensis</i> .
12 - 20 años	Árbol joven tardío	Etapa en la que un árbol de 12 años ya ha alcanzado una altura de 4 metros y ya empieza a producir conos y por ende semillas, pero no ha alcanzado la madurez necesaria para que el porcentaje de viabilidad sea alto. Hay un incremento de 0.6-0.7 cm de diámetro y 0.30-0.40 cm de altura por año.	Si se desea cultivar la especie para establecer rodales semilleros, debe realizarse un manejo silvicultural con esos fines. Raleos y podas, manejo de densidades (generalmente 200 árboles/hectárea). Cuando el árbol alcanza esta etapa ya no es susceptible al ataque de plagas como <i>Mindarus guatemalensis</i> .

> 25	Árbol adulto	Etapa final del crecimiento del árbol, desarrollo final de ramas principales, producción de conos y semillas de forma bienal, generalmente en los meses de diciembre a enero.	No presenta problemas comunes de plagas y enfermedades, se reportan únicamente insectos asociados a conos y semillas.
------	--------------	---	---

Fuente: Chacón P, Reynoso J. 2006.

3.1.2 Hábitat, zona de vida y distribución

Naturalmente en Guatemala, los rodales de *A. guatemalensis*, se encuentran en medios montañosos subtropicales templados húmedos (25).

3.1.2.1 Zona de vida

Las condiciones climáticas y de sitio donde se desarrolla naturalmente *A. guatemalensis*, son únicas; formando asociaciones vegetales con especies de coníferas de mucho interés de igual forma.

Las zonas de vida donde se desarrolla el pinabete de forma natural son varias, entre las principales podemos mencionar: Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Montano Bajo Subtropical (21).

3.1.2.2 Temperatura

La temperatura es un factor clave en la ecología de la especie. Los rangos óptimos para su desarrollo oscilan desde -4° C hasta 27° C, que para la región del altiplano son un poco elevadas (20). Mientras las temperaturas medias oscilan entre los 6° y 7° C (30). Así se puede observar rangos en distintas localidades; por mencionar algunas como Totonicapán y Sololá, que poseen variaciones que comprenden entre 0° y 20° C; San Juan Ostuncalco y Palestina de los Altos, Quetzaltenango que están entre -4.0° y 27° C (21) y Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango, presenta temperaturas que van desde los -3.0° hasta los 26° C (30).

La temperatura a la que mejor se adapta la especie, comprende un rango de -2 a 14 centígrados (14).

3.1.2.3 Precipitación pluvial

La precipitación pluvial en los bosques naturales de pinabete, es variable de igual forma. Se estima que oscila entre los 600 mm (Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango) hasta los 2,500 mm, reportados para Totonicapán y Sololá. Localidades de Quetzaltenango y San Marcos, presentan precipitaciones entre los 1,000 y 1,500 mm al mismo tiempo (201, 25). García (5) indica que la precipitación pluvial óptima para el desarrollo de la especie oscila entre los 1,500 a 3,000 mm anuales (13).

3.1.2.4 Humedad relativa

La humedad relativa para el buen desarrollo de la especie oscila alrededor del 80% (21). Las localidades donde se distribuye la especie, son en particular de gran altitud y de alta humedad. El 80% de humedad relativa es el óptimo, aunque existen oscilaciones, más en la actualidad que existe un constante cambio en el clima, debido a la proliferación de fenómenos atmosféricos. En lugares como Palestina de los Altos, la humedad relativa media anual asciende a 75% (14).

3.1.2.5 Altitud

El pinabete se desarrolla a rangos de altitud que oscilan entre los 2,400 y los 3,400 msnm. (3, 25). Otros autores ubican al pinabete en un rango altitudinal entre 2,700 hasta los 3,500 msnm. (25). En general son lugares altos y húmedos.

3.1.2.6 Suelos

El *A. guatemalensis* generalmente se adapta a suelos profundos bien drenados con contenido de materia orgánica de 2.5% a 5%; con un pH de 5.4 a 5.7, aunque puede crecer en suelos con pH entre 6.0 a 6.5; con horizontes del subsuelo de arcilla arenosa con capacidad de intercambio catiónico menor de 15 meq/100cc (20).

3.1.3 Distribución en Guatemala

La especie *Abies guatemalensis* Rehder, en Guatemala se encuentra distribuida en diez departamentos y cuarenta y seis municipios y/o localidades. Y a nivel regional desde el sur de México, hasta Guatemala, El Salvador y Honduras (1, 2).

Cuadro 11. Distribución de *A. guatemalensis* en Guatemala

DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS Y/O ÁREAS GEOGRÁFICAS
San Marcos	Tacaná, Ixchiguán, San José Ojetenam, Concepción Tutuapa, Tajumulco, Sibinal, San Lorenzo, Tejutla, Comitancillo, San Marcos y San Pedro Sacatepéquez.
Quetzaltenango	San Carlos Sija, San Francisco La Unión, San Miguel Siguilá, San Martín Sacatepéquez, Palestina de Los Altos, San Juan Ostuncalco, Sibilia, Cabricán, Huitán, Cantel y Zunil.
Huehuetenango	San Juan Ixcoy, Todos Santos, San Juan Atitán, San Mateo Ixtatán, Santa Cruz Barillas, Chiantla, San Rafael Petzal, San Pedro Soloma, Santa Eulalia, La Libertad, Aguacatán y Cuilco.
Totonicapán	San Francisco El Alto, Santa María Chiquimula, Santa Lucía La Reforma, Totonicapán.
El Quiché	Nebaj
Sololá	Sololá, Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán y San José Chacayá.
Chimaltenango	Tecpán
Jalapa	Mataquescuintla (Cerro Miramundo)
Chiquimula	Ipala
Zacapa	Sierra de las Minas

Fuente: Gómez (2004)

3.1.4 *Mindarus* sp. (Hemiptera: Aphididae: Mindarinae)

3.1.4.1 Distribución y hospederos

El género *Mindarus* es nativo de Norteamérica y tiene una distribución holártica, es decir en el norte del hemisferio, regiones cercanas el polo norte; extendido también a través de Europa, Asia y parte de Centroamérica (4). En Norteamérica, el insecto ataca seriamente a los árboles del tipo de los abetos (género *Abies*) (16). En Canadá oriental, el insecto fue reportado por primera vez en la década de los 30, desde entonces, sus poblaciones han fluctuado dramáticamente (4). Varias infestaciones de enorme proporción se han reportado en los estados de Nuevo Brunswick y Nueva Escocia en 1966 y 1967, y en el estado de Quebec en 1972 y 1978 (16). En Estados Unidos se reporta desde el estado de Maine hasta el estado de Washington, pasando por las Montañas Rocosas y la Región de los Montes Apalaches, principalmente aquellas regiones cubiertas por abetos (*Abies spp.*), enebro (*Juniperus spp.*) y píceas (*Picea spp.*) (27).

No obstante, este áfido o pulgón es una peste secundaria en bosques naturales y no causa la mortalidad de árbol. Las infestaciones son generalmente de duración corta y afectan árboles específicamente decorativos y árboles de edades pequeñas y de plantación. En plantaciones de árboles de navidad, el ataque del pulgón puede llegar a tener un impacto económico mayor debido a que reducen la apariencia estética de los árboles (6).

En el manejo integrado de plantaciones de árboles de navidad, la edad de la plantación es un factor importante porque el daño estético causado por el pulgón es visible únicamente unos pocos años, dado el crecimiento rápido de abetos jóvenes y la poda anual de follaje (26).

Como resultado, no parece ser necesario tratar una plantación hasta que los árboles estén a dos a tres años de la madurez comercial. Tal práctica de manejo forestal permite a los organismos beneficiosos, enemigos especialmente naturales de los pulgones, establecerse y proliferar en las plantaciones, con lo cual reduce la severidad de las infestaciones y la necesidad de insecticidas (3).

3.1.4.2 Descripción biológica

a. Ciclo de vida de *Mindarus sp.*

Mindarus sp., produce tres generaciones cada año (16). Los huevos son depositados como agujas en la base de los rebrotes a finales del otoño y empiezan a brotar a principios de la primavera; generalmente a finales de marzo y mediados de abril, dependiendo de la temperatura (17). El brote de los huevos es completado en alrededor de 2 semanas, al principio los nuevos individuos son difíciles de observar, a finales de abril cuando ya alcanzan la edad de dos semanas aproximadamente ya se pueden observar con la utilización de un fondo oscuro, debido a que son de un color grisáceo (18).

Los áfidos de la primera generación son llamados “Madres Fundadoras” o “Madres del Tallo” y se alimentan principalmente de acículas de 1 año de edad causando un pequeño daño, que generalmente no es visible, las acículas sujetas de ataque no acaban de brotar

todavía en su totalidad (16). Las Madres Fundadoras maduran en tres o cuatro semanas y luego se reproduce partogénicamente debido a que todas ellas son femeninas y no necesitan de apareamiento. Cada Madre Fundadora produce de 20 a 40 jóvenes vivos y cada hija es genéticamente idéntica a su madre y hermanas (17).

La segunda generación de áfidos son llamados "Sexuparae", es el único estado de desarrollo que realmente produce un daño apreciable al follaje del árbol (Anexo 1). Éstos aparecen justamente cuando los nuevos rebrotes empiezan a expandir o ensanchar sus acículas en su totalidad. Estos áfidos empiezan a succionar la savia de las partes suaves de las acículas del árbol por cuatro semanas, hasta que alcanzan la madurez (17). Cuando la densidad de áfidos de Sexuparae es alta, las acículas recientemente expandidas o los rebrotes nuevos empiezan a adoptar una apariencia de rizos o retorcimiento (16).

Posteriormente la Sexuparae madura convirtiéndose en los adultos alados. Algunos de ellos vuelan hacia otros árboles, mientras otros áfidos son llevados por el viento hacia nuevos bloques o campos de árboles (26). Los Sexuparae maduros dan lugar a la generación final de áfidos, que incluye tanto machos como hembras. Estos áfidos son muy pequeños y de poca alimentación y como consecuencia de su apareamiento producen los huevos con los que finaliza el ciclo, generalmente el ciclo es completado a finales de junio y principios de julio y los áfidos no vuelven a aparecer hasta la siguiente primavera, nuevamente cuando haya abundancia de rebrotes nuevos (26).

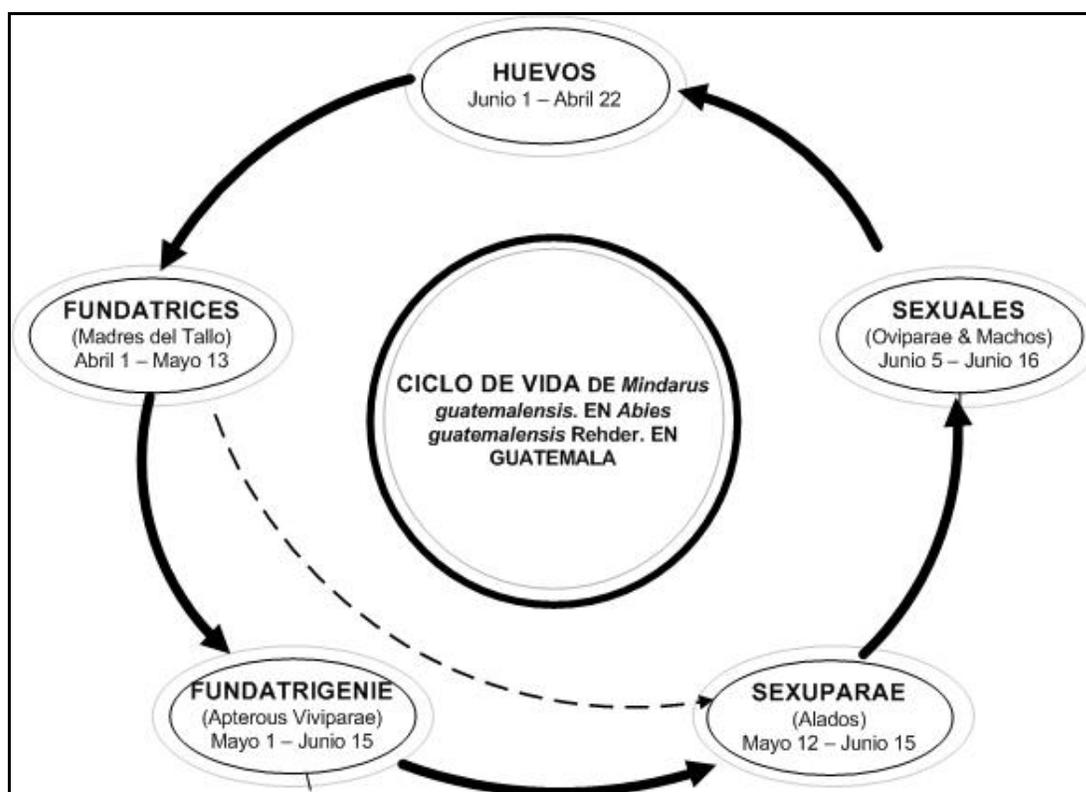


Figura 26. Ciclo de vida de *Mindarus guatemalensis*.

Fuente: Nielsen, C. y Hernández, A. 2006.⁸

b. Estados de desarrollo

i. Huevo. Los huevos son de color oscuro y se cubren con barras pequeñas y blancas de cera. Generalmente son colocados en grietas en la corteza y en la base de las ramas con reciente crecimiento y donde se aproximan a salir nuevos brotes (26).

Con respecto a la ubicación, si se divide el árbol en 3 estratos, la mayor concentración de huevos en el árbol se ubica en el estrato de abajo; no obstante, en los otros estratos también se ovipositan, pero con menor frecuencia (26).

Empiezan a abrirse a principios de la primavera, es decir, a finales de marzo a mediados de abril, dependiendo básicamente de la temperatura de la localidad, estudios revelan que la temperatura en la cual salen del cascarón ronda los 60-70° F (15.56-21.11° C) (27).

⁸ PhD. Charlotte Nielsen e Ing. Agr. Álvaro Hernández, especialistas en plagas forestales, comunicación personal, 2006.

ii. Ninfa. Las ninfas inicialmente son pequeñas, de color verde amarillento pálido y sin alas (15). Las ninfas próximas a transformarse en adultos son de tamaño considerable, que se puede observar fácilmente con el fondo oscuro que proporcionan las ramas del árbol, mientras que las pequeñas que acaban de eclosionar son difíciles de observar debido al tamaño muy pequeño que poseen (Figura 2). Las ninfas se convierten en adultos rápidamente, tardan alrededor de tres a cuatro semanas para madurar y rápidamente comienzan a reproducirse (26).



Figura 27. Ninfa de *Mindarus guatemalensis*., parasitando un nuevo rebrote.
Fotografía tomada en la finca Panimachavac, Tecpán, Chimaltenango, 2006.

iii. Adulto. Las “Madres del Tallo” (Fundatrices) son los áfidos grises, azulados y sin alas. Los adultos reproductores (sexuales) tienen alas, cinco manchas oscuras en el tórax, y cuatro escleritos en la cima del abdomen. Los tubos de la savia son indistintos, (Figura 3) (26).



Figura 28. Adulto alado de *Mindarus guatemalensis*.

Fotografía tomada en la localidad Panimachavac, Tecpán, Chimaltenango, 2006.

c. Identificación de la especie

La identificación de la especie se llevó a cabo por el especialista en plagas forestales Álvaro Gustavo Hernández Dávila, del laboratorio de Protección de Plantas la Facultad de Agronomía, USAC, el especialista Colin Favret, del Laboratorio de Entomología Sistemática del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la especialista Charlotte Nielsen, del Departamento de Ecología de la Facultad de Ciencias de la Vida de la Universidad de Copenhage, Dinamarca (15).

Luego de un cuidadoso examen morfológico y molecular se confirmó que los áfidos colectados en las plantaciones de *Abies guatemalensis* Rehder de Quetzaltenango, Guatemala, es la especie *Mindarus guatemalensis* (Hemiptera: Aphididae: Mindarinae) una especie nueva para el género que se reporta hasta el momento para Guatemala (15).

d. Daño

Mindarus guatemalensis causa en las plantas un rizado, encrespado o acolochamiento foliar, quedando una apariencia de rizos; el daño en la corteza se puede observar cuando ésta adopta un aspecto áspero. La alimentación de la segunda generación (los

sexuparae), es la que produce mayor daño, no solo afectando la forma estética del árbol sino también el crecimiento, (Figura 4) (26).

El daño depende considerablemente de la densidad de los áfidos. Cuando la densidad es baja, el daño puede tornarse bajo, escasamente se pueden observar rebrotes con rizos y raramente causan un daño visible (27). Sin embargo, las altas densidades provocan gran daño estético y pueden incidir negativamente también en el crecimiento y desarrollo del árbol, el daño se puede observar a simple vista, debido a que los nuevos rebrotes se tornan torcidos y rizados (26).



Figura 29. Daño (encrespamiento) producido por la segunda generación “Sexuparae”. Fotografía tomada en la localidad Altamira, Palestina de los Altos, Quetzaltenango, 2006.

Aunque algunos árboles puedan tolerar poblaciones grandes de pulgones; finalmente ellos disminuirán en el vigor. La mayoría de los daños graves ocurren en plantaciones de árboles de Navidad (Estados Unidos y Canadá), donde la apariencia y valor de mercado de árboles infestados (calidad) se degradan y son reducidos (27).

Es notable que cuando el daño es mayor, los nuevos rebrotes detienen su crecimiento, algunos árboles pierden vigor y detienen el crecimiento o se ve drásticamente reducido.

Años consecutivos de infestación pueden causar un detenimiento en el desarrollo del árbol, el vigor se ve afectado y las tasas de crecimiento decaen. El áfido raramente mata al árbol, pero reduce su crecimiento, afecta negativamente la estética y por tanto incide directamente en la economía del productor (26).

Un aspecto particular en la interacción de los áfidos y los árboles, es la habilidad que tienen los árboles afectados de seguir creciendo a pesar del daño causado. La alimentación de los áfidos es completada generalmente a finales de junio, para entonces el remanente de ramas que aún no han brotado, pueden brotar exitosamente y crecer. Las ramas dañadas pueden recuperar su forma en el otoño (agosto-septiembre). Según estudios en Wisconsin y Michigan, del 40 al 50% de las ramas afectadas llegan a recuperar su forma. Esto quiere decir que los árboles que se vieron afectados durante la alimentación del áfido y que tuvieron un impacto de bajo a moderado, a finales de junio y principios de julio, presentarán una buena apariencia, habrán recuperado su vigor y forma. Para el momento de la cosecha, algunas ramas con daño visible pueden ser podadas sin ningún problema, con el objetivo de mejorar la apariencia (26).

El tiempo que llevan los nuevos rebrotes en expandirse es un factor crucial en la incidencia del daño de los áfidos sobre los árboles. Los árboles que expanden sus nuevos rebrotes tarde en la primavera, tienen menor probabilidad de ser dañados, esto sucede porque ofrecen menor tiempo alimento a los áfidos, al igual que pocos sitios de alimentación. Existe una gran diferencia entre los árboles cuyas ramas brotan tempranamente y los que lo hacen tarde. La incidencia del daño aumenta cuando el brote de las nuevas ramas es temprano. Esto es un aspecto de suma importancia, para el control del áfido. Entra en juego la escogencia de especies que presenten un brote de nuevas ramas de manera tardía en relación a la primavera (17).

e. Otros aspectos biológicos relevantes

Los áfidos o pulgones segregan cantidades copiosas de excreciones azucaradas sobre rebrotes, que permite el crecimiento de un hongo (*Fumago vagans* o *Capnodium sp.*), reduciendo aún más la apariencia estética de los rebrotes infestados (4).

El daño afecta con los nuevos rebrotes, a principios de la temporada de lluvias, conforme el rebrote crece la colonia puede desaparecer. Sin embargo el daño dejado por el ataque puede permanecer visible durante varios meses, pero desaparece cuando el follaje maduro afectado finalmente se cae al suelo (26).

La severidad de infestaciones de *Mindarus sp.* de las ramas de *Abies sp.* varía de un año a otro y de árbol a árbol. Durante infestaciones severas en plantaciones, el crecimiento de la altura de árboles y alargamiento de rebrotes anuales puede ser reducido por 10 a 30% (26).

La vida de los áfidos o pulgones es extraña; son plagas extraordinarias a causa de su ciclo vital confuso y corto tiempo de alimentación. La mayor parte del año transcurre en la etapa de huevo, ubicados en las grietas de la corteza. (16).

3.2 Marco referencial

3.2.1 Situación legal de *Abies guatemalensis* Rehder

Por ser una especie en peligro de extinción, esta especie se encuentra protegida por la legislación ambiental de Guatemala: artículos 23, 25, 27, 76, 81 bis, 82 de la Ley de Áreas protegidas, decretos legislativos 4-89 y 110-96 (9); estipulaciones de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), Decreto Legislativo 63-79 (12); artículos 34 y 89 de la Ley Forestal, Decreto Legislativo 101-96 (24).

3.2.1 Estrategia nacional para la conservación y protección de *A. guatemalensis*

La Estrategia Nacional para la Conservación y Protección del Pinabete, surge en respuesta a los diferentes problemas que afronta la especie, como la degradación de los bosques del altiplano (avance de la frontera agrícola, extracción de productos maderables, incendios, plagas y enfermedades, sobre pastoreo, entre otros). Es desarrollada por instancias tales como el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y el Instituto Nacional de Bosques (INAB), principalmente y algunas otras instituciones de apoyo, para el año 2003 (7).

La Estrategia Nacional para la Conservación y Protección del Pinabete es producto del esfuerzo de la organización de las comunidades y grupos conservacionistas desde muchos años atrás, que conscientes del grave problema que afrontaba la especie, logran acaparar la atención de las autoridades a nivel nacional y es cuando se comienza a trabajar en pro de la protección y rescate (7).

3.2.2 Componentes de la estrategia

La estrategia cuenta con varios componentes, dentro de ellos están el Componente de Divulgación, Control y Vigilancia, Mercado Lícito, Áreas Protegidas e Investigación.

Las plantaciones voluntarias de pinabete con fines comerciales toman un auge importante en respuesta a tales componentes, específicamente el de Mercado Lícito. Cabe destacar que varias de las plantaciones ya estaban establecidas antes de la consolidación final de la estrategia y el objetivo primordial es el de la conservación de la especie siguiendo algunos lineamientos de sostenibilidad (7).

El corte ilegal de la rama de pinabete con fines decorativos para la época navideña es el principal problema que afronta la especie, por tal razón se encuentra en alto riesgo de extinción (28). El corte de ramas de los árboles de pinabete no permiten que haya una continua producción natural de semilla, añadido a esto, el pinabete es una especie que produce semillas bienalmente. Las ramas se ocupan para distintos adornos decorativos, además se construyen pequeños árboles armados, con forma llamativa para los consumidores.

Las plantaciones de pinabete buscan mitigar el problema de la corta ilegal de ramas. El manejo que éstas llevan cada año, busca darle una forma óptima al árbol, que sea competitiva con los árboles armados y que sea de manera legal, sostenible y económicamente viable. El reto actual de la Estrategia es buscar los mercados para la producción de árboles legales y de manera sostenible, disminuir el flujo de ramas ilegal, la concientización de los consumidores para el consumo de los productos legales.

3.2.3 Plantaciones voluntarias de *A. guatemalensis*

De las plantaciones voluntarias incluidas en el Registro Nacional Forestal –RNF–, contempladas en el estudio, podemos observar que son de distintas localidades, poseen distintas edades y densidades; presentan condiciones en general distintas una de la otra; y el diagnóstico preliminar indica la presencia de pulgón (*Mindarus guatemalensis*). Las plantaciones escogidas son representativas de los departamentos de Quetzaltenango y Chimaltenango (24).

Las plantaciones de departamento de Quetzaltenango pertenecen a los municipios de Palestina de los Altos (Plantación Altamira y Plantación de la Aldea El Edén) y de Zunil (La Chingada y Santuario del Pinabete). La plantación ubicada en Chimaltenango, se encuentra en jurisdicción del municipio de Tecpán Guatemala (Panimachavac). (Figura 5).

Cuadro 12. Datos de plantaciones voluntarias objeto de estudio en el RNF.

Propietario	No. registro del INAB	Edad (años)	Área (Ha.)	Densidad (árbol /ha.)	Ubicación
Carlos Rudy Escobar	1,350	17 y 5	1.68	1,100	El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango.
Pedro De León	377	9, 6 y 5	9.73	2,500-3,800	Finca La Chingada y Santuario del Pinabete, Zunil, Quetzaltenango.
Cristina Morales	1,437	8	0.797	2,500	Altamira, Palestina de Los Altos, Quetzaltenango.
Ronald Estrada	---	36	4.7	1,600	Finca Panimachavac Tecpán Chimaltenango.
Asociación de Vecinos	---	7,6 y 5	1.1	1,000	Caserío Los Rojas, Aldea El Cerro, Cabricán, Quetzaltenango.

Fuente: Registro de plantaciones INAB & CONAP (2,006).

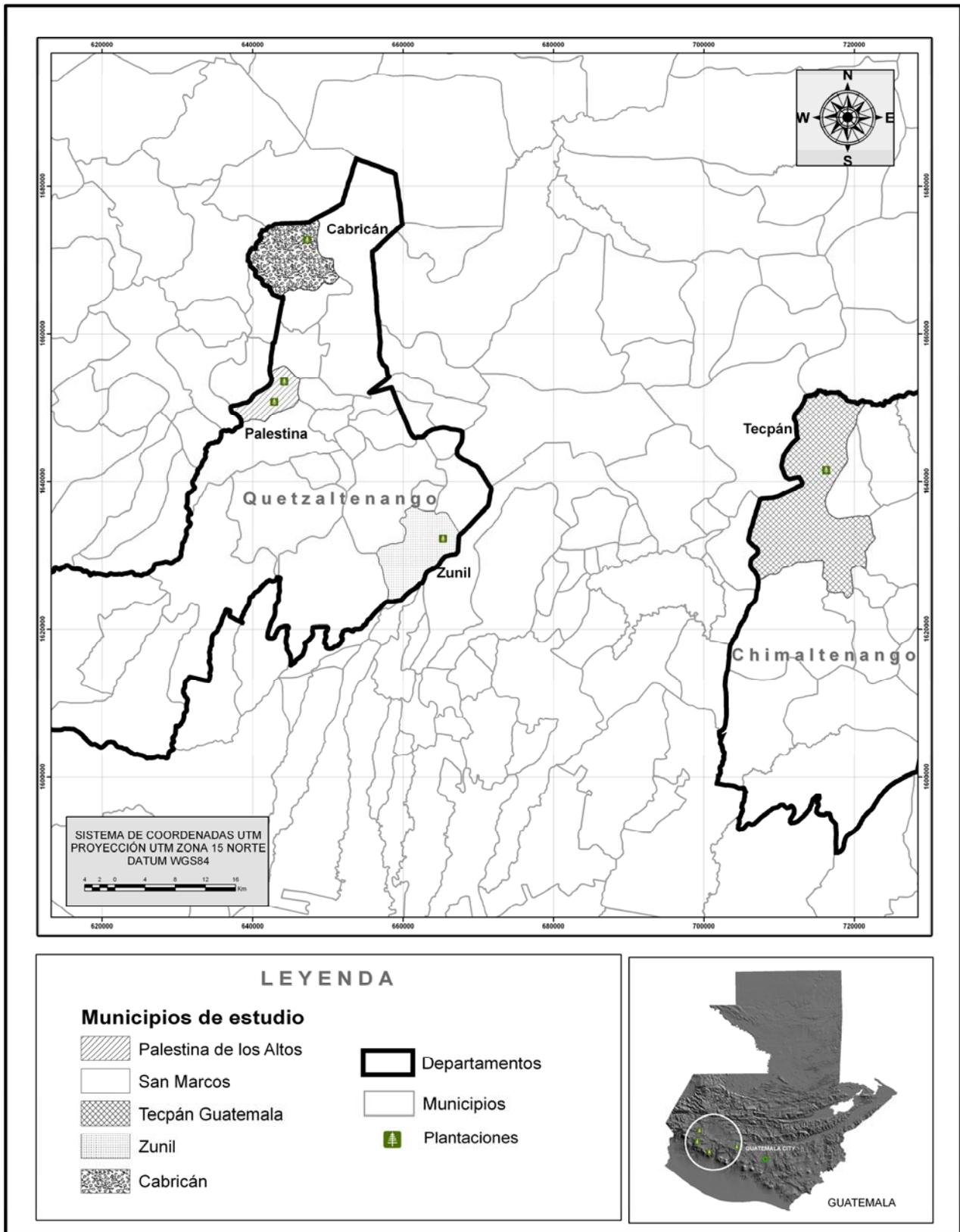


Figura 30. Mapa de ubicación de las plantaciones

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Generar información relacionada con el daño e incidencia del pulgón del pinabete (*Mindarus guatemalensis*) y su control, en plantaciones de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en el occidente de Guatemala.

