

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

ESTUDIO DE LA REDUCCION DEL BOSQUE DE
PINABETE (*Abies guatemalensis* Rehder) Y
SUS CONDICIONES MICROCLIMATICAS DE
GERMINACION *in situ* EN PALESTINA DE LOS
ALTOS, QUETZALTENANGO.



TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
POR

ALVARO LEONEL DIAZ VELASQUEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 1993.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(1424)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR MAGNIFICO

DOCTOR JUAN ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO:	ING. AGR. MYNOR ESTRADA
VOCAL SEGUNDO:	ING. AGR. WALDEMAR NUFIO
VOCAL TERCERO:	ING. AGR. CARLOS R. MOTTA
VOCAL CUARTO:	P. A. ABEL SANDOVAL
VOCAL QUINTO:	BR. JUAN GERARDO DE LEON
SECRETARIO:	ING. AGR. MARCO ROMILIO ESTRADA MUY

Guatemala, noviembre de 1993.

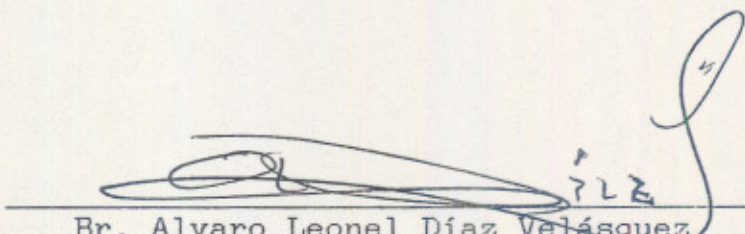
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PRESENTE.

Respetables señores:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito para optar el título de INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA en el grado académico de LICENCIADO, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "ESTUDIO DE LA REDUCCION DEL BOSQUE DE PINABETE (*Abies guatemalensis* Rehder) Y SUS CONDICIONES MICROCLIMATICAS DE GERMINACION in situ EN PALESTINA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO".

En espera que el presente trabajo de investigación merezca la aprobación requerida, me suscribo de ustedes,

Respetuosamente,


Br. Alvaro Leonel Díaz Velásquez

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS Por permitirme llegar a este momento.
- A MI MADRE Clarita Velásquez Fuentes, por su dedicación maternal, sabias enseñanzas en mi educación primaria y permanente apoyo en mi carrera profesional.
- A MI ESPOSA Silvia Lorena Coronado, por su amor, comprensión y esfuerzo conjunto por alcanzar esta etapa de mi formación académica.
- A MI HIJO Alvaro Gerardo, como la razón de este esfuerzo y demostración de mi cariño.

TESIS QUE DEDICO

- A MIS ABUELOS Gerardo Velásquez y Juan Díaz, como respuesta al cariño que me brindaron en vida.
- A MI PADRE Alvaro Díaz Serrano, con respeto.
- A MIS HERMANAS Gladis y Lucy, con cariño.
- A MIS TIAS Juanita, Elenita y María Luisa Velásquez Fuentes, con aprecio.
- A MIS AMIGOS Arnoldo Arévalo, Mynor Cifuentes, Julio Chinchilla, Osmar Velasco, Oscar Fuentes, Elmer Gutiérrez, y Rudy Villatoro.
- A MIS CATEDRATICOS Ings. Agrs. César Godínez, Raúl Escobar, Fredy Hernández, Alvaro Hernández, Edgar Franco, Lauriano Figueroa, Marco Antonio Nájera, Victor Alvarez y Mynor Estrada.
- EN MEMORIA A Licenciada Martha Elena Salguero, Directora electa de la Escuela de Ciencia Política, por su grata amistad.
- Y EN ESPECIAL A Ing. Ftal. José Efraín Sosa, Marta Trujillo, Jorge Solórzano y mis compañeros de trabajo de la Coordinadora General de Planificación, Rectoría.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FUNDACION "MARIO DARY RIVERA"

PRESIDENTE Ing. Julio Enrique Obiols

VICEPRESIDENTE Dr. Juan de Dios Calle

SECRETARIO Lic. Arnoldo Daetz Caal

TESORERO Lic. Juan Mario Dary

PRO-TESORERO Lic. Ismael Ponciano

VOCAL Lic. Billy AlquiJay

A LA UNION MUNDIAL PARA LA NATURALEZA -UICN-

A LOS DOCENTES QUE HICIERON POSIBLE LA INVESTIGACION

Ings. Agrs. César Castañeda y Candelario Méndez, por su acertada asesoría técnica y científica.

Ings. Agrs. Edil Rodríguez, Rolando Lara, Oscar Leiva, Edgar Bautista, Hugo Jordán y Dr. Juan De Dios Calle.

A LOS TECNICOS DE DIRYA

A LA COMUNIDAD DE PALESTINA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO.

CONTENIDO

TITULO	PAGINA
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE ANEXOS	
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACION	3
4. MARCO TEORICO	4
4.1 Marco Conceptual	4
4.1.1 Ambiente y desarrollo	4
4.1.2 Bosques y ecología	6
4.1.3 Inventarios forestales	7
4.1.4 Factores que afectan la germinación de las semillas forestales	8
4.1.5 Taxonomía del <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	10
4.1.6 Descripción botánica del <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	11
4.1.7 Germinación de las semillas de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	16
4.2 Marco Referencial	18
4.2.1 Factores significativos de la reducción de los bosques en Centro América y Guatemala	18
4.2.2 Distribución geográfica del pinabete	22
4.2.3 Historia del pinabete en Guatemala	24
4.2.4 Importancia y usos del <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Guatemala	24
4.2.5 Características generales del área de estudio	25
4.2.6 Condiciones ecológicas del municipio	28
5. OBJETIVOS	31
5.1 General	31
5.2 Específicos	31
6. METODOLOGIA	32
6.1 Determinación de la composición florística y volumétrica a través del Inventario forestal	32
6.1.1 Levantamiento del inventario	32
6.1.5 Procesamiento de la información	37
6.2 Determinación de las condiciones microclimáticas <i>in situ</i> en que germinan las semillas de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	39
6.2.1 Selección del área de monitoreo	39

6.2.2	Monitoreo de humedad	40
6.2.3	Monitoreo de temperatura	43
6.2.4	Características físicas, químicas y biológicas del suelo	44
6.3	Determinación de los usos que la población humana le da al bosque de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder, los ingresos económicos que perciben de él y la actitud que asumen frente a dicho recurso	44
6.4	Determinación de la reducción del bosque de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en el municipio de Palestina de los Altos durante el período de 1,972 a 1 991	46
7.	RESULTADOS	47
7.1	Situación y características de los rodales de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en el municipio de Palestina de los Altos	47
7.1.1	Localización y extensión	47
7.1.2	Composición florística	49
7.1.3	Clases diametrales y volumetría	52
7.1.5	Características morfológicas y sanitarias	58
7.1.6	Localización de árboles potencialmente semilleros de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	63
7.2	Condiciones microclimáticas <u>in situ</u> en las que germinan las semillas de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	64
7.2.1	Humedad del suelo	64
7.2.2	pH del suelo	69
7.2.3	Características físicas del suelo	69
7.2.4	Características químicas del suelo	71
7.2.5	Características biológicas del suelo	72
7.2.6	Temperatura del suelo	73
7.3	Relación de las condiciones microclimáticas del suelo con la germinación	81
7.4	Usos que la población humana le da al bosque de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder, los ingresos económicos que perciben de él y la actitud que asumen frente a dicho recurso forestal	83
7.5	Determinación de la reducción de los bosques de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder durante el período de 1972 a 1991 en el municipio	90
7.6	Relación entre la composición florística, volumetría y uso de los bosques de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	92
8.	CONCLUSIONES	93
9.	RECOMENDACIONES	95
10.	BIBLIOGRAFIA	96
11.	ANEXOS	101

INDICE DE CUADROS

NUMERO	PAGINA
1. Distribución geográfica del pinabete (<u>Abies guatemalensis</u> Rehder) en Guatemala	23
2. Localización referencial de las parcelas de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos, 1993	34
3. Información general de los bosques artificiales de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos, 1993	47
4. Especies arbóreas presentes en rodales de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos, 1993	50
5. Especies arbustivas presentes en rodales de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos, 1993	51
6. Especies herbáceas presentes en rodales de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos, 1993	52
7. Estadísticos del inventario forestal realizado en los rodales de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder, en Palestina de los Altos, 1992	53
8. Datos de área basal y volumen total de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en las parcelas muestreadas en Palestina de los Altos, 1993	54
9. Área basal y volumen total de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder por clase diamétrica en las 17 parcelas muestreadas en Palestina de los Altos, 1993	55
10. Distribución en número de árboles y volumen total (m ³) por clase diamétrica según la forma del fuste en las 17 parcelas de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder, en Palestina de los Altos, 1993	59
11. Sanidad y estado de la copa de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder, en los rodales de Palestina de los Altos, 1993	61
12. Información general de árboles semilleros en los rodales de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos, 1993	64

13. Humedad y pH del suelo durante la germinación in situ de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993 65
14. Contenido de nutrientes del suelo en un rodal de los bosques de Abies guatemalensis Rehder en Palestina de los Altos, 1993 71
15. Temperatura extrema del suelo de un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, correspondientes a 4 horarios de registro, del 2 de enero al 11 de abril de 1993 74
16. Registros de temperatura ambiental (°C) durante los primeros cuatro meses de los años 1991-1992, estación meteorológica "Labor Ovalle", Quetzaltenango 77
17. Propietarios de la tierra y extensión de las fincas, en Palestina de los Altos, 1993 86
18. Principales cultivos, extensión total y porcentaje de familias que los realizan en Palestina de los Altos, 1993 86
- 19A. Tabla de equivalencias entre cmHg del tensiómetro y % de humedad a partir del método gravimétrico en suelos de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, 1993 103
- 20A. Valores de importancia de los estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo en las parcelas muestreadas de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, 1993 106
- 21A. Datos de volumen total de otras especies forestales en las parcelas muestreadas de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, 1993 108

INDICE DE FIGURAS

NUMERO		PAGINA
1.	Hojas de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	11
2.	Estróbilo masculino de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	12
3.	Escamas del estróbilo femenino de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	13
4.	Estróbilos maduros de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	14
5.	Semillas aladas de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	15
6.	Arbol adulto de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	16
7.	Germinación epígea y desarrollo de la plántula de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder	17
8.	Localización geográfica del municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango	27
9.	Tamaño y forma de las parcelas de muestreo utilizadas en el inventario del bosque de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos	33
10.	Localización de las unidades muestrales de los bosques de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos	35
11.	Area de monitoreo de datos microclimáticos en el suelo de un rodal del bosque de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder, en Palestina de los Altos, 1993	40
12.	Aparatos instalados en el área de monitoreo de datos microclimáticos en el suelo de un rodal del bosque de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder, en Palestina de los Altos, 1993	41
13.	Curva característica de retención de humedad, en suelos de pinabete (<u>Abies guatemalensis</u> Rehder) de los rodales de Palestina de los Altos, 1993	43
14.	Localización de los bosques artificiales de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en Palestina de los Altos	48
15.	Relación entre clase diamétrica y frecuencia (árboles/ha) en <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en rodales de Palestina de los Altos, 1993	56
16.	Relación entre clase diamétrica y área basal/ha de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en rodales de Palestina de los Altos, 1993	57
17.	Relación entre clase diamétrica y volumen total/ha de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder en rodales de Palestina de los Altos, 1993	58

18. Proporción volumétrica de las formas del fuste de Abies guatemalensis Rehder en los rodales de Palestina de los Altos, 1993 60
19. Situación de sanidad de Abies guatemalensis Rehder en los rodales de Palestina de los Altos, 1993 61
20. Tipos de estado de la copa de Abies guatemalensis Rehder en los rodales de Palestina de los Altos, 1993 63
21. Comportamiento de la humedad del suelo en un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993 68
22. Comportamiento del pH en el suelo en un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993 69
23. Perfil del suelo de un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder en Palestina de los Altos, 1993 70
24. Raíz de Abies guatemalensis Rehder conteniendo ectomicorrizas 73
25. Comportamiento de la temperatura del suelo en un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, registrada a las 07:00 hrs. del 2 de enero al 11 de abril de 1993 78
26. Comportamiento de la temperatura del suelo en un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, registrada a las 13:00 hrs. del 2 de enero al 11 de abril de 1993 78
27. Comportamiento de la temperatura del suelo en un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, registrada a las 18:00 hrs. del 2 de enero al 11 de abril de 1993 79
28. Comportamiento de la temperatura del suelo en un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, registrada a las 21:00 hrs. del 2 de enero al 11 de abril de 1993 79
29. Comportamiento de la temperatura promedio del suelo en bosques de Abies guatemalensis Rehder, registrada durante los 100 días de monitoreo en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993 80
30. Temperatura promedio del suelo en bosques de Abies guatemalensis Rehder registrada durante los cuatro horarios de monitoreo en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993 81
31. Areas de vocación forestal transformadas en zonas de cultivos en Palestina de los Altos, 1993 87

32.	Ovejas pastando en bosques de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder, en Palestina de los Altos, 1993	88
33.	Ramilla cortada de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder conteniendo conos portadores de semillas en Palestina de los Altos, 1993	89
34.	Campeños con ramillas de <u>Abies guatemalensis</u> Rehder para su comercialización en Palestina de los Altos, 1993	89
35.	Localización de las áreas boscosas correspondientes a los años 1972 (b) y 1991 (a), de Palestina de los Altos	91

INDICE DE ANEXOS

<u>NUMERO</u>	<u>PAGINA</u>
1. Boleta de Campo	102
2. Boleta de Encuesta	104

ESTUDIO DE LA REDUCCION DEL BOSQUE DE PINABETE (*Abies guatemalensis* Rehder) Y SUS CONDICIONES MICROCLIMATICAS DE GERMINACION *in situ*, EN PALESTINA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO.

STUDY OF THE REDUCTION OF PINABETE FOREST (*Abies guatemalensis* Rehder) AND ITS GERMINATION MICROCLIMATIC CONDITIONS *in situ*, IN PALESTINA DE LOS ALTOS, QUETZALTENANGO.

RESUMEN

El *Abies guatemalensis* Rehder es una especie conífera nativa de Guatemala, distribuida en las montañas más altas del país y está considerada como una especie en peligro de extinción. En 1941, fue enlistada como una especie protegida en el país. Asimismo, en Estados Unidos de Norte América fue enlistada en 1973 como una especie amenazada y en peligro de extinción, por lo que tienen prohibida la importación de sus productos.

El objetivo general de la investigación fue estudiar la reducción del bosque de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) y sus condiciones microclimáticas de germinación *in situ* en el municipio de Palestina de los Altos, Quetzaltenango. La metodología utilizada para este estudio consistió en determinar la composición florística y volumétrica de estos bosques, determinar las condiciones microclimáticas en las que germinan las semillas en forma natural, los usos que la población humana le ha dado y la reducción que ha sufrido dicho recurso en el municipio.

Los resultados obtenidos indican que la composición florística de los bosques tiene poca diversidad, encontrando 12 especies arbóreas, 10 arbustivas y 13 herbáceas. La densidad es de 235 árboles/ha, el área basal de 6.5 m²/ha y un volumen total de 56.24

m³/ha. Se localizaron 27 rodales de pinabete en el municipio en los que el 85.5% de los árboles tienen DAP menores de 20 cm, encontrando únicamente 9 árboles semilleros. Las copas de los árboles presentan problemas de desramado y descopado en un 44.4%, cuya causa ha sido el aprovechamiento y comercialización para árboles navideños.

Las condiciones microclimáticas del suelo en los rodales donde germinan las semillas de pinabete, registran rangos de humedad de 22 a 53.1%; niveles de pH que van de 5.9 a 6.3; temperaturas extremas mínimas de 4.5 a 10.2 °C y máximas de 5.4 a 11.2 °C.

Los bosques en el municipio sufrieron una reducción del 55%, durante un período de tiempo de 1972 a 1991, lo cual representa 1,107 has.

1. INTRODUCCION

El presente estudio se desarrolló en bosques del municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango, contando con la base técnica para estudiar el nivel y estado en que se encuentran actualmente los rodales de pinabete, la cantidad de árboles jóvenes y maduros, sus características fenotípicas, las condiciones naturales en las que se desarrolla la germinación, árboles potencialmente semilleros y bosques artificiales. Así mismo, a través del método científico se conoció el grado de beneficio que los habitantes han recibido del uso de estos bosques y el manejo que le han brindado.

En el municipio, al igual que en el altiplano del país el crecimiento de la frontera agrícola es acelerado, por lo que fue necesario conocer las características de la misma, los cultivos y prácticas agrícolas que se realizan, el nivel de conservación del suelo y demás actividades colaterales como el pastoreo.

La metodología general consistió en realizar un inventario forestal del bosque de Abies guatemalensis Rehder, utilizando un Muestreo Simple Aleatorio, el cual permitió tomar muestras en diez y siete parcelas circulares de 500 m². El número total de rodales donde se encuentra presente la especie es de 27, cuyos tamaños son generalmente menores a 0.5 hectáreas y en donde las principales especies forestales que conviven con el pinabete son: Pinus avacahuite Ehrenberg, Pinus rudis Endl., Quercus benthami A.DC., Quercus conspersa Benth., Quercus peduncularis Née, Alnus arguta (Schlecht.) Spach., Alnus jorullensis HBK. y Cupressus lusitanica

Miller. Durante el inventario se localizaron árboles semilleros de pinabete, encontrando únicamente nueve árboles padre, cuyas características fenotípicas podrían permitir garantizar la calidad del germoplasma y la sobrevivencia de la especie.

Se establecieron las condiciones microclimáticas *in situ* en las que se desarrolla la germinación de la especie, monitoreando la humedad, el pH y temperatura del suelo, así también haciendo análisis físico, químico y biológico de dicho suelo. El establecimiento de las condiciones socioeconómicas de la población y los beneficios recibidos del bosque se determinaron por medio de una boleta de encuesta levantada en base a un Muestreo Simple Aleatorio, conociendo los principales usos que se le da a la especie, complementando la información con entrevistas, caminamientos y observación directa.

Para el análisis de la reducción del bosque durante el período de 1,972 a 1,991 se utilizó fotografía aérea de esos años, fotointerpretándola y elaborando mosaicos que permiten establecer diferencias gráficas de la situación actual del bosque y la extensión aproximada que ha sido deforestada, la cual es de 55 %.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El *Abies guatemalensis* Rehder es una especie conífera nativa de Guatemala y distribuida especialmente en las montañas más altas del país, actualmente está considerada como una de las especies forestales en peligro de extinción.

Donahue (15), indica que Guatemala la colocó en su lista de protección de especies arbóreas y de fauna desde 1,941. Asimismo, en Estados Unidos de Norte América esta especie se enlistó bajo dos tratados de conservación internacional, por United States Endangered Species (Estados Unidos por las especies en Peligro) según acta suscrita en 1,973 como una especie amenazada y en peligro de extinción, regla que fue efectiva desde 1,979 por el Servicio de Pesca y Fauna Silvestre de Estados Unidos de Norte América (Fish and Wildlife Service) (50), por lo que tienen prohibida la importación de los productos de esta especie.

La deforestación y crecimiento de la frontera agrícola, el sobrepastoreo, algunas plagas y enfermedades, pero especialmente el uso de pinabete como madera de aserrío, leña y árbol de navidad, son factores determinantes que han propiciado la reducción de los rodales del municipio de Palestina de los Altos.

3. JUSTIFICACION

Es de interés nacional encaminar esfuerzos y disponer recursos humanos, físicos y financieros, destinados a la preservación y conservación del patrimonio natural, en especial referencia a las especies declaradas en vías de extinción.

Para la Facultad de Agronomía y la Fundación "Mario Dary Rivera", es de vital importancia conocer la situación actual de los bosques de Abies guatemalensis Rehder en el país, así como la conducta que asume la población humana que convive directamente con dicho recurso forestal.

La generación de información básica y actualización de la existente, permitirá plantear posible alternativa de solución y hacer propuestas reales que enfoquen en su justa dimensión el problema forestal, la recuperación y conservación de la especie, el problema con respecto a la tenencia de la tierra, el crecimiento de la frontera agrícola y las necesidades de fuentes alternas de energía, como situaciones urgentes de resolver.

4. MARCO TEORICO

4.1 MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Ambiente y desarrollo

Los estudios que se realizan en cualquier parte del mundo con relación a las poblaciones humanas y su ambiente, permiten la creación de tecnologías adecuadas, altamente efectivas y de bajo costo, las que pueden duplicarse a nivel nacional y que bien pueden ser encaminadas a resolver las principales necesidades socio-económicas específicas y del ambiente en las comunidades (16).

Las Leyes que rigen nuestro país, en teoría establecen la supuesta vigilancia de los intereses nacionales, el bienestar de la persona humana, así como garantizar la protección y buen manejo de los recursos naturales o patrimonio natural, tal como lo indica la Constitución Política de la República (34).