4.2 Objetivos específicos:

- a. Determinar la incidencia de *Mindarus guatemalensis* en cinco plantaciones de pinabete en el occidente del país.
- b. Estimar el porcentaje de daño de *Mindarus guatemalensis* en cinco plantaciones de pinabete en el occidente del país.
- c. Estimar la densidad de *Mindarus guatemalensis* en cinco plantaciones de pinabete en el occidente del país.
- d. Evaluar cuatro ingredientes activos de insecticidas para el control *Mindarus guatemalensis* en el Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango.

5. HIPÓTESIS

1. En las plantaciones de pinabete bajo estudio se presenta una alta incidencia de *Mindarus guatemalensis* que causa daño, reflejado en el valor estético de los árboles
2. La aplicación de cuatro ingredientes activos, producen el mismo efecto en el control de *Mindarus guatemalensis* en árboles de pinabete.

6. METODOLOGÍA

6.1 Plantaciones objeto de muestreo

Las plantaciones seleccionadas para la realización del muestreo fueron en total cinco. En el Cuadro 13 se presenta la descripción de las principales características de cada una de ellas.

Cuadro 13. Características de las plantaciones voluntarias objeto de estudio

Ubicación	Distanciamiento de Siembra	Etapas Fenológica	Estado Fitosanitario	Control de Plagas
El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango.	3 x 3 m.	Árbol joven	Presencia de áfidos	Aplica control
Finca La Chingada y Santuario del Pinabete, Zunil, Quetzaltenango.	1 x 1 m.	Árbol joven	Presencia de áfidos	Aplica control
Altamira, Palestina de Los Altos, Quetzaltenango.	1.5 x 1.5 m	Árbol joven	Presencia de áfidos	Aplica control
Finca Panimachavac Tecpán Chimaltenango.	2 x 2 m	Árbol joven	Presencia de áfidos	No aplica control
Caserío Los Rojas, Aldea El Cerro, Cabricán, Quetzaltenango.	2.5 x 2.5 m	Árbol joven	Presencia de áfidos	Aplica control

Fuente: Registro de plantaciones INAB & CONAP (2,006).

Estas plantaciones están incluidas en el Registro Nacional Forestal (RNF) del INAB y en el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-.

6.2 Etapa I. Determinación de la incidencia

Para medir la incidencia se utilizaron dos métodos: el conteo directo⁹ y el método del golpeo¹⁰ (Figura 32), los cuales se describen a continuación.

⁹ Método propuesto por el Ing. Agr. Álvaro Hernández, especialista en plagas forestales, comunicación personal 2006.

¹⁰ Método propuesto por PhD. Charlotte Nielsen, especialista en plagas forestales, comunicación personal 2006.

6.2.1 Conteo directo

Se seleccionaron 15 árboles distribuidos al azar en cada localidad, de cada árbol se cortaron de manera opuesta 2 rebrotes de 10 cm. de longitud al azar. Cada rebrote constituyó una unidad de muestreo. El tamaño de la muestra fue de 30 rebrotes (2 de cada árbol), rebrotes nuevos que acababan de abrir y expandirse (Figura 31), luego de cortados se introdujeron individualmente en bolsas plásticas ziploc, para ser llevados al laboratorio.

Para determinar la incidencia de *Mindarus guatemalensis*, únicamente se contabilizaron las muestras con presencia del áfido. Se realizó la toma de lecturas iniciando en el mes de junio (06/06/2006 y terminando en el mes de agosto (02/08/2006).



Figura 31. Rebrotos de pinabete recientes, recién expandidos.

6.2.2 Método del golpeo

En este método se seleccionaron 15 árboles de forma aleatoria, la selección se realizó caminando en forma de zigzag a través de la plantación. De cada árbol seleccionado, se tomó una rama con cinco rebrotes de 10 cm. cada uno, del estrato medio del árbol (Figura 8), a una altura entre 0.75 a 1.5 metros. Cada rama seleccionada fue sacudida 5 veces con la ayuda de una varilla de madera, debajo se sostenía un recipiente de plástico de 50 centímetros de diámetro, que sirvió para recolectar los áfidos que cayeron de la rama (Figura 12A).

El porcentaje de incidencia y de daño se obtuvo de acuerdo a la siguiente ecuación:

% de incidencia de áfidos¹¹ = $\frac{\text{Número de muestras con presencia de áfidos}}{\text{Número total de muestras}} \times 100$



Figura 32. Método de conteo de áfidos por medio del golpeo.

Fotografía tomada en la localidad La Chingada, Zunil, Quetzaltenango, 2006.

Los rebrotes fueron tomados de la parte media del árbol, de 0.75 a 1.5 metros a partir del suelo, como se ilustra en la Figura 33.

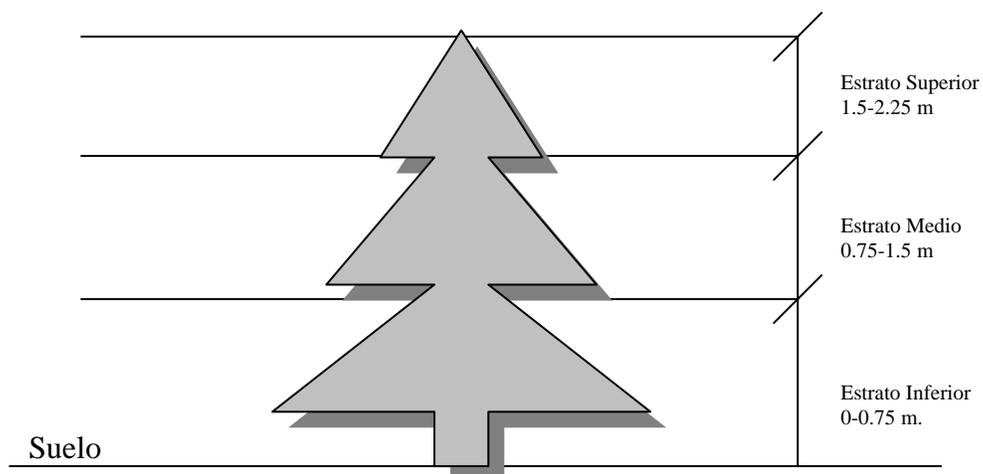


Figura 33. División del árbol de pinabete por estratos para la toma de muestras.

¹¹ Propuesto por el Ing. Agr. Álvaro Hernández, especialista en plagas forestales, comunicación personal 2006.

6.3 Etapa II. Determinación del porcentaje de daño

Para medir el daño causado por *Mindarus guatemalensis*, al igual que en la incidencia, se seleccionaron 15 árboles distribuidos al azar en cada localidad, de cada árbol se cortaron de manera opuesta 2 rebrotes de 10 cm. de longitud, al azar, para totalizar 30 muestras (2 de cada árbol), rebrotes nuevos que acababan de abrir y expandirse, luego de cortados se introdujeron individualmente en bolsas plásticas ziploc, para ser llevados al laboratorio.

El porcentaje del daño sufrido por los nuevos rebrotes se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ brotes dañados}^{12} = \frac{\text{Número de brotes con presencia de daño}}{\text{Número total de brotes muestreados}} \times 100$$

6.4 Etapa III. Densidad de áfidos por brote

La densidad de áfidos por brote en plantaciones, al igual que la incidencia, fue estimada a través de conteo directo y el método del golpeo.

6.4.1 *Conteo directo.* En el método del conteo directo, se tomaron 20 árboles de manera aleatoria a lo largo y ancho de la plantación; se cortaron 2 rebrotes de aproximadamente 10 cm de longitud de manera opuesta de cada árbol y se introdujeron individualmente en bolsas ziploc para su posterior análisis. Cada rebrote cortado, fue inspeccionado detalladamente con la ayuda de una lupa, realizando el conteo de individuos de *Mindarus guatemalensis* presentes.

6.4.2 *Método del golpeo.* En este método se seleccionaron 15 de forma aleatoria, la selección se realizó caminando en forma de zigzag a través de la plantación. De cada árbol seleccionado, se tomó una rama con cinco rebrotes de 10 cm. cada uno, del estrato medio del árbol (Figura 3), a una altura entre 0.75 a 1.5 metros. Cada rama seleccionada fue sacudida 5 veces con la ayuda de una varilla de madera, debajo se sostenía un recipiente de plástico de 50 centímetros de diámetro, que sirvió para recolectar los áfidos que cayeron de la rama.

¹² Propuesto por el Ing. Agr. Álvaro Hernández, especialista en plagas forestales, comunicación personal 2006.

$$\text{Densidad de áfidos por brote}^{13} = \frac{\text{Total de áfidos en todos los brotes}}{\text{Total de brotes muestreados}}$$

6.2 ETAPA IV. Evaluación de ingredientes activos

6.2.1 Descripción de los tratamientos

Las principales características de los cuatro ingredientes activos de insecticidas aplicados se describen en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Ingredientes activos de insecticidas para control de *Mindarus guatemalensis*.

ID	Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Dosificación Comercial	Modo de Acción
A	Dismetrina	Permetrina	150-200/100 lt agua	Contacto
B	ACT-Botánico SC 0,003	Azadirachtina	2 lt / 200 lt agua	Contacto
C	Diazol 50 EW	Diazinon	300 ml / 100 lt agua	Contacto
D	Dimetoato	Dimetoato	125 ml/100 lt agua	Contacto

6.2.2 Descripción del material experimental

El ensayo se realizó en una sola plantación, ubicada en la aldea El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango, localidad que presenta mejores condiciones en materia de accesibilidad, homogeneidad en los árboles (altura, edad, desarrollo, distancia entre árbol, etc.), (Figura 9).

6.2.2.1 Unidades experimentales

La unidad experimental estuvo formada por un árbol; se realizaron 4 repeticiones para cada tratamiento, el número total de unidades experimentales (árboles) que se incluyeron en el experimento fue de 20.

¹³ Propuesto por PhD. Charlotte Nielsen, especialista en plagas forestales, comunicación personal 2006.



Figura 34. Parcela de estudio en la evaluación de ingredientes activos.

Fotografía tomada en la localidad El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango, 2006.

6.2.3 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado debido a la homogeneidad en las condiciones de pendiente, temperatura, exposición y luz, entre otros, de la localidad es el Diseño Completamente al Azar con 4 repeticiones.

6.2.3.1 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2 \dots t \\ j = 1, 2 \dots r \end{array} \right.$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta medida en la ij-ésima unidad experimental

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (nivel de factor) en la variable dependiente

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental

6.2.4 Variable de respuesta

La variable evaluada fue el *número de colonias muertas de pulgones (Mindarus guatemalensis)* por árbol. Los datos se tomaron a través de 2 conteos, el primero se realizó antes de asperjar los tratamientos y el otro a las 24 horas después de la aplicación.

6.2.5 Análisis de la información

Se realizó previo al ANDEVA, la prueba de *Shapiro Wilks*, para evaluar el supuesto de normalidad de los datos. Posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), para la variable “No. de colonias muertas”, para cada una de las tres aplicaciones.

6.2.6 Manejo del experimento

La aplicación de los tratamientos se realizó asperjando directamente sobre las unidades experimentales (árboles de pinabete) (Figura 35).

Se utilizó una bomba de mochila 22 litros de capacidad. La aplicación se hizo directamente sobre el follaje de cada planta, tratando de uniformizar la aplicación sobre todas las acículas (de abajo para arriba y viceversa).

Los ingredientes activos se aplicaron en tres oportunidades, cada 20 días, frecuencia que es utilizada a menudo por los propietarios de las plantaciones. La primera aplicación se realizó el 14/06/2006, la segunda aplicación se llevó a cabo el 04/07/2006 y la tercera y última aplicación se realizó el 24/07/2006.



Figura 35. Aplicación de los ingredientes activos a los árboles de *A. guatemalensis*.
Fotografía tomada en la localidad El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango, 2006.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Etapa I. Determinación de la incidencia

El rango en proporción de la incidencia de *Mindarus guatemalensis*, en el muestreo realizado en las cinco plantaciones de pinabete por medio del conteo directo fue de 30-93%. La localidad que presentó menor incidencia fue Altamira, Palestina de los Altos, Quetzaltenango y la que mayor presentó fue la localidad La Chingada, Zunil, Quetzaltenango (Cuadro 15).

El rango de la incidencia de *Mindarus guatemalensis*, en el muestreo realizado en las cinco plantaciones de pinabete por medio del método del golpeo fue de 93-100%. Siendo Los Rojas, Cabricán, Quetzaltenango, la localidad que menor incidencia de *Mindarus guatemalensis* presentó; a su vez las restantes cuatro localidades presentaron una incidencia del 100% de áfidos (Cuadro 16).

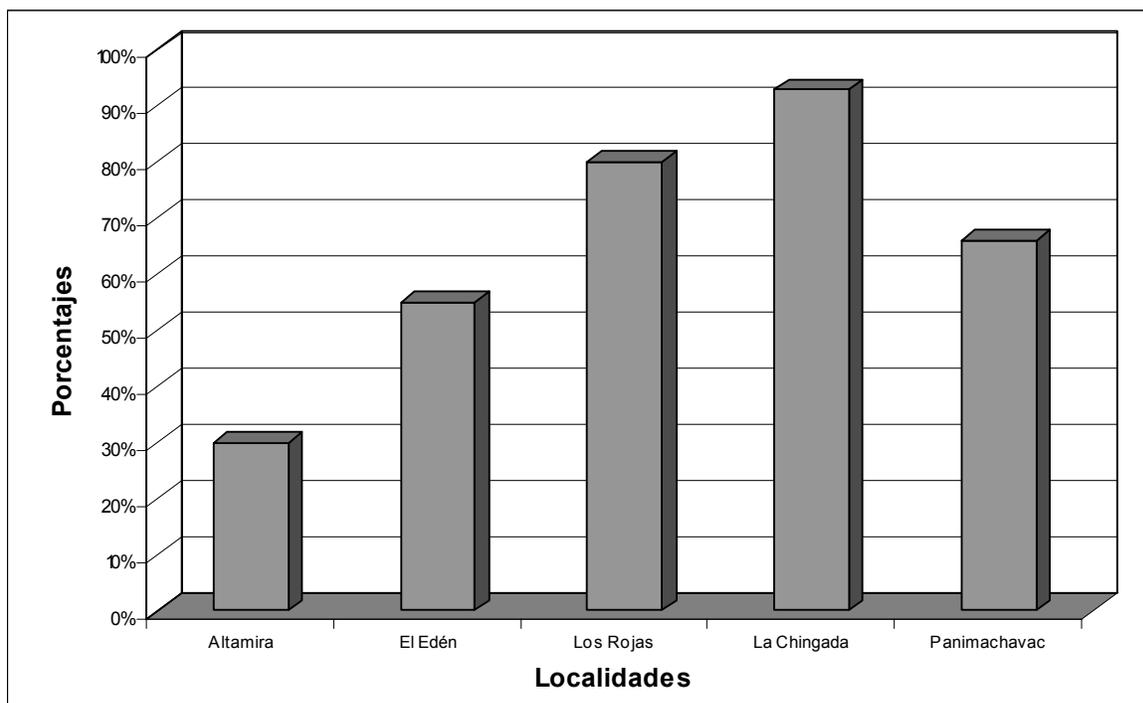


Figura 36. Porcentaje de incidencia de *Mindarus guatemalensis*, por medio del conteo directo

La diferencia entre cada método radica en la cantidad de brotes muestreados, en el método de conteo directo, se muestrea solamente un rebrote de 10 centímetros de longitud, mientras que en el método del golpeo, se sacude un verticilo que puede contiene 5 rebrotes de 10 centímetros. Entonces la probabilidad de encontrar áfidos con el método del golpeo es más alta que con el método del conteo directo.

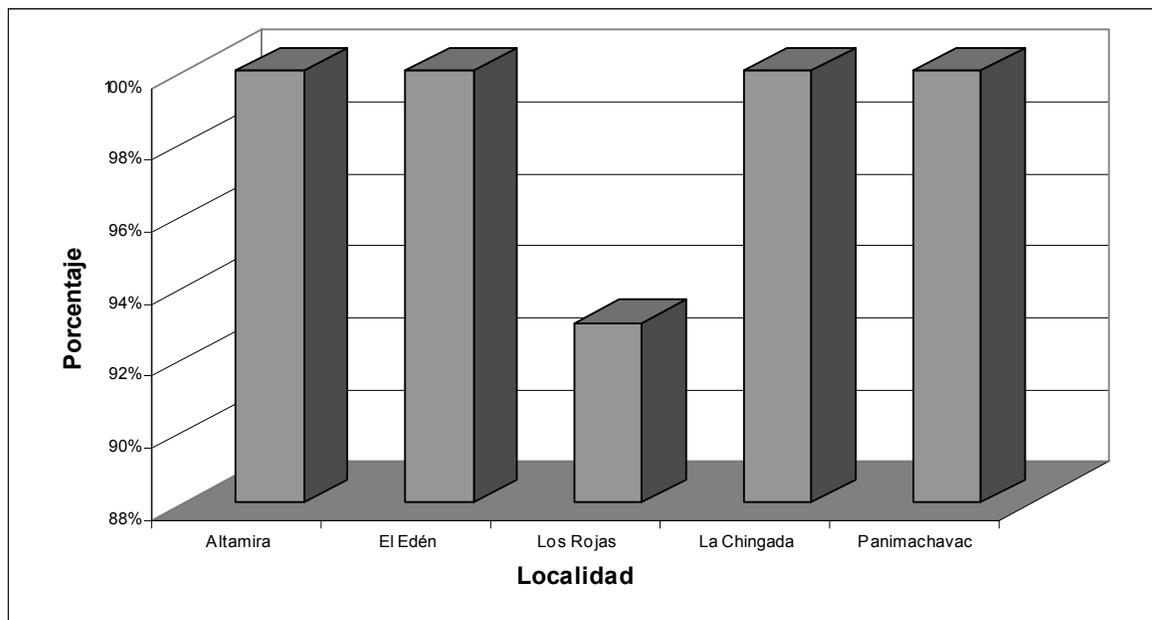


Figura 37. Porcentaje de incidencia de *Mindarus guatemalensis*, por medio del método del golpeo

7.2 Etapa II. Determinación del porcentaje de daño

Con el método del conteo directo, se pudo estimar el porcentaje de brotes dañados por *Mindarus sp.*, en los árboles fue de 17.5-70%. Siendo Altamira, Palestina de los Altos, Quetzaltenango, la localidad que menor porcentaje de brotes dañados presentó y la que mayor presentó fue Los Rojas en el municipio de Cabricán, Quetzaltenango. Un porcentaje de 70% indica que de cada diez árboles de *A. guatemalensis* siete presentan daños en el follaje, debido al ataque de *Mindarus guatemalensis* en la plantación de Los Rojas.

Cuadro 15. Incidencia de áfidos, % de daño, densidad áfidos/brote método de conteo directo

Localidad	Fecha muestreo	Incidencia áfidos	% de daño	Densidad áfidos/brote
Altamira	06/06/2006	30%	17.5%	3
El Edén	07/06/2006	55%	50%	3
Los Rojas	13/06/2006	80%	70%	29
La Chingada	14/06/2006	93%	65%	14
Panimachavac	15/06/2006	66%	63%	6

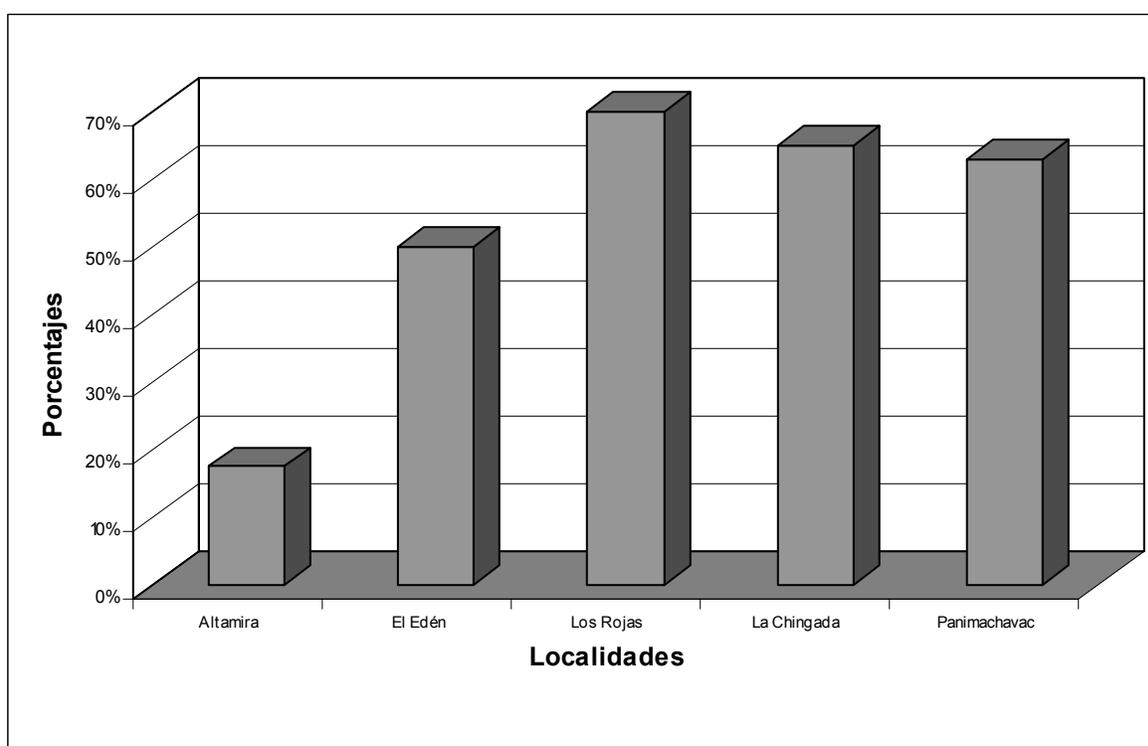


Figura 38. Cuantificación del daño de *Mindarus guatemalensis*, conteo directo

7.3 Etapa III Densidad de áfidos por brote

La cantidad de áfidos presentes en las muestras tomadas por medio del conteo directo fue de un rango de 3-29 individuos.

Con respecto al promedio de áfidos por muestra, la localidad que más densidad presentó fue Los Rojas, Cabricán y la localidad que menos densidad presentó fueron las localidades de Altamira y El Edén, Palestina de los Altos.

Cabe mencionar que la localidad Panimachavac en Tecpán, Chimaltenango, es la única plantación donde no se realizan aplicaciones de insecticidas para el control de *Mindarus guatemalensis* (27).

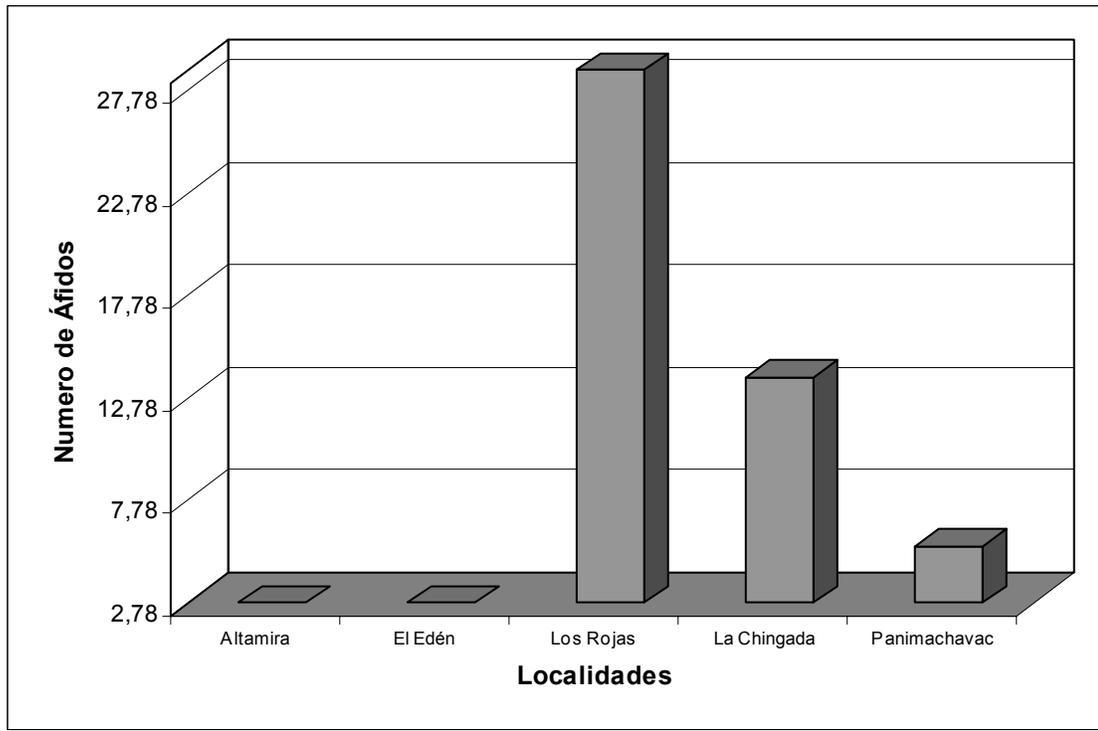


Figura 39. Densidad de *Mindarus guatemalensis* por brote, por medio del conteo directo

Con el método del golpeo el promedio de áfidos por muestra estuvo en un rango de 8-84 individuos. La localidad que mayor promedio de áfidos presentó fue la de Panimachavac, Tecpán, Chimaltenango, con 84 individuos promedio por muestra; por el contrario la que menor promedio presentó fue la localidad de Altamira, Palestina de los Altos, Quetzaltenango, con un promedio de 7.67 áfidos por muestra.

Cuadro 16. Incidencia de áfidos, densidad áfidos/brote, método del golpeo.

Localidad	Fecha muestreo	Incidencia áfidos	Densidad áfidos/brote
Altamira	06/06/2006	100%	8
El Edén	07/06/2006	100%	15
Los Rojas	13/06/2006	93%	24
La Chingada	14/06/2006	100%	55
Panimachavac	15/06/2006	100%	84

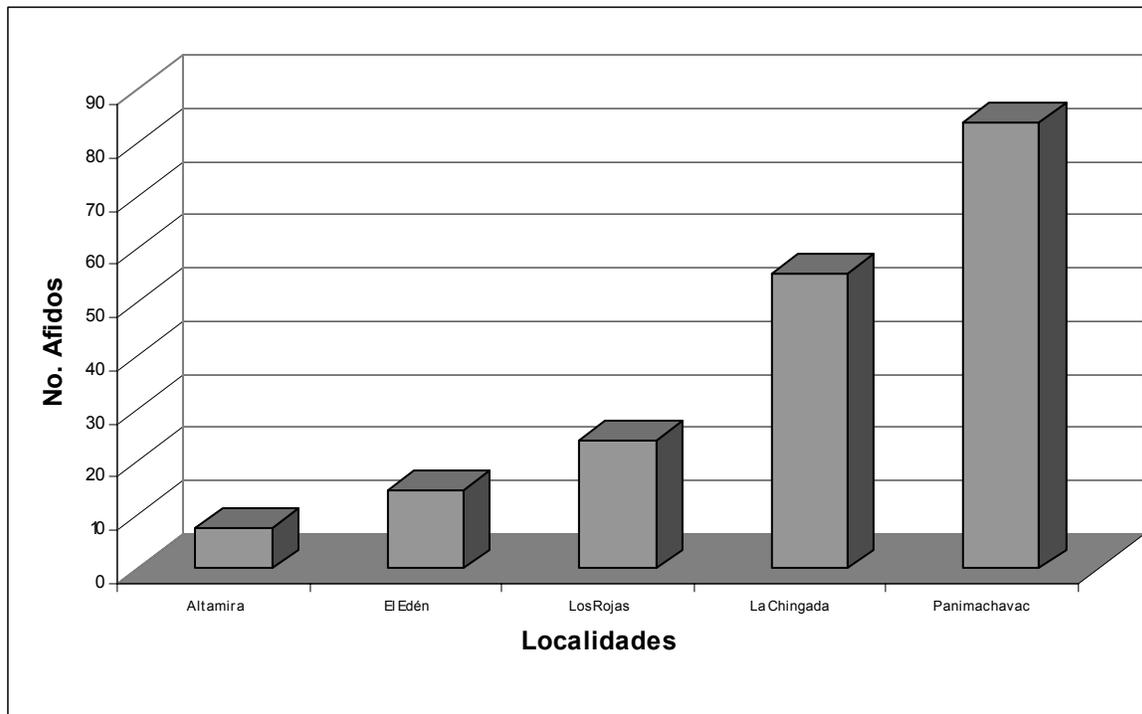


Figura 40. Promedio de *Mindarus guatemalensis* por muestra, por medio del golpeo.