Son varios los llamados que se hacen a integrar la conservación de los recursos naturales y su desarrollo, en donde se respeten los límites de la naturaleza, reduciendo el derroche de los recursos y que juntos, la conservación y el desarrollo sostenido, permita a la humanidad tener acceso a una vida prolongada, saludable y satisfactoria (52).

Cuidar la Tierra, no solamente debe quedar en un proceso de análisis sino que debe ser un plan de acción. El desarrollo sostenible de los recursos naturales, debe tomarse como "el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias". El desarrollo no debe lograrse a expensas de otros grupos o de las generaciones futuras, ni amenazar la supervivencia de otras especies (52).

El desarrollo debe basarse en la conservación de sistemas sustentadores de vida, como los procesos ecológicos que mantienen al planeta apto para la vida modelando el clima, pureza del aire y el agua que regulan el caudal de afluentes; reciclan elementos esenciales, crean y regeneran suelos y permiten a los ecosistemas renovarse a sí mismos. Es importante conservar la biodiversidad para mantener la gama de poblaciones genéticas dentro de cada especie y toda variedad de ecosistemas. Desarrollo es también velar

por que la utilización de los recursos naturales renovables sea sostenible, tales como suelo, especies silvestres y domesticadas, bosques, praderas, tierras cultivadas y ecosistemas marinos (52).

4.1.2 Bosques y ecología

Un bosque, "es una comunidad biológica en la que predominan los árboles y otra vegetación leñosa" (47). La Ecología es la "ciencia que estudia las interrelaciones de los organismos en y hacia su medio ambiente" (47). Por lo tanto, la ecología forestal "considera al bosque como una comunidad biológica, con las interrelaciones entre los diversos árboles y otros organismos que constituyen la comunidad y con la interacción entre estos organismos y el medio ambiente físico en el cual coexisten" (47). Ernest Haeckel (47) propuso en 1,866 el término oecology, derivado del Griego oikos, que significa casa o lugar para vivir y que al final lo definió como "el estudio de las relaciones recíprocas entre los organismos y su medio ambiente", por lo que a nivel de ecología forestal el bosque es una de las formas de vida fisionómicas básicas, por medio del cual las comunidades bióticas pueden ser clasificadas. Un bosque puede ser definido también en función de los árboles que lo componen y que son los que le dan a la comunidad su fisonomía característica; así podemos

determinar bosques de coníferas, latifoliadas, mixto, o más específico de ciprés, pinabete, etc. (47).

4.1.3 Inventarios forestales

Según Fajardo (18), son considerados como un "trabajo de evaluación de los recursos forestales, que se realizan con el objeto de determinar la extensión y cuantía de los volúmenes en pie, las especies que lo constituyen, los enemigos naturales que lo atacan, los lugares exactos donde se localizan y otros aspectos entre los que sobresalen el cálculo de sus incrementos, es decir, de su rendimiento o producción anual de madera". Es también, registrar información que permita conocer y medir el recurso forestal con que cuenta el país, a través de inventarios forestales que son una estimación de la cantidad de madera de un bosque, describiendo la cantidad y calidad de los árboles, las características de la zona del terreno donde crecen, la flora y fauna que en él conviven y especialmente la conducta del hombre ante la naturaleza, (20).

La importancia de un inventario forestal radica en que tradicionalmente no se protege adecuadamente los bosques, ni sabemos si estamos aprovechando el recurso en toda su capacidad productiva. Para Fajardo (18), la "finalidad que persigue y la realidad que logra el inventario son los datos

indispensables para formular una política forestal realista y un programa eficiente de protección y aprovechamiento económico de nuestros bosques".

4.1.4 Factores que afectan la germinación de las semillas forestales

Los recursos naturales son influenciados por el clima. De acuerdo con el Atlas Climatológico para la República de Guatemala (31), el "clima que existe en el medio en que vivimos es consecuencia de la acción del Sol sobre la Tierra, a través de la Atmósfera. Esta y el suelo terrestre conforman un sistema físico que se relaciona perfectamente y el clima es consecuencia de las entradas y salidas de energía que varían de acuerdo a mecanismos cuyo fin es mantener el equilibrio, distribuyéndola equitativamente. Es una manifestación del comportamiento de la atmósfera sujeta a fluctuaciones que se hacen sentir en una zona determinada". El clima, se refiere a las condiciones meteorológicas que cambian continuamente de acuerdo a valores que adquiere cada uno de sus elementos, imprimiendo su sello a la naturaleza.

Por otro lado, Gloyne y Lomas (23) manifiestan que el **microclima** se refiere a "las características especiales que adquiere el clima bajo condiciones muy restringidas", como ocurre por ejemplo dentro del sotobosque, donde la capa de aire comprendida entre

el suelo y la altura alcanzada por los arbustos queda confinada. El bosque es un verdadero microclima, en donde las condiciones reinantes e interacción de la flora, fauna, microflora y microfauna, le imprimen un sello característico. Por ejemplo, el interior de un bosque es sensiblemente más fresco de lo que corresponde a la comarca que lo rodea, la temperatura máxima disminuye y la mínima aumenta, se establece un equilibrio de radiaciones y contrarradiaciones entre el suelo y el follaje que tiende a conservar el calor que se haya podido almacenar durante el día. "En el interior de un bosque se observa también un sensible aumento de la humedad, gracias a la transpiración continua y a que la difusión hacia el exterior tropieza con dificultades. Ya se sabe que la evaporación, con la ayuda de la vegetación, es mucho mayor que sin ella, y en el caso de los árboles todavía más, pues ellos son capaces de extraer agua del subsuelo y desde mucha profundidad. Cuando la vegetación es herbácea, además de que las raíces son someras, la difusión hacia arriba es más eficaz, de donde resulta que la perturbación es menor" (23)

En tal sentido el piso forestal, en condiciones naturales se considera como un verdadero banco de semillas almacenadas. Spurr y Barnes (47), opinan que la "germinación de las semillas forestales está condicionada a factores de humedad, temperatura,

nutrientes, espacio y otros elementos del medio que pueden favorecer o llegar a ser insuficientes para la germinación y crecimiento de las plantas".

4.1.5 Taxonomía del Abies guatemalensis Rehder

Para el género Abies, el doctor C.L. Lundell propuso una nueva especie para Guatemala en 1,940, siendo Abies tacanensis Lundell (2). En 1,963, esta especie fue transformada al rango de variedad por el profesor Máximo Martínez, Abies guatemalensis var. tacanensis (Lundell) Martínez (2).

Los criterios básicos para hacer esta nueva clasificación a 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" (2).

Anteriormente se aseguraba que el Abies religiosa (HBK) Schl. ed. Cham. 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 Holdrige (2),

lo que tampoco se ha justificado científicamente.

Abies guatemalensis Rehder, según el sistema Cronquist (11) pertenece a la división Pinophyta, clase Pinopsida, orden Pinales y familia Pinacea.

4.1.6 Descripción botánica del *Abies guatemalensis* Rehder

Esta planta pertenece a la familia Pinaceae, la que posee hojas lineales dispuestas helicoidalmente y sus órganos femeninos se convierten en estróbilos leñosos (49). 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 y 9 años, raramente más. De acuerdo con la figura 1, 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 (49).



FIGURA 1 Hojas de *Abies guatemalensis* Rehder. b=base, l=lámina.

En cuanto a su reproducción, esta es básicamente sexual, por la 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 (47).

De acuerdo con Strasburger (49), 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" (figura 2).

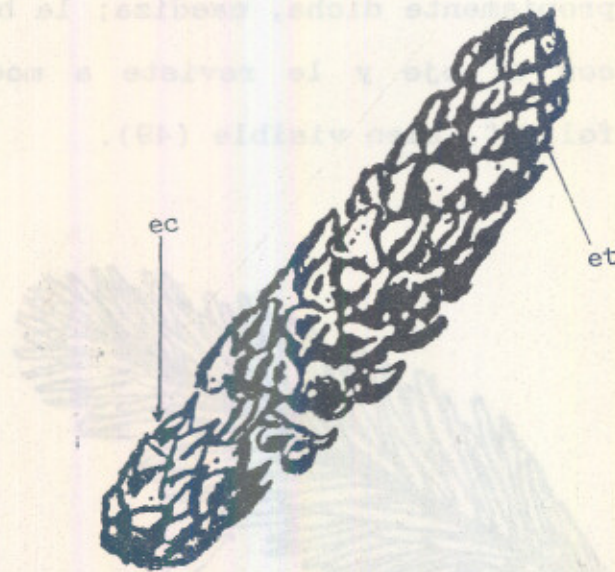


FIGURA 2 Estróbilo masculino de *Abies guatemalensis* Rehder. ec=escamas, et=estambres. (Tomado de Strasburger, E.; Noll, F.; Schimper, A.F.W. 1953, ref. 49).

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" (49). 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 (49) (figura 3).

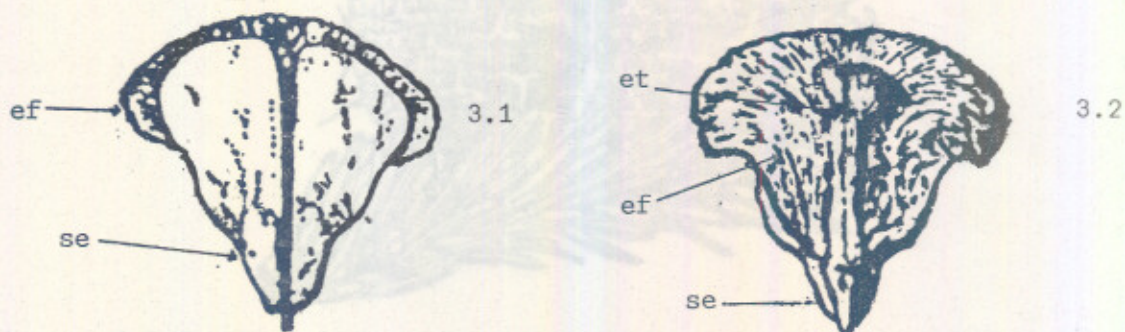


FIGURA 3 Escamas del estróbilo femenino de *Abies guatemalensis* Rehder. et=escama tectriz, ef=escama fructífera, se=semillas. 3.1=vista por arriba, 3.2=vista por abajo. (Tomado de Strasburger, E.; Noll, F.; Schimper, A.F.W. 1953, ref. 49).

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 (49) (figura 4). Esta piña o cono mide en su madurez entre 8.5 y 11.5 centímetros de largo y entre 4.5 y 5.0 centímetros de diámetro, siendo cilíndrico y resinoso.

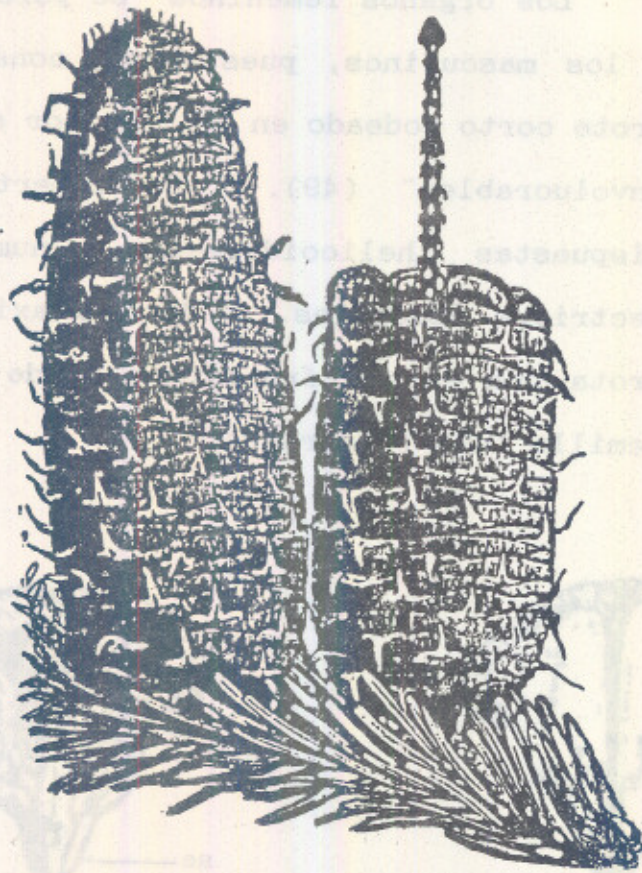


FIGURA 4 Estróbilos maduros de *Abies guatemalensis* Rehder. (Tomado de Strasburger, E.; Noll, F.; Schimper, A.F.W. 1953, ref. 49)

Los órganos femeninos siempre se encuentran "orientados hacia lo alto cuando están a punto de ser polinizadas" (49), 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 (figura 5). La época de producción de semillas en bosques del país es durante los meses de noviembre, diciembre y enero (2, 8).

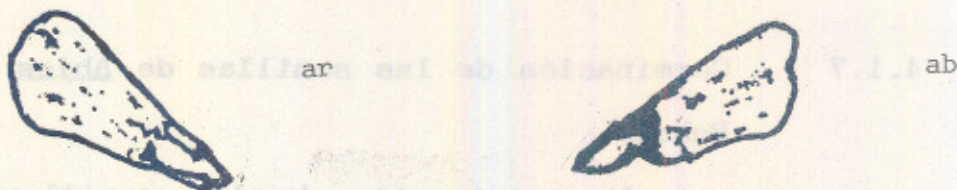


FIGURA 5 Semillas aladas de *Abies guatemalensis* Rehder. ar=vistas por arriba, ab=vistas por abajo. (Tomado de Strasburger, E.; Noll, F.; Schimper, A.F.W. 1953, ref. 49)

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-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 (1, 47, 51). Estos árboles llegan a medir hasta 50 metros de altura, con diámetros a la altura del pecho -DAP- de 1.6 metros (figura 6) (8, 42, 47).



FIGURA 6 Arbol adulto de *Abies guatemalensis* Rehder. (Tomado de Peñalongo, R.; Zanotti, J.R. 1989 ref. 42).

4.1.7 Germinación de las semillas de Abies guatemalensis Rehder

La germinación de las semillas de pinabete (Abies guatemalensis Rehder) es epigea, la cual consiste en que los cotiledones y el pericarpio (pared del fruto) se elevan sobre la superficie por la elongación del hipocotilo, siendo el patrón típico de germinación de casi todas las coníferas (47). Las especies como el pinabete con desarrollo epigeo, almacenan relativamente pocos nutrientes en el endosperma y cotiledones, liberando rápidamente los cotiledones para que por medio de la fotosíntesis puedan estimular el desarrollo temprano de las raíces, tal y como se aprecia en la figura 7. Con respecto a las etapas de desarrollo del cotiledón, se reconocen cuatro etapas, según Marshall y Kozlowski, 1,977 (47):

Almacenamiento. En las células del cotiledón están distribuidas reservas alimenticias (grasas, carbohidratos, proteínas) y nutrientes minerales. Las reservas y los nutrientes se utilizan durante los primeros días del crecimiento.

Transición. Cuando son expuestos a la luz se producen cambios que empiezan con el desarrollo cloroplástico y la síntesis clorofílica, desarrollan los estomas, se expanden las células epidérmicas y se forman en el mesófilo los espacios intercelulares.

Fotosíntesis. Contribuye en forma importante al desarrollo de las yemas del ápice y laterales posteriores del tallo y la raíz. En algunas especies forestales comienza una fotosíntesis apreciable de 4 ó 6 días después de emerger la radícula. Los picos de actividad fotosintética aparecen de 8 a 15 días después y continúan durante 4 semanas.

Senectud. El peso seco se reduce y algunos nutrientes minerales son trasladados dentro de la planta de semillero a medida que declina la función del cotiledón.

Los cotiledones son extremadamente importantes para el desarrollo de las plántulas durante las primeras semanas. Cualquier daño que sufran causados por animales, heladas, etc., inhibirán el crecimiento de la planta (figura 7) (47).

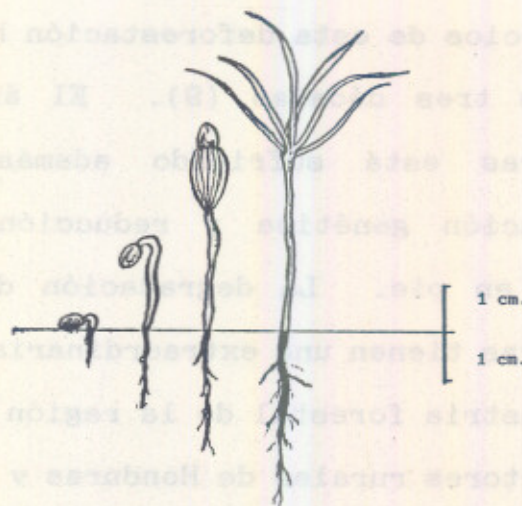


FIGURA 7 Germinación epigea y desarrollo de la plántula de *Abies guatemalensis* Rehder. A 1, 2, 6 y 10 días; s=semilla, h=hipocotilo, r=radícula, c=cotiledones. (Tomado de Spurr, S.H.; Barnes, B.V. 1982 ref. 47).

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 Factores significativos de la reducción de los bosques en Centro América y Guatemala

De acuerdo con la Agenda Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (9), el potencial para el desarrollo forestal en América Central está basado en 19 millones de hectáreas existentes de bosque y en 13 millones de hectáreas de tierras de vocación forestal que actualmente no tienen bosque. Sin embargo, se tienen pérdidas en la cobertura boscosa de casi 3,000 kilómetros cuadrados por año, en el área. Se estima que en Centroamérica se deforestan alrededor de 416,000 hectáreas anuales (48 hectáreas por hora), tasa que es creciente en el tiempo (9). El área de vocación forestal que ya se encuentra sin bosque representa el 64% del territorio, considerando que dos tercios de esta deforestación ha ocurrido en las últimas tres décadas (9). El área de bosque de coníferas está sufriendo además una importante degradación genética y reducción del volumen de madera en pie. La degradación de los bosques de coníferas tienen una extraordinaria importancia para la industria forestal de la región y para energía en los sectores rurales de Honduras y Guatemala, países en los que proveen el 90% y 60% de la madera aserrada respectivamente y cuyas poblaciones dependen de estas

fuentes en más del 60% de su consumo energético. Es importante resaltar que Costa Rica y Panamá cuentan únicamente con bosques de latifoliadas y no así de coníferas, por lo que la pérdida del recurso forestal está teniendo consecuencias sociales y económicas que hasta la fecha no se han valorado adecuadamente (9).

Guatemala ha sido un país rico en recursos naturales, especialmente en el aspecto forestal, ya que de los 108,889 kilómetros cuadrados de superficie que conforman el territorio nacional, el 72% es considerado de vocación forestal; sin embargo, en 1980 se estimó que menos del 40% de nuestro territorio estaba cubierto con bosques naturales latifoliados, coníferas, mixtos y manglares, (4, 22). El Plan de Acción Forestal Tropical (PAFT) en 1992, reporta que nuestro país posee 3,566,000 hectáreas de bosques latifoliados, 810,000 hectáreas con bosques de coníferas y que el área deforestada por año es de 90,000 hectáreas (9).

Los factores que impactan en el deterioro de los bosques son diversos, mismos que se detallan a continuación:

- A. La situación económico-social de la población rural y la falta de una política adecuada de distribución de la tierra que contemple aspectos relacionados con la vocación del suelo. La necesidad que presentan a diario las familias del área rural en relación a más

tierra para cultivos de subsistencia, ha crecido ostensiblemente. De acuerdo con los datos que se reportan, el número de familias minifundistas pobres que poseían una manzana o menos de terreno, para 1967 era de 85,053, ya en 1979 dicha cifra aumentó a 247,090, mientras que para 1992 sobrepasa el medio millón de propietarios (6, 10).

B. El crecimiento de la población humana, en el año 1950 se reportaron 2.8 millones de habitantes en Guatemala, en 1978 fueron 6 millones de habitantes y en 1993 sobrepasan los 9 millones (6, 16). Esta cantidad constituye casi un tercio de la que se registra a nivel Centroamericano (9), la cual es de 30 millones de habitantes, considerándose que para la próxima década aumentará a 42 millones de Centroamericanos, colocando a Centroamérica después del Africa como la región donde el crecimiento poblacional aumenta con mucha velocidad, duplicándose cada 25 años (9). Este fenómeno puede notarse principalmente en cómo las aldeas y sus poblaciones dispersas están pasando a comunidades más concentradas y de mayor tamaño. Asimismo, producto de este cambio se visualiza un rápido crecimiento de la frontera agrícola, una marcada deforestación, aumento en la erosión del suelo, presencia de más basureros, suciedad y ruidos. Las repercusiones sobre la población humana en estas áreas afectadas se

traducen en cambios bruscos de clima, reducción o falta de agua potable, problemas de letrización y drenajes, alarmantes índices de morbilidad y mortalidad infantil, etc. (6, 16).