Las plantaciones de pinabete muestreadas durante la investigación mostraron alta incidencia *Mindarus guatemalensis*. La incidencia se pudo estimar mediante dos tipos de muestreo. El muestreo por medio del conteo directo da como resultado un porcentaje promedio del 64.8%, con un rango de 30-93% y en el muestreo por medio del golpeo el porcentaje promedio de la incidencia asciende a 98.6%, con un rango de de 93-100%, un porcentaje alto, la incidencia de tales áfidos en las plantaciones de pinabete es evidentemente alta.

La densidad de individuos encontrados en el método del conteo directo fue de 10.72 áfidos, con un rango de 2.775-28.77. Mientras que en el método del golpeo el promedio fue de 37.13, con un rango de 7.67-84. Existe una alta densidad de áfidos en las cinco plantaciones, la magnitud de las infestaciones son altas, tomando en cuenta que para Guatemala no se conocen estudios ni avances de investigación de esta clase y por lo tanto no se han reportado otros datos.

7.4 Etapa IV. Evaluación de ingredientes activos

7.4.1 Primera aplicación

Se realizó previo al ANDEVA, la prueba de normalidad para los residuos, con la cual se obtuvo un valor de $Pr < W$ 0.68, que indica que hay normalidad.

El ANDEVA da como resultado que la primera aplicación de los ingredientes activos, no presenta diferencias estadísticamente significativas, ya que $Pr > F = 0.99229$. El cuadro 9 muestra un resumen del ANDEVA.

Cuadro 17. ANDEVA para la primera aplicación de los ingredientes activos.

Variación	Grados Libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Variable Pr > F
Tratamientos	4	3129.20	782.300	0.22 NS	0.9229 NS
Error	15	53265.750	3551.050	NS	NS
Total	19	56394.950			
Coeficiente de variación	66.24				

7.4.2 Segunda aplicación

Se realizó previo al ANDEVA, la prueba de normalidad entre tratamientos, con la cual se obtuvo un valor de $Pr < W$ 0.20, que indica que hay normalidad entre los datos.

El ANDEVA da como resultado que la segunda aplicación de los ingredientes activos, no presenta diferencias estadísticamente significativas, $Pr > F = 0.0792$.

Cuadro 18. ANDEVA para la segunda aplicación de los ingredientes activos.

Variación	Grados Libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Variable Pr > F
Tratamientos	4	2454.00	613.50	2.59 NS	0.0792 NS
Error	15	3554.00	236.93	NS	
Total	19	6008.00			
Coeficiente de variación	153.92				

Sin embargo el ingrediente activo que más colonias de *Mindarus guatemalensis* eliminó fue el Azadirachtina (126 colonias muertas). El promedio de colonias muertas asciende a 40.

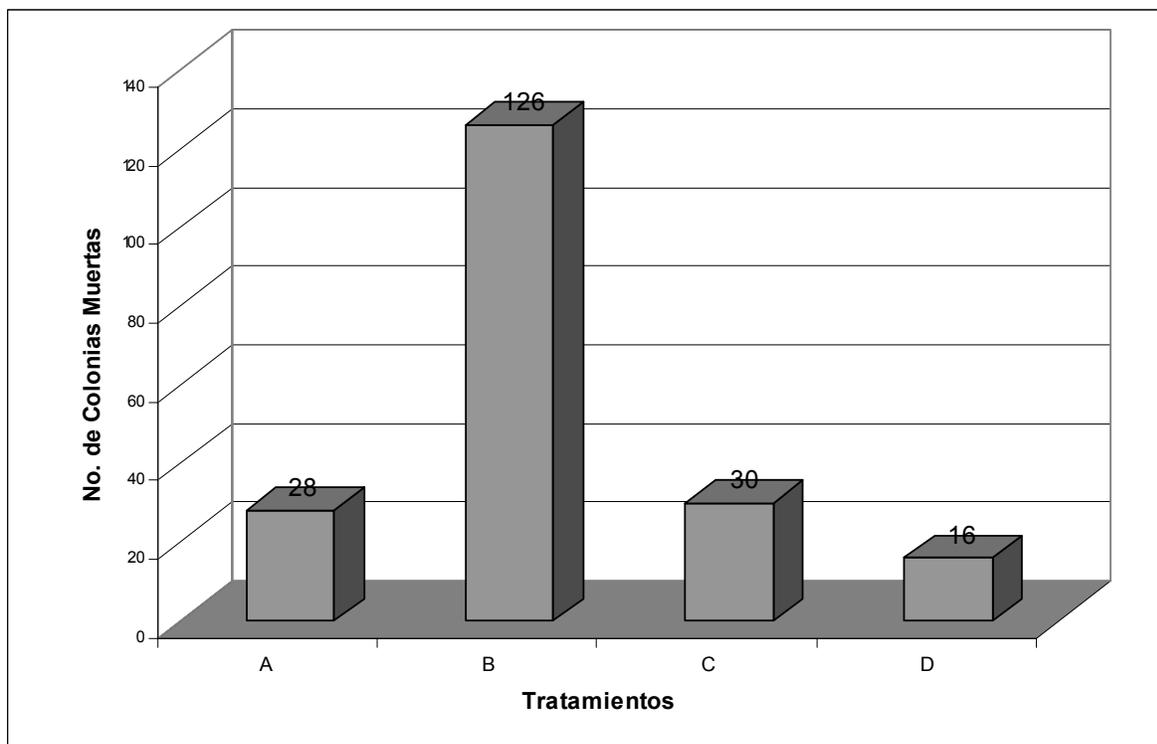


Figura 41. Colonias muertas de *Mindarus guatemalensis*, en la segunda aplicación

A = Permetrina C = Diazinon
B = Azadirachtina D = Dimetoato

7.4.3 Tercera aplicación

Para la tercera aplicación las colonias de *Mindarus guatemalensis* habían desaparecidos casi por completo. Únicamente los tratamientos donde se utilizó el ingrediente activo Azadirachtina presentaban alguna presencia de áfidos.

El ingrediente Azadirachtina proveniente del insecticida ACT-Botánico SC 0,003, es puramente botánico, es un extracto del árbol de Nim y tiene la propiedad de que es muy

poco residual, por ser de naturaleza botánica de igual manera es altamente degradable y actúa solamente al momento de la aplicación y por muy poco tiempo.

Debe de buscarse soluciones al combate de este insecto de manera ambientalmente aceptable. Esta investigación pretende demostrar que cualquiera que sea el ingrediente activo (o insecticida) aplicado para el combate del insecto, no hay diferencias estadísticas significativas que demuestren que hay un tipo de ingrediente mejor para el combate.

En la última aplicación la población de áfidos se había reducido, esta situación sucede por el ciclo de vida del insecto y la fluctuación de sus poblaciones. La fecha en que se realizó la aplicación, que fue tardía ya que se realizó a finales del mes de julio.

8. CONCLUSIONES

- 1 Las plantaciones voluntarias de *Abies guatemalensis* localizadas en el occidente de Guatemala, presentaron los porcentajes de incidencia de *Mindarus guatemalensis* por medio del conteo directo siguientes: Altamira, Palestina de los Altos: 30%; El Edén, Palestina de los Altos: 55%; Los Rojas, Cabricán: 80%; La Chingada, Zunil: 93%; Panimachavac, Chimaltenango: 66%. Por medio del método del golpeo, presentaron los siguientes porcentajes: Altamira, Palestina de los Altos: 100%; El Edén, Palestina de los Altos: 100%; Los Rojas, Cabricán: 93%; La Chingada, Zunil: 100%; Panimachavac, Chimaltenango: 100%.
- 2 El daño provocado por *Mindarus guatemalensis* a los árboles de *Abies guatemalensis* en las plantaciones se estimó de la siguiente manera: Altamira, Palestina de los Altos: 17.5%; El Edén, Palestina de los Altos: 50%; Los Rojas, Cabricán: 70%; La Chingada, Zunil: 65%; Panimachavac, Chimaltenango: 63%.
- 3 La densidad de *Mindarus guatemalensis* por brote de 10 cm. de largo, por medio del conteo directo se estimó en: Altamira, Palestina de los Altos: 3; El Edén, Palestina de los Altos: 3; Los Rojas, Cabricán: 29; La Chingada, Zunil: 14; Panimachavac, Chimaltenango: 6. Por medio del método del golpeo, presentaron las siguientes densidades: Altamira, Palestina de los Altos: 8; El Edén, Palestina de los Altos: 15; Los Rojas, Cabricán: 24; La Chingada, Zunil: 55; Panimachavac, Chimaltenango: 84.
- 4 En la aplicación de los ingredientes activos Permetrina, Azadirachtina, Diazinón y Dimetoato, no se detectaron diferencias significativas, por lo que producen el mismo efecto en el control de *Mindarus guatemalensis*.

9. RECOMENDACIONES

1. La densidad de individuos por árbol depende de factores tales como la cantidad de ramas, nuevos brotes y de altura de árboles, por lo cual se hace necesario estudiar estos factores y otros como la dinámica poblacional, crecimiento poblacional del insecto a manera de generar una mayor información que vaya encaminada a generar alternativas y proponer soluciones para su control.
2. Se recomienda un estudio para identificar potenciales enemigos naturales, tanto insectos depredadores como entomopatógenos para *Mindarus guatemalensis*, con el propósito de generar información para proponer un Manejo Integrado de Plagas.
3. Una adecuada planificación y calendarización de aplicaciones de insecticidas, durante los comienzos de las lluvias que es cuando los rebrotes nuevos comienzan a abrirse puede ayudar a mitigar el daño que ocasiona *Mindarus guatemalensis* al follaje de los árboles.
4. Se recomienda el insecticida ACT-Botánico que tiene como ingrediente activo la Azadirachtina por ser un insecticida orgánico y no representa mayor peligro tanto para el productor como para el ambiente.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar, JM; Ponciano, JM. 1988. Las coníferas de Guatemala. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación. 80 p. (Cuadernos de Investigación no. 10).
2. Aguilar Girón, JI. 1942. Pinos de Guatemala. Guatemala, Dirección General Forestal. 32 p.
3. Andrews, KL; Barnes, MM; Hoffman, H. 1989. Utilización del control químico *In* Altieri, MA. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Departamento de Protección Vegetal. 623 p.
4. Canadian Forest Service, CA. 2006. Puceron des pousses du sapin (en línea). Canada, Canada Natural Resources Office. Consultado 7 mar 2006. Disponible en: <http://imfc.cfl.scf.nrcan.gc.ca/insecte-insect-fra.asp?geID=5549>
5. Chacón, P. 2007. Informe de diagnóstico. EPSA Diagnóstico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 1-35.
6. Chrystal, RN. s.f. The silver fir aphids – *Mindarus abietinus* Koch. A New Record for Britain 34(1):49-51.
7. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 1999. Estrategia para la protección y conservación del pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder.) en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 7 mar 2006. Disponible en <http://conap.gob.gt:7778/conap/documentos/documentos-flora/Resumen%20de%20Estrategia%20del%20Pinabete.pdf>
8. _____. 2001. Lista roja de especies de flora: resolución no. ALC 028/2001, Departamento de Vida Silvestre, Sección de Flora. Diario de Centro América (Órgano Oficial de la Republica de Guatemala), Guatemala, GT, 03:14:12-17. (Tomo CCXVIII, Numero 27).
9. _____. 2005. Ley de áreas protegidas y su reglamento, leyes 01 (01-2005). Guatemala. 76 p.
10. _____. 2006. Listado de plantaciones voluntarias de pinabete. Quetzaltenango, Guatemala. 2 p.
11. _____.; INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Diagnóstico de las poblaciones naturales de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala y estrategias para su conservación. Guatemala, Presidencia de la República / Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 17 p.
12. Congreso de la República de Guatemala, GT. 2006. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre: apéndice I, decreto

63-79 (en línea). Guatemala. Consultado 7 mar 2006. Disponible en <http://conap.gob.gt:7777/Conap/portal/vida-silvestre/lista-cites-plantas>

13. Macvean, AL De. 2003. *Abies guatemalensis* Rehder. pinaceae (pine family). Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Instituto de Investigaciones, Herbario. 3 p.
14. Díaz V, AL. 1993. Estudio de la reducción del bosque de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) y sus condiciones microclimáticas de germinación *in situ*, en Palestina de los Altos, Quetzaltenango. EPSA, Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 108 p.
15. Favret, C; Nielsen, C. 2008. A new species of *Mindarus* (Hemiptera: Aphididae) on the endangered guatemalan fir. Ann. Entomol. Soc. Am. 101 (5): 833-836.
16. Fondren, KM; McCullough, DG. 2002. Biology and management of balsam twig aphid. Extension Bulletin Entomology 2813:1-6.
17. _____. 2003. Phenology and density of balsam twig aphid, *Mindarus abietinus* Koch (Homoptera: Aphididae). J. Econ. Entomol. 96:1760–1769.
18. _____; Walter, AB. 2004. Insect predators and augmentative biological control of balsam twig aphid, *Mindarus abietinus* Koch (Homoptera: Aphididae) on christmas tree plantations. Environ. Entomol. 33:1652–1661.
19. García, GR. 1989. Respuesta de la semilla de tres especies forestales (*Abies guatemalensis* Rehder, *Tectona grandis* Linneo y *Juglans guatemalensis* Manning) a varios tratamientos pregerminativos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.
20. García, TW. 1993. Estudio de la respuesta de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) a su reproducción vegetativa *in vitro*, utilizando dos medios de cultivo y seis combinaciones hormonales. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 56 p.
21. González M, JH. 1979. Caracterización ecológica de las comunidades de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 79 p.
22. Guevara P, OJ. 2002. Control del escarabajo barrenador (familia Platypodidae) en madera aserrada del palo sangre (*Virola koschnyi* Warb.), en el municipio de Morales, departamento de Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 31 p.
23. Gómez G, LE. 2004. Valoración de bienes y servicios ambientales en los bosques naturales de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), en tres regimenes de propiedad, de los municipios San José Ojetenam, San Cristóbal Ixchiguán y Concepción Tutuapa, San Marcos. Tesis Ing. For. Guatemala, USAC, Centro Universitario de Nor-occidente. 123 p.

24. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1996. Ley forestal y su reglamento. Guatemala. 65 p.
25. _____. 2006. Listado oficial de plantaciones voluntarias de pinabete. Totonicapán, Guatemala. 2 p.
26. López M, CO. s.f. Zonificación geográfica y determinación de fuentes semilleros de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en la Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación, Programa Universitario de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente. 24 p.
27. Nettleton, WA; Hain, FP. 1982. The life history, foliage damage, and control of the balsam twig aphid, *Mindarus abietinus* (Homoptera: Aphididae), in fraser fir christmas tree plantations of western North Carolina. Can. Entomol. 114:155–165.
28. North Carolina Agriculture Department, US. 2005. Balsam twig aphid (en línea). North Carolina, US, North Carolina State University, Center for Integrated Pest Management. Consultado 7 mar 2006. Disponible en <http://ipm.ncsu.edu/AG189/html/index.html>
29. Prado C, JP. 2007. Conservation by cultivation: linkages between an endangered endemic fir (*Abies guatemalensis* Rehder) and peasant economies in the western highlands of Guatemala [chapter 8.5: biological control]. Thesis PhD. DK, University of Copenhagen, Faculty of Life Sciences. p. 102-121.
30. Reynoso D, JS. 2006. Diagnóstico la situación silvicultural y fitosanitaria de diez plantaciones voluntarias de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) y las características socioeconómicas entorno al cultivo, en los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango. EPSA Diagnostico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 50 p.
31. Valdés O, SP. 1999. Efecto de la temperatura, radiación, sustratos y reguladores de crecimiento en la germinación de la semilla de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 93 p.

11. APÉNDICES

FACULTY OF LIFE SCIENCES
UNIVERSITY OF COPENHAGEN



8 MAY 2008

Dear J. Reynoso,

After careful morphological examination and molecular barcoding by my colleague Dr. Colin Fevret, USDA-ARS Systematic Entomology Laboratory, Beltsville Maryland, U.S.A., I can hereby confirm that the aphids collected from Guatemalan fir, *Abies guatemalensis* Rehder in Carlos Rudy Plantations Quetzaltenango, Guatemala belong to the genus *Mindarus* (Hemiptera: Aphididae: Mindarinae). At present ongoing work in progress has determined it to be a new and undescribed species which belongs to the *Mindarus* complex.

Type material has been deposited in the United States National Museum of Natural History (NMNH) Aphid Collection (Beltsville, MD).

Best wishes,

Charlotte Nielsen

Cuadro 19A. Resultados de las tres aplicaciones de ingredientes activos.

Lectura	Tratamiento	Repetición	Fecha	Población total (No. De Colonias)		
				Antes de Aplicar	Fecha	Después de Aplicar
1	A	1	12 de junio de 2006	57	14 de junio de 2006	31
1	B	1		167		37
1	C	1		89		4
1	D	1		115		30
1	A	2		183		12
1	B	2		119		12
1	C	2		96		18
1	D	2		242		27
1	A	3		100		31
1	B	3		10		5
1	C	3		104		39
1	D	3		151		17
1	A	4		30		7
1	B	4		106		11
1	C	4		140		5
1	D	4		22		13
2	A	1	04 de julio de 2006	7	06 de julio de 2006	3
2	B	1		114		34
2	C	1		10		1
2	D	1		6		2
2	A	2		9		4
2	B	2		31		4
2	C	2		6		2
2	D	2		9		2
2	A	3		20		5
2	B	3		10		1
2	C	3		21		6
2	D	3		6		1
2	A	4		9		4
2	B	4		17		7
2	C	4		3		1
2	D	4		9		0
3	A	1	25 de julio de 2006	0	27 de julio de 2006	0
3	B	1		41		9
3	C	1		0		0
3	D	1		1		0
3	A	2		0		0
3	B	2		0		0
3	C	2		1		0
3	D	2		0		0
3	A	3		0		0
3	B	3		6		1
3	C	3		2		0
3	D	3		0		0
3	A	4		0		0
3	B	4		27		0
3	C	4		0		0
3	D	4		1		0

CAPÍTULO III.

DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE BOSQUE NATURAL DE PINABETE (*Abies guatemalensis* Rehder), EN LOS PARQUES REGIONALES MUNICIPALES RESERVA ECOLÓGICA CANTEL Y ZUNIL, DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO

1. ANTECEDENTES

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del Área Integrada y la Subárea de Ejercicio Profesional Supervisado y del proyecto *“Producción comunal sostenible de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) para el mejoramiento del bienestar rural y la conservación biológica en Guatemala”*, con el apoyo financiero de la Universidad Real de Agricultura y Veterinaria de Dinamarca -KVL- y el apoyo técnico del Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-, en el año 2,006 realizó un diagnóstico de las áreas naturales de pinabete ubicadas dentro de los Parques Regionales Municipales Cantel y Zunil, Quetzaltenango, con el objetivo de que pudiera servir de base para la realización de otros estudios en pro del rescate de la especie, actualmente en vías de extinción.

La información resultante constituye una herramienta básica para propuestas de manejo dentro de la Estrategia Nacional para la Conservación y Protección del Pinabete del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y el Instituto Nacional de Bosques (INAB), estrategia que busca regular, proteger y conservar la especie, actualmente amenazada por factores de orden socioeconómico, tales como el avance de la frontera agrícola, extracción de productos maderables (extracción ilícita de ramilla en época navideña), incendios, plagas y enfermedades, sobre pastoreo, entre otros (1).

El área de bosque natural de pinabete compuesta por los parques regionales anteriormente mencionados, está contemplada dentro del componente de Control y Vigilancia de la Estrategia Nacional para la Conservación y Protección del Pinabete, debido a su alta tasa de extracción ilícita de ramilla motivada por un mercado creciente para la decoración navideña.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Parque regional municipal Cantel

2.1.1 Ficha técnica

- Fecha de creación del presente plan: 6 de octubre del 2003.
- Nombre del área protegida: Parque regional municipal Reserva Ecológica Cantel.
- Nombre del administrador del área: Municipalidad de Cantel, a través de su Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente (DAPMA).
- Localización y/o dirección de la sede administrativa del área: Palacio Municipal, Municipalidad de Cantel, Quetzaltenango
- Área total del área protegida (hectáreas): 1,560 ha.
- Perímetro: 15 km.
- Municipio en el que se encuentra: municipio de Cantel, departamento de Quetzaltenango.
- Fecha de creación y número de decreto: 8 de febrero de 2001 mediante el Acuerdo No. 08-2003 del Consejo Municipal de Cantel.
- Infraestructura y equipo existente: Oficina del Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente (DAP-MA), equipo de oficina, equipo para guardarrecursos, herramientas y motocicleta, equipo de radiocomunicación y dos viveros municipales.
- Sitios de Importancia: El área comprende parte de la sierra Chuatroj, compuesta por los siguientes cerros: Chui Naj Tajuyub (Bosque natural de Pinabete), Cerro Chwi Icham, Cerro Jolóm, Chorrall Juyub, 128 nacimientos de agua (5).

2.1.2 Perfil del parque regional municipal Cantel

- Ubicación geográfica: 14°48'36" latitud norte, 91°27'18" longitud oeste.
- Colindancias: al norte con Totonicapán, al sur con Zunil, al oeste con Cantel y al este con Santa Catarina Ixtahuacán.
- Área total del municipio: 49 km².
- Población total del municipio: 32,214 de los cuales 27,500 son indígenas y 4,714 son ladinos.
- Poblaciones cercanas al parque: Aldea Chirijquiac, Aldea la Estancia, Aldea Xecam, Cantón Pasac I, Cantón Pasac II, Cantón Chuatroj, comunidades de

Santa Catarina Ixtahuacán, Caserío Tuitziribal.

- Actores: Consejo Forestal Comunitario, Comités de Agua, Asociación de Leñadores, Guardias Forestales voluntarios, Alcaldes Auxiliares, Arrendatarios de la comunidad de Xecam, Grupo Luz y Esperanza, Grupo RENUB (Reforestando Nuestros Bosque), Grupo Nuevo Amanecer, Asociación Chico Méndez.
- Apoyo técnico y/o financiero: Helvetas ProBosques, Dirección Regional Altiplano Occidental de CONAP, Instituto Nacional de Bosques, Proyecto de Apoyo a la Reconversión Directa para la Alimentación (PARPA), a través del PPAFD.

2.2 Parque regional municipal Zunil

2.2.1 Ficha Técnica

- Fecha de preparación de la ficha técnica: 1997
- Nombre del área protegida: Parque regional municipal Zunil
- Nombre del administrador del área: Municipalidad de Zunil
- Localización y/o dirección de la sede administrativa del área: Oficina del Departamento de Áreas Protegidas en la Municipalidad de Zunil
- Fecha de creación y número de decreto: septiembre de 1995 mediante el Acuerdo No. 09-95 del Consejo Municipal de Zunil; Resolución CONAP 17-96 con fecha 4 de abril.
- Área total del área protegida: 2,413.8 has.
- Perímetro: 25.28 km
- Municipio en los que se encuentra: Zunil, Quetzaltenango
- Infraestructura y equipo existente para la administración del área para uso público, sus objetivos y localización: Se cuenta con el Departamento de Áreas Protegidas ubicada en el municipio de Zunil a un costado de la Municipalidad, radios, vehículo y mochilas para guardabosques.
- Número de personal: 11, 6 guardarecursos, 1 director, 1 asistente técnico, 1 técnico forestal, 1 educadora ambiental, 1 piloto de vehículo.
- Sitios de importancia: Macizo Santo Tomás (Pecul), Macizo Zunil (3, 6)

2.2.2 Perfil del parque regional municipal Zunil

- Ubicación geográfica: 14°44'30" latitud norte, 91°28'14" longitud oeste.

- Colindancias: Al norte con el PRM Cantel y el municipio de Cantel, al oeste con el municipio de Zunil, al este con el municipio de Nahualá y al sur con los municipios de San Francisco Zapotitlán y Pueblo Nuevo, Suchitepequez.
- Área total del Municipio: 77.46 Km²
- Población total del Municipio: 11,274
- Poblaciones cercanas al Parque: El municipio de Zunil; los caseríos La Calera, Chemicubal, Chuitziquiná, La Muralla, Paic, Chuitimimit, Tzuitimitz, Xolcajá y Paxmux; la aldea La Estancia de la Cruz, del departamento de Quetzaltenango. La aldea Tzanjuyub; los caseríos Corral, Chuisaquesan, Pacamán, Chuichá, Pasaquejuyup, en el municipio de Nahualá, departamento de Sololá.
- Actores y Apoyo Técnico y/o financiero: Helvetas ProBosques, Dirección Regional Altiplano Occidental de CONAP, Instituto Nacional de Bosques, Proyecto de Apoyo a la Reconversión Directa para la Alimentación (PARPA), a través del PPAFD, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Sistema de Prevención y Control de Incendios Forestales.

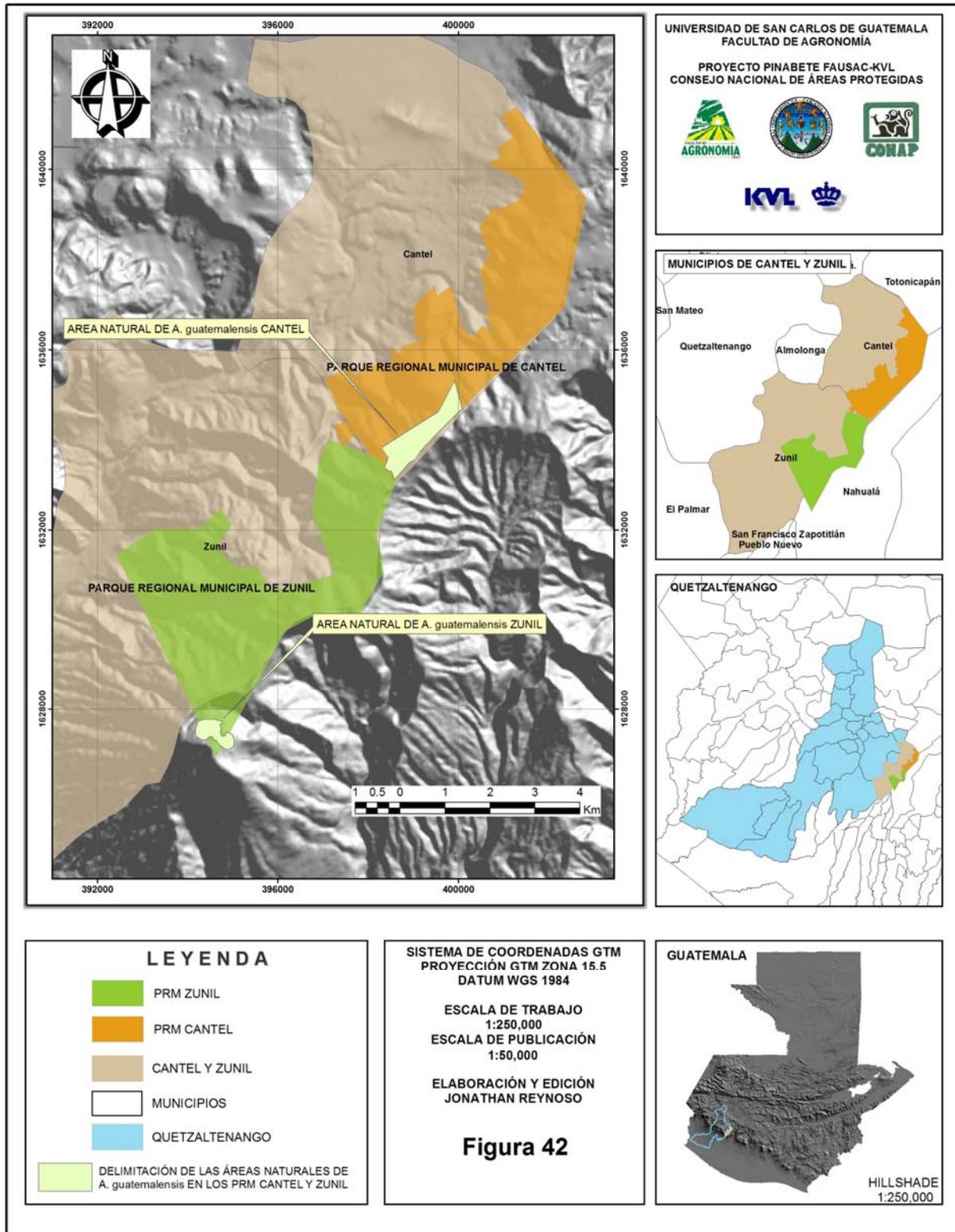


Figura 42. Mapa de ubicación del área natural de *A. guatemalensis* de los PRM Cantel y Zunil

2.3 Uso de los recursos naturales en los PRM Cantel y Zunil

2.3.1 Cobertura vegetal

En el PRM Cantel el 25% del bosque está compuesto por arbustos y matorrales. Sus principales remanentes de bosques están situados en las siguientes localidades:

2.3.1.1 Cerro Chwi Icham (Chuichán): Bosque de coníferas específicamente de ciprés (*Cupressus lusitanica*), con una densidad de 70-100% en su parte sur y en su parte norte de 40-70%. Área que se encuentra en un estado natural, con poca intervención humana.

2.3.1.2 Cerro Chonaj Taq Juyub: Posee en su parte norte un bosque de coníferas, con una densidad abierta (10-40%), bastante intervenida por el hombre. En su parte sur presenta una densidad cerrada (70-100%), bosque mixto poco intervenido.

2.3.1.3 Cerro Jolom: Bosque mixto con una densidad media de 40-70%, con poca intervención humana. En la parte noroeste existe una densidad abierta de 10-40% de bosque mixto, presenta intervención humana con la introducción de cultivos agrícolas y tala de árboles debido a la cercanía de los asentamientos.

2.3.1.4 La continuación del parque regional: Se encuentra frente a las comunidades aldea Xecam y aldea La Estancia, presentando una densidad abierta de 10-40% de bosques mixtos compuestos por coníferas y latifoliadas; presenta también zonas con cobertura arbustiva. La intervención ha sido significativa en esta área, donde los comunitarios la utilizan para cortes de leña que les sirve para la obtención de energía de combustión (5).

En el PRM Zunil la densidad es de 406 árboles/ha (bosques denso), el área basal es de 123.80 m²/ha, presentando en general un bosque con buen desarrollo basimétrico (el árbol promedio en el macizo posee un área basal de 0.3049 m², es decir 0.6231 metros de DAP) (6).

2.3.1.5 La asociación edafo-climática (Suelo azonal): Se encuentra ubicada de los 1,600 a los 2,000 msnm. La vegetación muestra una altura máxima promedio de 30 metros. Las especies dominantes en esta asociación son: *Quercus* sp., *Pouteria* sp., *Pseudobombax* sp., *Solana* sp., *Saurauia* sp., *Piper* sp., *Cordia alliodora*., *Ocotea* sp., *Prunus* sp., *Persea* sp., *Engelhardtia* sp., *Trichilia* sp., *Oreopanax* sp., *Ficus* sp., *Carpinus*

sp., *Vitarea lundelii.*, *Psidium sp.*, *Cordia sp.*, *Acacia sp.*, entre otras. Es bosque casi maduro, disetáneo, pudiéndose atribuir este desarrollo a la interacción existente entre las poblaciones vegetales.

2.3.1.6 Asociación climática: Es la característica de la zona de vida (bmh-M), geográficamente se ubica entre los 2,000 a 2,600 msnm. Entre las especies podemos mencionar: *Calatola laebigata*, (más abundante), *Krugiodendron sp.*, *Homaliun sp.*, *Prunus spp.*, *Hediosmun mexicana.*, *Persea sp.*, *Trichilia sp.*, *Genipa americana.*, *Billia hipocastanum.*, *Aeghilia sp.*, *quercus sp.*, *Ervthrina sp.*, y las familias Rubiaceae y Myrcynaceae. Esta asociación presenta un bosque aún más joven que la parte baja; la diversidad existente es la característica para esta zona de vida.

2.3.1.7 Asociación atmosférica: Se sitúa entre los 2,600 a los 3,542 msnm. Las especies indicadoras son: *Alnus sp.* (más abundante), *Abies guatemalensis*, *Pinus sp.*, *Cupressus lusitanica*, *Chirantodendron sp.* Presenta influencia de neblina y alta humedad. Observándose también un bosque joven aunque más maduro que los anteriores, la diversidad existente es menor, existiendo más competencia entre individuos de una misma población que entre poblaciones de una misma comunidad.

2.3.1.8 Sotobosque: Se encuentran la siguientes familias: Hipocastanaceae, Myrcynaceae, Loganiaceae, Verbenaceae, Labiatae, Poaceae, Piperaceae, Rutaceae, Polypodaceae, Melástomataceae, Dioscoriaceae, Compositae, entre otras. La especie dominante es el *Quercus spp.*

2.3.2 Aprovechamiento forestal

El aprovechamiento de los recursos naturales del municipio de Cantel se da en un 60% en el parque regional municipal y el 40% en terrenos particulares. La mayoría de personas que extraen los recursos son de las comunidades aledañas y la extracción que realizan es para consumo familiar. Las especies mayormente extraídas son: aliso (*Alnus jorullensis*), encino (*Quercus sp.*), ciprés (*Cupressus lusitanica*), pino (*Pinus ayacahuite*) y pinabete (*Abies guatemalensis*). Cada persona extrae aproximadamente 0.25 mts³ de leña seca al día. Actualmente existe una asociación de leñadores formada por el Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente DAP-MA, con el fin de regular la extracción ya que hasta el año 2003 estas actividades se realizaban ilícitamente. En los terrenos particulares

se tiene un convenio con el Instituto Nacional de Bosques para que el DAP-MA sea quien regule la extracción dentro del municipio de Cantel (5).

En el PRM Zunil los madereros han explotado selectivamente árboles de las familias Meliaceae, Pinaceae, Cupressaceae y Lauraceae. Las diferentes especies son utilizadas para obtención de leña y madera, por lo que existen algunos aserraderos en la zona. También existen especies que son utilizadas con fines medicinales, comestibles, industria artesanal y otros. Las especies más comunes utilizadas para los aprovechamientos son las siguientes: pinabete (*Abies guatemalensis*): producción de madera y ramilla para época navideña, aliso (*Alnus sp.*): producción de madera y leña, pino (*Pinus sp.*): producción de madera y leña, ciprés (*Cupressus lusitanica*): producción de madera y leña, madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*): producción de madera, encino, chicharro (*Quercus spp*): producción de madera y leña, canoj (*Ocotea sp.*): producción de madera y leña, carecillo (*Prunus, capul*): producción de leña, jagua (*Genipa caruto, G. Vulcanícola*): producción de madera, salviasanta (*Buddleia americana*): producción de leña. Cada familia de cinco personas extrae un estimado de 1.11m³ de madera o leña por semana (6).

2.3.3 Actividad agrícola

En Cantel la población cuenta en su mayoría con terrenos privados los cuales les sirven para la producción de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) para consumo. En el parque regional municipal existe un área destinada a la producción agrícola la cual es arrendada a agricultores de la aldea Xecam para la producción de maíz y frijol. Las parcelas arrendadas se encuentran localizadas dentro de la zonificación denominada *Zona De Uso Sostenible*. La cantidad de tierra con la que cuenta cada agricultor en promedio es de 0.86 ha (5).

Por su parte en el PRM Zunil, la tierra es aprovechada intensamente con cultivos hortícolas, lo cual ha permitido el avance de la frontera agrícola. El uso o cobertura de la tierra dentro del área protegida, es forestal, existiendo también áreas para la agricultura limpia anual en la parte norte de la periferia, y parte central y noroeste del bosque. También en la parte noroeste existe un área con instalaciones (bungalows) que forman parte de las infraestructuras de las fuentes Georginas, por lo demás es eminentemente de uso forestal (6).

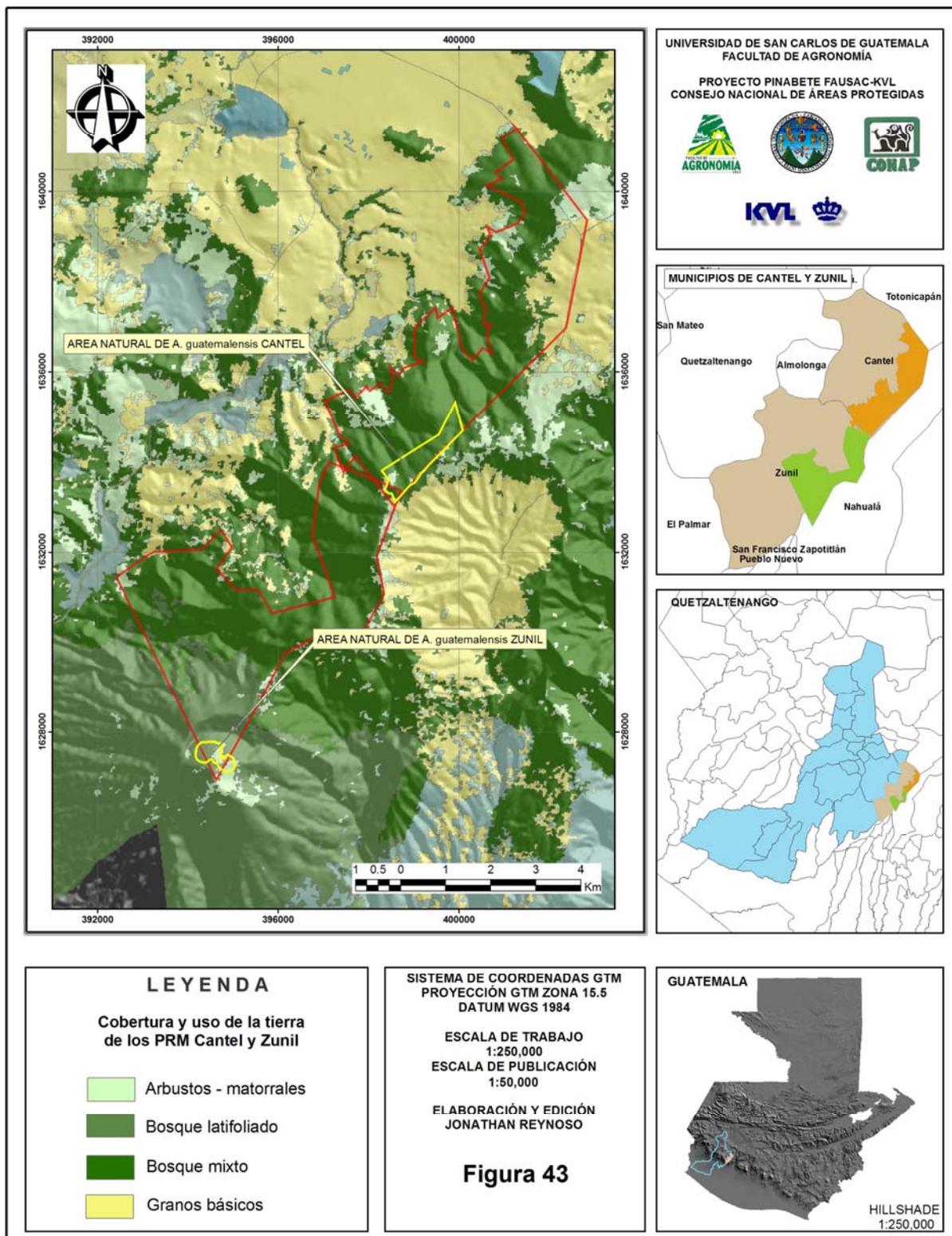


Figura 43. Mapa de cobertura y uso de la tierra de los PRM Cantel y Zunil

2.3.4 Aspectos biofísicos relevantes de los PRM Cantel y Zunil.

2.3.4.1 Clima

De acuerdo al INSIVUMEH, el registro promedio de 6 años, 2000-2006, es de la forma siguiente:

- a. **Temperatura:** PRM Cantel: Máxima 22.4° C, media 15.2° C, mínima de 6.8° C, con un clima frío (5). PRM Zunil: Máximas 18°-24° C; mínima 6°-9° C; media anual 21° C, en época de frío -5° C (6).
- b. **Vientos:** La velocidad del viento para el área de Cantel es de 7 Km/h (5). En el PRM Zunil se ve afectado por el patrón de los vientos alisios, durante los meses de julio a febrero, estos vientos se desplazan en el norte y durante los meses de marzo a junio el viento mantiene un componente sur, clasificándose como de brisa moderada a brisa fresca (6).
- c. **Precipitación Pluvial:** En el PRM Cantel la precipitación es de aproximadamente 2,000 mm anuales (5). La dinámica de la precipitación anual en el PRM Zunil se establece en un promedio de 3,000 mm. Con dos épocas bien definidas durante el año, de acuerdo al grado de incidencia de días de lluvia: época seca, de noviembre a abril y época lluviosa, de mayo a octubre, siendo una región nubosa (6).
- d. **Humedad relativa:** En el PRM Cantel la humedad relativa máxima es de 82%, la media de 73% y la mínima del 65% (5). En el PRM Zunil en un rango de 80-85% (6).
- e. **Días de lluvia:** Los días de lluvia son de 80-120 anuales promedio para ambos parques.
- f. **Brillo solar:** Las horas/sol van de 120-210 horas/mes, para el PRM Cantel. Para el PRM Zunil en verano las horas de sol varían entre 4-6 horas sol durante la mañana y durante la tarde tiende a nublarse, en época de lluvia las horas sol disminuye a 3-4 horas (6).
- g. **Clasificación climática:** De acuerdo a la clasificación climatológica, según el sistema de Thornthwaite de la República de Guatemala, el municipio de Cantel se clasifica dentro de dos grupos que son los siguientes: *B'3Bi*, *B'2Bi*, es un clima semifrío, húmedo, con invierno seco respecto a la distribución de las lluvias; posee una parte con clima templado, húmedo, con invierno seco respecto a la distribución de las lluvias de igual forma. El clima del área de Zunil se clasifica como: *B'2b'Bi*, en la parte norte,

central, sur y del volcán de Zunil y B'a'Ar, en la parte sur o parte del Volcán Santo Tomás Pecul; es un clima templado con un índice que va del 80 al 100%; la variación de la temperatura es sin estación bien fría definida; invierno benigno del 25 al 49% se le ve más marcada en la parte norte y central; la jerarquía de humedad se ve más marcada en la parte de los volcanes de Zunil y Santo Tomás Pecul, muy húmedo en las partes que componen sus selvas; la distribución de lluvia es de tipo estacional con cuatro estaciones. Sin estación seca bien definida durante el año (6).

2.3.4.2 Hidrología

a. Cuencas y red de drenajes

El PRM Cantel presenta un patrón de drenaje radial y paralelo. El patrón radial se observa bien diferenciado los cerros Jolom, Chwi Icham, Chonaj Taq juyu'b y Quia'k. El patrón paralelo (drenaje en un mismo sentido) se observa en el resto del parque (5).

El área del drenaje del PRM Zunil es de 24,138,008.04 m², presentando un patrón radial, en donde los picos de Zunil y de Santo Tomás Pecul irradian del parte aguas hacia las faldas de estos, en la parte baja presenta un drenaje paralelo diferenciado y desarrollado, pero predomina mas el patrón radial (6).

En el área protegida existen unas 9 microcuencas que se encuentran a lo largo de los picos de Zunil y Santo Tomás Pecul (6).

Ambos parques pertenecen a la cuenca del río Samalá y con sus corrientes de agua, es un contribuyente del río. El pico Santo Tomás Pecul es el área que drena hacia la cuenca del río Ixtacapa (6).

b. Recursos hídricos

Dentro de los recursos hídricos se encuentra el río Samalá, el cual es de importancia para los poblados adyacentes. La contaminación del mismo se debe a las aguas residuales provenientes de la ciudad de Quetzaltenango, desechos sólidos, proyectos industriales y aguas negras, lo cual ha dado lugar al detrimento de este recurso. En el municipio de Cantel el río Samalá pasa en su parte Noroeste siendo alimentado por los siguientes

riachuelos: riachuelo Pualjá, quebrada Tzanimarcú, quebrada Chinimsiquán, riachuelo Nimajá, riachuelo Parracaná y el riachuelo Chuyul (5).

Por su parte las aguas superficiales de los picos y cerros del PRM Zunil llevan un rumbo radial en los drenajes secos y húmedos. El agua de lluvia infiltrada al llegar a las cercanías del magma se calienta a una determinada temperatura y presión interna, luego es subida a la superficie del suelo y en su recorrido encuentra compuestos de azufre (mantos rocosos azufrados), formándose el agua azufrada, que sale en forma de un surtidor intermitente y es aprovechada como recurso como es el caso de las fuentes Georginas. La distribución del agua superficial hacia las diferentes redes de riachuelos y ríos en las cuencas son utilizables en la mayoría de comunidades como agua para uso humano, miniriego y balnearios, caso de las aguas amargas (6).

Entre los ríos que surte el área se encuentran: Río Tzaragmacá nace a las orillas de las faldas del pico Zunil, río Ixtacapa que nace en el Pico del Zunil y el Pico de Santo Tomás Pecul, Río Pachamiya nace en las faldas del Pico Zunil y se une al río Samalá en su trayectoria y río Masá en la parte noreste de los picos, en la parte norte del Pico Zunil se encuentra el riachuelo Chuyul que alimenta también al río Samalá que es el río más caudaloso (6).

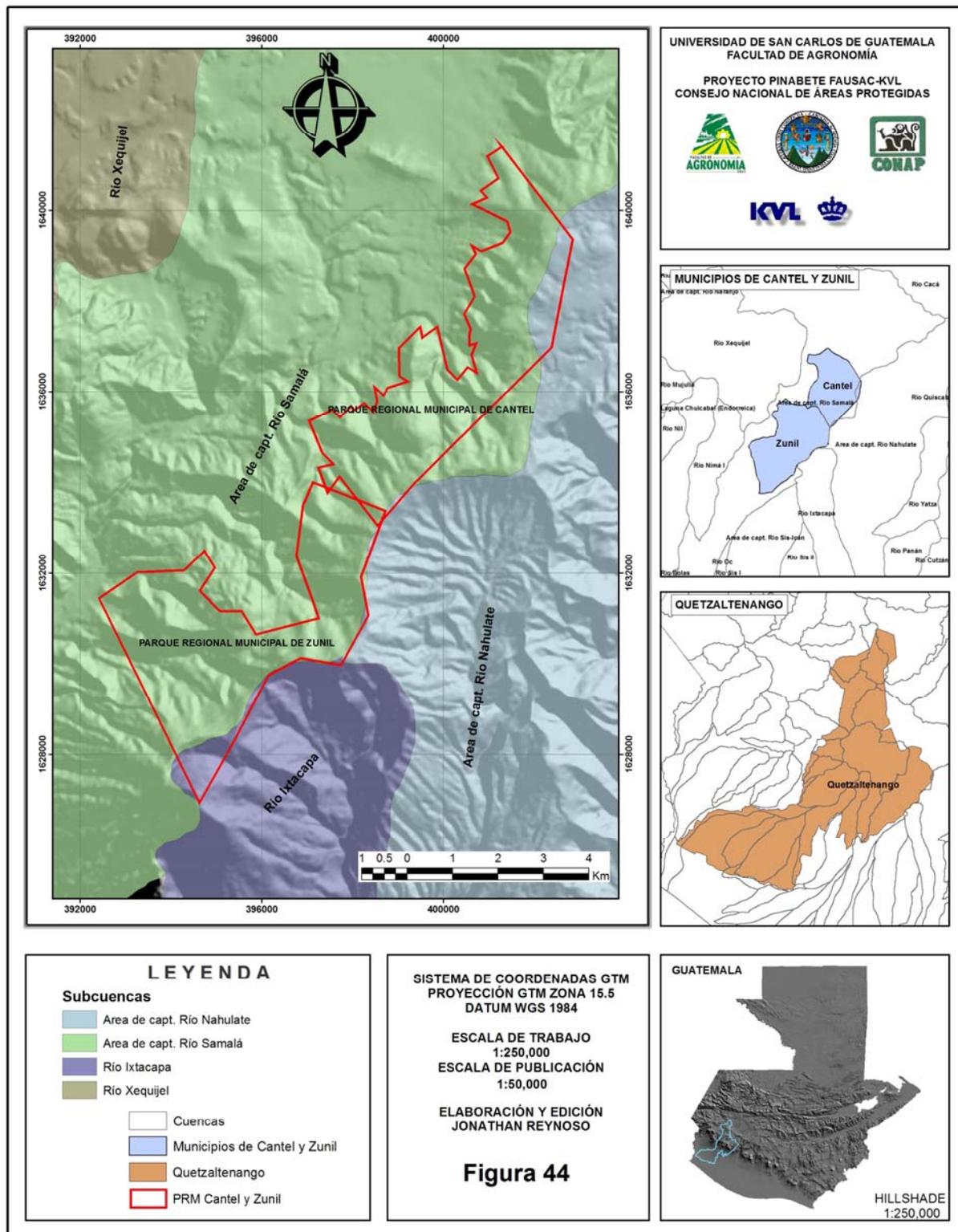


Figura 44. Mapa de cuencas y subcuencas de los PRM Cantel y Zunil

2.3.4.3 Geología y geomorfología

Su forma es inclinada en el área montañosa, el relieve escarpado y con planicies en la parte alta. La formación de los suelos del área de Cantel correspondió a las diferentes erupciones de los volcanes cercanos, desde el período paleolítico, intensificada en el terciario. Sus capas gruesas de cenizas y pómez correspondieron a largos periodos eruptivos los cuales fueron formando el relieve y topografía de Cantel y Zunil (6).

a. Macizos Zunil y Santo Tomás Pecul

El macizo Zunil (3,542 msnm) - Santo Tomás (3,505 msnm), así como la serranía de la cual emergen, se conoce como Sierra Chuatroj (área donde se sitúa el PRM Cantel), ubicada al oeste de la Sierra Parraxquím. Estos macizos se levantan de una formación geológica que separa los cauces por los que corren los ríos Samalá y Nahualate. Tiene una longitud de más de 32 kilómetros desde la divisoria de cuencas arriba de Totonicapán. Dos picos conspicuos emergen del macizo, uno conocido como Zunil y el otro como Santo Tomás o Pecul (6).

Debido a que son cónicos, y a que uno de ellos tiene una depresión circular en la cima y el otro presenta abundantes fumarolas en las paredes del cañón del río Samalá, usualmente han sido considerados como remanentes de dos grandes volcanes cuaternarios. Ambos picos y el macizo del cual emergen consistentemente de lavas, tobas y sedimentos tobáceos del terciario. La depresión en la cumbre del “volcán Zunil” no es más que un anfiteatro formado por la erosión frontal de los ríos. Las fumarolas en el cañón del río Samalá están situadas en la fractura cortada y erosionada de una falla (6).

Periodo terciario y cuaternario: Tv corresponde al período terciario, rocas ígneas y metamórficas; Qa corresponde a los aluviones cuaternarios, rocas sedimentarias; Qp corresponde al período cuaternario, rocas ígneas y metamórficas (6).

Recursos minerales: Dentro de los recursos de las rocas ígneas y metamórficas se encontraron las siguientes rocas: Traquita clásica, Basalto sin cuarzo, Hematites roja, Dacita, Hematites parda, Piedra pómez, Granito oscuro, Caolin, Proceros de meteorización de baritocalcita a caolin, Toba caliza-silicea, Ciminita con cristales vítreos de feldespatos, Baritocalcita (6).

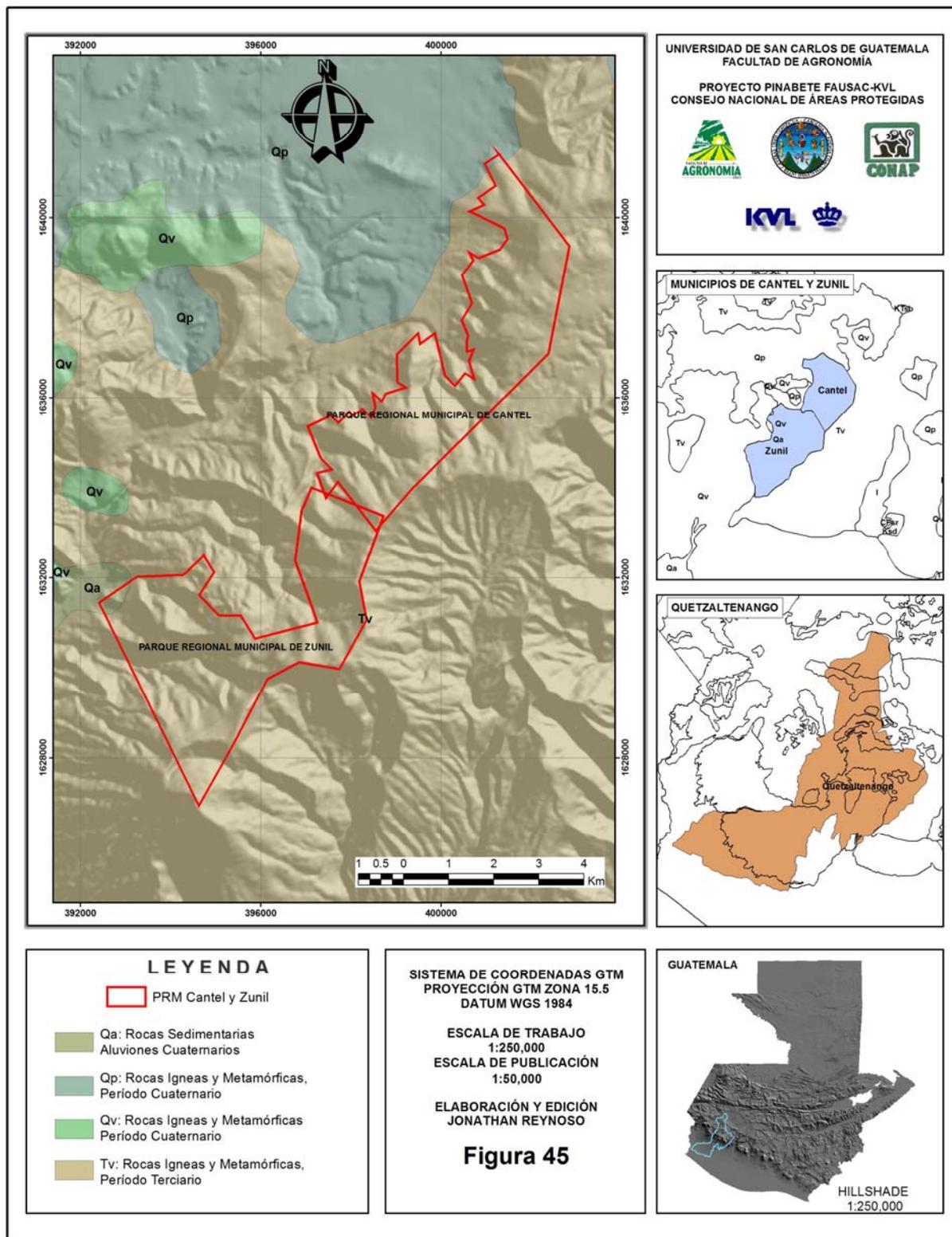


Figura 45. Mapa de geología de los PRM Cantel y Zunil

2.3.4.4 Zona de Vida

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida (según Holdridge), los municipios de Cantel y Zunil se caracterizan por presentar dos zonas, siendo las siguientes: Bosque *húmedo montano bajo subtropical (BH-mb)* y Bosque *muy húmedo montano bajo subtropical (BMH-mb)*. La zona de vida en que se encuentra el área natural de pinabete de Cantel en su mayor parte es el *BMH-mb* (5).