C. Falta de programas y planes de gobierno en cuanto a un adecuado manejo forestal en la mayoría de las comunidades con áreas boscosas del país, que planteen un manejo sostenido del recurso. El uso de los suelos de vocación forestal para cultivos intensivos, ha permitido la pérdida de valiosos especímenes de la flora y la fauna (6).

D. Los incendios forestales provocados o naturales que se generan en muchos bosques y la presencia de plagas y enfermedades en los mismos, tales como: gorgojo y roya en el pino, gusano medidor en ciprés común, coleópteros en pinabete, muérdago en diferentes especies forestales, etc. (6, 21).

E. Escasa o casi ninguna reforestación con planes de seguimiento en las áreas taladas y de vocación forestal. Dentro de todas estas causas se puede mencionar también la poca investigación generada o poco aplicada con relación a problemas en la germinación de las semillas. Por ejemplo, en pinabete se registran porcentajes muy bajos de germinación debido posiblemente a problemas genéticos o fisiológicos, por lo que el Banco de Semillas Forestales del país reporta un porcentaje del 8% de

germinación en la especie (6, 22, 33).

4.2.2 Distribución geográfica del pinabete

A. A nivel mundial

La Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México -CAMCORE- (15) reporta la presencia de Abies guatemalensis Rehder en el sur de México, Guatemala, Honduras y El Salvador. A nivel mundial, Spurr y Barnes (47) indican que el género Abies aunque con otras especies es reportado en las montañas altas del este y oeste de Norteamérica, las montañas del centro de Europa y en dirección sur hasta los Pirineos, así también en los Himalaya, en las montañas del Cáucaso y la región del Mar Negro de Turquía, en las de Africa del Norte, Asia Menor y del norte de Indochina.

B. A nivel nacional

De acuerdo con Holdridge de las ocho zonas de vida donde se encuentran localizadas las coníferas de Guatemala, son 3 las más importantes en donde se circunscribe la especie Abies guatemalensis Rehder, así: Bosque Muy Húmedo Montano Sub-Tropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Sub-Tropical y Bosque Húmedo Montano Bajo Sub-Tropical, (2, 12).

Esta especie generalmente se encuentra asociada con Pinus hartwegii Lindl en los Cuchumatanes, con Pinus avacahuite Ehrenberg en María Tecún, San Marcos

y Quetzaltenango; en áreas donde la temperatura sube de 12°C, se mezcla con *Cupressus lusitanica* Miller, *Pinus pseudostrobus* Lindl y *Pinus rudis* Endl (2).

El pinabete es reportado por investigadores nacionales y extranjeros localizándolo principalmente en las montañas altas del país, según el Cuadro 1.

CUADRO 1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL PINABETE (*Abies guatemalensis* Rehder) EN GUATEMALA.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS
San Marcos	Tacaná, Ixchiguán, Tajumulco (volcán), San Lorenzo, Tejutla, Comitancillo, San Marcos (astillero municipal) y San Pedro Sacatepéquez (astillero municipal)
Quetzaltenango	San Carlos Sija, San Francisco La Unión, San Miguel Siguilá, San Martín Sacatepéquez, Palestina, San Juan Ostuncalco, Sibilia, Cabricán (Cumbres de Calel), Cantel y Zunil (volcán de Zunil)
Huehuetenango	San Juan Ixcoy, Todos Santos Cuchumatán, San Juan Atitán, San Mateo Ixtatán, Santa Cruz Barillas, Chiantla, San Rafael Petzal, San Pedro Soloma, Santa Eulalia y Aguacatán
Totonicapán	San Francisco El Alto, Santa María Chiquimula, Santa Lucía La Reforma, Totonicapán y Montañas María Tecún
El Quiché	Nebaj y Sierra de los Cuchumatanes
Sololá	Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán y San José Chacayá
Chimaltenango	Tecpán
Jalapa	Mataquescuintla
Chiquimula	Ipala
Zacapa	Sierra de las Minas

Fuente:

Aguilar, J.; Ponciano, I.; Dary, J. 1988 (2), Coc, A.; Girón, C. 1988 (8), Donahue, J. et al 1985 (15), García, G. 1989 (22), González, J. 1979 (24), Suchini, A. 1990 (50).

4.2.3 Historia del pinabete en Guatemala

El género Abies, se cree que migró desde Norte América hasta las montañas del sur de México a mediados de la era terciaria, hace aproximadamente 16 millones de años (15). Según -CAMCORE- (15), buena parte del altiplano del sur de México y Guatemala, tenían una abundancia de especies coníferas, pero fue parcialmente deforestado por el cultivo migratorio de los mayas mucho antes de que llegaran los españoles a principios del siglo XVI.

Durante la Colonia Española se aceleró la deforestación, ya que se necesitaba la madera para construir los nuevos centros administrativos. Sin embargo, el Abies guatemalensis Rehder todavía era abundante en el altiplano occidental de Guatemala hasta el siglo XIX y aún se encontraba ampliamente disperso en el área hasta los años 40, pero a finales de 1950 la mayor parte de los rodales, exceptuando aquellos que se encontraban en tierras del gobierno, habían sido profundamente explotados (15).

4.2.4 Importancia y usos de Abies guatemalensis Rehder en Guatemala

El pinabete (Abies guatemalensis Rehder) es un componente natural de los bosques de Guatemala, especialmente del altiplano occidental del país y conforme transcurre el tiempo el número de individuos

va siendo cada vez menor.

La madera del pinabete, llamado también abeto o pashaque tiene gran demanda, pues se le explota en mayor escala por su buena apariencia y aroma como árbol navideño. La madera generalmente se utiliza para forros, teja de manil, construcciones, muebles, cajas para embalaje, artesanías, fabricación de papel y obtención de oleorresina; los conos, brotes y hojas se usan para medicina y condimentos (8, 24, 42). La madera es de color blanco en la zona de albura, rojiza en la zona medular; con olor fuerte; el hilo es recto; es medianamente dura y altamente resistente al ataque del gorgojo del pino (*Dendroctonus* spp.).

4.2.5 Características generales del área de estudio

- A. **Extensión y ubicación:** el municipio de Palestina de los Altos, cubre una extensión de 48 kilómetros cuadrados (30). Está considerado como uno de los más altos del departamento, registrando en su parte baja 2,400 metros sobre el nivel del mar en donde se localiza la aldea El Carmen, mientras que en la parte más alta se encuentran las aldeas Buena Vista y El Edén, registrando hasta 3,100 metros de altura sobre el nivel del mar. Este municipio se localiza en la cuenca del Río Naranjo y en las márgenes de los ríos

Pataná, Turbalá y Suj. La cabecera municipal está ubicada en las coordenadas: 14° 55' 35" Latitud Norte y 91° 41' 38" Longitud Oeste, a 234 kilómetros de la ciudad capital por carretera de asfalto (ver figura 8). Sus límites son: al Norte, con los municipios de Sibilia, Cajolá y San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos; al Sur, con San Juan Ostuncalco; al Este, con Cajolá, San Juan Ostuncalco y San Carlos Sija, al Oeste, con el municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos (29).

B. **Apuntes históricos:** Palestina de los altos fue elevado a la categoría de municipio a través del Acuerdo Gubernativo del 18 de febrero de 1933, pues anteriormente era aldea de San Juan Ostuncalco. Al inicio contaba únicamente con dos aldeas: Buena Vista y El Carmen, habitadas por indígenas de la etnia Mam. El 4 de marzo de 1936, por Acuerdo Gubernativo la aldea El Edén fue anexada a Palestina, por iniciativa de sus habitantes y segregada del municipio de San Carlos Sija del mismo departamento (30, 39).

C. **Principales cultivos agrícolas:** dentro de estos se mencionan el cultivo del maíz, papa, trigo, avena, haba y pocas hortalizas. En relación a los bosques, la mayoría son naturales (14, 39).

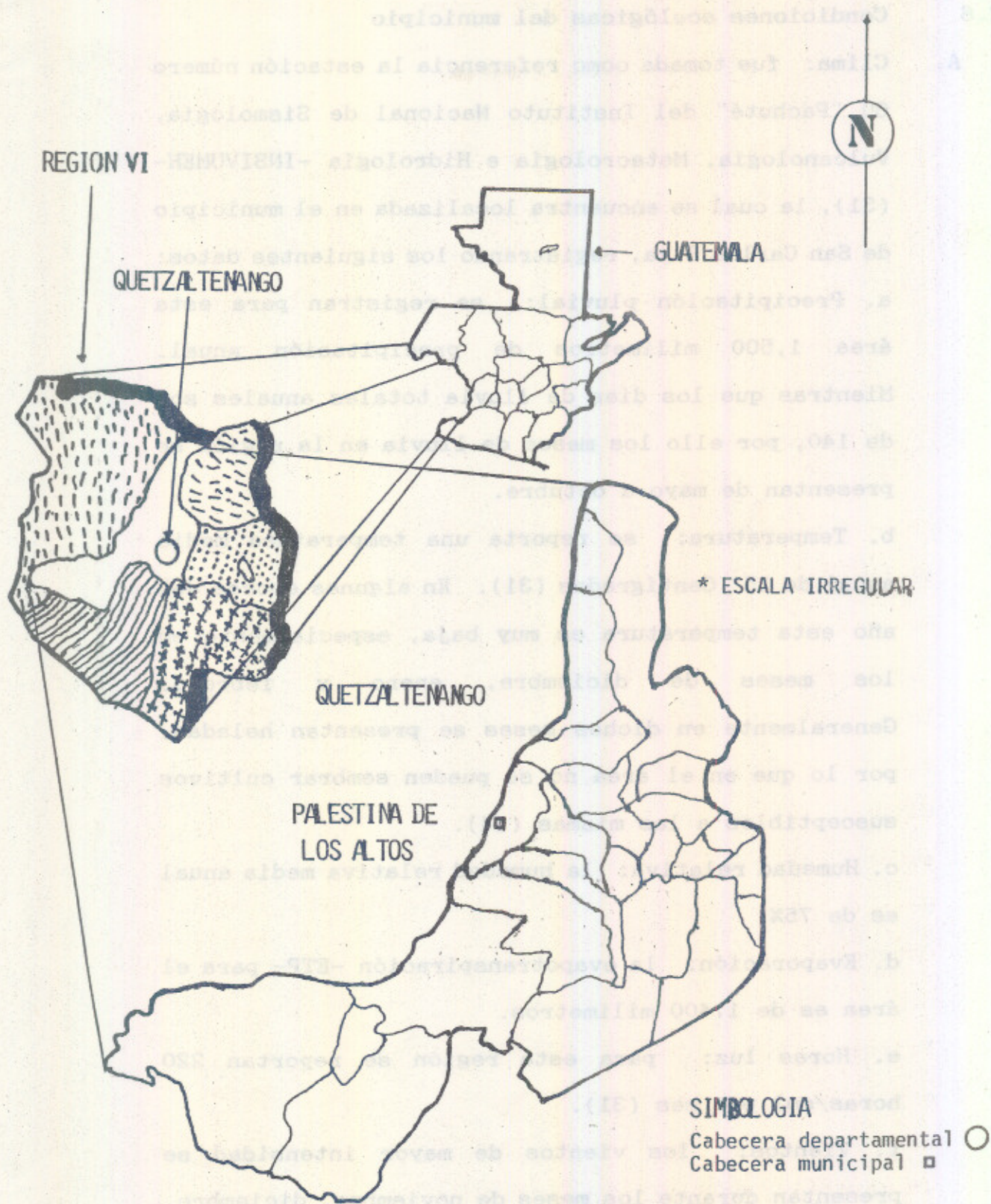


FIGURA 8 Localización del municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango.

4.2.6 Condiciones ecológicas del municipio

- A. **Clima:** fue tomada como referencia la estación número 60 "Pachuté" del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH- (31), la cual se encuentra localizada en el municipio de San Carlos Sija, registrando los siguientes datos:
- Precipitación pluvial:** se registran para esta área 1,500 milímetros de precipitación anual. Mientras que los días de lluvia totales anuales son de 140, por ello los meses de lluvia en la región se presentan de mayo a octubre.
 - Temperatura:** se reporta una temperatura media anual de 15° Centígrados (31). En algunas épocas del año esta temperatura es muy baja, especialmente en los meses de diciembre, enero y febrero. Generalmente en dichos meses se presentan heladas, por lo que en el área no se pueden sembrar cultivos susceptibles a las mismas (14).
 - Humedad relativa:** la humedad relativa media anual es de 75%.
 - Evaporación:** la evapotranspiración -ETP- para el área es de 1,400 milímetros.
 - Horas luz:** para esta región se reportan 220 horas/sol por mes (31).
 - Vientos:** los vientos de mayor intensidad se presentan durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, produciéndose una susceptibilidad a

la erosión eólica, por la falta de barreras rompevientos (14).

Palestina de los Altos tiene como característica fundamental la presencia de bosques con coníferas, según De La Cruz (12), la zona de vida está catalogada como "Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical".

B. Suelos: según la clasificación de los suelos de Guatemala el tipo de suelo de este municipio pertenece al Grupo I, correspondientes a Suelos de las Montañas Volcánicas, el que se divide en subgrupos según la profundidad del suelo, la clase de material madre, el relieve y drenaje (46).

Los subgrupos son: a) Camanchá, b) Camanchá fase quebrada y erosionada, c) Ostuncalco y d) Totonicapán. En el municipio encontramos suelos de la serie Camanchá, con las siguientes características (46):

a. Textura: el suelo superficial o capa arable, posee una textura y consistencia franca. En la mayoría de suelos cultivados, se encuentra una buena cantidad de materia orgánica, debido a la presencia anterior de bosques. En terrenos con altas pendientes y erosionados, el suelo y subsuelo son franco-arcillosos o completamente arcillosos.

b. pH: en el suelo superficial o capa arable, donde la profundidad es menor de 50 centímetros y hay

presencia de residuos de materia orgánica, el pH es ácido o ligeramente ácido, entre 5.0 y 6.5.

c. Materia orgánica: en términos generales los suelos cuentan con buena cantidad de materia orgánica, producto de la anterior presencia de bosques mixtos, en los que conviven coníferas y latifoliadas. Sin embargo, la erosión hídrica y eólica están conduciendo a una rápida disminución de la capa arable del suelo, lo cual permite que la materia orgánica se lave (14, 46).

d. Permeabilidad y drenaje: estos suelos tienen un drenaje moderado y medianamente rápido, su capacidad de abastecimiento de humedad es alta.

e. Topografía: típicamente cuentan con relieves ondulados a fuertemente ondulados. Los declives dominantes en el área sobrepasan el 10%, lo que permite un constante riesgo de erosión. El mapa geológico de la República reporta que esta región se caracteriza por tener pendientes entre 3% y 70% en las zonas más escarpadas (28).

f. Profundidad: este suelo tiene como material madre, cenizas volcánicas de color claro y el suelo superficial o capa arable es generalmente de 50 centímetros de espesor. Sin embargo, los suelos cultivados con pendientes altas tienen un espesor hasta de 15 centímetros, como consecuencia de sufrir constante erosión (14, 46).

5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Estudiar la reducción del bosque de Pinabete (Abies guatemalensis Rehder) y sus condiciones microclimáticas de germinación in situ en Palestina de los Altos, Quetzaltenango.

5.2 ESPECIFICOS

5.2.1 Determinar la composición florística y volumétrica de los rodales de Abies guatemalensis Rehder en el municipio.

5.2.2 Determinar las condiciones microclimáticas de germinación in situ del Abies guatemalensis Rehder.

5.2.3 Determinar los usos que la población humana le da al bosque de Abies guatemalensis Rehder, los ingresos económicos que perciben de él y su actitud frente a dicho recurso.

5.2.4 Determinar la reducción que han tenido los rodales de Abies guatemalensis Rehder en el municipio durante el período de 1972 a 1991.

6. METODOLOGIA

6.1 GENERAL

6.1 DETERMINACION DE LA COMPOSICION FLORISTICA Y VOLUMETRICA A TRAVES DEL INVENTARIO FORESTAL

6.1.1 Levantamiento del inventario

Para determinar la composición florística y volumétrica de los bosques de pinabete fue necesario levantar un inventario forestal, el cual se realizó por unidades de muestreo, representadas por parcelas circulares de 500 metros cuadrados para el estrato arbóreo. En cada parcela se tiraron seis radios tal y como se indica en la figura 9. Para estudiar el estrato arbustivo (plantas con menos de 5 metros de altura y con ramificación a partir de la base), se midieron parcelas rectangulares de 4 x 5 metros (20 m²) por parcela. Finalmente, para el estrato herbáceo se tomaron parcelas cuadradas de 2 metros por lado (4 m²) por parcela. Las 17 parcelas fueron trazadas en forma concéntrica y en cada una de ellas se recolectaron especímenes para su posterior determinación taxonómica (37, 43, 45).

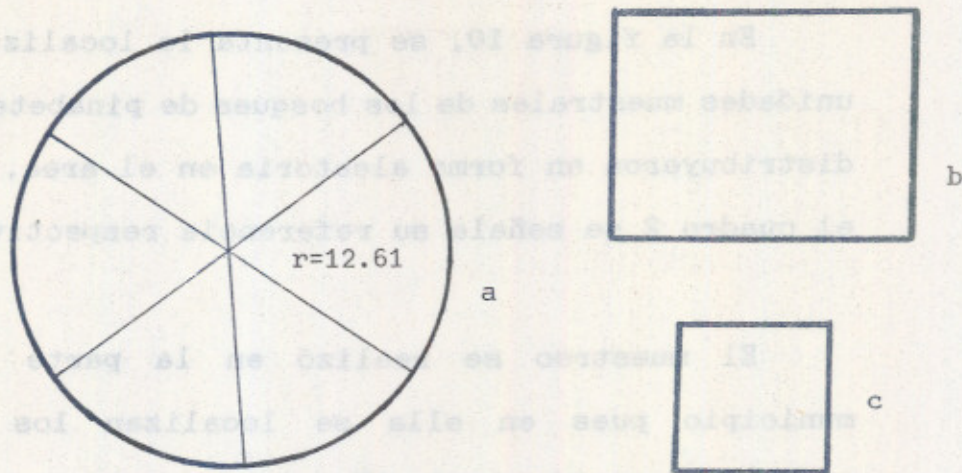


FIGURA 9 Tamaño y forma de las parcelas de muestreo utilizadas en el inventario del bosque de *Abies guatemalensis* Rehder, en Palestina de los Altos. a=arboreo, b=arbustivo y c=herbáceo.

Para levantar el inventario se utilizó el Muestreo Simple al Azar, cuya aleatorización se llevó a cabo previo al premuestreo, numerando para el efecto todos los rodales donde se encontró pinabete. Dichos rodales fueron previamente localizados en un mapa base a partir de la ampliación de un juego de fotografía aérea de 1991. Para determinar el número de parcelas a muestrear, se realizó un premuestreo con el auxilio de la hoja cartográfica Quetzaltenango (29), obteniendo un coeficiente de variación que se incluyó en la ecuación respectiva, la que se presenta a continuación (32):

$$n = \frac{t^2 * (C.V.)^2}{(E\%)^2}$$

Donde,

- n= Número de parcelas a muestrear
 CV= Coeficiente de variación
 T= Valor de T de Student al 5% de significancia
 EX= Error de muestreo permisible

En la figura 10, se presenta la localización de las unidades muestrales de los bosques de pinabete, las que se distribuyeron en forma aleatoria en el área, así como en el cuadro 2 se señala su referencia respectiva.

El muestreo se realizó en la parte Noreste del municipio pues en ella se localizan los bosques de pinabete, estableciendo 17 unidades muestrales de las 27 identificadas.

CUADRO 2 Localización referencial de las parcelas de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, 1993.

No.	COORDENADAS		ALTURA msnm	PENDIENTE	
	Latitud	Longitud		%	Orientación
1	14°57'36"	91°39'29"	2900	40	S 60° E
2	14°55'18"	91°40'00"	2950	35	N 20° E
3	14°55'23"	91°39'45"	2950	38	N 45° O
4	14°56'22"	91°39'58"	2800	62	N 70° E
5	14°56'20"	91°39'29"	2920	20	S 30° O
6	14°56'35"	91°39'30"	2910	15	S 25° O
7	14°57'32"	91°38'46"	2920	25	S 50° E
8	14°57'05"	91°39'19"	2950	35	S 45° O
9	14°57'01"	91°39'01"	2980	45	N 70° E
10	14°56'15"	91°39'01"	3000	20	S 70° O
11	14°56'40"	91°39'52"	2850	35	N 35° E
12	14°56'56"	91°39'11"	2970	10	N 15° E
13	14°57'32"	91°39'34"	2900	40	N 75° E
14	14°56'29"	91°40'03"	2830	60	N 50° E
15	14°57'42"	91°39'26"	2910	58	S 80° E
16	14°57'44"	91°38'50"	2950	30	N 25° E
17	14°57'01"	91°38'46"	3000	65	S 60° O



FIGURA 10. Localización de las unidades muestrales de los bosques de Abies guatemalensis Rehder en Palestina de los Altos.