La vegetación que se encuentra dentro del PRM Cantel representa a dos zonas de vida, con una variedad de especies y asociaciones vegetales particulares, encontrándose bosques mixtos y latifoliados hasta bosques puros de coníferas y en especial un remanente puro de pinabete (*Abies guatemalensis*). El número aproximado de especies vegetales reportados hasta el momento según el estudio técnico (5) es de 100; de las cuales 16 son árboles, 28 de hábito arbustivo, 4 son palmas, 32 especies de herbáceas, 3 tipos de epifitas, 1 tipo de parásita, 15 especies de hongos y 2 tipos de bromelias (5).

De igual forma el PRM Zunil contiene una gran biodiversidad; una de las particularidades del área es la presencia de la bilia (*Billia hipocastanum*) que es un árbol de gran envergadura, frondoso, de hojas anchas, trifoliadas, que podría ser un indicador de los diversos microecosistemas que se forman debido al clima propio del área (6).

Arriba de los 2,800 msnm, existe un ecotono poblado por cipreses y pinos emergentes, seguido de claras asociaciones subhúmedas habitadas por álamos, alisos, robles, laureles comestibles y coníferas. A una altura de 3,020, msnm se comienzan a observar pajonales. Por encima de esta elevación se encuentran pinos, robles, pinabetes moldeados por el viento, así como una comunidad de pastizales (6).

2.3.4.5 Fauna

En el estudio técnico del PRM Cantel se determinó la existencia de algunas especies de fauna de los cuales aproximadamente se determinaron 52 especies de fauna, las cuales son de gran importancia para el área. Se pudo determinar la existencia de las siguientes especies: 11 especies de mamíferos, 32 especies de aves, especies de insectos,

especies de reptiles, especies de anfibios; entre ellos el venado (*Odocoileus virginianus*), ardillas (*Sciurus aureogaster*) y coyote (*Canis latrans*) las especies se encuentran ubicadas en toda en el área pero principalmente en: parte de aguas del cerro Icham, meseta de la parte alta del parque (pajonal), bosque de pinabete (5).

Con relación al aprovechamiento de fauna, en el PRM Zunil la cacería es una actividad esporádica y se cataloga como de subsistencia. Sé práctica sin lineamientos que permitan la utilización sustentable del recurso. A continuación se listan algunas de las especies de aves y mamíferos cazadas con mayor frecuencia, en su mayoría para alimento humano, aunque también con fines medicinales o como mascotas (6).

Cuadro 20. Fauna presente en el PRM Zunil.

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
Tacuazín	<i>Didelphis marsupialis</i>	Coche de monte	<i>Tayassu tajacu</i>
Mono araña	<i>Atales geoffroyi</i>	Huitzitzil	<i>Mazama americana</i>
Armadillo	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Pajuil	<i>Crax rubra</i>
Ardillas	<i>Sciurus spp</i>	Chacha	<i>Ortalis leucograstra</i>
Conejos	<i>Sylvilagus spp</i>	Pasha	<i>Penelopina nigra</i>
Tepezcuintle	<i>Agouti paca</i>	Palomas	<i>Columba spp</i>
Cotuza	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cotorra	<i>Amazona albifrons</i>
Gato de monte	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Loro nuquiamarillo	<i>A. Auropalliata</i>
Pizote	<i>Nasua nasua</i>	Chocoyo	<i>Aratinga holochlora</i>
Mapache	<i>Procyon lotor</i>	Cucharón	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>
Cabeza de viejo	<i>Eira barbara</i>		

Fuente: Estudio técnico del área (6).

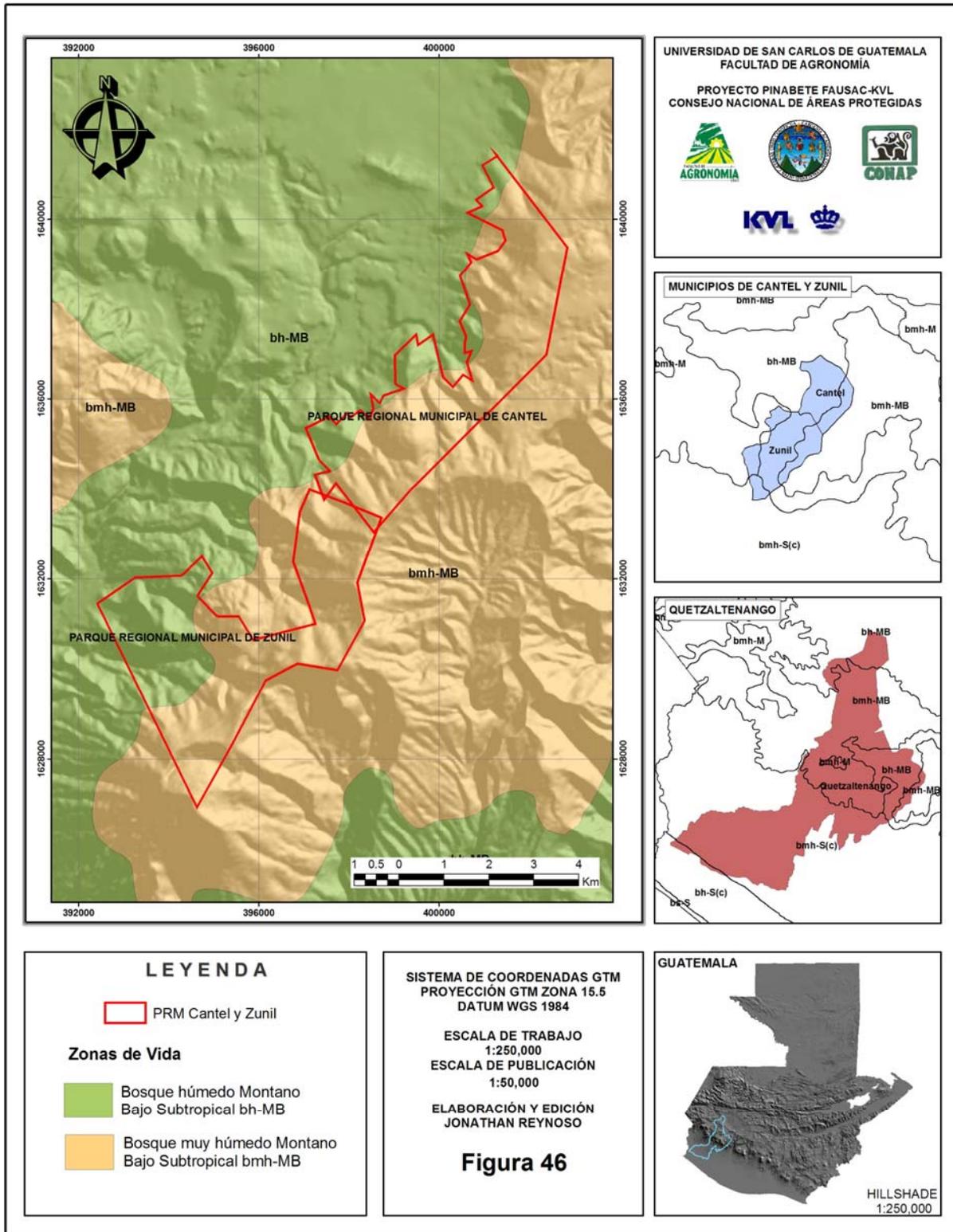


Figura 46. Mapa de zonas de vida de los PRM Cantel y Zunil

2.3.4.6 Fisiografía de los PRM Cantel y Zunil

a. Región fisiográfica Tierras Altas Volcánicas

En Guatemala, ha existido actividad volcánica desde el Paleozoico, la que se intensificó durante el Terciario. En esta región, las erupciones de todo tipo de grietas lanzaron cantidades de material principalmente basalto y riolitas que cubrieron las formaciones de tierras preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte. La formación de esta región volcánica fue seguida por fallas causadas por la tensión local, la cuál quebró y movió el material de la superficie (9).

Dentro de la Memoria técnica del Mapa Fisiográfico y Geomorfológico de la República, escala 1:250,000, elaborado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (9), se encuentra las siguientes características de los Picos de Santo Tomás (Pecul) y el Pico del Zunil, que es el gran paisaje que fisiográficamente domina la zona.

b. Gran Paisaje: Picos Volcánicos Santo Tomás – Zunil

- **Ubicación y localización:** Se encuentran en el límite de Quetzaltenango y Sololá, estos picos son el “parte aguas” de las cuencas hidrográficas Samalá y Nahualate (9).
- **Morfografía:** El cono volcánico está formado en su parte alta por 4 picos, siendo los más altos: el de Zunil (3,353 msnm) y el de Santo Tomás (3,325 msnm). Llegando hasta la cota de 1,000 msnm, presentan laderas con varias clases de pendientes. Al sur se localiza el volcán extinto de Santo Tomás. La unidad está limitada al oeste por la falla del río Samalá y en la parte oriental por la sierra de Panimaquín (9).
- **Tipo de roca:** Esta unidad incluye rocas volcánicas no diferenciadas como andesitas, basaltos, riolitas, tobas y conglomerados laháricos (9).
- **Morfogénesis:** Este macizo debe su forma a la actividad volcánica que ha existido por varias épocas en la región. Los procesos erosivos han afectado a la unidad en determinados lugares, pero su forma actual es exclusivamente el resultado de cúmulo de diferentes coladas lávicas y de material piroclastos, producto de los

picos que están alineados en una fisura NE-SO, producto de un volcanismo del Terciario superior (9).

- **Morfocronología:** La edad de esta geoforma se considera del Terciario superior (Plioceno) al Cuaternario (Pleistoceno) (9).

2.3.4.7 Suelos de los PRM Cantel y Zunil

Según el mapa de de suelos elaborado por Simmons, Tarano y Pinto (13), existen tres series, distribuidas dentro de los parques regionales municipales de Cantel y Zunil; la serie Totonicapán que es la predominante, la serie Alotenango, Camanchá y Camanchá erosionada.

a. Serie Totonicapán (Tp)

La serie de suelos Totonicapán se desarrolla a una altura entre 2,400-3,000 msnm; el tipo de material originario es la ceniza o roca volcánica; presenta un relieve de suavemente inclinado a ondulado; la clase de drenaje que presenta es buena y el drenaje interno es bueno; el color del suelo superficial es negro o pardo muy oscuro, con una textura superficial franco turbosa de clase moderadamente fina; el color subsuperficial es pardo oscuro y pardo muy oscuro, con una textura subsuperficial franco arcillosa a franco arcillo limosa de clase moderadamente fina; la profundidad efectiva que se reporta para esta serie oscila entre los 90 cm.; el pH se considera ligeramente ácido (5.95 ponderado); existe un riesgo alto a la erosión y un potencial de fertilidad regular (13).

b. Serie Alotenango (Al)

La serie de suelos Alotenango se desarrolla a una altura entre 750-1,800 msnm; el tipo de material originario es la ceniza volcánica; presenta un relieve inclinado; la clase de drenaje que presenta es buena y el drenaje interno es bueno; el color del suelo superficial es pardo grisáceo, con una textura superficial franco arenosa de clase moderadamente fina; el color subsuperficial es pardo oscuro; la profundidad efectiva que se reporta para esta serie oscila entre los 110 cm., generalmente profundos; el pH se considera ácido (6 ponderado); existe un riesgo alto a la erosión y un potencial de fertilidad alto (13).

c. Serie Camanchá (Cm)

La serie de suelos Camanchá se desarrolla a una altura de 2,300 msnm; el tipo de material originario es la ceniza volcánica; presenta un relieve con planicies suaves a fuertemente onduladas; la clase de drenaje que presenta es buena y el drenaje interno es bueno; el color del suelo superficial es pardo muy oscuro, con una textura superficial franca de clase mediana; el color subsuperficial es pardo, pardo amarillento, rojizo y pardo muy oscuro, con una textura subsuperficial franco arcillosa o arcilla de clase moderadamente fina; son suelos profundos, con una profundidad efectiva de más de 150 cm.; el pH se considera ácido (6.3 ponderado); existe un riesgo a la erosión de regular a bajo y un potencial de fertilidad de regular a alto (13).

d. Serie Camanchá erosionada (Cme)

La serie de suelos Camanchá erosionada se desarrolla a una altura de 2,300 msnm; el tipo de material originario es la ceniza volcánica; presenta un relieve inclinado; la clase de drenaje que presenta es buena y el drenaje interno es bueno; la textura del suelo superficial es franca de clase mediana; el color subsuperficial es pardo, pardo amarillento, rojizo y pardo muy oscuro, con una textura subsuperficial franco arcillosa o arcilla de clase moderadamente fina; son suelos profundos, con una profundidad efectiva de más de 150 cm.; existe un riesgo a la erosión muy alto (son generalmente suelos bien erosionados) y un potencial de fertilidad no detectable (13).

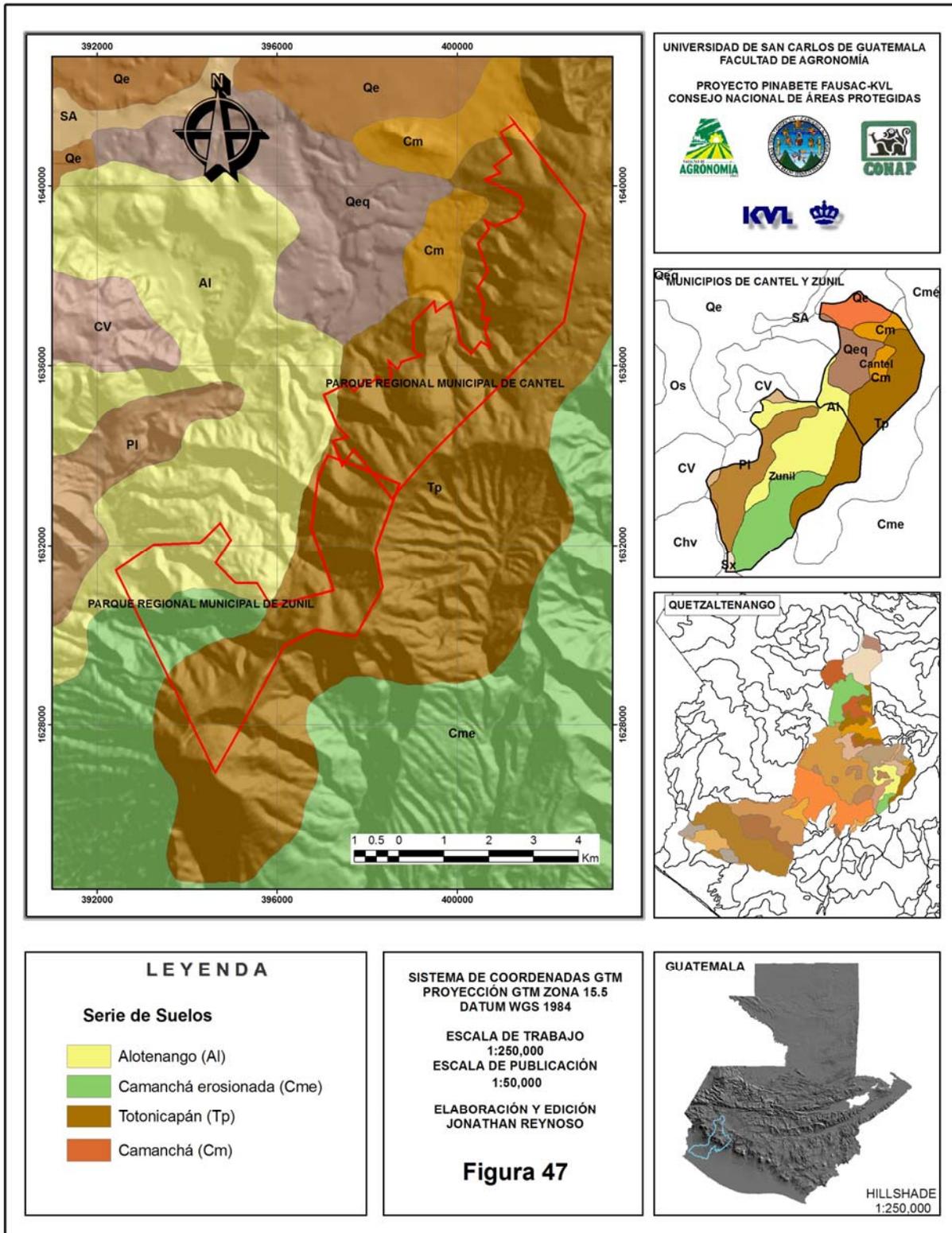


Figura 47. Mapa de suelos de los PRM Cantel y Zunil

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Describir las características biofísicas del área con bosque natural de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en los parques regionales municipales de los municipios de Cantel y Zunil, departamento de Quetzaltenango.

3.2 Objetivos específicos

- Describir las características climáticas, hídricas y edáficas del área.

- Cuantificar la masa forestal del área de *Abies guatemalensis* Rehder de ambos parques regionales municipales.

4. METODOLOGÍA

4.1 Metodología para diagnóstico del recurso hídrico

4.1.1 Identificación de afluentes

Para el proceso de identificación de los afluentes dentro de las áreas naturales de *A. guatemalensis*, se utilizaron métodos cartográficos y de campo.

Para la identificación por medios cartográficos se utilizaron las hojas cartográficas: 1960-III Santa Catarina Ixtahuacán y 1960-IV Totonicapán para el PRM Cantel y 1960-III Santa Catarina Ixtahuacán para el PRM Zunil, hojas que presentan una escala de 1:50,000.

Otro método utilizado fue el empleo de fotografías aéreas digitales georeferenciadas (ortofotos) del año 2007, a escala 1:8,000, por medio de un proceso de fotointerpretación digital en un Sistema de Información Geográfica, específicamente la herramienta ArcGis 9.1. Las Ortofotos utilizadas fueron las de número de referencia: 1960-IV-22, 1960-III-2, 1960-III-6, 1960-III-7 y 1960-III-12, para el PRM Cantel y 1960-III-6, 1960-III-7, 1960-III-11, 1960-III-12 y 1960-III-16, para el PRM Zunil,, que cuentan con un sistema de coordenadas GTM, que tiene las siguientes propiedades geográficas: Zona 15.5N para Guatemala, con un Central Meridiano de -90.50000000, una escala de factor de 0.99980000 y un Falso Este de 500000.00000000, obtenidas en el Instituto Geográfico Nacional -IGN-.

Para el reconocimiento de campo, se recorrió el área en compañía de un guardarrecurso del Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente de la municipalidad de Cantel y Zunil, con la finalidad de identificar, fotografiar y georeferenciar los afluentes.

4.1.2 Caracterización morfométrica y de temporalidad

Para la caracterización morfométrica de los afluentes del área se hizo necesario la utilización de hojas cartográficas, de donde se obtuvo la forma de la red de drenajes del área, frecuencia y densidad de las corrientes.

El aspecto de temporalidad se llevó a cabo cuidadosamente, utilizando las hojas cartográficas donde está representada la red hidrográfica. Para determinar el tipo, se ubicaron las de permanentes e intermitentes (señaladas en la hoja cartográfica) y las

efímeras fueron trazadas en base al comportamiento de las curvas de nivel. El orden se determinó en base al número de bifurcaciones desde la corriente principal de la cuenca donde se ubica el área natural de pinabete, hasta las corrientes que están dentro del área.

Para llevar a cabo esta parte de la metodología fue necesario consultar el Manual de Hidrología de la Facultad de Agronomía, elaborado por Isaac Herrera (7), y la utilización de paquetes de Sistemas de Información Geográfica (SIG), particularmente el ArcGis Versión 9.1.

4.1.3 Identificación de usos de los manantiales

El uso del agua proveniente de los manantiales que brotan en esta área, se determinó en base a una revisión bibliográfica: documentos, páginas Web del INSIVUMEH (8) y del MAGA, donde se consultaron bases de datos y boletines informativos.

Además se consultaron archivos y documentos propiedad de la municipalidades; documentos relacionados a la utilización del recurso hídrico en los parques regionales municipales (estudios técnicos, planes maestros, diagnósticos, etc.).

4.1.4 Cuantificación volumétrica de las fuentes de agua superficiales

La cuantificación volumétrica de las corrientes del área se realizó acudiendo a las corrientes e identificando un punto de aforo, donde se midió el ancho y profundidad de un tramo considerable para el aforo.

El método utilizado fue el de *Flotadores (Sección Velocidad)* y el *Volumétrico*, por la dificultad que presenta el área para el transporte de otro equipo más sofisticado.

4.1.4.1 Método de flotador (Sección Velocidad)

El flotador no es más que un cuerpo más ligero que el agua (generalmente recipientes de agua vacíos o balones de material plástico de mediano tamaño) y que conducido en suspensión por la corriente adquiere una velocidad que resulta, según la clase de flotador empleado (superficial o sumergido), más o menos igual a la velocidad de la corriente (7).

El método consiste en tomar tiempos en los cuales el flotador recorre cierta distancia que particularmente tiene que ser recto y libre de obstáculos y cuya longitud no sea menor de seis veces el ancho de la corriente, para luego obtener una media de ellos (7).

La velocidad obtenida en este proceso es una velocidad superficial (V_s) por el tipo de flotador utilizado, que fue un recipiente plástico lastrado, para que el viento no incida.

Dicha velocidad luego se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{\text{Longitud del tramo (m)}}{\text{Tiempo promedio (s)}} \quad (7).$$

Figura 48. Ecuación para el cálculo de velocidad superficial de una corriente

Posteriormente se obtiene la velocidad media, mediante la ecuación:

$$V_m = K \cdot V_s \quad (7).$$

Figura 49. Ecuación para el cálculo de la velocidad media de una corriente

Cuando se desconoce el valor de K , como ocurre en la mayoría de los casos, se puede utilizar el valor aproximado de $K = 0.90$.

Finalmente para calcular el caudal se utiliza la ecuación:

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \text{Área de la sección (m}^2\text{)} * V_m \text{ (m/s)} \quad (7).$$

Figura 50. Ecuación para el cálculo del caudal de una corriente, método flotador

4.1.4.2 Método volumétrico

El método volumétrico para el cálculo de caudales es sencillo. En este caso la metodología empleada en este método consiste en llenar a toda su capacidad un recipiente para almacenaje de líquidos con capacidad conocida y tomar el tiempo en segundos. Luego se emplea la ecuación siguiente:

$$Q \text{ (Caudal)} = \frac{\text{Volumen } m^3/s \text{ o } lt/s}{\text{Tiempo}} \quad (7).$$

Figura 51. Ecuación para el cálculo de caudales, método volumétrico

4.1.5 Estimación de la calidad de agua

Para la estimación de la calidad de agua de las fuentes superficiales del área natural de pinabete, se recolectaron muestras mediante la ubicación de puntos de muestreo, de donde se tomaron en recipientes esterilizados, para luego se trasladados al Laboratorio de Suelo y Agua “Salvador Castillo” de la Facultad de Agronomía, donde se le aplicaron varios análisis físicos y químicos.

Las muestras fueron recolectadas en recipientes de una capacidad de 600 ml, para luego ser refrigerados y no ser objeto de proliferación de microorganismos.

4.1.6 Elaboración de mapas temáticos

La elaboración de los diferentes mapas temáticos hidrológicos fue un proceso dividido en varias etapas, todas facilitadas por los Sistemas de Información Geográfica.

Para la elaboración de los mapas de la red hidrográfica, tipos y órdenes de corrientes, se emplearon las hojas cartográficas del área, escala 1:50,000, de donde se obtuvieron sobrescritos que posteriormente se digitalizaron en ArcGis 9.1.

El mapa de cuencas del área de trabajo se realizó en base a los mapas ya generados por el MAGA (Base Cartográfica 1:250,000), donde se utilizó el mapa de cuencas de la república y otros mapas temáticos.

4.2 Metodología para diagnóstico del recurso suelo

4.2.1 Revisión de fuentes secundarias de información

La revisión bibliográfica se hizo con el propósito de obtener la información geológica y fisiográfica del área. Para esto se consultaron documentos como el Estudio Técnico del área, el Plan Maestro, documentos como el la memoria técnica del mapa fisiográfico-geomorfológico de Guatemala (9), generado por el MAGA y los mapas geológicos de la

república, situados en la página Web del Ministerio de Agricultura, con las bases de datos ahí contenidas.

4.2.2 Definición de unidades fisiográficas y leyenda fisiográfica

Para definir las unidades fisiográficas del área, se llevó a cabo una fotointerpretación estereoscópica de la morfología del área a escala 1:20,000, utilizando las fotografías aéreas pancromáticas. El proceso fue una fotointerpretación en un sobrescrito y luego una posterior georeferenciación y digitalización en ArcGis 9.1. La unidad mínima de mapeo utilizada para el estudio fue de 6.25 ha, ya que la base cartográfica de trabajo fue de 1:50,000.

La leyenda fisiográfica fue elaborada en base al mapa fisiográfico-geomorfológico de Guatemala elaborado por el MAGA (9), donde se consultaron las regiones geomorfológicas y los grandes paisajes y paisajes de la región del altiplano occidental, lugar donde está ubicada el área de estudio, para luego llegar a las unidades fisiográficas en particular el área, obtenidas mediante la fotointerpretación.

4.2.3 Muestreo de suelos

Posteriormente a la elaboración del mapa fisiográfico de las áreas naturales de *A. guatemalensis* de ambos PRM, se procedió a ubicar los puntos estratégicos donde se tomaron muestras de suelo. En base a la cantidad de unidades fisiográficas y cambios en el patrón de la topografía del terreno, así fueron la cantidad de puntos de muestreo del área.

Para tomar las muestras de suelo para su posterior análisis, se abrió una calicata por unidad fisiográfica o punto de muestreo predefinido. La calicata consta de las siguientes medidas: 2.5 metros de largo, por 1.5 metros de ancho, por 1.5 metros de profundidad. Las unidades que presenten perfiles de suelo expuestos y en buenas condiciones para tomar muestras, fueron tomadas en cuenta.

Una vez listo el perfil, se procedió a medir el ancho o profundidad de cada horizonte, así como el límite entre ellos; el color y moteados del color, la textura, la consistencia, estructura, porosidad, películas o cutanes, nódulos y concreciones, presencia de

carbonatos, alófono y pH del suelo; características contempladas en la Guía para la descripción de Suelos de la Facultad de Agronomía (14).

Una vez tomadas las muestras de cada horizonte, se trasladaron para ser analizadas en el laboratorio de suelo y agua “Salvador Castillo” de la Facultad de Agronomía.

4.2.4 Determinación de la taxonomía del suelo

Una vez analizadas las muestras de suelos se procedió a determinar la taxonomía de los suelos, mediante las Claves para la Taxonomía de Suelos 2006, del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos -USDA-, por sus siglas en inglés (10).

El objetivo de la clasificación taxonómica de estos suelos fue llegar hasta nivel de subgrupo.

4.2.5 Elaboración de mapas temáticos

El mapa de unidades fisiográficas se elaboró en base al sobrecrito generado por la fotointerpretación estereoscópica del área de estudio; luego fue georeferenciado y digitalizado en ArcGis 9.1.

El mapa de Geología del área fue obtenido mediante la utilización de los mapas geológicos del departamento de Quetzaltenango, elaborados por el MAGA, escala 1:250,000.

4.3 Metodología para el análisis del clima

4.3.1 Revisión de fuentes secundarias

Para el análisis del clima de la región donde se ubica las áreas naturales de pinabete bajo estudio, fue necesario hacer una revisión de documentos tales como el Plan Maestro de cada PRM, documentos elaborados por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH- entre los que destacan los boletines informativos, mensuales, anuales e históricos y bases de datos de las estaciones meteorológicas identificadas como cercanas al área de estudio; además se revisaron páginas Web como la del MAGA, su Sistema de Información Geográfica y la base cartográfica 1:250,000 generada, donde se encontró información útil para la elaboración de este diagnóstico.

Todo con el objetivo de aglutinar y sistematizar información climática que sirva de base para la elaboración de mapas temáticos que muestren el comportamiento meteorológico a lo largo de un período de tiempo determinado, sobre el área.

4.3.2 Recolección y sistematización de datos

La recolección de datos climáticos principalmente precipitación pluvial y temperatura, se llevó a cabo visitando el INSIVUMEH en sus instalaciones centrales, para poder obtener los datos actuales de las estaciones meteorológicas cercanas al área objeto de estudio. Estaciones como Labor Ovalle cercanas al área, fueron visitadas con el mismo propósito de recolectar información básica y actualizada del comportamiento climático en la zona.

Toda la información recolectada finalmente pasó por un proceso de sistematización; es decir, la elaboración de cuadros donde se plasmó de forma clara el comportamiento del clima en lo que va del año e históricamente en algunos casos.

4.3.3 Elaboración de mapas temáticos

Los mapas temáticos elaborados fueron los de mayor importancia y relevancia para el área de estudio, que fueron los de isoyetas e isotermas, que representan el comportamiento de la precipitación pluvial y de la temperatura respectivamente.

La elaboración de los mapas de isolíneas (isoyetas, isopletas e isotermas) del área, fue un proceso en el cual se empleó un análisis de los datos de ocho estaciones meteorológicas ubicadas estratégicamente en relación al área, llevándose a cabo una interpolación de datos y una interpretación cartográfica que permitiera la digitalización y el trazo de las líneas indicadoras. El proceso se facilitó utilizando la tecnología que actualmente prestan los Sistemas de Información Geográfica, en este caso el paquete ArcGis 9.1.

4.4 Metodología para diagnóstico del recurso bosque

4.4.1 Rodalización del área natural de *Abies guatemalensis* Rehder

La rodalización o estratificación del área natural de *A. guatemalensis* de los PRM Cantel y Zunil, se llevó a cabo de dos formas distintas.

Para el PRM Zunil el polígono se realizó tomando puntos de referencia con el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), en los vértices que lo conforman en una visita realizada en compañía de un guardarrrecursos de la municipalidad de Zunil, en la cual se recorrió completamente el área con la finalidad de obtener el área exacta del bosque.

En el caso particular el PRM Cantel, el polígono del bosque fue obtenido de los archivos del Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente (DAP-MA) de la municipalidad y se realizó en años anteriores recorriendo el área y tomando puntos de referencia con el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), en los vértices para luego realizar la elaboración del polígono. En este caso solo se realizó una visita de reconocimiento y de corroboración de los datos ya existentes.

En el caso de los límites de ambos parques regionales municipales, los archivos digitales georeferenciados (shapes) fueron proporcionados por los DAP-MA.

4.4.2 Diseño del muestreo

Una vez efectuado el recorrido de campo para constatar las condiciones actuales del bosque y la estratificación correcta, se procedió a diseñar el inventario forestal de la manera siguiente:

4.4.3 Tipo de muestreo

Por las características de ambos bosques y tomando en cuenta su composición y ubicación se optó por realizar un muestreo completamente al azar, de tal manera que la muestra sea más homogénea.

La intensidad a la que se muestreó fue de un 1%, debido a las condiciones del bosque, un bosque muy homogéneo en su mayoría, compuesto de árboles maduros y un área en particular que cuenta con abundante regeneración. De igual forma la intensidad esta en función del nivel al que se realizó el inventario, a nivel de reconocimiento.

4.4.4 Definición y ubicación de unidades de muestreo

Para realizar el muestreo, se utilizaron parcelas de 1,000 m² de tamaño; de forma rectangular, forma que abarca mayor variabilidad; con dimensiones de 50 metros de largo, por 20 metros de ancho, equivalentes a 1/10 de hectárea.

Las parcelas se ubicaron de forma aleatoria a lo largo del rodal, tal como lo muestra el mapa del rodal y de distribución de parcelas de muestreo (Figura 66).

4.4.5 Levantamiento de datos

El número de parcelas levantadas a lo largo del bosque para este caso en particular, estuvo en función de las áreas estratificadas, con las cuales y de acuerdo a la intensidad de muestreo a emplear (1% del área total), se llegó a determinar el número de parcelas a levantar por estrato.

4.4.6 Sistematización y análisis de datos

Dentro de cada parcela de muestreo se obtuvo información referente a variables primarias, tanto cuantitativas (diámetros, alturas) como cualitativas (forma del fuste y estado fitosanitario), de los árboles comprendidos dentro del área de la misma.

4.4.6.1 Variables cuantitativas

Estas variables se tomaron midiendo todos los diámetros de los individuos presentes (maduros y regeneración) dentro de cada parcela. El diámetro tomado fue a la altura del pecho DAP (a 1.3 m. del suelo) para los individuos maduros y para la regeneración se tomaron a 30 cm. del suelo, a modo de tomar un diámetro basal. Así mismo se tomaron datos representativos de alturas por clase diamétrica de los árboles presentes.

Los datos que fueron sujetos de cálculo cuantitativo, fueron el DAP y la Altura, a efecto de cuantificar el Área Basal (AB) y el Volumen Total por parcela.

a. Área basal

El área basal por árbol se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$AB = (0.7854) * (DAP)^2$$

Figura 52. Ecuación para el cálculo de área basal en m².

Donde:

AB = Área Basal en m²

0.7854 = Constante, resultado de dividir el factor π entre 4.

DAP = Diámetro a la altura del pecho en m.

b. Volumen Total

Este hace referencia al volumen total en metros cúbicos (m³), y el cálculo del mismo, se hizo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Vt = AB * Ht * Ff$$

Figura 53. Ecuación para el cálculo de volumen de madera en m³.

Donde:

Vt = Volumen Total en m³

AB = Área Basal en m²

Ht = Altura Total en m

Ff = Factor de forma equivalente a 0.6

4.4.6.2 Variables cualitativas

Algunas de las variables cualitativas que se tomaron en el campo son:

c. Forma del fuste

Se determinó tomando en cuenta las características que los mismos presentaban por individuo, considerando la codificación siguiente:

1 = recto; 2 = inclinado; 3 = sinuoso; 4 = bifurcado

d. Estado fitosanitario

La situación actual de cada individuo en relación a Plagas y Enfermedades que puedan estar afectando a la especie. A efecto de determinarlo se utilizó la siguiente codificación:

1 = sano; 2 = plagado; 3 = enfermo; 4 = quemado; 5 = muerto, 6 = talado

5. RESULTADOS

5.1 Recurso hídrico

5.1.1 PRM Zunil

Dentro del área natural de *A. guatemalensis* del parque regional de Zunil no fueron identificadas corrientes hidrográficas. Cercana al rodal se ubicó una corriente intermitente afluente del Río Ixtacapa, un contribuyente importante del Río Nahualate, así mismo no fueron identificados manantiales superficiales dentro del área.

La parte alta del parque regional, donde se ubica el área de estudio, es alta en recarga hídrica, la red de drenaje subterráneo tiene varios manantiales que brotan en la superficie en las zonas bajas que son aprovechados por las comunidades.

Dentro de los usos que se le da al agua está el de consumo humano (agua potable) y riego de hortalizas (principalmente de agua proveniente del río Samalá) que son los de mayor importancia. Luego existen lugares donde se aplica miniriego y donde los manantiales de aguas termales son utilizados como balnearios, un uso particular del área.

5.1.2 PRM Cantel

En el área natural de *A. guatemalensis* del parque regional de Cantel, se identificaron 5 corrientes hidrográficas de orden 1 y una de orden 2. De estas corrientes, 3 son de tipo efímeras (zanjones), 2 de tipo intermitentes y 1 permanente. Las permanentes y las intermitentes son básicamente corrientes contribuyentes del río Samalá.

Se identificaron dos manantiales dentro del área, ambos ubicados en la ladera suroeste del cerro Chwi Icham, cercanos uno del otro. La administración del área protegida ha elaborado cajas de captación para uno de ellos (Manantial 1) y así canalizar de buena manera el caudal que produce. De igual forma se ha entubado el agua para poder hacer uso de ella en la parte baja donde se realiza una fuerte actividad agrícola. El otro manantial no cuenta con caja de captación (Manantial 2).



Figura 54. Cajas de captación del agua del manantial 1, PRM Cantel

5.1.2.1 Determinación de caudales

La medición del caudal de los dos manantiales ubicados en el área natural de *A. guatemalensis* se llevó a cabo de la siguiente manera:

a. Manantial 1 (Este)

Este manantial se aforó por el método volumétrico, se utilizó un recipiente de 600 ml de capacidad, los resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 21. Cuantificación del caudal del manantial 1, Cantel.

Vol. Recipiente (lt)	T prom (s)	Q (lt/s)	Q (m ³ /min)
0.6	17.44	0.03440	0.00204

El caudal para el manantial 1, se reportan en 0.002 m³ por minuto, lo que equivale a 2.06 litros por minuto y 34.40 ml por segundo. Es un manantial pequeño que lleva agua en cualquier que sea la época del año.

b. Manantial 2 (Oeste)

Este manantial se aforó por el método de sección velocidad o flotador y se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 22. Cuantificación caudal manantial 2, Cantel

Ancho (m)	Largo (m)	Prof. (m)	T prom (s)	K
0.33	4.4	0.025	9.905	0.9
Vs (m/s)	Vm (m/s)	Area (m ²)	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /min)
0.4442	0.3998	0.00825	0.00329	0.1979

El caudal para el manantial 2, se reportan en 0.19 m³ por minuto, lo que equivale a 197 litros por minuto y 3,298.33 ml por segundo. Al igual que el manantial 1, es un manantial pequeño pero que lleva agua constantemente, cualquiera que sea la época del año.



Figura 55. Manantial 2, PRM Cantel

5.1.2.2 Análisis de la calidad del agua

Los resultados del análisis químico realizado a las dos muestras de agua recolectadas de los dos manantiales ubicados dentro del área natural de *A. guatemalensis* del parque regional municipal de Cantel, Quetzaltenango, se presentan en el cuadro 23.

El agua de ambos manantiales se considera de baja salinidad y puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado, pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad (12).

La relación de adsorción de sodio (RAS) del agua es una medida relativa del sodio presente respecto a otros elementos como el calcio (Ca) y el magnesio (Mg). El agua en ambos manantiales es baja en sodio (Na), puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable (12).

El pH determinado para las muestras de agua está dentro del rango que se considera normal para las aguas de riego (rango de 6.4-8.4).

Cuadro 23. Análisis químico de los manantiales del rodal de *A. guatemalensis* del PRM
Cantel

IDENTIFICACIÓN		pH	μS/m	Meq/litro						ppm				RAS	CLASE
				C.E	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cu	Zn	Fe		
M-1	MANANTIAL ESTE	6.7	150	0.62	0.21	0.15	0.51	0	1.33	0	0	0	0	0.23	C1S1
M-2	MANANTIAL OESTE	6.4	66	0.25	0.21	0.12	0.049	0	0.7	0	0	0	0	0.25	C1S1

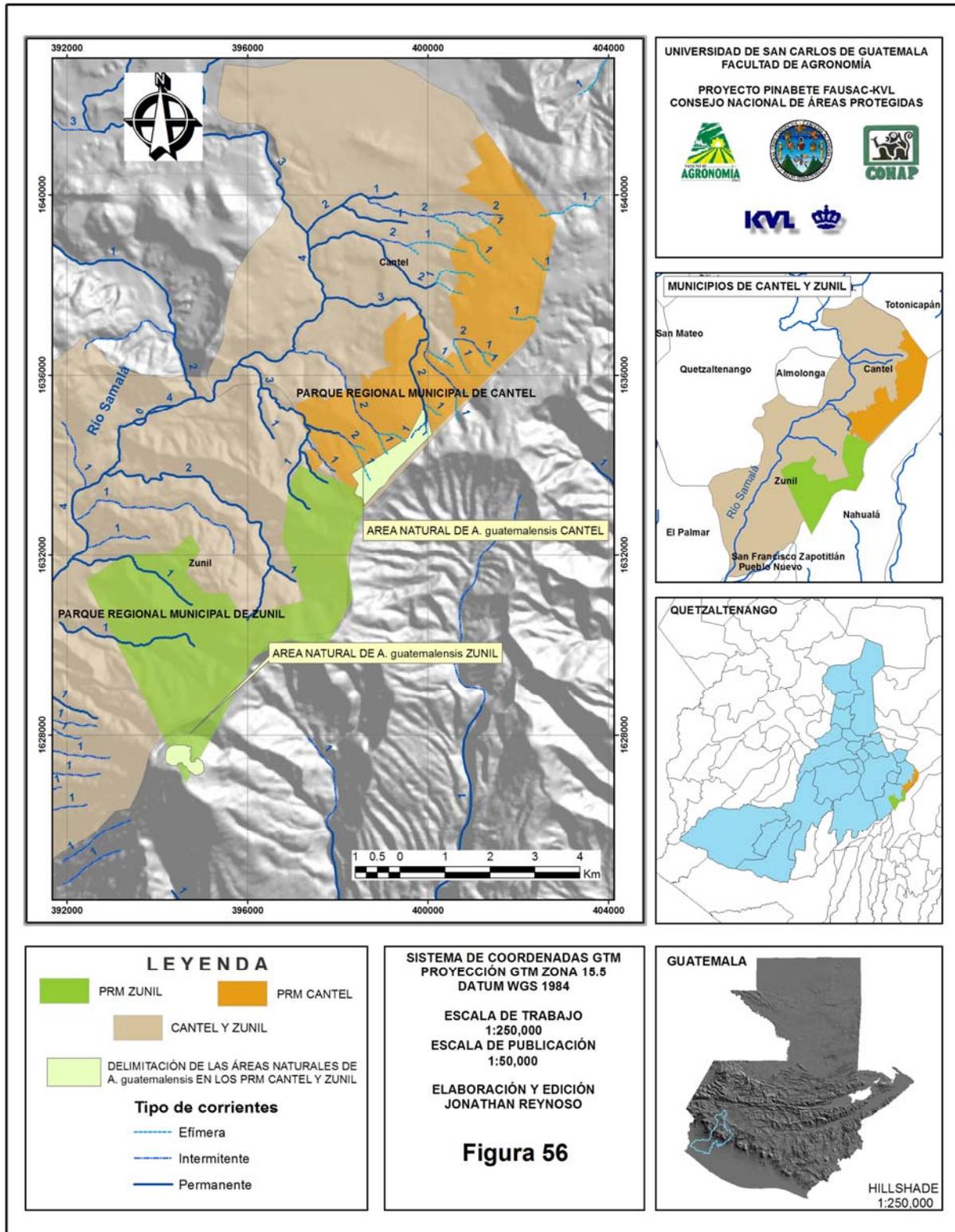


Figura 56. Mapa de red hidrográfica y sus órdenes, de los PRM Cantel y Zunil

5.2 Recurso suelo

5.2.1 Leyenda de análisis fisiográfico del área de *A. guatemalensis* del PRM Cantel y Zunil

La leyenda de análisis fisiográfico realizada para las dos áreas de bosque natural de *A. guatemalensis*, se presenta en el cuadro 7. Este análisis de los parques regionales municipales de los municipios de Zunil y Cantel, particularmente las áreas donde se ubican los rodales de *A. guatemalensis*, muestra tres elementos del paisaje.

La ladera norte del pico Santo Tomás Pecul, una unidad bien escarpada con pendientes de 55% en promedio y relieve ondulado, ubicada en la parte norte del pico o domo volcánico del mismo nombre, en el municipio de Cantel Quetzaltenango, que abarca un área 32.41 ha.

La ladera suroeste del cerro Chwi Icham, es una unidad que altamente escarpada con pendientes que alcanzan los 65%, con un relieve altamente inclinado, ubicada al sur-este del cerro Chwi Icham parte de la montaña Siete Cruces de la sierra Chuatroj, en el municipio de Cantel, Quetzaltenango; abarca una extensión de 38.2 ha.

Las estribaciones inclinadas del cerro Chonaj Tajuyub, de igual forma se ubican al sur-este de este cerro que forma parte de la montaña Siete Cruces, en la sierra Chuatroj, municipio de Cantel, Quetzaltenango; su relieve muy ondulado presenta rangos de pendientes que van desde los 18% hasta los 55%; ocupa una extensión de 70.5 ha.

Cuadro 24. Leyenda de análisis fisiográfico del área de *A. guatemalensis* del PRM Cantel y Zunil.

Región Fisiográfica	Subregión Fisiográfica	Gran Paisaje	Paisaje	Subpaisaje	Elementos del Paisaje	Código
Tierras altas volcánicas	Zona montañosa occidental (Tacaná-Tecpán)	Sierra Chuatroj	A. Picos volcánicos Santo Tomas – Zunil	1. Pico Santo Tomas Pecul	1. Ladera norte del pico Santo Tomas Pecul	A.1.1
			B. Montaña siete cruces	1. Cerros Chwi Icham y Chonaj Tajuyub	1. Ladera suroeste del cerro Chwi Icham	B.1.1
					2. Estribaciones inclinadas del cerro Chonaj Tajuyub	B.1.2

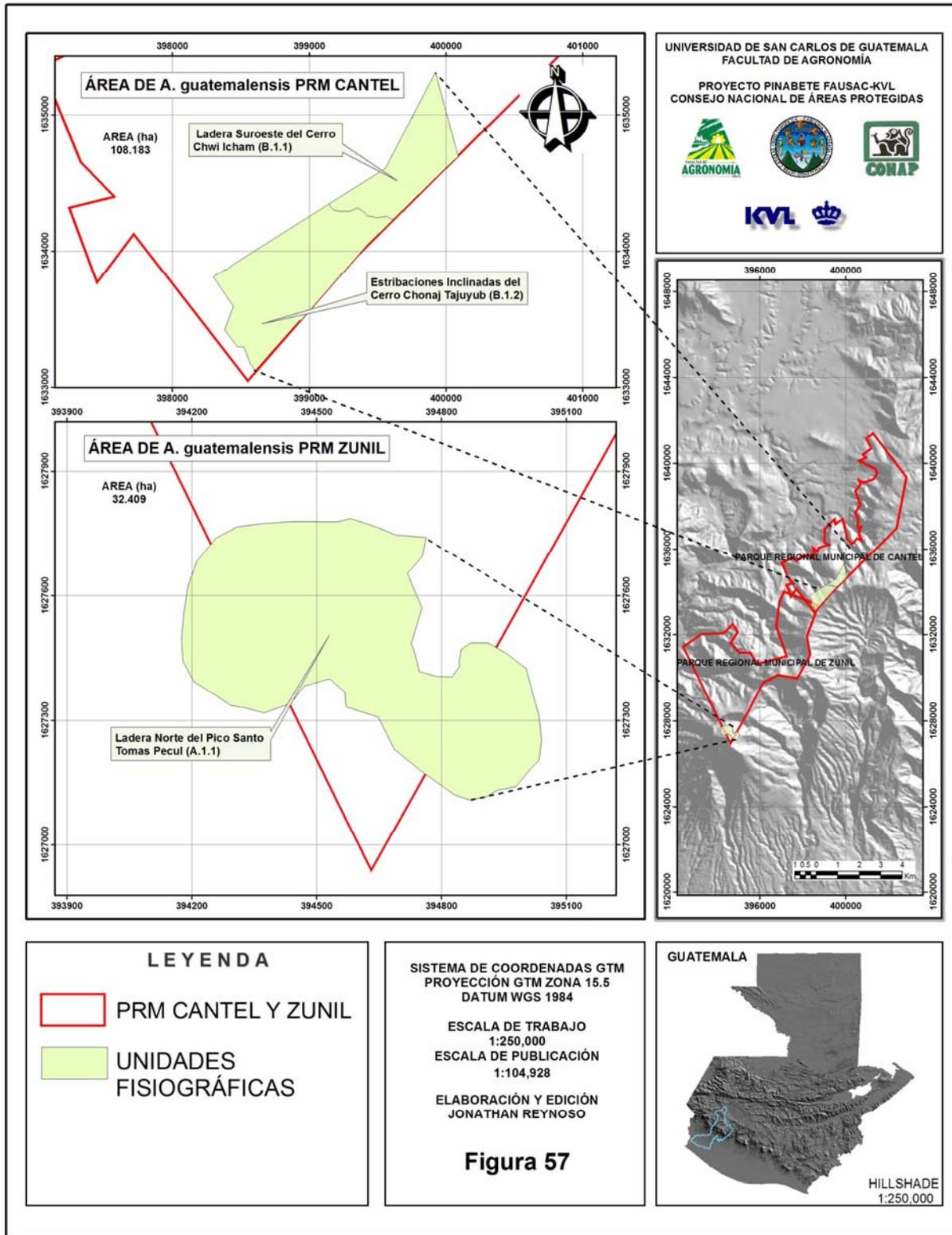


Figura 57. Mapa de unidades fisiográficas de las áreas de *A. guatemalensis*, de los PRM Cantel y Zunil

5.2.2 PRM Zunil

5.2.3.1 Ladera norte del pico Santo Tomas Pecul (A.1.1)

Ocupa una extensión de 32.41 ha. El suelo se originó de cenizas volcánicas y materiales como andesitas, basaltos, riolitas, tobas y conglomerados laháricos. Son suelos profundos y bien drenados, con una pendiente inclinada de 55%.

La cobertura y uso de la tierra en esta unidad es simple, existe: Bosque de coníferas, en este caso predominada por *Abies guatemalensis* Rehder, con presencia de pino (*Pinus ayacahuite*) y bosque secundario (secesional) con especies relevantes tales como madrón de tierra fría (*Arbutus xalapensis*) y salviasanta (*Buddleia americana*).

De acuerdo a las características químicas (Cuadro 25), el horizonte superficial presenta alto contenido de materia orgánica, desarrollándose un epipedón melánico por las propiedades ándicas presentes, el pH es ligeramente ácido. Son suelos con una capacidad de intercambio catiónico (CIC) relativamente baja, al igual que la saturación de bases.

El pedón A.1.1 es representativo de esta unidad (Cuadros 25), se le ha clasificado de la forma siguiente: Typic Melanudands, según la clasificación taxonómica. Presenta texturas ligeramente gruesas como franco arenosas y arenas.



Figura 58. Perfil del suelo del área natural de *A. guatemalensis*, PRM Zunil

a. Descripción del pedón A.1.1

Ubicación:	Parque Regional Municipal Zunil
Fecha de Observación:	05/08/2006.
Reconocedores:	Jonathan Reynoso, Gamaliel Martínez
Posición Fisiográfica:	Escarpe
Unidad de mapeo:	Ladera Norte del Pico Santo Tomás Pecul
Pendiente:	55% en dirección norte
Altitud:	3,200 msnm
Vegetación:	Bosque de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder
Pedregosidad:	Sin gravas o muy pocas
Régimen de humedad:	Údico
Régimen de temperatura:	Isomésico
Salinidad:	Sin evidencias
Material originario:	Cenizas volcánicas, tephra y materiales laháricos
Erosión:	Hídrica, laminar, ligera
Drenaje:	Bien drenado
Microtopografía:	Sin evidencias
Humedad del suelo:	Húmedo
Clasificación:	Typic Melanudands

b. Descripción del perfil

Hte.	Prof. (cm.)	Características
Aau ₁	0 - 11	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco; estructura granular, muy fina, débil; suelto en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y no plástico en mojado; raíces abundantes, gruesas, finas y muy finas; límite neto y plano.
Aau ₂	11 - 37	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco arenoso; estructura granular, fina, débil; blando en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado; raíces abundantes y finas y muy finas; límite neto y plano.
C	37 - 65	Franco arenoso; estructura bloques subangulares, fina, débil; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado; raíces comunes, finas; límite brusco y plano.
2A	65 - 85	Franco arenoso; estructura granular, mediana, moderada; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; raíces pocas y finas; límite neto y plano.
2C	85 - 92	Franco arenoso; estructura granular, mediana, moderada; suelto en seco, friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; límite neto y plano.
3C	92 - 104	Franco arenoso; estructura granular, mediana, fuerte; friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; límite neto y plano
4C	104 - 140	Franco arenoso; estructura granular, mediana, fuerte; no adhesivo y no plástico en mojado; límite neto y plano
5C	> 140	Arena; estructura granular, mediana, fuerte; no adhesivo y no plástico en mojado; límite neto y plano.

Cuadro 25. Análisis físico y químico de las muestras del A.1.1.

Hte.	Prof. (cm)	pH	Ppm		Meq/100 gr		Ppm				Meq/100 gr				
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K
Aau ₁	0 - 11	5.5	3.46	33	3.12	0.57	0.5	3	9	8	27	4.2	1.2	0.4	0.3
Aau ₂	11 - 37	5.4	2.37	11	1.87	0.36	0.1	1	3	1	34	2.3	0.6	0.4	0.3
C	37 - 65	6.1	2.37	34	1.25	0.41	3.5	1	64.5	1.5	14	1.5	0.6	0.4	0.4
2A	65 - 85	6.2	2.95	35	1.25	0.31	2	1	82.5	0.1	10	1.8	0.6	0.4	0.2
2C	85 - 92	6.2	2.5	26	1.56	0.36	1.5	0.5	52.5	0.1	4.4	1	0.3	0.4	0.2
3C	92 - 104	6.1	2.24	35	0.94	0.51	4	1	44.5	1.5	18	2	0.8	0.3	0.2
4C	104 - 140	6	2.11	20	1.25	0.41	2	1	18	2	21	2	0.9	0.4	0.2
5C	> 140	6.4	2.5	78	3.12	0.62	8	3.5	147.5	7.5	12	3.2	1	0.4	0.3

Hte.	Prof. (cm)	%		%		%			CLASE TEXTURAL
		SB	M.O.	33 kPa	1500 kPa	Arcilla	Limo	Arena	
Aau ₁	0 - 11	22.46	20.55	68.68	33.48	14.28	34.9	50.78	FRANCO
Aau ₂	11 - 37	10.23	15.65	69.93	41.55	7.98	20.2	71.78	FRANCO ARENOSO
C	37 - 65	20.33	0.7	28.21	17.51	7.98	13.9	78.08	FRANCO ARENOSO
2A	65 - 85	27.5	0.36	17.54	13.33	5.88	7.64	86.48	FRANCO ARENOSO
2C	85 - 92	40.71	0.23	19.51	6.71	5.98	18.1	75.98	FRANCO ARENOSO
3C	92 - 104	18.82	0.19	57.31	25.14	16.38	28.6	54.98	FRANCO ARENOSO
4C	104 - 140	16.2	1.99	59.62	38.42	16.38	24.4	59.18	FRANCO ARENOSO
5C	> 140	39.14	0.26	18.31	12.14	3.78	5.54	90.68	ARENA

5.2.3 PRM Cantel

5.2.3.1 Ladera suroeste del cerro Chwi Icham (B.1.1)

Ocupa una extensión de 38.2 ha. El suelo se originó de cenizas volcánicas y materiales como andesitas, basaltos, riolitas, tobas y conglomerados laháricos. Son suelos profundos y bien drenados, con una pendiente inclinada de 65%.

La cobertura y uso de la tierra en esta unidad es simple, existe: Bosque de coníferas, en este caso predominada por *Abies guatemalensis* Rehder, con presencia de ciprés (*Cupressus lusitanica*) y bosque secundario (sucesional) con especies relevantes tales como salviasanta (*Buddleia americana*) y arrayan (*Baccaris sp.*).

De acuerdo a las características químicas (Cuadro 26), el horizonte superficial presenta un alto contenido de materia orgánica, desarrollándose un epipedón melánico, el pH es ligeramente ácido. Son suelos con una capacidad de intercambio catiónico (CIC) regular y una saturación de bases ligeramente alta.

El pedón B.1.1 es representativo de esta unidad (Cuadro 26), se le ha clasificado de la forma siguiente: Typic Melanudands, según la clasificación taxonómica. Presenta texturas ligeramente gruesas como franco arenosas y arenas.



Figura 59. Calicata de la Ladera Suroeste del Cerro Chwi Icham , PRM Cantel

a. Descripción del pedón B.1.1

Ubicación:	Parque Regional Municipal Cantel
Fecha de Observación:	09/10/2006.
Reconocedores:	Jonathan Reynoso
Posición Fisiográfica:	Escarpe
Unidad de mapeo:	Ladera Suroeste del Cerro Chwi Icham
Pendiente:	65% en dirección sur-este
Altitud:	3,000 msnm
Vegetación:	Bosque de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder
Pedregosidad:	Sin gravas o muy pocas
Régimen de humedad:	Údico
Régimen de temperatura:	Isomésico
Salinidad:	Sin evidencias
Material originario:	Cenizas volcánicas, tephra y materiales laháricos
Erosión:	Hídrica, laminar, ligera
Drenaje:	Bien drenado
Microtopografía:	Sin evidencias
Humedad del suelo:	Húmedo
Clasificación:	Typic Melanudands

b. Descripción del perfil

Hte.	Prof. (cm.)	Características
O	0-29	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco arenoso; estructura granular, muy fina, débil; suelto en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado; raíces abundantes, gruesas, finas y muy finas; límite neto y plano.
Aa	29-56	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco arenoso; estructura bloques subangulares, fina, débil; blando en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado; raíces abundantes y finas y muy finas; límite neto y plano.
AC	26-150	Franco arenoso; estructura bloques subangulares, fina, débil; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado; raíces comunes, finas; límite brusco y plano.
2C	150-170	Franco arenoso; estructura granular, mediana, moderada; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; raíces pocas y finas; límite neto y plano.
3C	> 170	Arena; estructura granular, mediana, fuerte; suelto en seco, friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; límite neto y plano.