Las variables consideradas en el inventario forestal se pueden dividir en cuantitativas y cualitativas. Dentro de las variables cuantitativas se tomaron: diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros, altura total en metros, número de arbustos y plantas herbáceas.

Las variables cualitativas tomadas en cuenta fueron, forma del fuste (recto, bifurcado, inclinado, sinuoso, y quebrado), estado fitosanitario (sano, atacado por plagas, infectado por enfermedades, ocoteado, quemado, parasitado y muerto), forma de la copa (normal o simétrica, descopado, desramado en recuperación, desramado sin recuperación y asimétrica). Además, se hizo anotación de otras características, tales como: presencia de estróbilos, características de árbol semillero, árbol joven, árbol maduro y árbol viejo. En el anexo 1 se presenta la boleta de campo utilizada para registrar toda la información recabada en las unidades muestrales.

Para localizar los árboles potencialmente semilleros de pinabete, fue necesario levantar un croquis general, numerando y localizando gráficamente cada árbol semillero en su respectivo rodal, mismos que fueron marcados con pintura de color rojo. La caracterización fenotípica de cada árbol semillero tomó como cualidades fundamentales las siguientes: debe ser un árbol dominante, vigoroso y con fuste recto; sano y capaz de producir alta cantidad de conos y madera de buena calidad; su copa debe ser simétrica y sin defectos; las ramas deben ser pequeñas en

relación al tronco y compactas provistas de follaje; ser resistentes a plagas, enfermedades y factores climáticos adversos; árboles maduros con poca nudosidad y no cercanos entre si (38, 42).

En cuanto al valor de importancia para los tres estratos, el mismo se determinó en base a las fórmulas (24):

V. I. = Dr + Fr + ABr, para estrato arbóreo

V. I. = Dr + Fr, para estrato arbustivo

V. I. = Fr + Cr, para estrato herbáceo

Donde,

V.I. = Valor de importancia

Fr = Frecuencia relativa

Dr = Densidad relativa

ABr = Área basal relativa

Cr = Cobertura relativa

6.1.2 Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se siguió los lineamientos descritos por el Departamento de Inventarios Forestales del Instituto Nacional Forestal de Guatemala (hoy Dirección General de Bosques y Vida Silvestre) (18), que presenta las siguientes fórmulas para el análisis de la información:

a. CALCULO DE LA VARIANZA

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}$$

Donde,

S² = varianza

Σx² = sumatoria de los cuadrados de los volúmenes

(Σx)² = sumatoria de los volúmenes al cuadrado

n = número de parcelas

b. CALCULO DE LA DESVIACION STANDARD

$$S = \sqrt{S^2}$$

Donde,
 S= Desviación standard
 S²= Varianza

c. CALCULO DEL COEFICIENTE DE VARIACION

$$C.V. = \frac{S*100}{X}$$

Donde,
 CV= Coeficiente de Variación
 S= Desviación Standard
 X= Promedio general de volumen

d. CALCULO DEL ERROR STANDARD

$$SV = \sqrt{\frac{S^2}{n1} * 1 - \frac{n}{N}}$$

Donde,
 SV= Error standard de la media
 S²= Varianza
 n= Número de parcelas levantadas
 N= Area total del bosque en hectáreas

e. CALCULO DEL ERROR DE MUESTREO O PRECISION

$$Em = SV * t$$

Donde,
 Em= Error de muestreo
 SV= Error standard de la media
 t= Tablas t de Student al 95% de probabilidad y n-1 grados de libertad

f. CALCULO DEL ERROR DE MUESTREO EN PORCENTAJE

$$E\% = \frac{Em * 100}{X}$$

Donde,
 E% = Error de muestreo en porcentaje
 Em= Error de muestreo
 X= Promedio general de la media

g. CALCULO DE LOS LIMITES DE CONFIANZA

$$Li = X \pm SV * t$$

Donde,
 Li= Límite de confianza superior o inferior
 X= Promedio general de volumen
 SV= Error Standard de la media
 t= Tabla de Student a 95% de probabilidad y n-1 grados de libertad

h. CALCULO DEL AREA BASAL (32)

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

Donde,
 AB= Area basal
 DAP= Diámetro a la altura del pecho (1.30 m)

1. CALCULO DEL VOLUMEN TOTAL POR ESPECIE (32)

Abies guatemalensis Rehder,
 $V = -0.0434084982 + 0.0000350901 * DAP^2 * H$

Pinus avacahuite Ehrenberg,
 $V = -0.0197725259 + 0.0000288708 * DAP^2 * H$

Pinus rudis Endl.,
 $V = 0.0179835819 + 0.0000283104 * DAP^2 * H$

Quercus spp.
 $V = AB * H * \text{Coef. Mórfico}$

Alnus spp.
 $V = AB * H * \text{Coef. Mórfico}$

Cupressus lusitanica Miller,
 $V = DAP^2 * H * 0.0000289134 + 0.0134651922$

Donde,
 DAP= Diámetro a la altura del pecho, en centímetros
 H= Altura del árbol, en metros.

6.2 DETERMINACION DE LAS CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS *in situ* EN QUE GERMINAN LAS SEMILLAS DE Abies guatemalensis Rehder

6.2.1 Selección del área de monitoreo

Para determinar las condiciones microclimáticas en que se lleva a cabo la germinación de las semillas, se seleccionó el rodal número 16, localizado en las Coordenadas 14° 57' 44" Latitud Norte y 91° 38' 50" Longitud Oeste, a una altitud de 2,950 metros sobre el nivel del mar, ocupando una extensión de 3,000 m², con densidad en el estrato arbóreo de 208 árboles/ha teniendo presentes otras especies como Pinus avacahuite Ehrenberg, Pinus rudis Endl, Alnus spp, Arbutus xalapensis HBK y Quercus spp. Ello se hizo considerando su composición

(32) florística, seguridad y vigilancia para los aparatos y facilidad en el registro de los datos. Otro factor determinante en la selección fue la alta regeneración natural y presencia de árboles productores de semillas.

6.2.2 Monitoreo de humedad

Los datos microclimáticos se tomaron del suelo durante 100 días. Para registrar la humedad, se instaló un tensiómetro en los primeros 10 centímetros de profundidad del suelo, ya que esta capa le sirve a la semilla como cama de germinación (figuras 11 y 12).

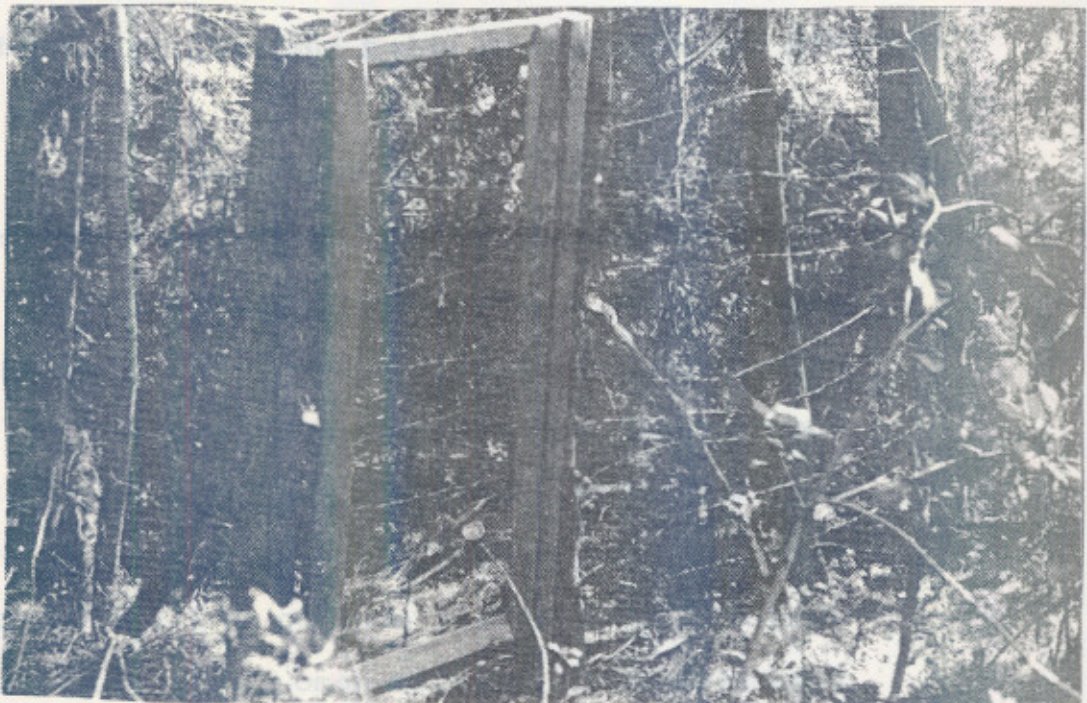


FIGURA 11 Area de monitoreo de datos microclimáticos en el suelo de un rodal del bosque de *Abies guatemalensis* Rehder, en Palestina de los Altos, 1993.



FIGURA 12 Aparatos instalados en el área de monitoreo de datos microclimáticos en el suelo de un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, 1993. t=tensiómetro, tM=termómetro de máximas y tm=termómetro de mínimas.

Los datos del tensiómetro reportados en centímetros de mercurio (cmHg) fueron transferidos a porcentajes de humedad. Para el efecto, fue necesario calibrar dicho aparato a través del método gravimétrico, tomando muestras

(125 grs) de suelo húmedo del bosque en cajas de metal con tapadera hermética para evitar pérdidas de humedad, llevándolas al laboratorio para obtener su peso húmedo (Psh) utilizando una balanza analítica; luego colocándolas destapadas en horno a temperaturas de 105 a 110°C durante 24 horas, obteniendo así el peso seco (Pss) y obteniendo el porcentaje de humedad de acuerdo con la fórmula siguiente (25, 44):

$$Ps = \frac{Psh - Pss}{Pss} * 100$$

Donde,

Ps = porcentaje de humedad
 psh= peso del suelo húmedo
 pss= peso del suelo seco.

En un eje de coordenadas cartesianas, con los centímetros de mercurio del tensiómetro colocados en el eje Y, y los porcentajes de humedad en el eje X, se elaboró la curva característica de retención de humedad del suelo, permitiendo calibrar el aparato (figura 13); en el anexo 2, se presenta la tabla de equivalencias entre los valores de humedad reportada en cmHg y en porcentaje.

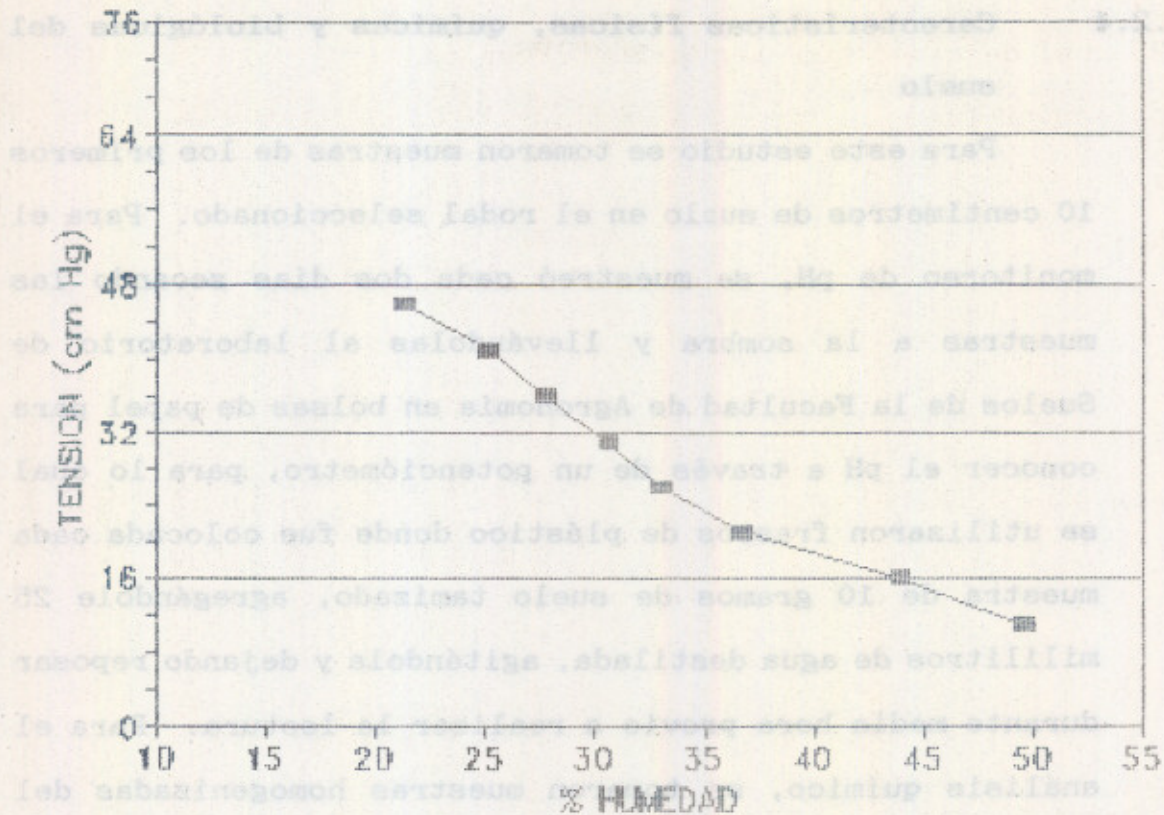


FIGURA 13 Curva característica de retención de humedad, en suelos de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) de los rodales de Palestina de los Altos, 1993.

6.2.3 Monitoreo de temperatura

Para el registro de temperatura del suelo de bosques de pinabete, se realizó en los mismos 10 centímetros de profundidad y durante las horas que lo hacen las estaciones meteorológicas del INSIVUMEH (07:00, 13:00, 18:00 horas y 21:00 horas), utilizando termómetros de máximas y mínimas, tal y como se observa en la figura 12.

6.2.4 Características físicas, químicas y biológicas del suelo

Para este estudio se tomaron muestras de los primeros 10 centímetros de suelo en el rodal seleccionado. Para el monitoreo de pH, se muestreó cada dos días secando las muestras a la sombra y llevándolas al laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía en bolsas de papel para conocer el pH a través de un potenciómetro, para lo cual se utilizaron frascos de plástico donde fue colocada cada muestra de 10 gramos de suelo tamizado, agregándole 25 mililitros de agua destilada, agitándola y dejando reposar durante media hora previo a realizar la lectura. Para el análisis químico, se tomaron muestras homogenizadas del rodal, las que fueron llevadas al mismo laboratorio para su análisis de elementos mayores y menores. El análisis biológico, consistió en analizar el porcentaje de materia orgánica y presencia de micorrizas. Para el análisis físico del suelo se hizo una calicata en el bosque determinando los horizontes del perfil y a nivel de laboratorio conocer su textura.

6.3 DETERMINACION DE LOS USOS QUE LA POBLACION HUMANA LE DA AL BOSQUE DE *Abies guatemalensis* Rehder, LOS INGRESOS ECONOMICOS QUE PERCIBEN DE EL Y LA ACTITUD QUE ASUMEN FRENTE A DICHO RECURSO

Para determinar los usos que la población le da al bosque de pinabete, los beneficios económicos recibidos del mismo y la

actitud que asumen frente a dicho recurso, se realizaron entrevistas personales y grupales a informadores clave, pasando una boleta de encuesta a jefes de familia (anexo 3) con base a un Muestreo Simple Aleatorio (36). Previamente se realizó un premuestreo para obtener el tamaño de la muestra, el que se utilizó como prueba piloto para probar la funcionalidad de la boleta y estimar el tiempo requerido para realizar el muestreo.

Este tipo de muestreo se tomó considerando que cada una de las familias tienen la misma probabilidad de ser seleccionadas. La aleatorización y tamaño de muestra se efectuó con base en el marco de lista de los habitantes de las aldeas Buena Vista y El Edén, donde se localizan los rodales de pinabete, tomando como base la fórmula (36).

$$n = \frac{N}{N d^2 + 1}$$

Donde,

n= es el tamaño de la muestra
 d= precisión al 10% de significancia
 N= número de familias en la población

Las variables consideradas en la boleta de encuesta fueron tenencia de la tierra, fuerzas productivas, organización, vivienda, fuente energética en la cocina, aspectos agrícolas aspectos pecuarios y aspectos forestales. Para descargar las boletas se empleó una matriz de datos finales, cuyos resultados fueron procesados a través del paquete estadístico de computación "Microstat".

6.4 DETERMINACION DE LA REDUCCION DEL BOSQUE DE Abies guatemalensis Rehder EN EL MUNICIPIO DE PALESTINA DE LOS ALTOS DURANTE EL PERIODO DE 1,972 A 1,991

Para determinar la reducción que ha sufrido el bosque que contiene Abies guatemalensis Rehder, durante el periodo de 1,972 a 1,991 se utilizaron juegos de fotografía aérea de esos años (27), cuya escala para la de 1972 es de 1:30,000 pertenecientes al proyecto CETEFOR cuyas fotografías corresponden a la ruta R-8 y línea de vuelo L-17A. Las fotografías de 1991 del Instituto Geográfico Militar, con escala 1:60,000 y ampliada a 1:10,000, corresponden a la ruta R-11 y línea de vuelo L-14A, ambas con el fin de hacer comparaciones gráficas y establecer diferencias entre los respectivos mosaicos.

Para fotointerpretar y diferenciar el área de cubierta boscosa, se utilizó un estereoscopio de espejos. La unión de las fotografías en forma sucesiva y con traslape permitió la tercera dimensión, formando un mosaico en el que se delimitó el área de la región, la cual fue transferida a papel calco, elaborándose los mapas de cobertura boscosa, sobreposicionándolos y cuantificándolos por medio de un planímetro polar electrónico, comprobando los resultados directamente en el bosque.

7. RESULTADOS

7.1 SITUACION Y CARACTERISTICAS DE LOS RODALES DE Abies guatemalensis Rehder EN EL MUNICIPIO DE PALESTINA DE LOS ALTOS

7.1.1 Localización y extensión

En el municipio de Palestina de los Altos, hay 88 rodales boscosos de los cuales 27 son de Abies guatemalensis Rehder, los que ocupan una extensión de 340 hectáreas, localizados en la figura 10.

Así mismo, se localizan seis bosques artificiales (ver figura 14); dos de ellos se encuentran registrados legalmente en la Dirección Subregional de DIGEBOS en Quetzaltenango a nombre del Señor Urbano Mazariegos, mismos que se localizan en la cabecera municipal, mientras que los restantes cuatro bosques se localizan en la aldea El Edén, los cuales son de menor extensión, los que se presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 3 Información general de los bosques artificiales de Abies guatemalensis Rehder en Palestina de los Altos, 1993.

No.	LOCALIZACION	COORDENADAS		ALTURA msnm	EXTENSION ha
		LATITUD	LONGITUD		
1	Cabecera Municipal	14°55'43"	91°41'27"	2650	0.36
2	Cabecera Municipal	14°56'10"	91°40'28"	2790	0.80
3	Aldea El Edén	14°56'56"	91°39'11"	2970	0.05
4	Aldea El Edén	14°57'01"	91°39'01"	2980	0.10
5	Aldea El Edén	14°57'01"	91°38'46"	3000	0.10
6	Aldea El Edén	14°57'32"	91°38'46"	2920	0.03



FIGURA 14. Localización de los bosques artificiales de *Abies guatemalensis* Rehder en rodales de Palestina de Los Altos

7.1.2 Composición florística

Los rodales de pinabete del municipio están constituidos por quince especies arbóreas, trece arbustivas y once especies herbáceas, las cuales se presentan en los cuadros 4, 5 y 6, respectivamente.

- A. **Estrato arbóreo:** las especies arbóreas encontradas en los rodales de pinabete son quince, donde la predominancia ecológica la mantienen el Pinus avacahuite Ehrenberg y Abies guatemalensis Rehder, respectivamente. Las frecuencias absolutas que presentan ambas especies son de 88% y 100%, la densidad es de 211 y 235 individuos por hectárea; lo que permite establecer valor mayores en el segundo. Sin embargo debido a que el área basal en el Pinus avacahuite es mayor, le permite establecer un valor de importancia de 85.14, mientras que el pinabete ocupa el segundo lugar con 77.66. Las especies que en su orden ocupan el tercer y cuarto lugar en relación al valor de importancia son Quercus spp. y Pinus rudis E., tal y como se presenta en el anexo 4. La frecuencia de especies arbóreas en las 17 parcelas muestreadas se detallan en el cuadro 4, no sin antes aclarar que las especies Salix bomplandiana HBK, Sambucus sp. y Chirathodendron pentadactylon L. normalmente se encuentran en mínimas cantidades en algunos sectores del área boscosa.

9

CUADRO 4 Especies arbóreas presentes en los rodales de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, 1993.

ESPECIE ARBOREA	PARCELA																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Abies guatemalensis</i> Rehder	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Alnus arguta</i> (Schlecht.) Spach.	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+
<i>Alnus jorullensis</i> HBK.	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+
<i>Arbutus xalapensis</i> HBK.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Cupressus lusitanica</i> Miller	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Chiranthodendron</i> <i>pentadactylon</i> Larreategui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Litsea glaucescens</i> HBK.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus avacahuite</i> Ehrenberg	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pinus rudis</i> Endl.	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Prunus capuli</i> Cav.	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Quercus benthami</i> A.DC.	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Quercus conspersa</i> Benth.	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Quercus peduncularis</i> Née	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Salix bonplandiana</i> HBK.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sambucus mexicana</i> Presl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Referencias: (+) presencia, (-) ausencia

B. **Estrato arbustivo:** Estas especies se presentan en el cuadro 5, registrando trece especies, siendo *Cestrum guatemalensis* y *Rubus trilobus* las que presentan mayor valor de importancia con 33.32 y 30.46,

respectivamente. El *Abies guatemalensis* y *Pinus avacahuite* ocupan el tercer y cuarto lugar con 29.57 y 28.49, lo que permite establecer que estas son las especies que mantienen la predominancia ecológica del estrato. La presencia de todas las especies del estrato se detalla en el cuadro 5.

CUADRO 5 Especies arbustivas presentes en los rodales de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, 1993.

ESPECIE ARBUSTIVA	PARCELA																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Abies guatemalensis</i> Rehder	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
<i>Alnus arguta</i> (schlecht.) Spach.	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Alnus jorullensis</i> HBK.																	
<i>Baccharis vaccinioides</i> HBK.	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Cestrum guatemalense</i> Francey	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+
<i>Litsea glaucescens</i> HBK.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus avacahuite</i> Ehrenberg	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+
<i>Pinus rudis</i> Endl.	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+
<i>Quercus benthami</i> A.DC.	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>Quercus conspersa</i> Benth.																	
<i>Quercus peduncularis</i> Née																	
<i>Rubus trilobus</i> Seringe	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+
<i>Senecio quezalticus</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-

Referencias: (+) presencia, (-) ausencia

C. Estrato herbáceo: se encontraron once especies,

mismas que se presentan en el cuadro 6. Con respecto a las especies que presentan predominancia ecológica, se registran valores de importancia de 46.94 para la *Salvia cinnabarina*, 38.36 para *Bidens ostruthioides* y 30.77 para *Phytolacca rugosa*.

Esto nos indica que dichas especies tienen mayor frecuencia y cobertura en el estrato. La presencia de especies herbáceas en las parcelas muestreadas se presentan a continuación en el cuadro 6.

CUADRO 6 Especies herbáceas presentes en los rodales de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, 1993

ESPECIE HERBACEA	PARCELA																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Acaena elongata</i> L.	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Alchemilla pectinata</i> HBK.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Bidens ostruthioides</i> Sch.	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Bomarea acutifolia</i> (Link. & Otto) Herb.	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Helecho I	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phytolacca rugosa</i> Braun & Bouché	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-
<i>Rubus trilobus</i> Seringe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Salvia cinnabarina</i> Mart. & Gal.	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+
<i>Smilacina amoena</i> Wendl.	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Stipa ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth.	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Verbena teuariifolia</i> Mart. & Gal.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+

Referencias: (+) presencia, (-) ausencia

7.1.3 Clases diametrales y volumetría

Esta información fue obtenida a través del inventario forestal levantado en los rodales de pinabete y cuyos estadísticos se presentan en el cuadro 7.

CUADRO 7 Estadísticos del inventario forestal realizado en los rodales de *Abies guatemalensis* Rehder, en Palestina de los Altos, 1993.

ESTADÍSTICOS	VALORES
n parcelas	17
Volumen medio/parcela	4.44
Desviación Standard	0.87
Coficiente de variación	19.51
Error Standard	0.31
Error de muestreo	14.85
Límites de confianza	
Superior (m ³)/parcela	5.24
Inferior (m ³)/parcela	3.64

De acuerdo con la información contenida en el cuadro 8 del inventario forestal, se puede observar que en las 17 unidades muestrales, se tiene un total de 5.554 metros cuadrados de área basal y 47.803 metros cúbicos de volumen total de *Abies guatemalensis* Rehder.

Por otra parte, se determinó la existencia de una densidad de 235 árboles/hectárea de la especie estudiada. Los volúmenes totales el área basal de las demás especies arbóreas por parcela, de acuerdo con el muestreo realizado en los rodales de pinabete se presentan en el anexo 5.

CUADRO 8 Datos de área basal y volumen total de *Abies guatemalensis* Rehder, en las parcelas muestreadas en Palestina de los Altos, 1993.

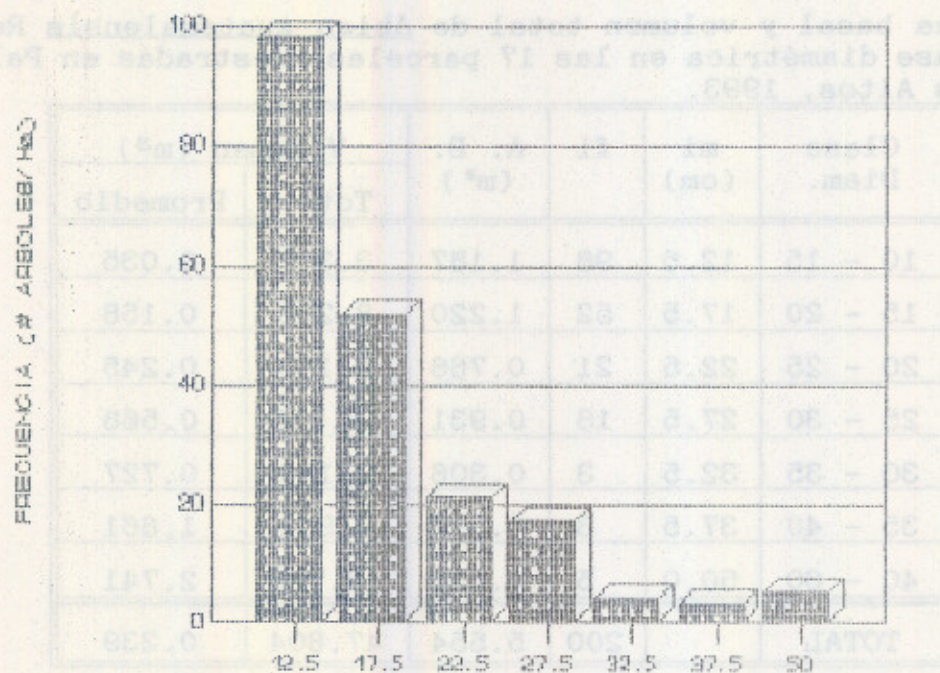
No. PARCELA	AREA BASAL (m ²)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
1	0.583	5.705
2	0.240	1.418
3	0.229	1.343
4	0.251	1.212
5	0.568	3.914
6	0.370	2.950
7	0.157	1.184
8	0.472	5.233
9	0.429	5.038
10	0.147	0.595
11	0.551	3.830
12	0.352	4.917
13	0.394	5.163
14	0.151	1.329
15	0.241	1.423
16	0.159	1.289
17	0.260	1.260
TOTAL	5.554	47.803

En el cuadro 9 se presentan datos de número de árboles, área basal y volumen total correlacionados con las clases diametrales. Se evidencia que el 75% de los árboles de pinabete se encuentra concentrado en las clases diametrales inferiores a 20 cm; el 19.5% de árboles se encuentran comprendidos entre diámetros a la altura del pecho -DAP- que van de 20 a 30 cm, mientras que el 5.5% de los mismos en clases diametrales mayores a 30 cm.

CUADRO 9 Area basal y volumen total de *Abies guatemalensis* Rehder, por clase diamétrica en las 17 parcelas muestradas en Palestina de los Altos, 1993.

Clase Diam.	mi (cm)	fi	A. B. (m ²)	Volumen (m ³)	
				Total	Promedio
10 - 15	12.5	98	1.187	3.377	0.035
15 - 20	17.5	52	1.220	8.206	0.158
20 - 25	22.5	21	0.766	5.138	0.245
25 - 30	27.5	18	0.931	10.215	0.568
30 - 35	32.5	3	0.306	2.180	0.727
35 - 40	37.5	3	0.313	4.982	1.661
40 - 60	50.0	5	0.830	13.706	2.741
TOTAL		200	5.554	47.804	0.239

Lo anterior se ilustra mejor en la figura 15, en la cual se gráfica la relación que hay entre la clase diamétrica y la frecuencia de árboles por hectárea. En dicha figura puede verse que el número de árboles con diámetros mayores o llamados comerciales es muy bajo. Esto nos indica que en la comunidad se ha dado una extracción selectiva de árboles de pinabete. Es por ello que se nota una regular densidad de árboles por hectárea, determinada principalmente por árboles correspondientes a clases diametrales menores. Esto demuestra la alta presión que la comunidad ha venido ejerciendo sobre el pinabete.

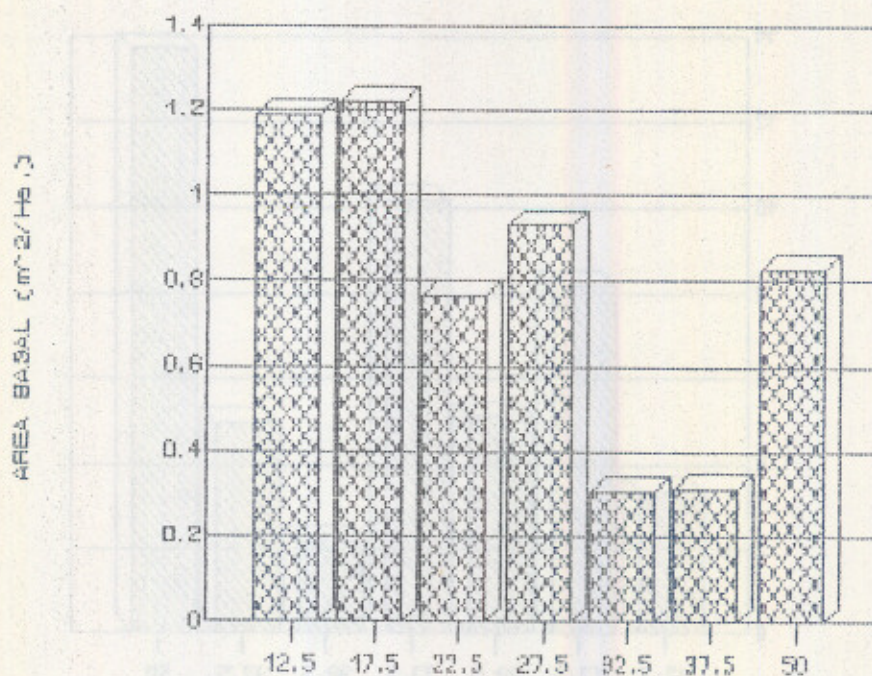


(DAP)

FIGURA 15 Relación entre clase diamétrica y frecuencia (árboles/ha) en Abies guatemalensis Rehder en rodales de Palestina de los Altos, 1993.

La relación de área basal por hectárea y las clases diamétricas en el Abies guatemalensis Rehder, muestra que dicha variable se concentra en árboles menores de 20 cm de diámetro a la altura del pecho, tal y como se aprecia en la gráfica de la figura 16.

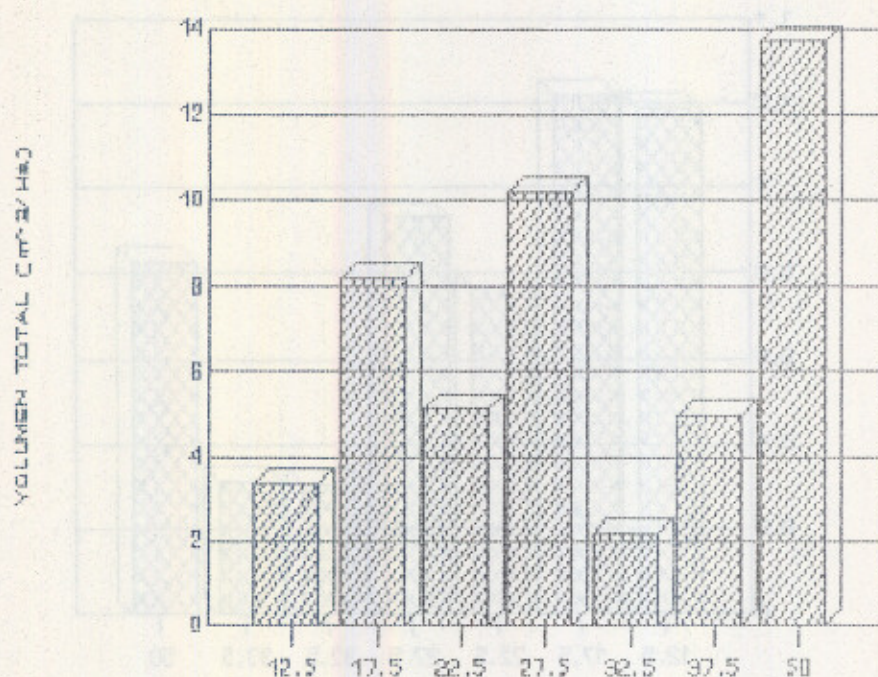
En esta gráfica se puede observar la tendencia decreciente que tienen los valores de área basal en las unidades muestrales de la especie estudiada.



(DAP)
FIGURA 16 Relación entre clase diamétrica y área basal/ha de Abies guatemalensis Rehder en rodales de Palestina de los Altos, 1993.

El área basal de pinabete de las 17 parcelas muestreadas, las que corresponden a 8,500 metros cuadrados, es de 5.554 metros cuadrados según lo indica el cuadro 8. Con lo anterior se deduce que el área basal de pinabete por hectárea es de 6.5 metros cuadrados.

En la figura 17, se muestra la distribución de volúmenes por clase diamétrica. En la misma se observa que el mayor volumen corresponde a la mayor clase diamétrica (40-60 cm). Se nota una tendencia creciente del volumen con respecto a las clases diamétricas, excepto del menor volumen en la clase diamétrica 30-35 cm.



(DAP)
FIGURA 17 Relación entre clase diamétrica y volumen total/ha de *Abies guatemalensis* Rehder en rodales de Palestina de los Altos, 1993.

7.1.4 Características morfológicas y sanitarias

La forma del fuste de los árboles fue clasificada en cinco tipos: recto, bifurcado, inclinado, sinuoso y quebrado. En el cuadro 10 se indican los volúmenes totales en metros cúbicos y el porcentaje correspondiente a los mismos, de acuerdo con la clase diametral.

Los árboles con diámetros mayores no presentan las características de bifurcados y quebrados. La rectitud de los árboles se acentúa más en los de mayor diámetro, mientras que en los árboles jóvenes y de menor diámetro se combinan los bifurcados, inclinados, sinuosos y quebrados.

CUADRO 10 Distribución en número de árboles y volumen total (m³) por clase diamétrica, según la forma del fuste en las 17 parcelas de *Abies guatemalensis* Rehder, en Palestina de los Altos, 1993.

CLASE DIAM.	RECTO		BIFURCADO		INCLINADO		SINUOSO		QUEBRADO	
	m ²	No.	m ²	No.	m ²	No.	m ²	No.	m ²	No.
10-15	1.80	52	0.47	14	0.08	2	0.87	25	0.16	5
15-20	4.61	29	1.64	11	0.33	2	1.31	8	0.33	2
20-25	2.06	9	1.54	6	1.03	4	0.51	2	0.00	0
25-30	6.13	10	2.04	4	1.02	2	1.02	2	0.00	0
30-35	1.42	2	0.00	0	0.77	1	0.00	0	0.00	0
35-40	3.49	2	0.00	0	1.50	1	0.00	0	0.00	0
40-60	13.71	5	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
TOTAL	33.22	109	5.69	35	4.73	12	3.71	37	0.49	7
%	69.47		11.9		9.87		7.74		1.02	

En la figura 18 se ilustra de mejor manera la proporción volumétrica de cada uno de los tipos de forma de fuste de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos. En la misma se puede ver que los árboles rectos representan el 69.47 % del volumen total en las 17 parcelas muestreadas.

La rectitud del fuste, es una de las características de la especie, mientras que los árboles bifurcados y sinuosos son producto de condiciones naturales como tempestades, luz, etc., o daños físicos ocasionados por el hombre y los animales (47). Los árboles bifurcados, inclinados, sinuosos y quebrados ocupan el 30.53 %.

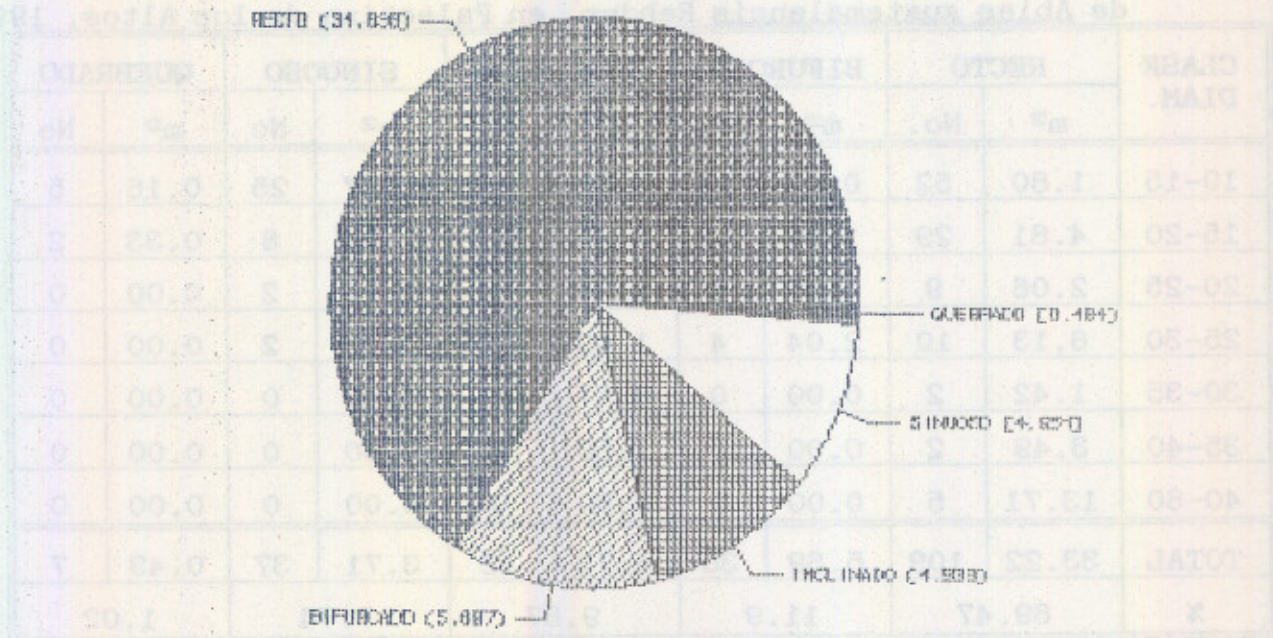


FIGURA 18 Proporción volumétrica de las formas del fuste de *Abies guatemalensis* Rehder en los rodales de Palestina de los Altos, 1993.

La boleta de campo utilizada para este inventario forestal, contempló la identificación de otras características de la especie. Por ejemplo, a pesar de que estos bosques son naturales y mal explotados por la comunidad, el 81.05% de los árboles se encuentran sanos, tal como se puede apreciar en el cuadro 11. Los árboles con plagas y enfermedades constituyen aproximadamente el 11% de la población total, lo que demanda la necesidad de aplicar medidas de saneamiento, mientras que el ocoteo afecta al 1.7% de los árboles. El número de árboles muertos tiene un valor porcentual de 6.24% (cuadro 11).

CUADRO 11 Sanidad y estado de la copa de Abies guatemalensis Rehder en los rodales de Palestina de los Altos, 1993.

SANIDAD (%)		ESTADO DE LA COPA (%)	
Sanos	81.05	Normal	37.14
Con plagas	2.54	Descopado	15.62
Enfermos	8.47	Desramado en recuperación	25.60
Ocoteados	1.70	Desramado sin recuperación	3.20
Muertos	6.24	Asimétrica	18.44

En la figura 19 se presenta gráficamente la situación de sanidad de los árboles de pinabete en los rodales del municipio, descrita en el cuadro 11.