Cuadro 26. Análisis físico y químico de las muestras del pedón B.1.1

Hte.	Prof. (cm.)	pH	Ppm		Meq/100 gr		Ppm				Meq/100 gr				
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K
O	0-29	6.3	5	360	17.16	3.5	0.1	7	6	14	60	35	7.9	0.4	2.8
Aa	29-56	6.3	2.18	250	15.91	1.7	0.1	3.5	4.5	3	40	21	2.3	0.3	1.2
AC	26-150	6.2	2.05	39	13.41	1.18	0.1	4	2.5	1	36	17	1.8	0.4	0.4
2C	150-170	6.2	2.11	15	5.3	0.62	0.5	0.1	13	2.5	28	6.2	0.9	0.4	0.2
3C	> 170	6.1	3.72	25	2.5	0.36	1.5	0.5	82.5	3.5	8	2.7	0.5	0.4	0.2

Hte.	Prof. (cm.)	%		%		%			CLASE TEXTURAL
		SB	M.O	33 kPa	1500 kPa	Arcilla	Limo	Arena	
O	0-29	77.01	33.26	106.29	76.64	10.08	31.1	58.8	FRANCO ARENOSO
Aa	29-56	62.47	14.78	55.94	34.75	10.08	21	68.92	FRANCO ARENOSO
AC	26-150	55.08	11.35	50.48	30.35	10.08	24.8	65.1	FRANCO ARENOSO
2C	150-170	27.24	5.27	45.57	30.17	12.18	18.5	69.3	FRANCO ARENOSO
3C	> 170	49.29	1.5	24.17	13.24	7.98	1.72	90.3	ARENA

5.2.3.2 Estribaciones inclinadas del cerro Chonaj Tajuyub (B.1.2)

Ocupa una extensión de 70.5 ha. El suelo se originó de materiales geológicos como andesitas, basaltos, riolitas, tobas y conglomerados laháricos. Son suelos profundos y bien drenados, con un relieve fuertemente ondulado y una pendiente inclinada hasta de 55%.

La cobertura y uso de la tierra en esta unidad es simple, existe: Bosque de coníferas, en este caso predominada por *Abies guatemalensis* Rehder, con presencia de ciprés (*Cupressus lusitanica*) y bosque secundario (secesional) con especies relevantes tales como salviasanta (*Buddleia americana*) y arrayan (*Baccaris sp.*).

De acuerdo a las características químicas (Cuadro 27), el horizonte superficial presenta alto contenido de materia orgánica, desarrollándose un epipedón melánico por las propiedades ándicas que presenta (característico de suelos volcánicos), el pH es ligeramente ácido. Son suelos con una capacidad de intercambio catiónico (CIC) relativamente baja y una saturación de bases alta.

El pedón B.1.2 es representativo de esta unidad (Cuadro 27), se le ha clasificado de la forma siguiente: Typic Melanudands, según la clasificación taxonómica. Presenta texturas ligeramente gruesas como franco arenosas.



Figura 60. Calicata de las Estribaciones Inclinadas del Cerro Chonaj Tajuyub, PRM Cantel

a. Descripción del pedón B.1.2

Ubicación:	Parque Regional Municipal Cantel
Fecha de Observación:	09/10/2006.
Reconocedores:	Jonathan Reynoso
Posición Fisiográfica:	Escarpe
Unidad de mapeo:	Estribaciones Inclinadas del Cerro Chonaj Tajuyub
Pendiente:	55% en dirección sur-este
Altitud:	3,000 msnm
Vegetación:	Bosque de <i>Abies guatemalensis</i> Rehder
Pedregosidad:	Sin gravas o muy pocas
Régimen de humedad:	Údico
Régimen de temperatura:	Isomésico
Salinidad:	Sin evidencias
Material originario:	Cenizas volcánicas, tephra y materiales laháricos
Erosión:	Hídrica, laminar, ligera
Drenaje:	Bien drenado
Microtopografía:	Sin evidencias
Humedad del suelo:	Húmedo
Clasificación:	Typic Melanudands

b. Descripción del perfil

Hte.	Prof. (cm.)	Características
Au ₁	0-19	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco arenoso; estructura granular, muy fina, débil; suelto en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y no plástico en mojado; raíces abundantes, gruesas, finas y muy finas; límite neto y plano.
Au ₂	19-44	Pardo muy oscuro (10 YR 2/2) en húmedo; franco arenoso; estructura bloques subangulares, fina, débil; blando en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado; raíces abundantes y finas y muy finas; límite neto y plano.
AC	44-68	Franco arenoso; estructura granular, fina, débil; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico en mojado; raíces comunes, finas; límite brusco y plano.
2C	68-92	Franco arenoso; estructura granular, mediana, moderada; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, ligeramente adhesivo y no plástico en mojado; raíces pocas y finas; límite neto y plano.
3C	92-129	Franco arenoso; estructura granular, mediana, fuerte; suelto en seco, friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; límite neto y plano.
4C	129-170	Franco arenoso; estructura granular, mediana, fuerte; suelto en seco, friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; límite neto y plano.
5C	> 170	Franco arenoso; estructura granular, mediana, fuerte; suelto en seco, friable en húmedo, no adhesivo y no plástico en mojado; límite neto y plano.

Cuadro 27. Análisis físico y químico de las muestras del pedón B.1.2

Hte.	Prof. (cm)	pH	Ppm		Meq/100 gr		Ppm				Meq/100 gr				
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K
Au ₁	0-19	6.5	4.42	125	20.9	2.67	0.1	5.5	4	22.5	42	45	6	0.4	1.2
Au ₂	19-44	6	2.75	90	14.04	1.34	0.1	4	3	6.5	37	19	2.1	0.4	0.6
AC	44-68	5.9	2.3	63	8.42	0.77	0.5	2	2.5	3	32	9.5	1.1	0.4	0.4
2C	68-92	5.7	2.43	380	4.68	0.62	1.5	0.5	67.5	5	18	6.5	1.1	0.9	1.9
3C	92-129	6	2.95	435	3.12	0.36	1	0.5	60	2.5	15	4.2	0.7	0.6	2.5
4C	129-170	6	2.95	265	1.87	0.21	0.5	0.5	38	1.5	4	2.3	0.3	0.5	0.8
5C	> 170	6	2.75	35	2.81	0.21	1	1	52.5	3	14	3.2	0.4	0.4	0.1

Hor.	Prof. (cm)	%		%		%			CLASE TEXTURAL
		SB	M.O.	33 kPa	1500 kPa	Arcilla	Limo	Arena	
Au ₁	0-19	>100	32.94	98.27	69.2	7.98	16.4	75.6	FRANCO ARENOSO
Au ₂	19-44	59.8	17.61	61.04	35.12	10.08	22.7	67.2	FRANCO ARENOSO
AC	44-68	35.01	10.27	69.3	32.16	12.18	18.5	69.3	FRANCO ARENOSO
2C	68-92	57.44	0.98	60.9	30.52	16.38	22.7	60.9	FRANCO ARENOSO
3C	92-129	52.48	1.44	69.3	16.21	12.18	18.5	69.3	FRANCO ARENOSO
4C	129-170	94.74	0.13	67.2	5.37	10.08	22.7	67.2	FRANCO ARENOSO
5C	> 170	28.92	3.23	36.3	15.93	10.08	10.5	79.42	FRANCO ARENOSO

5.3 Análisis del clima

5.3.1 Estaciones meteorológicas bajo análisis

Como parte de la recopilación de información climática del área de trabajo se lograron recabar datos de ocho estaciones climáticas. Los datos que se presentan en los cuadros siguientes son el promedio de distintos años de análisis para cada estación meteorológica, debido a que el registro de la información no es constante y organizado se tienen los años de análisis para cada estación de la siguiente manera:

Cuadro 28. Años de análisis climático por estación

Estación Meteorológica	Ubicación	Años de Análisis Climático	Estación Meteorológica	Ubicación	Años de Análisis Climático
Catarina	Catarina, San Marcos	1990-2002	Chinique	Chinique, Quiché	1990-2002
El Asintal	El Asintal, Retalhuleu	1990-1997	El Capitán	San Lucas Tolimán, Sololá	1990-1999
Labor Ovalle	Quetzaltenango, Quetzaltenango	1991-2006	Retalhuleu	Retalhuleu, Retalhuleu	1990-2002
San Marcos	San Marcos, San Marcos	1990-2002	Santiago Atitlán	Santiago Atitlán, Sololá	1990-2002

Fuente: INSIVUMEH (8).

5.3.2 Datos climáticos recopilados

Los datos recopilados de las estaciones meteorológicas son datos de precipitación pluvial, temperatura media y evapotranspiración, datos que son de especial importancia para el crecimiento de *A. guatemalensis* y se presentan en el cuadro 29.

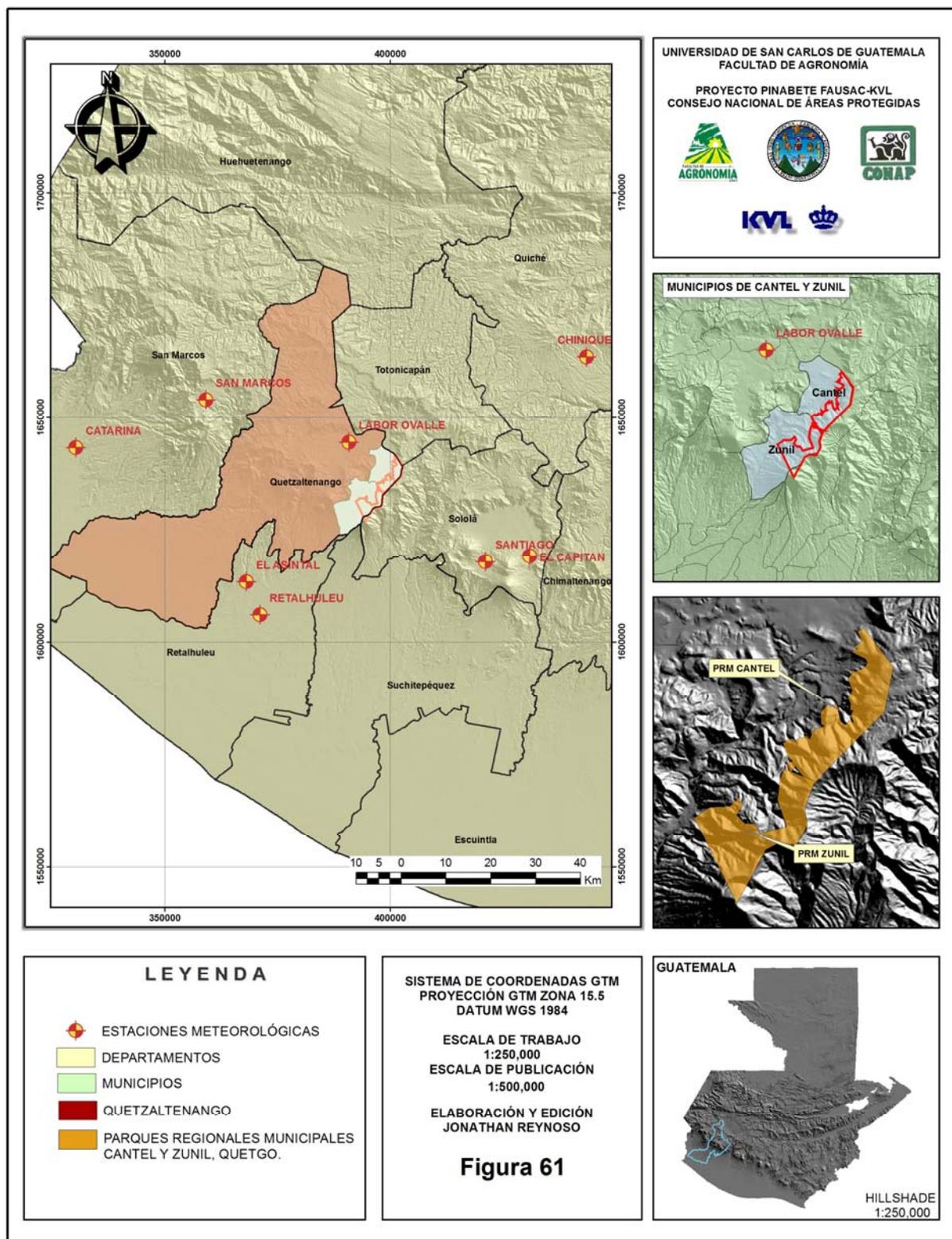


Figura 61. Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas, en relación al área de estudio

Cuadro 29. Precipitación, temperatura y evapotranspiración mensual promedio

Estación Meteorológica	Mes	Pp (mm/mes)	T Media (°C)	ETP (mm/mes)	Estación Meteorológica	Mes	Pp (mm/mes)	T Media (°C)	ETP (mm/mes)
SAN MARCOS	ENE	4.6538	13.06	49.2137	SANTIAGO	ENE	6.2462	17.57	57.9598
	FEB	4.4308	12.47	43.2965		FEB	3.1500	17.95	56.7540
	MAR	15.5231	13.43	54.3140		MAR	24.8908	18.92	71.2202
	ABR	66.8538	14.50	60.9767		ABR	71.0331	19.62	77.3300
	MAY	180.3769	14.63	65.8948		MAY	148.9254	19.72	83.3688
	JUN	289.1833	14.42	62.8573		JUN	348.1585	19.62	80.3042
	JUL	157.9385	14.92	68.2858		JUL	138.8615	20.04	86.8010
	AGO	208.3631	14.57	63.7408		AGO	134.9077	19.28	77.5268
	SEP	287.1750	14.06	57.3151		SEP	240.8154	18.61	68.2778
	OCT	110.3846	13.89	55.8098		OCT	128.7385	18.41	66.1788
	NOV	30.4354	13.75	51.7714		NOV	60.9923	19.31	68.4103
	DIC	21.6600	13.62	52.1668		DIC	48.8092	18.32	62.9814
CATARINA	ENE	14.3250	26.15	122.3098	EL CAPITAN	ENE	2.9200	17.39	58.3103
	FEB	14.0167	26.81	126.0856		FEB	2.8700	17.47	55.1862
	MAR	69.9833	27.58	158.9865		MAR	8.5800	18.46	69.4147
	ABR	203.5667	28.12	172.8278		ABR	48.4600	19.55	78.2242
	MAY	453.1583	27.75	175.3832		MAY	117.5500	19.16	80.3302
	JUN	564.9250	26.79	149.3125		JUN	229.5100	19.17	78.2372
	JUL	436.2908	26.72	153.3208		JUL	132.1200	19.61	84.7371
	AGO	533.7083	26.63	145.9052		AGO	137.2300	19.04	77.2247
	SEP	597.0417	26.08	127.1764		SEP	202.6400	18.45	68.6695
	OCT	519.7750	26.22	128.6451		OCT	150.5300	18.09	65.4792
	NOV	214.7908	26.34	123.0478		NOV	56.3600	18.23	62.5050
	DIC	50.2333	26.13	121.8983		DIC	11.8200	17.47	58.8249
RETALHULEU	ENE	9.0357	26.93	136.0956	LABOR OVALLE	ENE	1.2143	12.90	46.2995
	FEB	11.2857	27.59	140.5307		FEB	2.7429	13.62	46.9109
	MAR	48.7786	28.19	173.1172		MAR	16.5143	14.98	59.7705
	ABR	149.0000	28.61	185.3105		ABR	16.9429	15.91	66.1108
	MAY	354.4071	27.99	181.4078		MAY	161.1286	15.96	69.4143
	JUN	463.3143	27.26	158.9380		JUN	184.8571	15.64	67.4588
	JUL	359.6929	27.23	164.1456		JUL	95.4286	15.85	69.6281
	AGO	363.5786	27.11	155.5229		AGO	95.3286	15.88	68.0951
	SEP	566.3286	26.31	130.5454		SEP	164.4286	15.15	60.3654
	OCT	412.2229	26.57	134.4530		OCT	107.1571	14.89	60.7980
	NOV	162.8764	26.73	129.4352		NOV	11.5714	13.84	51.1533
	DIC	42.6921	24.66	96.3166		DIC	7.3857	13.26	47.1511

Continuación Cuadro 29.

EL ASINTAL	ENE	3.3875	25.79	117.4740	CHINIQUE	ENE	5.2308	16.99	57.1926
	FEB	1.2714	26.28	117.9675		FEB	5.2615	17.32	55.5654
	MAR	6.5786	27.03	147.8999		MAR	12.0385	18.40	70.4067
	ABR	22.8067	27.08	150.3421		ABR	55.4615	19.52	79.3610
	MAY	138.3467	27.00	158.8522		MAY	139.9231	19.19	82.0562
	JUN	211.6000	26.21	138.7992		JUN	303.0615	18.56	75.0330
	JUL	195.2643	26.40	147.7162		JUL	257.4923	18.19	74.9613
	AGO	126.0533	26.19	138.3189		AGO	251.4923	18.10	71.6043
	SEP	251.8000	25.41	117.1266		SEP	311.7846	18.57	70.9191
	OCT	105.6357	25.73	121.2446		OCT	192.4538	18.05	66.6464
	NOV	18.3133	25.83	115.6609		NOV	55.6385	17.25	57.6254
	DIC	13.0133	26.03	121.4528		DIC	17.4385	17.02	57.3851

Fuente: INSIVUMEH (8).

Los datos climáticos de las ocho estaciones también fueron totalizados de forma anual, durante los períodos de tiempo anteriormente citados. Así la precipitación pluvial se sumó para cada año y se promedió dentro de los distintos años; de igual forma la evapotranspiración; la temperatura media anual se promedió para cada año y luego se promedió dentro de los distintos años de análisis.

Cuadro 30. Datos climáticos totales sistematizados

Estación Meteorológica	Latitud (g°m's'")	Longitud (g°m's'")	Altitud (msnm)	Precipitación Pluvial Anual (mm.)	Temperatura Media Anual (°C)	ETP Anual (mm.)
CATARINA	14°51'20"	92°04'38"	233	3671.8150	26.78	1704.8988
CHINIQUE	15°02'38"	91°01'28"	1880	2943.2129	18.10	818.7566
EL ASINTAL	14°35'18"	91°43'28"	355	1094.0708	26.25	1592.8549
EL CAPITAN	14°38'35"	91°08'26"	1562	1381.5022	18.51	837.1433
LABOR OVALLE	14°52'12"	91°30'50"	2380	864.7000	14.40	713.1559
RETALHULEU	14°31'19"	91°41'45"	205	1607.2769	27.10	1785.8183
SAN MARCOS	14°57'15"	91°48'34"	2420	1376.9783	13.94	685.6426
SANTIAGO	14°37'54"	91°13'53"	1580	992.5000	18.95	857.1131

Fuente: INSIVUMEH

Los datos de precipitación pluvial, temperatura y evapotranspiración presentados en el cuadro 30, son datos promedio de 12 y 7 años de análisis, que son los años en los que los datos son más confiables.

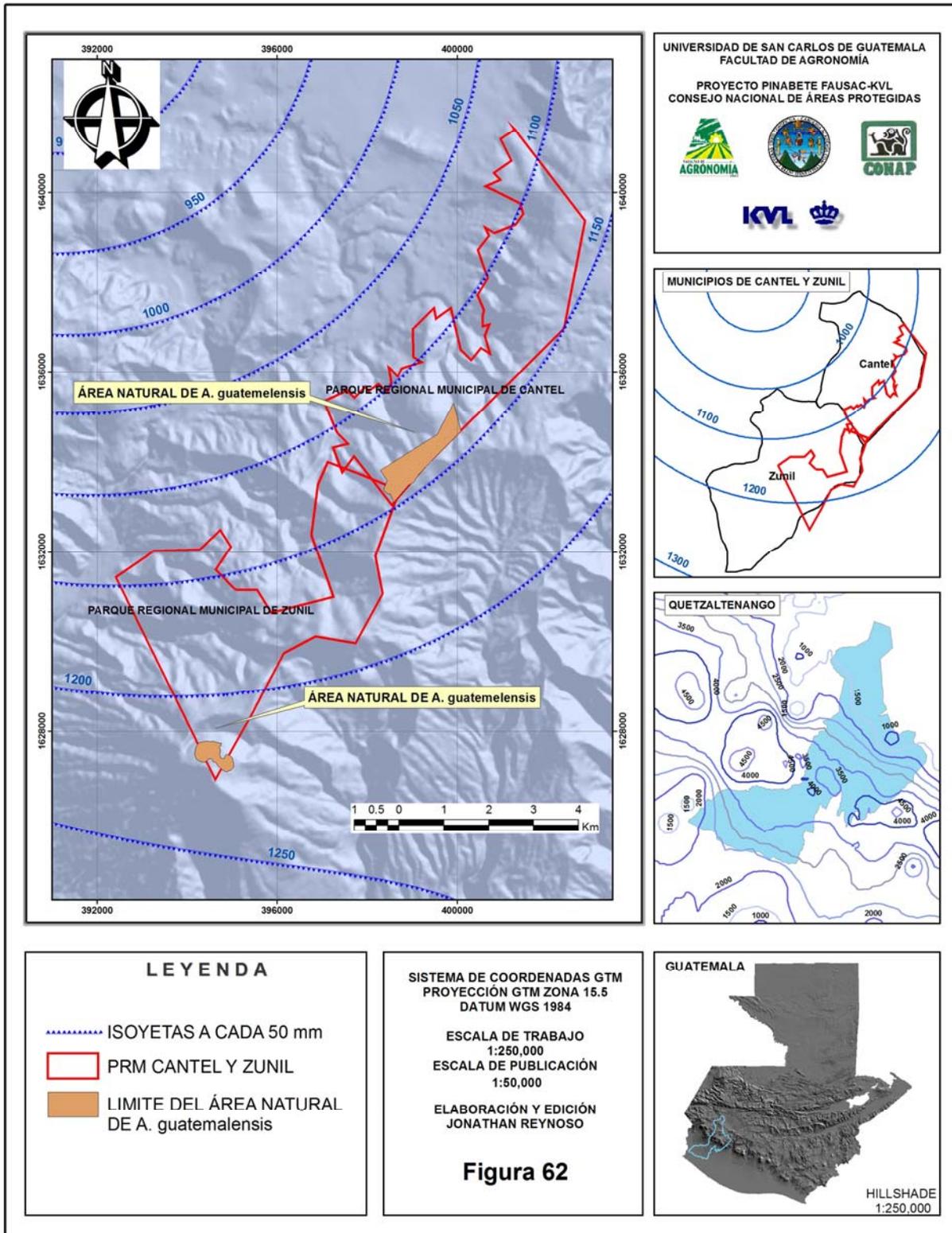


Figura 62. Mapa de de isoyetas de la pp anual de los PRM Cantel y Zunil

5.3.3 Climadiagrama

Para la estación Labor Ovalle ubicada en el municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango (según sus coordenadas geográficas), que es la estación más cercana a las áreas de estudio (PRM Cantel y Zunil), se elaboró un climadiagrama con datos promedio de los años 1991 al 2006.

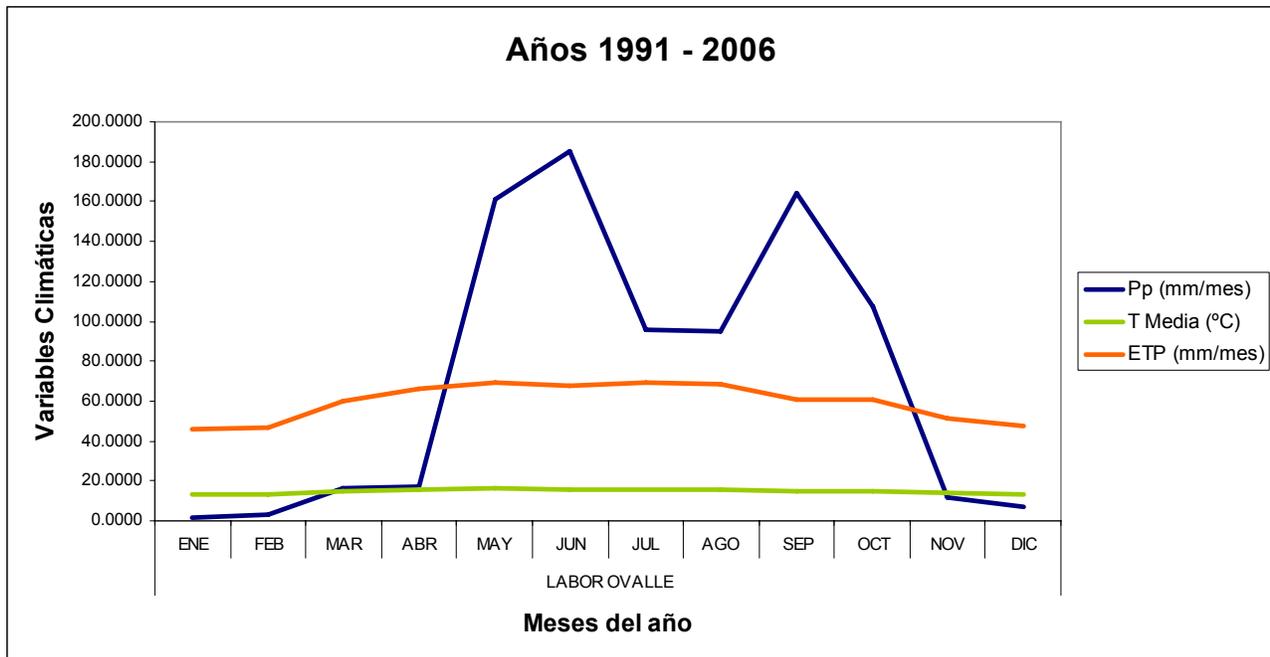


Figura 63. Climadiagrama de la estación meteorológica Labor Ovalle

El climadiagrama se interpreta de la siguiente manera, le época lluviosa va de mayo a octubre, ya en el mes de noviembre la evapotranspiración iguala a la precipitación pluvial e inicia la época seca hasta el mes de abril. Entonces se puede concretar que el verano inicia en el mes de noviembre y concluye en el mes de mayo, que es donde inicia el invierno, concluyendo éste en el mes de noviembre.