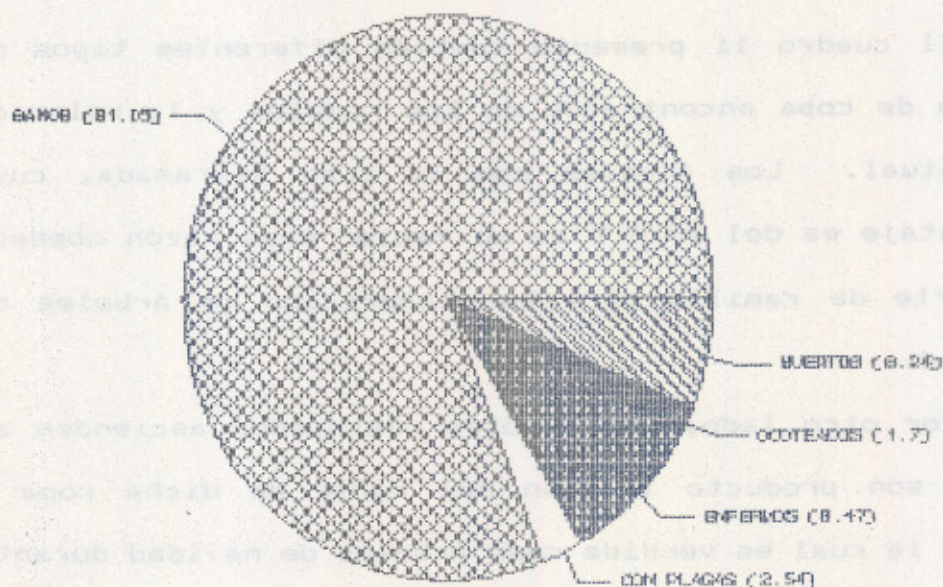


FIGURA 19 Situación de sanidad de Abies guatemalensis Rehder en los rodales de Palestina de los Altos, 1993.

De acuerdo con las observaciones de campo, se pudo comprobar que dentro de las plagas en pinabete, se encuentran algunos insectos chupadores, mientras que en relación a enfermedades se observan hongos en las ramas como la fumagina, especialmente en árboles jóvenes y en bosques artificiales. La sintomatología observada en relación con la presencia de insectos en las ramas de árboles jóvenes, permite ver un enrollamiento de las hojas y posteriormente la presencia de un polvo de color negro sobre las mismas, llamado fumagina.

Es importante resaltar que los árboles con copas simétrica o normal, a pesar de la explotación que sufre la especie, constituyen el 37% de la población total de pinabete.

El cuadro 11 presenta también diferentes tipos de estado de copa encontrados en los rodales y la relación porcentual. Los árboles con la copa desramada, cuyo porcentaje es del 28.8 % es un factor cuya razón obedece al corte de ramilla para la elaboración de árboles de navidad.

Por otro lado, los árboles descopados ascienden al 16%, son producto también del corte de dicha copa o punta, la cual es vendida como árboles de navidad durante los meses de noviembre y diciembre. Estas relaciones son presentadas en forma gráfica en la figura 20.

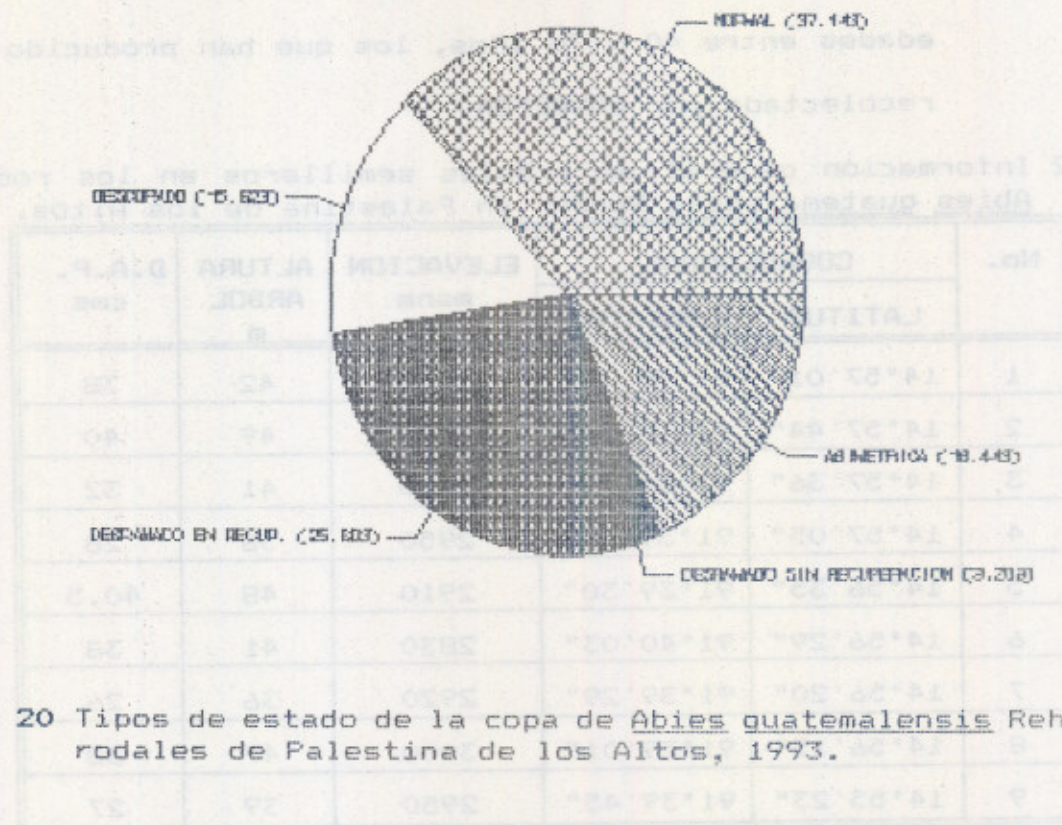


FIGURA 20 Tipos de estado de la copa de Abies guatemalensis Rehder en los rodales de Palestina de los Altos, 1993.

7.1.5 Localización de árboles potencialmente semilleros de Abies guatemalensis Rehder

Fueron detectados nueve árboles semilleros de pinabete en los bosques de palestina de los Altos, registrándose algunas de sus características que se describen en el cuadro 12, el que presenta también las coordenadas geográficas de los mismos. Algunos árboles semilleros marcados en años anteriores por el Banco de Semillas Forestales y CAMCORE, han sido talados ilegalmente. Las razones expuestas por algunos habitantes de la comunidad, es que desconocen el fin de dicha selección y además tienen necesidad de abastecerse de leña

y madera. Los árboles padre que se conservan registran edades entre 40 y 70 años, los que han producido semilla recolectada por BANSEFOR.

CUADRO 12 Información general de árboles semilleros en los rodales de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, 1993.

No.	COORDENADAS		ELEVACION msnm	ALTURA ARBOL m	D.A.P. cms
	LATITUD	LONGITUD			
1	14°57'01"	91°38'46"	3000	42	38
2	14°57'44"	91°38'50"	2950	49	40
3	14°57'36"	91°39'29"	2900	41	32
4	14°57'05"	91°39'19"	2950	36	28
5	14°56'35"	91°39'30"	2910	48	40.5
6	14°56'29"	91°40'03"	2830	41	38
7	14°56'20"	91°39'29"	2920	36	26
8	14°56'15"	91°39'01"	3000	47	38
9	14°55'23"	91°39'45"	2950	39	27

7.2 CONDICIONES MICROCLIMÁTICAS in situ EN LAS QUE GERMINAN LAS SEMILLAS DE *Abies guatemalensis* Rehder

7.2.1 Humedad del suelo

Los datos registrados de humedad y pH durante los meses de enero, febrero, marzo y abril se observan en el cuadro 13. El tiempo en que se registraron dichos datos fue durante 100 días, del 2 de enero al 11 de abril, periodo en el cual se llevó a cabo la germinación de las semillas de pinabete en condiciones naturales.

CUADRO 13 Humedad y pH del suelo durante la germinación *in situ* del *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993.

MES	HUMEDAD			NIVELES DE pH:
	DIA	TENSIOMETRO		
cmHg		%		
2/enero	9	53.1		6.00
3	10	50.6		6.00
4	10	50.6	48.44	
5	14	45.6		6.20
6	14	45.6		
7	15	44.2		6.10
8	15	44.2	44.08	
9	16	43.1		5.96
10	16	43.1		
11	19	38.8		6.20
12	20	37.6	36.96	
13	18	40.2		6.00
14	16	43.1		
15	15	44.2		6.00
16	15	44.2	42.93	
17	15	44.2		5.91
18	16	43.1		
19	16	43.1		5.92
20	19	38.8	40.02	
21	24	34.4		6.00
22	25	33.6		
23	26	33.0		6.10
24	27	32.4	33.03	
25	27	32.4		6.30
26	28	32.0		
27	28	32.0		6.02
28	30	30.8	30.82	
29	30	30.8		5.94
30	30	30.8		
31	30	30.8		6.10

	35	28.0	27.27	
2	35	28.0		6.10
3	36	27.6		
4	35	28.0		6.00
5	35	28.0	26.94	
6	40	25.6		6.10
7	36	27.6		
8	37	27.1		6.32
9	28	32.0	31.53	
10	30	30.8		6.28
11	32	29.6		
12	32	29.6		6.07
13	35	28.0	26.70	
14	35	28.0		6.00
15	38	26.5		
16	37	27.1		6.00
17	40	25.6	23.91	
18	42	24.4		5.91
19	45	22.4		
20	45	22.4		6.20
21	48	21.2	19.02	
22	50	20.4		6.30
23	45	22.4		
24	45	22.4		6.10
25	45	22.4	20.31	
26	50	20.4		6.2
27	40	25.6		
28	35	28.0	25.99	6.10
	35	28.0		
2	37	27.1		6.26
3	38	26.5		
4	40	25.6	24.16	6.28
5	40	25.6		
6	38	26.5		6.28
7	38	26.5		

8	15	44.2	42.80	6.10
9	22	35.8		
10	25	33.6		
11	30	30.8		6.00
12	30	30.8	30.78	
13	32	29.6		
14	30	30.8		5.90
15	32	29.6		
16	30	30.8	30.91	
17	33	29.1		6.10
18	34	28.5		
19	36	27.6		6.00
20	37	27.1	25.09	
21	35	28.0		6.14
22	38	26.5		
23	40	25.6		
24	40	25.6	23.24	6.16
25	40	25.6		
26	42	24.4		6.22
27	42	24.4		
28	44	23.2	21.64	
29	42	24.4		6.22
30	41	25.1		
31	42	24.4		6.20
Abril/1	45	22.4	19.81	6.32
2	44	23.2		
3	44	23.2		6.3
4	43	23.8		
5	43	23.8	20.36	6.2
6	44	23.2		
7	44	23.2		6.00
8	44	23.2		
9	45	22.4	19.80	6.20
10	45	22.4		
11	46	22.0	19.60	6.10

Los datos de humedad contenidos en el cuadro 13 se grafican en la figura 21, en la cual se puede ver que la humedad del suelo tuvo una tendencia decreciente durante el periodo de monitoreo. El repunte de la humedad en algunas fechas como el 15 de enero, 9 de febrero y 15 de marzo, se debe a las lluvias que se presentaron en el área durante esos días. Los porcentajes de humedad reportados durante los 100 días de monitoreo se encuentran dentro del rango de humedad de la capacidad de campo para este tipo de suelo (44), esto se confirma con el rango de variación de humedad del suelo que es de 22.0% a 53.1% y la media es de 29.4%.

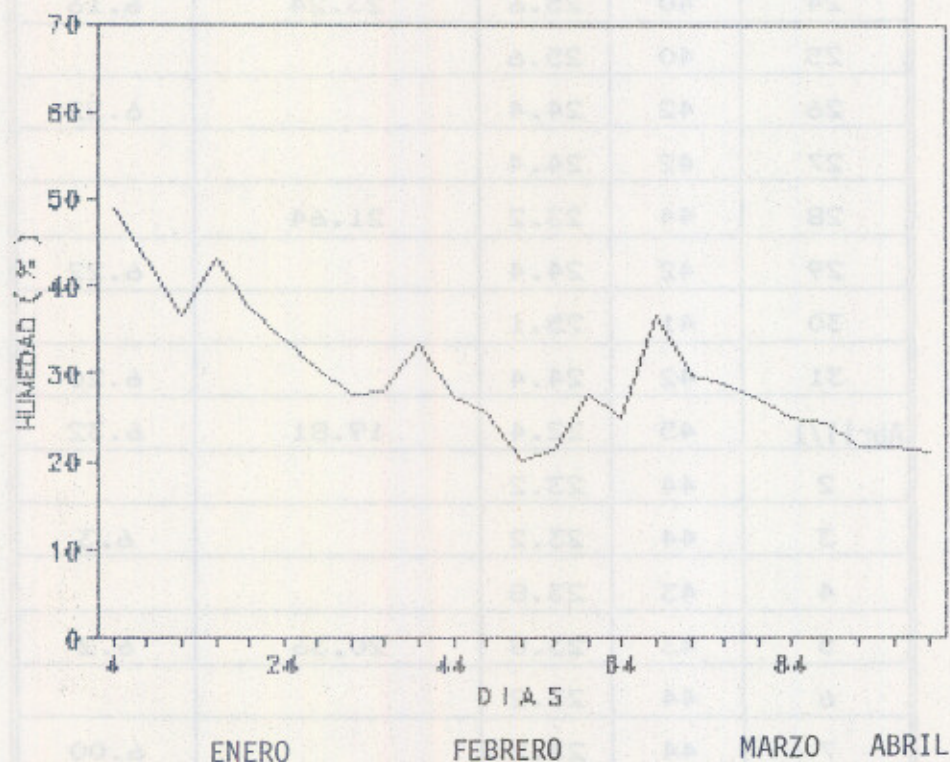


FIGURA 21 Comportamiento de la humedad del suelo en un rodal del bosque de *Abies quatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993.

7.2.2 pH del suelo

En el cuadro 13 se presentan también los valores de pH del suelo correspondientes al período de monitoreo. Los mismos se muestran en forma gráfica en la figura 22. De acuerdo con ésta, el pH mantuvo un comportamiento estable durante los 100 días de monitoreo, oscilando el rango entre 5.9 a 6.3, con un promedio de 6.1.

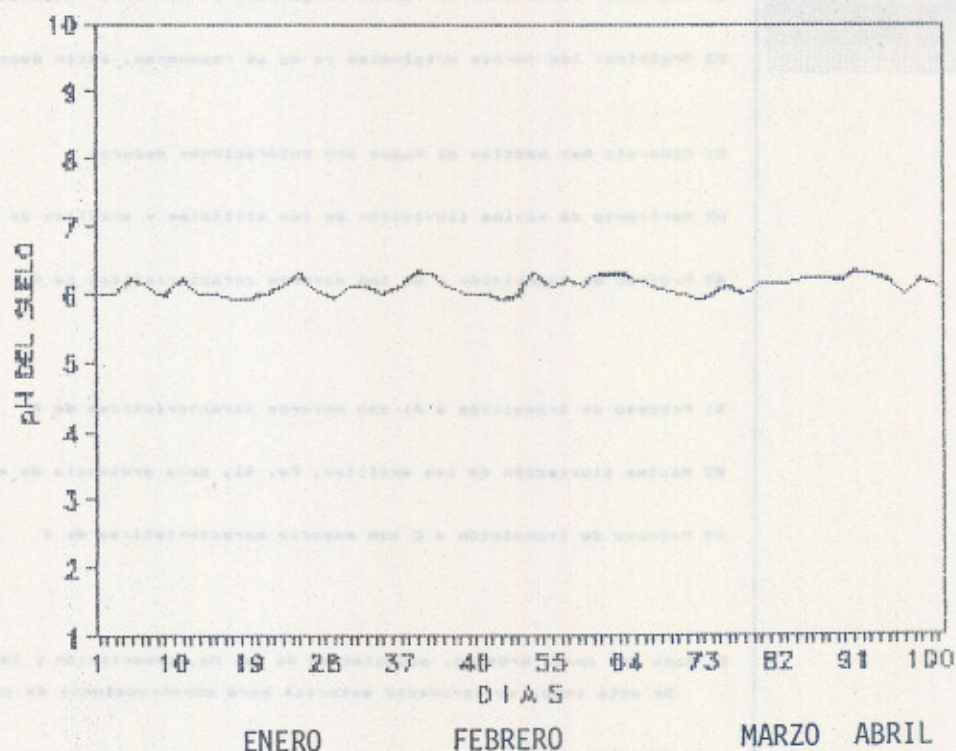


FIGURA 22 Comportamiento del pH en el suelo en un rodal del bosque de Abies guatemalensis Rehder en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993.

7.2.3 Características físicas del suelo

El análisis físico de suelo del rodal donde se lleva a cabo la germinación del Abies guatemalensis Rehder, permitió determinar que el mismo corresponde a una textura

franco-arenosa, con un contenido del 70% de arena, 23.3% de limo y 6.7% de arcilla.

En cuanto a los estratos del perfil del suelo en el rodal, se presenta a continuación en la figura 23 un detalle gráfico tomado como base la calicata realizada, la que tiene características especiales en los horizontes O, A, B y C.

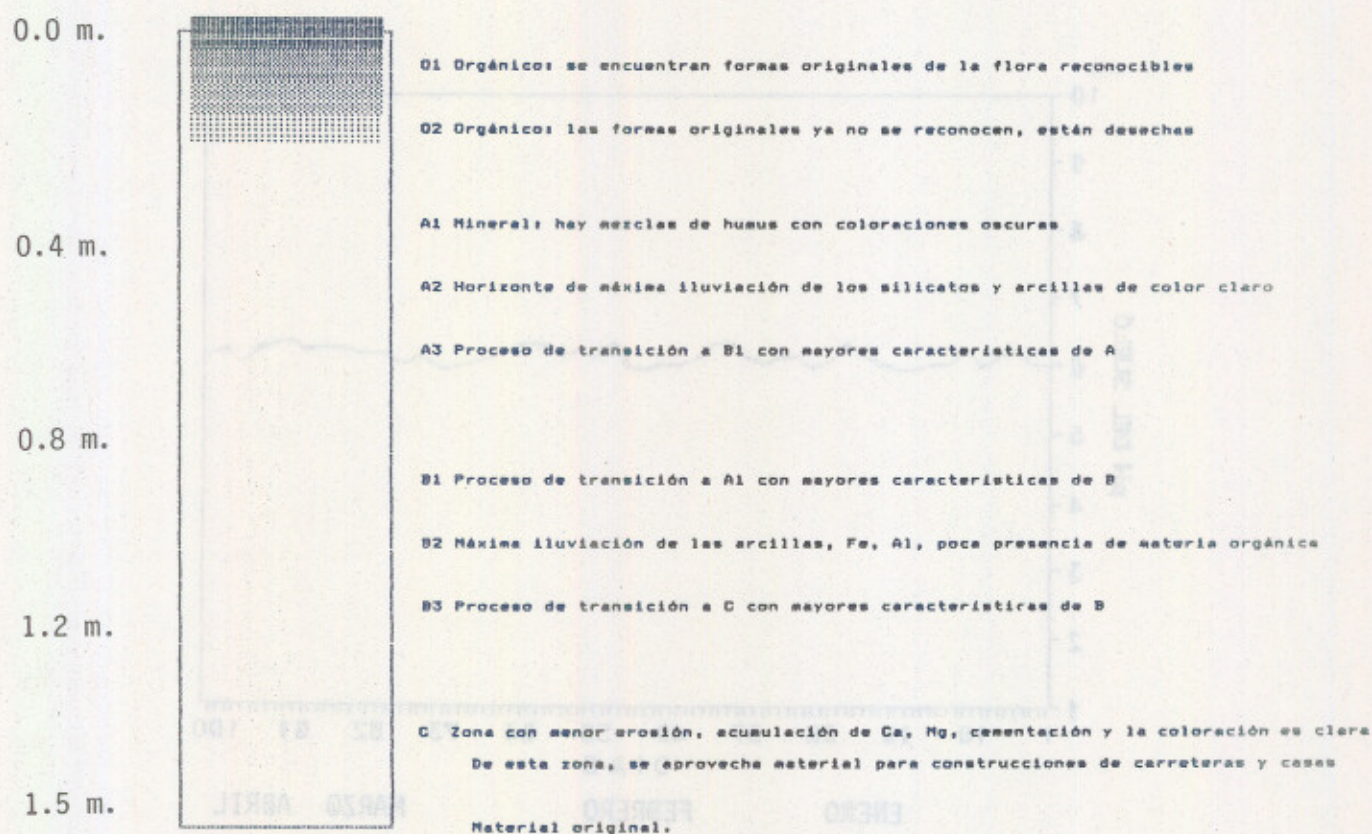


FIGURA 23 Perfil del suelo de un rodal del bosque de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, 1993 (47).

La pendiente del suelo en los bosques de pinabete, como factor físico del mismo, tiene un rango que va desde el 10% hasta el 80%, ya que son suelos de vocación forestal.

7.2.4 Características químicas del suelo

Con relación al análisis químico del suelo en el rodal estudiado del bosque de pinabete, en el cuadro 14 se presenta la información relacionada con el contenido de nutrientes.

CUADRO 14 Contenido de nutrientes del suelo en un rodal de los bosques de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, 1993.

P mg/ml	K mg/ml	Ca meq/ml	Mg meq/ml	Cu ppm	Zn ppm	Fe ppm	Mn ppm
9.53	128	7.80	0.93	0.55	4.5	13.0	24.0

Estos suelos tienen la característica de ser profundos y aptos básicamente para cultivos limpios como los granos básicos, sin embargo las pronunciadas pendientes y falta de prácticas de conservación de suelos permite que sean altamente susceptibles a la erosión. En todo caso los resultados indican que el nivel de fósforo (P) es adecuado ya que el nivel crítico para granos básicos es de 7 mg/ml, pero no así para hortalizas que requieren 12 mg/ml y frutales 15 mg/ml (27). En cuanto al potasio (K), el nivel crítico para granos básicos es de 60 mg/ml; el calcio (Ca), el rango adecuado para los cultivos en general es de 4 a 10 meq/100ml, con un óptimo de 8 meq/100 ml; el magnesio se presenta un poco bajo, ya que los cultivos requieren un rango entre 1 y 3 meq/100 ml.

En cuanto a elementos menores (27), los cultivos en general requieren cobre (Cu) en un rango de 1 a 2.5 ppm, mismo que se presenta bajo en estos suelos; el zinc (Zn)

es requerido en un rango de 2 a 4 ppm; en el hierro (Fe) el rango adecuado es de 10 a 20 ppm y finalmente el manganeso (Mn) cuyo rango requerido por los cultivos es de 5 a 20 ppm (27).

7.2.5 Características biológicas del suelo

En relación a este estudio, la materia orgánica del suelo registra niveles del 16.45%, contribuyendo a mantener los horizontes O y A, que en conjunto tienen una profundidad equivalente a 50 centímetros. Además fue detectada una presencia de altas cantidades de micorrizas, las cuales le permiten a la plántula desarrollarse con mayor vigor. Esta condición permite expresar el término "micotrofismo" (1), el cual se entiende por la tendencia que tienen estas plantas de alimentarse por medio de hongos, considerando al pinabete como una especie micotrófica. El tipo de micorrizas encontrado a nivel de microscopía fue el de ectomicorrizas, las que presentan micelio tabicado, formando un auténtico manto blanquecino de hifas que rodean generalmente a las raíces del árbol. El desarrollo de este hongo en el interior de la corteza es intercelular, por lo que da un aspecto de red, lo que se observa gráficamente una raíz de pinabete en asociación con ectomicorrizas en la figura 24.

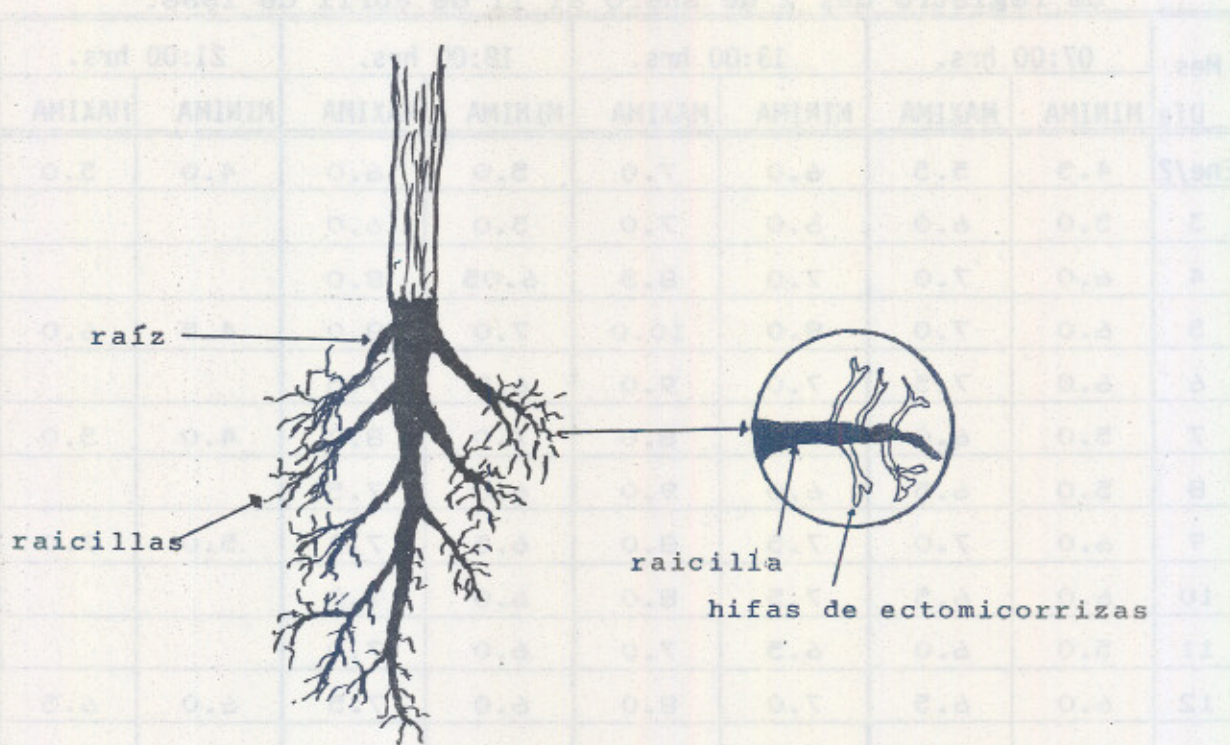


FIGURA 24 Raíz de *Abies guatemalensis* Rehder conteniendo ectomicorrizas.

7.2.6 Temperatura del suelo

Con respecto a los registros de temperatura máximas y mínimas del suelo, los mismos están contenidos en el cuadro 15 y fueron tomados durante los horarios 07:00, 13:00, 18:00 y 21:00 horas. En general, los niveles más bajos de temperatura (expresados en grados Centígrados) se presentaron durante el mes de enero, mientras que los mayores niveles se dieron durante los últimos 2 meses de registro, marzo-abril.

CUADRO 15 Temperaturas extremas del suelo de un rodal del bosque de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, de 4 horarios de registro del 2 de enero al 11 de abril de 1993.

Mes	07:00 hrs.		13:00 hrs.		18:00 hrs.		21:00 hrs.	
	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA
Ene/2	4.5	5.5	6.0	7.0	5.0	6.0	4.0	5.0
3	5.0	6.0	6.0	7.0	5.0	6.0		
4	6.0	7.0	7.0	8.5	6.05	8.0		
5	6.0	7.0	8.0	10.0	7.0	8.0	4.5	6.0
6	6.0	7.5	7.0	9.0	6.0	7.5		
7	5.0	6.0	7.0	8.0	7.0	8.0	4.0	5.0
8	5.0	6.5	6.0	9.0	6.0	7.5		
9	6.0	7.0	7.5	8.0	6.5	7.5	5.0	7.0
10	6.0	6.5	7.5	8.0	6.0	7.0		
11	5.0	6.0	6.5	7.0	6.0	7.0		
12	6.0	6.5	7.0	8.0	6.0	7.5	6.0	6.5
13	6.0	7.0	7.0	8.5	6.0	7.0		
14	6.5	7.0	8.5	9.0	7.5	8.0	6.0	7.0
15	6.5	7.0	8.0	9.0	8.0	8.5		
16	7.0	7.5	10.0	11.0	7.0	8.0	6.0	7.0
17	7.0	8.0	8.0	9.0	8.0	9.0		
18	7.0	8.0	7.0	8.5	8.0	9.0		
19	6.5	7.0	8.5	8.5	7.5	9.0	6.0	7.0
20	7.5	8.5	8.5	9.5	7.5	9.0		
21	7.0	7.5	7.0	8.0	8.0	9.0	8.0	8.5
22	7.0	7.5	8.0	8.5	7.5	8.0		
23	7.5	8.	8.0	9.0	8.0	9.0	7.0	8.0
24	7.5	8.0	8.5	9.0	9.0	10.0	7.0	8.0
25	8.0	8.5	8.5	9.0	8.0	9.0		
26	7.0	8.0	8.5	9.5	7.5	8.0	6.5	7.0
27	6.5	7.0	8.0	8.5	8.0	8.5		
28	7.0	8.0	9.0	10.0	9.0	9.5	7.0	8.0
29	6.5	7.5	8.0	9.0	7.0	8.0		
30	6.0	7.0	8.0	9.0	7.0	8.0	5.5	6.5
31	6.0	7.0	8.5	9.0	8.0	9.0		

Feb/1	6.0	6.0	8.5	9.0	8.5	9.0		
2	6.0	7.0	9.0	10.0	8.0	9.0	6.0	7.0
3	6.0	7.0	8.0	8.5	8.0	9.0		
4	7.0	7.5	8.0	9.0	7.0	8.0	6.0	7.0
5	6.0	7.0	9.0	10.0	8.5	9.5		
6	7.0	8.0	7.0	8.0	8.0	8.5	5.0	6.0
7	6.0	7.0	8.0	8.5	8.0	8.5		
8	6.5	7.0	8.0	9.0	8.5	9.5		
9	6.0	7.0	7.0	8.0	8.0	9.0	5.0	6.0
10	6.5	7.5	8.5	9.5	8.5	9.0		
11	6.5	7.0	8.5	9.5	8.0	8.5	6.0	7.0
12	7.0	8.0	8.5	9.5	8.0	9.0		
13	7.5	8.0	9.0	10.0	8.5	9.0	7.0	7.5
14	7.5	8.5	8.0	9.0	8.0	9.0		
15	7.5	8.5	9.0	10.0	8.5	9.0		
16	7.0	7.5	10.0	11.5	10.0	10.5	5.0	6.5
17	7.5	8.0	10.0	11.0	9.0	10.0		
18	8.0	8.5	8.0	9.0	6.5	7.0	6.0	5.5
19	7.0	8.0	9.0	10.0	9.0	10.0		
20	7.0	8.0	9.0	10.0	8.0	9.0	6.0	7.0
21	7.0	8.0	10.0	11.0	7.0	7.5		
22	6.5	7.5	10.0	11.0	10.0	11.0		
23	7.0	8.0	10.0	11.0	9.0	10.0		
24	8.0	9.0	10.0	11.0	10.0	11.0	9.0	10.0
25	8.0	9.0	11.0	12.0	10.0	11.0		
26	7.0	8.0	11.0	12.0	10.0	11.0		
27	7.0	8.0	10.0	11.0	10.0	11.0	7.0	8.0
28	8.0	9.0	10.0	11.0	10.0	11.0		
Mar/1	8.0	9.0	11.0	12.0	10.0	11.0		
2	7.0	8.0	10.0	11.0	8.0	9.0	6.0	7.5
3	8.0	9.0	12.0	13.0	10.0	11.0		
4	8.0	9.0	11.0	12.0	10.0	11.0		
5	8.0	9.0	10.0	11.0	9.0	10.0	7.0	8.0
6	8.5	10.0	10.5	11.0	9.0	10.0		
7	8.0	9.0	10.0	11.0	8.0	9.0		

8	8.0	9.0	10.0	11.0	10.0	11.0		
9	8.0	9.0	10.0	11.0	10.0	11.0		
10	8.5	10.0	10.0	11.5	10.0	11.0	6.5	8.0
11	9.0	10.0	11.0	12.0	10.0	11.0		
12	8.0	9.0	10.0	11.0	9.0	10.0		
13	8.0	9.0	9.0	10.0	9.0	10.0	7.0	8.5
14	8.0	9.0	10.0	11.0	9.5	10.5		
15	6.0	7.0	9.0	10.0	8.0	9.0		
16	6.0	7.0	10.0	11.0	10.0	11.0	7.0	8.0
17	7.0	8.0	11.0	12.0	9.0	10.0		
18	6.0	7.0	9.0	10.0	8.0	9.0		
19	5.0	6.0	8.0	9.0	9.0	10.0	6.0	7.0
20	6.0	7.0	9.0	10.0	9.0	10.0		
21	8.0	9.0	11.0	12.0	8.0	9.0		
22	6.0	7.0	10.0	11.0	10.0	11.0	7.0	8.0
23	6.0	7.0	11.0	12.0	10.0	11.0		
24	7.0	8.0	10.0	11.0	9.0	10.0	6.0	7.0
25	6.5	8.5	10.0	12.0	10.0	11.0		
26	8.0	9.0	11.0	12.0	10.0	11.0		
27	7.0	8.5	11.0	12.0	10.0	11.0	7.0	8.0
28	8.0	9.0	12.0	13.0	11.0	12.0		
29	8.0	9.0	12.5	13.5	11.0	12.0		
30	7.0	8.0	11.5	13.0	10.0	11.0	7.00	8.00
31	7.0	8.5	12.0	13.0	12.0	13.0		
Ab/1	8.0	9.5	12.0	13.0	12.0	13.0		
2	8.5	9.5	12.0	13.0	11.0	12.0	7.0	8.0
3	8.0	9.0	12.0	13.0	11.0	12.0		
4	7.0	8.0	12.0	13.0	10.0	11.5		
5	6.5	8.0	11.5	12.5	10.5	12.0	6.0	7.0
6	7.0	8.0	12.0	13.0	12.0	13.0		
7	8.0	9.0	12.5	13.0	11.0	12.5	7.0	8.0
8	8.0	9.0	13.0	14.0	11.0	12.0		
9	8.0	9.0	13.0	14.0	11.0	12.0	7.0	8.0
10	8.0	9.0	13.0	14.0	11.0	12.0		
11	8.5	9.5	13.5	14.5	11.5	12.5	7.0	8.0

Con el fin de hacer comparaciones entre los datos de temperatura del suelo y ambiental, en el cuadro 16 se presentan valores de temperatura media y extrema que reporta la estación meteorológica número 59 del INSIVUMEH, llamada "Labor Ovalle", para los primeros cuatro meses de los años 1991 y 1992.

CUADRO 16 Registros de temperatura ambiental ($^{\circ}\text{C}$), durante los primeros cuatro meses de los años 1991-1992, estación meteorológica "Labor Ovalle", Quetzaltenango.

FECHA	TEMPERATURA MEDIA		TEMPERATURA EXTREMA	
	MAXIMA	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
Enero 1991	22.2	1.8	26.0	-5.0
Febr. 1991	23.6	0.5	28.0	-9.2
Marzo 1991	25.4	2.4	29.8	-7.2
Abril 1991	25.2	5.9	28.0	1.4
Enero 1992	22.5	0.3	25.2	-7.4
Febr. 1992	22.9	0.0	26.0	-8.5
Marzo 1992	24.5	3.2	28.4	-7.4
Abril 1992	24.0	5.4	27.6	0.4

Estos datos permiten establecer diferencias entre el comportamiento de la temperatura a nivel del suelo (sin cambios bruscos), con la temperatura a nivel del ambiente, misma que presenta rangos muy amplios.

En las figuras 25 a la 28, se observa gráficamente el comportamiento de la temperatura máxima y mínima del suelo durante los cuatro horarios, en donde se observa una tendencia creciente durante el periodo de monitoreo. El rango de variación no es muy extremo ya que en la temperatura promedio mínima varía de 4 a 13.5 $^{\circ}\text{C}$, mientras que en la máxima es de 5 a 14.5 $^{\circ}\text{C}$, con una media general de 8.3 $^{\circ}\text{C}$.

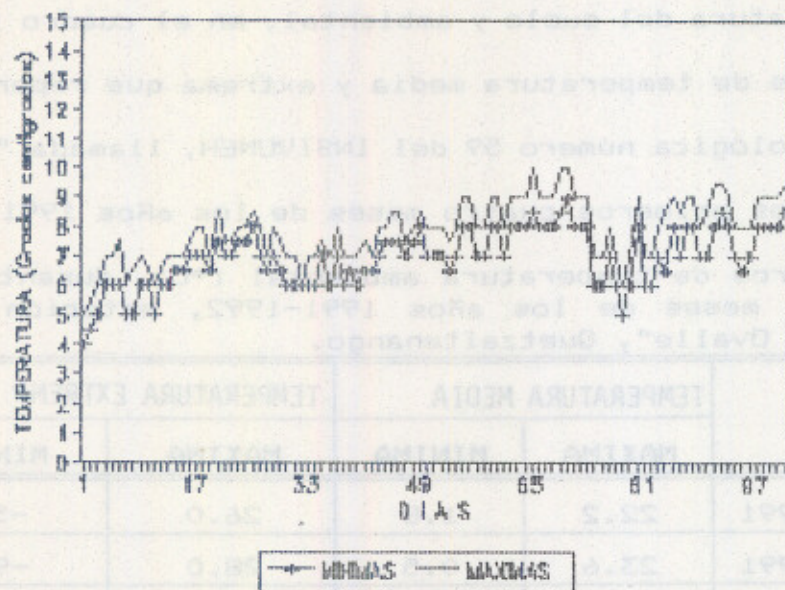


FIGURA 25 Comportamiento de la temperatura del suelo en un rodal del bosque de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, registrada a las 07:00 Hrs. del 2 de enero al 11 de abril, 1993.

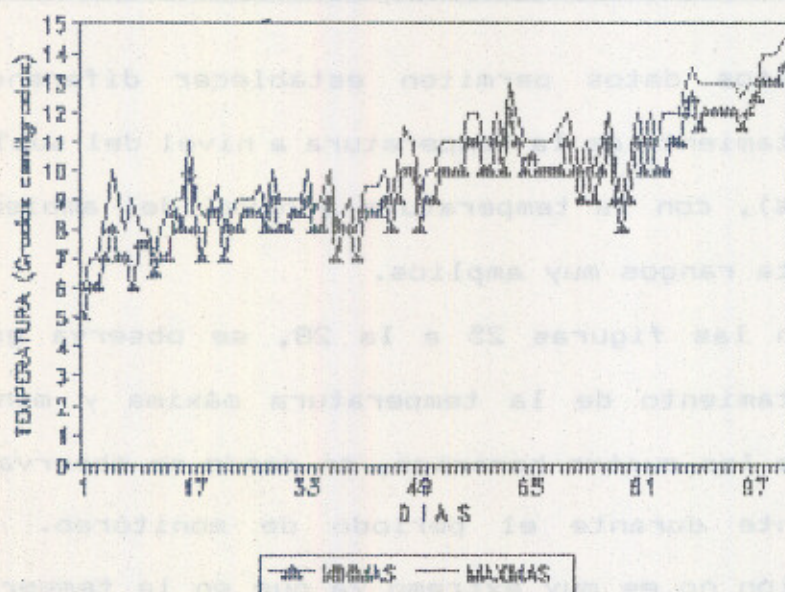


FIGURA 26 Comportamiento de la temperatura del suelo en un rodal del bosque de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, registrada a las 13:00 Hrs. 2 de enero al 11 de abril, 1993.

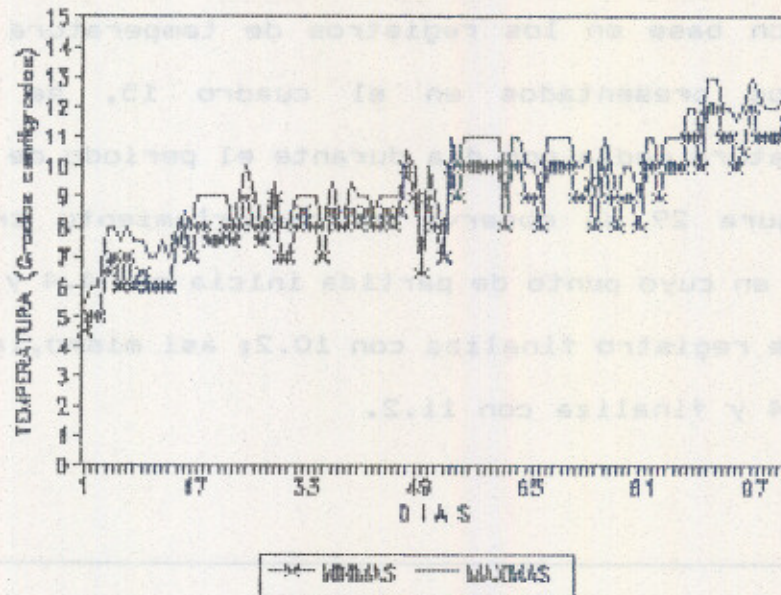


FIGURA 27 Comportamiento de la temperatura del suelo en un rodal del bosque de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, registrada a las 18:00 Hrs. del 2 de enero al 11 de abril, 1993.