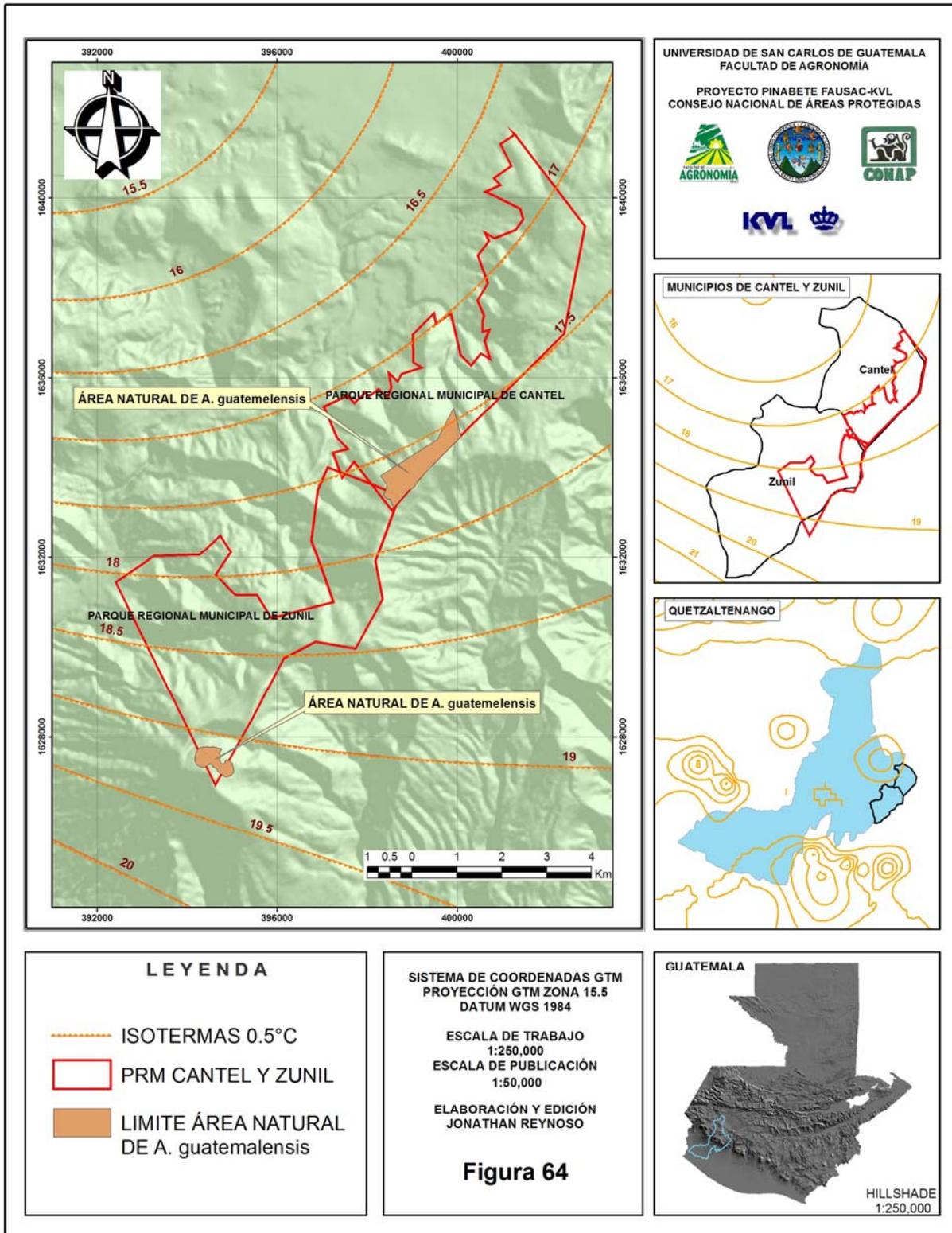


Figura 64. Mapa de de isotermas de la T° media anual de los PRM Cantel y Zunil

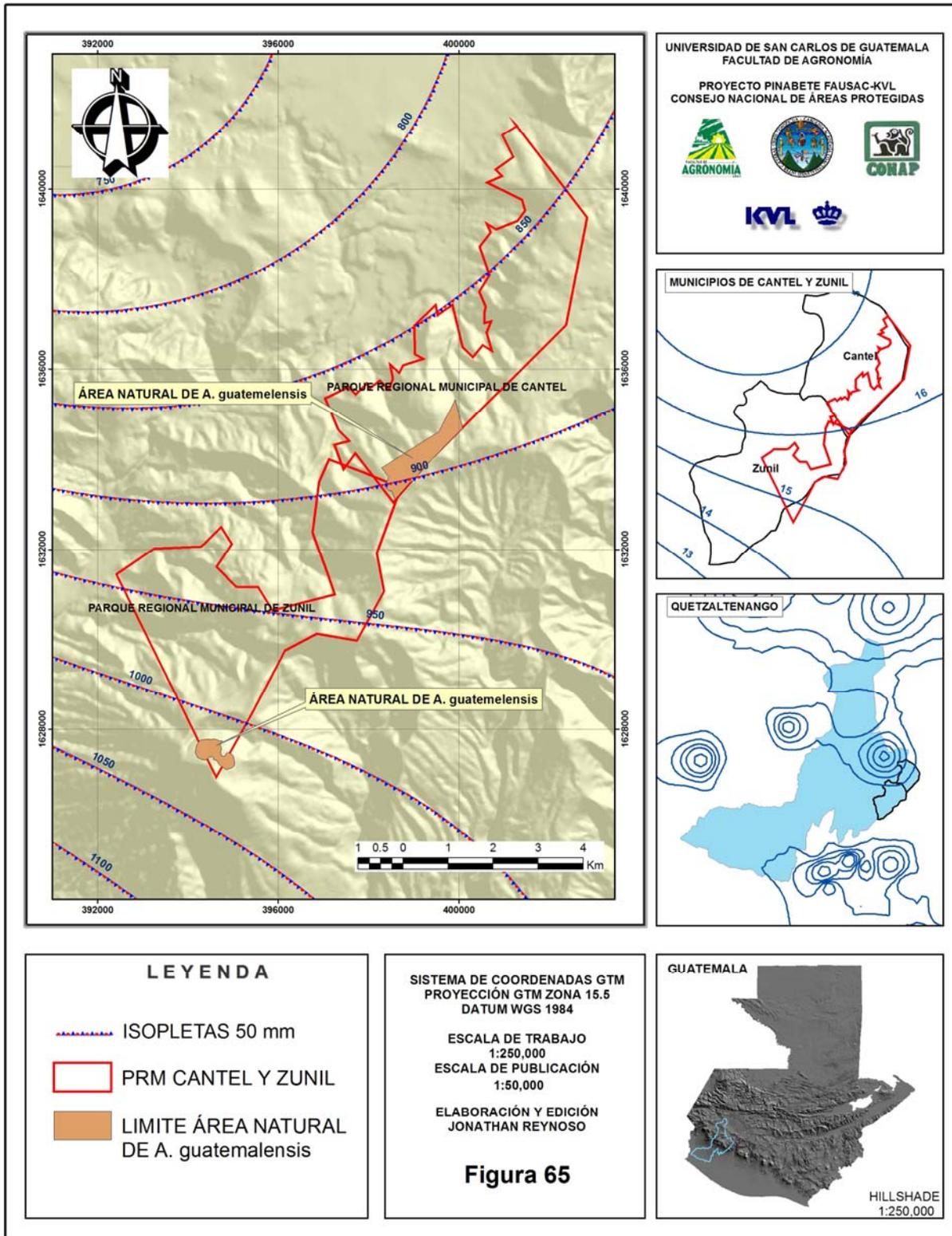


Figura 65. Mapa de isopletas de la ETP anual de los PRM Cantel y Zunil

5.4 Recurso bosque

5.4.1 PRM Zunil

En el rodal de *A. guatemalensis* de parque regional municipal de Zunil, se puede encontrar diámetros que oscilan en un rango de 1 a 90 cm. y alturas de 0.7 a 36 m.

La mayor parte de individuos (308/ha) se encuentran dentro de la clase diamétrica de 1-9.99 cm., con alturas de 0.7-7 m. y forman parte de los brinzales y latizales del bosque que son considerados como regeneración natural.

El resto de individuos (110/ha) forman parte de los fustales del bosque y se encuentran comprendidos en las clases diamétricas de 10-89.99 cm., con alturas de 12-36 m. Estos individuos en el bosque son considerados como árboles padres o semilleros, son los que garantizan la regeneración de nuevos individuos en el bosque. Se estimó que la capacidad en área de cada árbol semillero en este rodal es de 88.5 m².

Cuadro 31. Distribución por hectárea del área basal (AB), volumen (VOL) y frecuencia (F) por clase diamétrica en el bosque de *A. guatemalensis* del PRM Zunil

cm.	1-9.99	10-19.99	20-29.99	30-39.99	40-49.99	50-59.99	60-69.99	70-79.99	80-89.99
F	308	3	8	3	18	23	33	20	5
AB	0.357	0.024	0.308	0.201	2.859	5.120	10.496	8.772	2.876
VOL	1.150	0.175	3.233	3.016	49.051	91.240	192.335	170.266	61.320

F= Frecuencia; AB=m²; VOL=m³

La estimación del total de árboles por clase diamétrica, así como el área basal y volumen para el rodal (32.4 ha) de *A. guatemalensis* se presenta en el cuadro 32.

Cuadro 32. Estimación de la distribución del área basal (AB), volumen (VOL) y frecuencia (F) por clase diamétrica en el bosque de *A. guatemalensis* del PRM Zunil

cm.	0-9.99	10-19.99	20-29.99	30-39.99	40-49.99	50-59.99	60-69.99	70-79.99	80-89.99
F	9966	81	243	81	567	729	1053	648	162
AB	11.576	0.790	9.978	6.516	92.662	165.953	340.184	284.287	93.196
VOL	37.262	5.687	104.772	97.746	1589.755	2957.083	6233.580	5518.327	1987.369

F= Frecuencia; AB=m²; VOL=m³

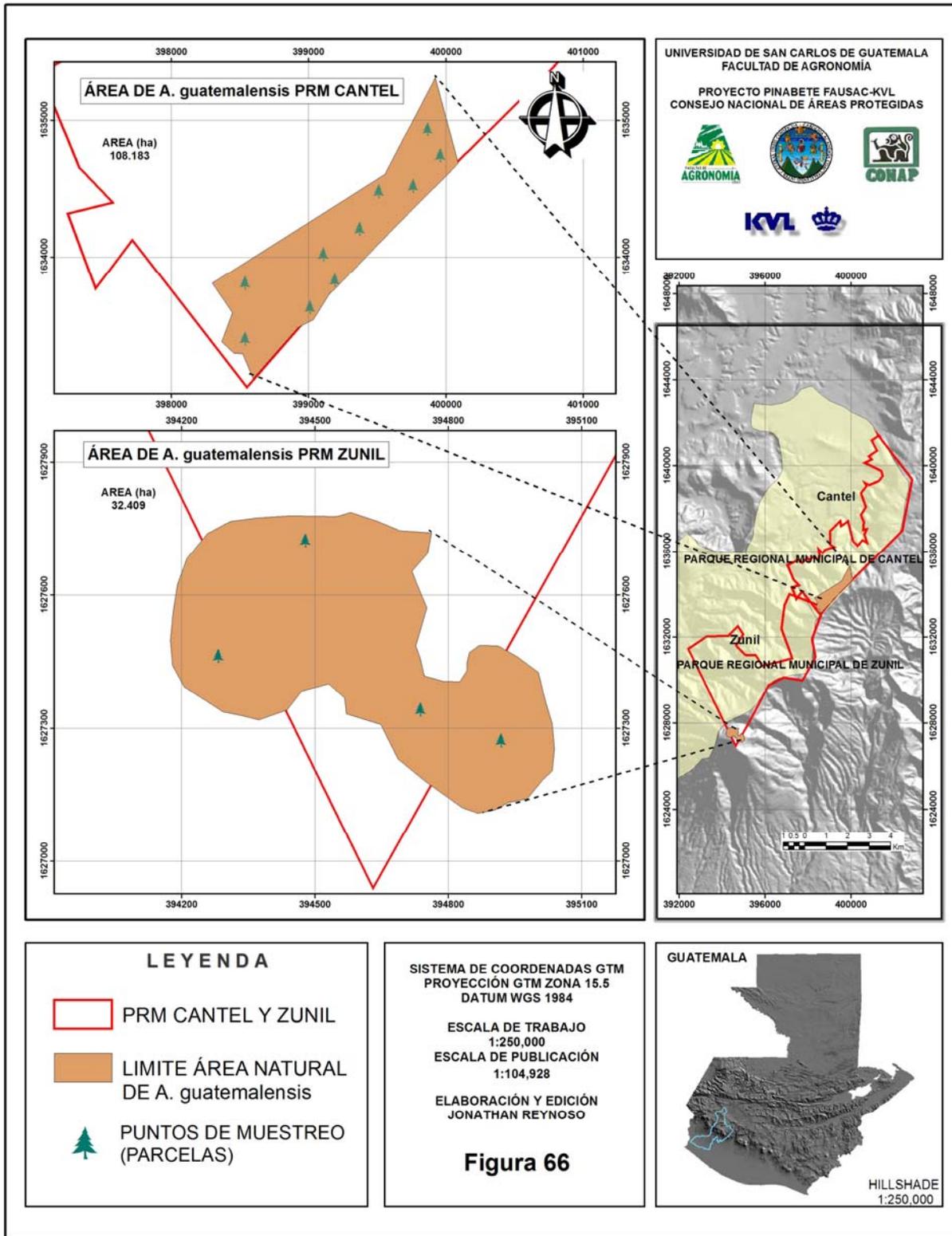


Figura 66. Mapa de las áreas de *A. guatemalensis* y los puntos de muestreo de los PRM Cantel y Zunil

Las características fenotípicas de los individuos fustales considerados como árboles padres o semilleros, son buenas, debido a que el 83.7% de estos no presentan ninguna malformación, el 9.3% presentan fustes bifurcados y el 6.9% son de fustes sinuosos.



Figura 67. Área natural de *A. guatemalensis*, PRM Zunil

Todos los individuos muestreados (fustal, latizal y brinzal) en la realización del inventario forestal presentaron excelentes condiciones fitosanitarias, ninguno de ellos presentó plagas o enfermedades.

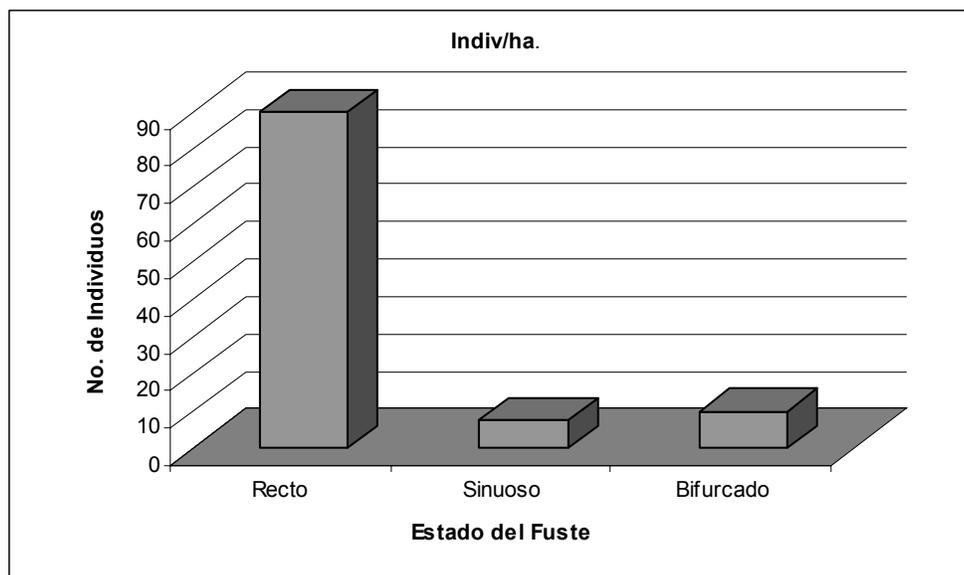


Figura 68. Características fenotípicas de los árboles del bosque de *A. guatemalensis* del PRM Zunil

5.4.2 PRM Cantel

En el rodal de *A. guatemalensis* de parque regional municipal de Cantel, se puede encontrar diámetros que oscilan en un rango de 0.2 a 150 cm. y alturas de 0.3 a 36 m.

La mayor parte de individuos (124/ha) se encuentran dentro de la clase diamétrica de 1-9.99 cm., con alturas de 0.3-5.7 m. y forman parte de los brinzales y latizales del bosque que son considerados como regeneración natural.

El resto de individuos (213/ha) forman parte de los fustales del bosque y se encuentran comprendidos en las clases diamétricas de 10-150 cm., con alturas que van desde los 12 m. hasta 40 m. Estos individuos en el bosque son considerados como bosque maduro C4.

Cuadro 33. Distribución por hectárea del área basal (AB), volumen (VOL) y frecuencia (F) por clase diamétrica en el bosque de *A. guatemalensis* Rehder del PRM Cantel.

cm.	0-9.99	10-19.99	20-29.99	30-39.99	40-49.99	50-59.99	60-69.99	70-79.99
F	124	1	8	47	40	34	28	22
AB	3.77980659	0.02545	0.4350331	4.3087829	6.1459906	7.702889	8.7777089	9.5741831
VOL	0.14905395	0.21375	5.4612004	59.93433	96.888923	125.13034	155.0856	169.94573
cm.	80-89.99	90-99.99	100-109.99	110-119.99	120-129.99	130-139.99	140-149.99	150-159.99
F	14	10	9	3	5	1	4	1
AB	7.59976602	6.87688	7.3470243	3.0625888	5.9816849	1.4313915	6.4504117	1.76715
VOL	144.62021	133.231	140.61283	67.398347	124.21184	28.341552	145.95434	37.11015

F= Frecuencia; AB=m²; VOL=m³



Figura 69. Área natural de *A. guatemalensis*, PRM Cantel.

La estimación del total de árboles por clase diamétrica, así como el área basal y volumen para el rodal (108.18 ha) de *A. guatemalensis* se presenta en el cuadro 34.

Cuadro 34. Estimación de la distribución del área basal (AB), volumen (VOL) y frecuencia (F) por clase diamétrica en el bosque de *A. guatemalensis* Rehder del PRM Zunil

cm	0-9.99	10-19.99	20-29.99	30-39.99	40-49.99	50-59.99	60-69.99	70-79.99
F	13414.32	108.18	865.44	5084.46	4327.2	3678.12	3029.04	2379.96
AB	408.899477	2.75285	47.061876	466.12414	664.87327	833.29854	949.57255	1035.7351
VOL	16.1246563	23.124	590.79265	6483.6958	10481.444	13536.6	16777.16	18384.729
cm	80-89.99	90-99.99	100-109.99	110-119.99	120-129.99	130-139.99	140-149.99	150-159.99
F	1514.52	1081.8	973.62	324.54	540.9	108.18	432.72	108.18
AB	822.142688	743.941	794.80109	331.31085	647.09868	154.84793	697.80553	191.17029
VOL	15645.0143	14412.9	15211.496	7291.1532	13437.237	3065.9891	15789.34	4014.576

Las características fenotípicas de los individuos fustales considerados como bosque C4, son buenas, debido a que el 68.3% de estos no presentan ninguna malformación, el 13.22% presentan fustes bifurcados, el 7.93% son de fustes inclinados, el 7.05% sinuosos y el 3.52% trifurcados.

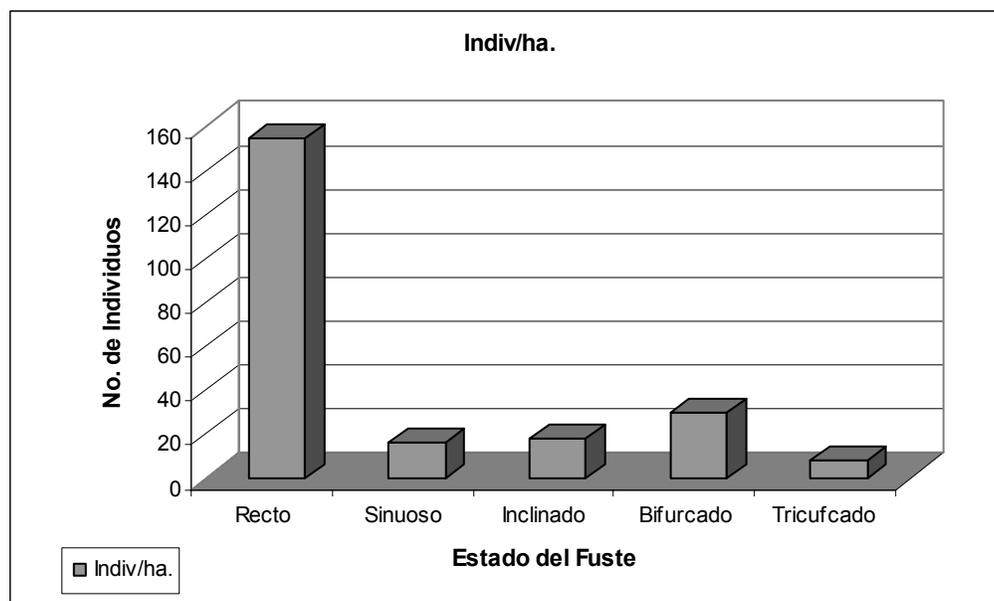


Figura 70. Características fenotípicas de los árboles del bosque de *A. guatemalensis* del PRM Cantel

De los individuos muestreados (fustal, latizal y brinzal) en la realización del inventario forestal el 90.12% presentaron excelentes condiciones fitosanitarias y el 9.88% presentó problemas de plagas y enfermedades, principalmente los brinzales y latizales.

Se logró identificar el pulgón del pinabete (*Mindarus guatemalensis: Aphididae: Mindarinae*) como el principal problema fitosanitario, esta plaga ataca únicamente a los árboles de la regeneración, generalmente aquellos menores de 10 m. de altura.

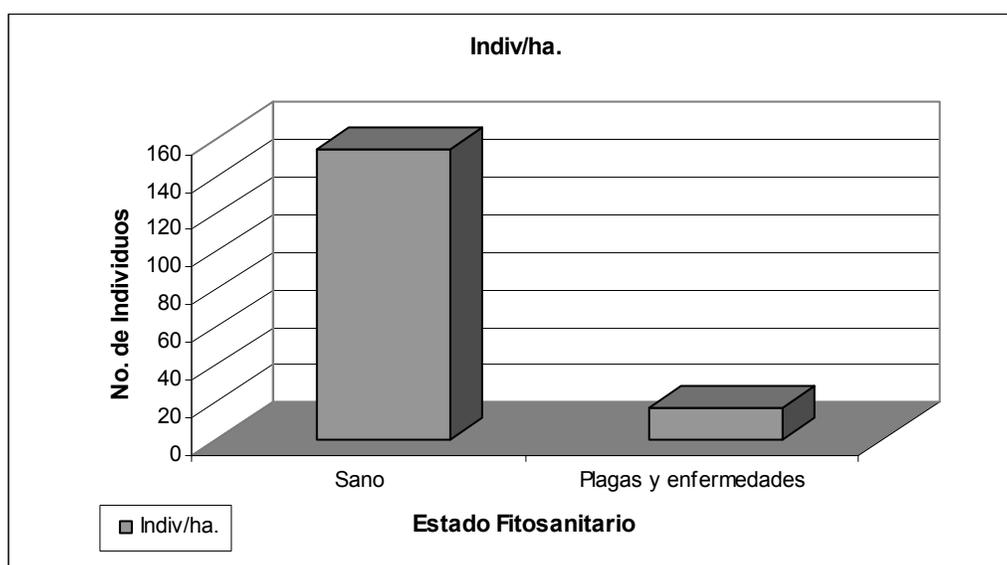


Figura 71. Estado fitosanitario de los árboles fustales del bosque de *A. guatemalensis* del PRM Cantel

6. CONCLUSIONES

Las características biofísicas identificadas mediante el diagnóstico del área con bosque natural de *Abies guatemalensis* ubicada en los parques regionales municipales de Cantel y Zunil, Quetzaltenango, en forma general son las siguientes:

- En el PRM Zunil no se ubicó ninguna corriente hidrográfica, mientras que en el PRM Cantel se identificaron cinco corrientes y dentro de ellas dos manantiales, con una calidad de agua óptima para riego y un caudal aceptable.
- La fisiografía que se presenta en las dos áreas de bosque natural de *A. guatemalensis* es característica de regiones volcánicas, debido a que están situadas sobre regiones volcánicas, el área situada en el PRM Zunil se ubica sobre la ladera norte del pico Santo Tomás Pecul y el área situada en el PRM Cantel se ubica dentro de dos unidades fisiográficas, la ladera suroeste del cerro Chwi Icham y las estribaciones inclinadas del cerro Chonaj Tajuyub.
- Los suelos encontrados en ambas áreas de estudio, según la clasificación taxonómica 2006 de USDA son: Thaptic Melanudands en el área del PRM Zunil y Typic Hapludands en el PRM Cantel.
- Con respecto al análisis del clima, se determinó una precipitación pluvial anual de 1150 mm para el área natural de *A. guatemalensis* situada en el PRM Cantel y 1225 mm para el área situada dentro del PRM Zunil. La temperatura media anual para el área del PRM Cantel se sitúa en un rango de 17-17.5 °C y para el área del PRM Zunil es de 19-19.5 °C. La evapotranspiración anual para el área del PRM Cantel está en 900 mm y para el área del PRM Zunil es de 1025 mm.
- El bosque de *A. guatemalensis* del PRM Zunil presenta una alta regeneración natural (brinzales y latizales), mientras que los individuos de la categoría de desarrollo fustal presentan una densidad baja y cumplen una función de árboles semilleros dentro del área; sus características fenotípicas son buenas y el estado fitosanitario en general de todo el bosque es sano. El área del PRM Cantel por su parte, presenta más árboles que individuos de regeneración (brinzales y latizales), se considera un bosque maduro de desarrollo C4 y al igual que el de Zunil, presenta buenas características fenotípicas y su estado fitosanitario es sano.

7. RECOMENDACIONES

- El estudio técnico de ambos parques regionales municipales realizado con anterioridad, contienen información valiosa del área natural de *A. guatemalensis* que ahora se completa con la información generada con este estudio. Sin embargo, aspectos como la regeneración natural del área debería estudiarse con mucho mas detalle. El inventario forestal realizado en este diagnóstico fue con el objetivo de conocer las características generales del bosque; ahora que ya se identificó que en el área del pico Zunil existe bastante regeneración, debería estudiarse y llevar un registro apropiado, que sirva de control para el departamento de áreas protegidas de la municipalidad y también para los miembros que conforman la estrategia para la protección y conservación del pinabete.
- En la elaboración de los mapas temáticos de las áreas de los parques regionales municipales se identificó un traslape de los límites entre ambos parques (en la parte norte de Zunil y la parte sur de Cantel). Este problema puede deberse al uso de GPS tipo navegadores (que no son recomendables para la medición de límites), al desfase que estos producen por el alto grado de error a la hora de registrar las coordenadas o simplemente un desfase en el uso de los Sistemas de Información Geográfica en el momento de la elaboración de los shapes (archivos digitales) con los que se trabajó en este estudio. Se recomienda una demarcación de límites y una nueva toma de coordenadas en los vértices que componen cada uno de los parques, con aparatos mas exactos (GPS submétricos).

8. BIBLIOGRAFÍA

1. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 1999. Estrategia para la protección y conservación del pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder.) en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 7 mar 2006. Disponible en: http://conap.gob.gt:7778/conap/documentos/documentos_flora/Resumen%20de%20Estrategia%20del%20Pinabete.pdf
2. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Departamento de Vida Silvestre, Sección de Flora, GT). 2001. Lista roja de especies de flora: resolución no. ALC 028/2001. Diario de Centro América (Órgano Oficial de la Republica de Guatemala), Guatemala, GT, marzo 14:12-17. (tomo 218, no. 27).
3. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2002. Diagnóstico sobre la administración municipal de áreas protegidas. Guatemala. 68 p.
4. Congreso de la República de Guatemala, GT. 2006. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre: apéndice I, decreto 63-79 (en línea). Guatemala. Consultado 7 mar 2006. Disponible en <http://conap.gob.gt:7777/Conap/portal/vida-silvestre/lista-cites-plantas>
5. DAP-MA Cantel (Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente de Cantel, GT). 2004. Plan maestro período 2004-2008 del parque regional municipal Reserva Ecológica K'antel. Cantel, Quetzaltenango, Guatemala, Municipalidad de Cantel. 65 p.
6. DAP-MA Zunil (Departamento de Áreas Protegidas y Medio Ambiente de Zunil, GT). 2004. Plan maestro período 2000-2004. del parque regional municipal Zunil. Zunil, Quetzaltenango, Guatemala, Municipalidad de Zunil. 74 p.
7. Herrera Ibañez, I. 1996. Manual de hidrología. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 222 p.
8. INSIVUMEH (Instituto de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología, GT). 2,008. Registros climáticos de ocho estaciones meteorológicas años 1991-2006. Guatemala. s.p.
9. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapa fisiográfico-geomorfológico de la república de Guatemala a escala 1:250,000: memoria técnica. Guatemala, MAGA, Unidad de Políticas e Información Estratégica, Programa de Emergencia por Desastres Naturales. 48 p.
10. Ortiz S, CA; Gutiérrez C, MC. 2006. Claves para la taxonomía de suelos, Estados Unidos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales. 339 p.

11. Prado C, JP. 2007. Conservation by cultivation: linkages between an endangered endemic fir (*Abies guatemalensis* Rehder) and peasant economies in the western highlands of Guatemala [chapter 8.5: biological control]. Thesis PhD. Dinamarca, University of Copenhagen, Faculty of Life Sciences. p. 102-121.
12. Sandoval I, JE. 2007. Principios de riego y drenaje. Guatemala, Editorial Universitaria. 361 p.
13. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1000 p.
14. Tobías Vásquez, HA. 1997. Guía para descripción de suelos. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 73 p.