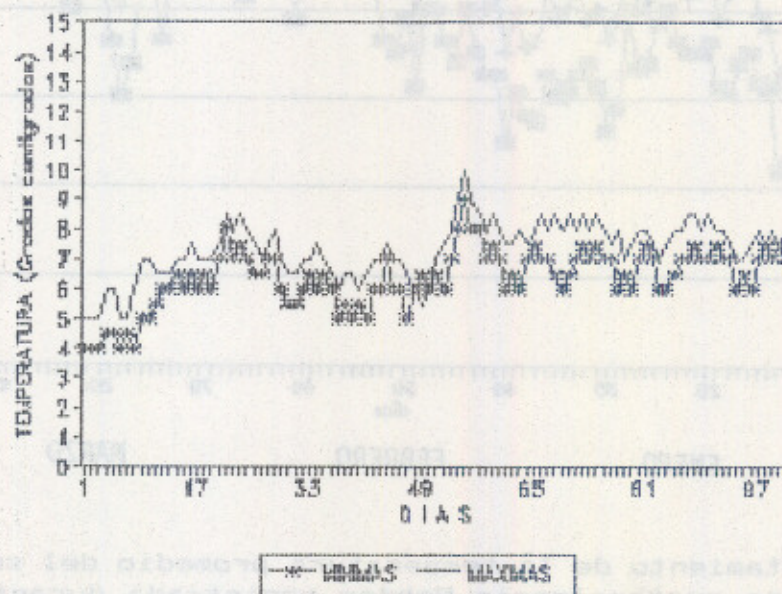


FIGURA 28 Comportamiento de la temperatura del suelo en un rodal del bosque de *Abies guatemalensis* Rehder en Palestina de los Altos, registrada a las 21:00 Hrs. 2 de enero al 11 de abril, 1993.

Con base en los registros de temperatura de los cuatro horarios presentados en el cuadro 15, se determinó una temperatura media por día durante el período de monitoreo. En la figura 29 se observa el comportamiento creciente de la mínima en cuyo punto de partida inicia con 4.4 y en los últimos días de registro finaliza con 10.2; así mismo, la máxima inicia con 5.4 y finaliza con 11.2.

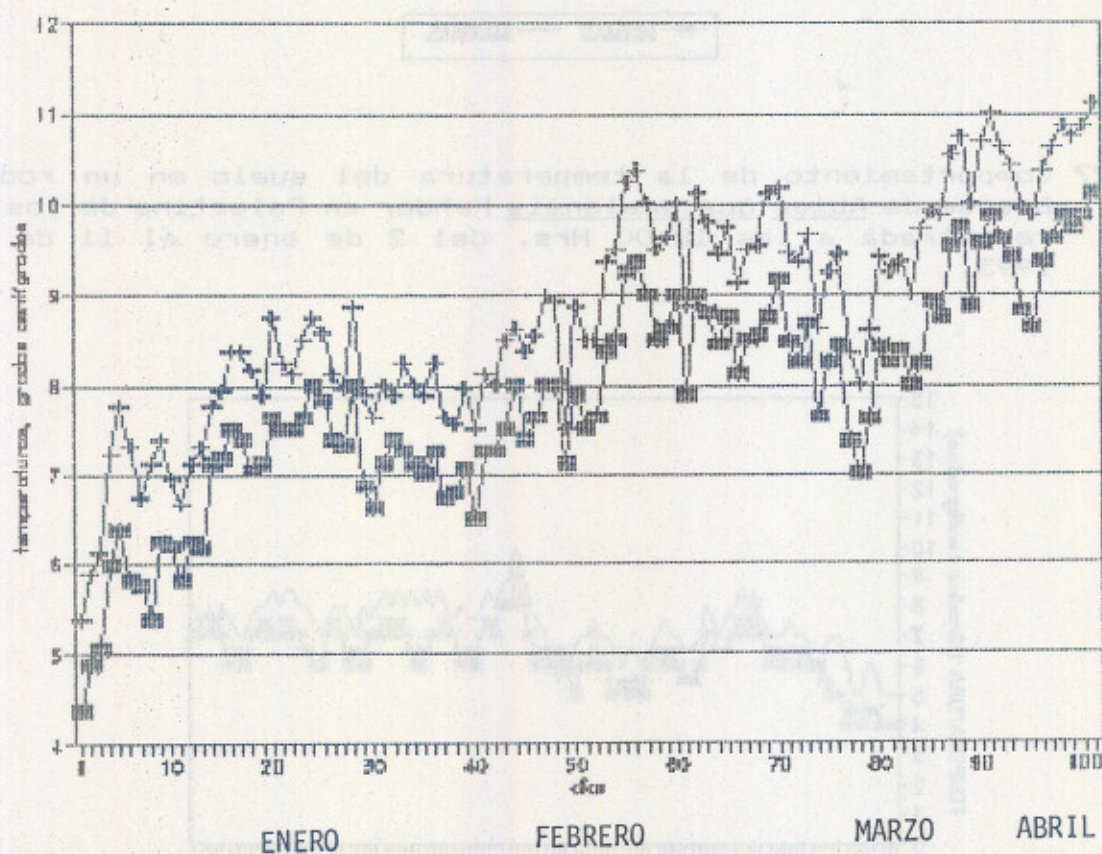


FIGURA 29 Comportamiento de la temperatura promedio del suelo en bosques de *Abies guatemalensis* Rehder registrada durante los 100 días de monitoreo en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993.

Al analizar gráficamente el promedio de temperatura mínima y máxima para cada uno de los horarios durante el período total de monitoreo, se observa en la figura 30 que la variación entre las mismas es poca, por lo que los cambios de temperatura que a nivel del suelo suceden no son bruscos.

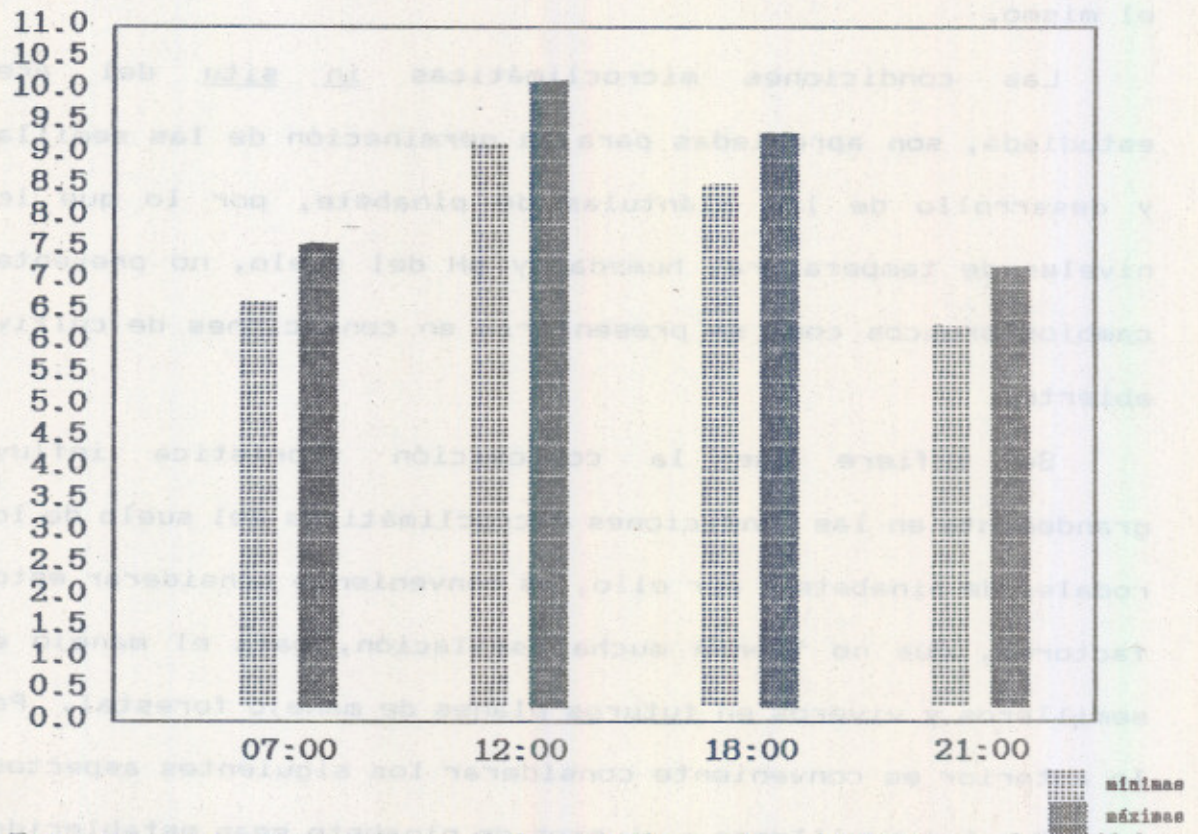


FIGURA 30 Temperatura promedio del suelo en bosques de Abies guatemalensis Rehder registrada durante los cuatro horarios de monitoreo en Palestina de los Altos, del 2 de enero al 11 de abril de 1993.

7.3 RELACION DE LAS CONDICIONES MICROCLIMATICAS DEL SUELO CON LA GERMINACION

El desarrollo de las condiciones microclimáticas caracterizadas por los niveles de temperatura, humedad y pH del suelo, están relacionadas con las características del bosque.

La vegetación por ejemplo, es determinante en las características de la cama de germinación que se presenta; el pH es débilmente ácido y está relacionado con la descomposición de la materia orgánica, misma que principalmente proviene de las hojas de coníferas que caen al suelo, produciendo acidez en el mismo.

Las condiciones microclimáticas in situ del área estudiada, son apropiadas para la germinación de las semillas y desarrollo de las plántulas de pinabete, por lo que los niveles de temperatura, humedad y pH del suelo, no presentan cambios bruscos como se presentaría en condiciones de cultivo abierto.

Se infiere que la composición florística influye grandemente en las condiciones microclimáticas del suelo de los rodales de pinabete y por ello, es conveniente considerar estos factores, que no tienen mucha oscilación, para el manejo de semilleros y viveros en futuros planes de manejo forestal. Por lo anterior es conveniente considerar los siguientes aspectos.

- A. Que los semilleros y viveros de pinabete sean establecidos dentro del bosque o en condiciones similares, a nivel del piso forestal y que el sustrato contenga características similares a las de la textura de un suelo franco arenoso.
- B. Que en el semillero o vivero se mantenga en lo posible una temperatura que oscile dentro de un rango de 4.5 a 11.2 °C; que el porcentaje de humedad esté comprendido en el rango de 22 a 53.1 % y finalmente que el pH sea débilmente ácido, con un rango de 5.9 a 6.3.

C. Es importante contemplar que en condiciones naturales, la germinación de las semillas se realiza sin que los rayos solares impacten directamente sobre las plántulas, así como que el crecimiento de las mismas se desarrolla con la simbiosis de ectomicorrizas y las raíces.

7.4 USOS QUE LA POBLACION HUMANA LE DA AL BOSQUE DE Abies guatemalensis Rehder, LOS INGRESOS ECONOMICOS QUE PERCIBEN DE EL Y LA ACTITUD QUE ASUMEN FRENTE A DICHO RECURSO FORESTAL.

Las áreas de bosques y cultivos del municipio son en su mayoría de propiedad privada, esto ha permitido que cada dueño haga lo que más le convenga con sus propiedades. Se comprobó que no existe ninguna institución estatal ni privada que se dedique al desarrollo de programas de extensión forestal.

La tala inmoderada de árboles en el área, se realiza sin ningún trámite en la cabecera departamental ante la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre -DIGEBOS-, ya que no tiene delegación en el municipio. Del área que cubre el municipio que es de 48 kilómetros cuadrados, actualmente solo el 28% (13.4 km²) poseen cubierta boscosa.

Las áreas deforestadas son dedicadas a cultivos como maíz, trigo y papa, este último ha resultado rentable para la mayoría de agricultores, a pesar de los bajos precios en el mercado. Actualmente, la orientación agrícola y de conservación de suelos, es impartida por el personal de la Agencia Municipal de DIGESA.

El nivel de vida de los habitantes, la agricultura de

subsistencia y cultura propia les obliga a consumir leña para cocinar sus alimentos. Lo más grave en la tala de árboles, es que no existe ninguna orientación para conservar los mejores especímenes, cuyas características fenotípicas indican que son árboles potencialmente semilleros.

Para determinar los usos que la población humana de la región le ha dado al bosque y los ingresos económicos que han obtenido del mismo, fue necesario analizar previamente las condiciones socio-económicas de la comunidad.

En tal sentido, se determinó que el municipio tiene aproximadamente 20,000 habitantes en total, de los cuales en las dos aldeas donde se encuentran los rodales de Pinabete, como lo son El Edén y Buena Vista se tienen aproximadamente 9,000 habitantes quienes en su mayoría se dedican a labores agrícolas y crianza de ganado y aves, reportándose una población económicamente activa -PEA- de 59% (14). Los habitantes que leen y escriben son aproximadamente el 48% y la migración de la población en los últimos años es del 15.2% con destino a las fincas de la costa sur, ciudad capital y los Estados Unidos de América, en búsqueda de trabajo (14).

El tipo de vivienda más usado es el de construcciones de adobe con techos de lámina; anteriormente se usaba para techar casas la teja manil¹ obtenida del pinabete, lo que ahora es difícil pues se necesitan árboles con diámetros grandes para su

¹/Pedazo de madera obtenido de árboles maduros, cuya forma de tablilla usualmente mide 60 cm de largo, 18 cm de ancho y grosor del anillo de crecimiento del árbol. Esta teja es utilizada en el altiplano de Guatemala para techar ranchos.

extracción. El 72% de las viviendas tienen piso de tierra y el 28% tienen piso de cemento, ladrillo o mosaico.

El tipo de cocina que usa la mayoría de los hogares (64%) son planchas metálicas, el 23% usa poyo tradicional y el 13% usan estufas mejoradas como la "Estufa Lorena". La preferencia de especies forestales para leña, en su orden es: encino o roble (Quercus sp.), pino (Pinus ayacahuite Ehrenberg y Pinus rudis Endl.), pinabete (Abies guatemalensis Rehder), ciprés (Cupressus lusitanica Miller) y aliso (Alnus sp.), y por último, madrón (Arbutus xalapensis HBK), laurel (Litsea sp.), cerezo (Prunus sp.) y otras especies.

En los últimos años, el abastecimiento de leña ha sido difícil debido a la reducción de los bosques y a los precios altos, por ejemplo a finales del año 1992, una tarea de leña (1.3 m³) de aliso o madrón se cotizó a un precio de Q30.00, mientras que la de ciprés, pino y pinabete, entre Q40.00 y Q45.00 y la leña de encino o roble llegó a cotizarse hasta por Q50.00 la tarea.

Actualmente la tala de árboles es inmoderada lo cual se facilita por el uso indiscriminado de motosierras; el transporte de grandes trozas de madera se hace generalmente en camiones, rumbo a los aserraderos del departamento. No existen viveros formales de producción forestal, únicamente la iniciativa de 6 habitantes que recolectan semillas de especies nativas y reforestan pequeñas áreas de su propiedad. Es importante mencionar que en los rodales de pinabete se localizan algunos arbustos nativos de la región y que en

algunos casos a la población humana les sirven para leña, parales o varas, escobas, etc.

Con respecto a la tenencia y explotación de la tierra, la mayoría son propietarios, según se muestra en el cuadro 17.

CUADRO 17 Propietarios de la tierra y extensión de las fincas, en Palestina de los Altos, 1993.

PROPIETARIOS (%)	EXTENSION (ha)
27	< 0.5
33	0.5 a 1.5
16	1.5 a 2.5
11	2.5 a 3.5
3	> 3.5

Los principales cultivos a que se dedican los agricultores y la extensión que cultivan se detalla en el cuadro 18.

CUADRO 18 Principales cultivos, extensión total y porcentaje de familias que los realizan en Palestina de los Altos, 1993.

CULTIVO	EXTENSION (ha)	FAMILIAS (%)
Maíz	1660	100
Papa	1000	89
Trigo	780	67

Los bosques en el municipio son de propiedad privada y sus dueños constituyen el 78% de la población. Las dos terceras partes de estos bosques tienen extensiones menores de 0.5 hectáreas, situación que preocupa a la mayoría de la población por ver reducidos cada día sus bosques, tal y como se observa en la figura 31. Asimismo, existe un 22% de la población que no posee bosque y que compra leña para cocinar sus alimentos.



FIGURA 31 Areas de vocación forestal transformadas en zonas de cultivos en Palestina de los Altos, 1993.

Respecto a la producción pecuaria, los animales a los que se les dedica atención son: cerdos (Potomachoerus porcus), vacas (Bos taurus), caballos (Equus caballus), ovejas (Ovis aries), gallinas (Gallus gallus), chompipes (Meleagris sp.) y cabras (Capra ircus). La mayoría de los animales pastan en los campos de cultivo aprovechando los residuos de cosecha, en caminos y libremente en los bosques. Esto impide el crecimiento y desarrollo de la regeneración natural de especies nativas en los bosques, especialmente pinabete como se aprecia en la figura 32.



FIGURA 32 Ovejas pastando en bosques de *Abies guatemalensis* Rehder, en Palestina de los Altos, 1993.

El crecimiento de la población es constante (9 miembros/familia), por lo que buscando mejores fuentes de ingreso el cultivo de la papa ha crecido en los últimos 10 años, cosechando hasta 40 quintales/cuerda (325 kg/ha), actividad que acelera la reducción de bosques. El pinabete es utilizado para leña, madera de aserrío, muebles y árboles navideños. El 40% de propietarios de los bosques se dedican a la venta de ramas y copas para árboles de navidad, actividad que les genera otros ingresos pero que deteriora gravemente el bosque (figuras 33 y 34). Las ramas son compradas por intermediarios en Q3.00 la docena y cada punta en Q10.00 ó Q15.00 (precios de 1992).



FIGURA 33 Ramilla cortada de *Abies guatemalensis* Rehder conteniendo conos portadores de semillas en Palestina de los Altos, 1993.



FIGURA 34 Campesinos con ramillas de *Abies guatemalensis* Rehder para su comercialización en Palestina de los Altos, 1993.

7.5 DETERMINACION DE LA REDUCCION DE LOS BOSQUES DE Abies guatemalensis Rehder DURANTE EL PERIODO DE 1972 A 1991, EN EL MUNICIPIO.

De acuerdo con los mosaicos obtenidos de los juegos de fotografía aérea de los años 1972 (R-8, L-17A) del proyecto CETEFOR y 1991 (R-11, L-14A) del IGM, correspondientes al área estudiada, la reducción de los bosques a nivel general durante este período de tiempo es de aproximadamente 55%, lo cual representa una cantidad reducida de 1107 hectáreas.

Los cálculos planimétricos permiten establecer que en el año 1972, la cubierta boscosa del municipio era de 24.4 kilómetros cuadrados (2440 ha) aproximadamente, mientras que para el año 1991 se calculó que únicamente quedaban 13.42 Kilómetros cuadrados (1342 ha), en los cuales menos de la cuarta parte se encuentra pinabete, estableciéndose claramente la reducción de dichos rodales, tal y como se aprecia en la figura 35.

De acuerdo con la reducción de la masa boscosa en el municipio, se calcula una tasa de deforestación durante el período de 1972 a 1991 de 55.35 ha/año.



FIGURA 35. Localización de las áreas boscosas correspondientes a los años 1,972 (b) y 1,991 (a), de Palestina de los Altos..

7.6 RELACION ENTRE LA COMPOSICION FLORISTICA, VOLUMETRIA Y USO DE LOS BOSQUES DE Abies guatemalensis Rehder

El inventario forestal permite definir que la composición florística en el área muestra poca diversidad, en la cual el predominio ecológico lo tienen el Pinus ayacahuite con 85.14 de valor de importancia y el Abies guatemalensis Rehder con 77.66, respectivamente.

De acuerdo con los resultados planimétricos, la volumetría de los bosques ha cambiado aceleradamente en función del tiempo y del espacio. En 1,972 la masa boscosa cubría aproximadamente 24.4 kilómetros cuadrados de la extensión total del municipio y en 1,991 dicha masa boscosa se calculó en 13.42 kilómetros cuadrados, reducción que se atribuye al cambio del uso del suelo de vocación forestal, para dedicarlo al uso intensivo de cultivos agrícolas. Este cambio se inició básicamente con el cultivo de maíz y posteriormente se introdujo el cultivo del trigo; sin embargo, por razones de rentabilidad y la caída de los precios de ambos, en los últimos diez años el cultivo de la papa ha empezado a sustituirlos.

En forma práctica, para el municipio esta información cualitativa y cuantitativa de su masa boscosa, localización y condiciones microclimáticas de los rodales de pinabete, sirve de base para elaborar y proponer acciones tendientes a recuperar la masa boscosa y las especies nativas de alto valor genético.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 El área boscosa en el municipio constituye el 28% (13.4 km²) de la extensión total de 48 km², en donde se localizan 88 rodales, de los cuales 27 contienen Abies guatemalensis Rehder.
- 8.2 La composición florística de los rodales de pinabete del municipio de Palestina de los Altos, está definida por 15 especies arbóreas, en donde Pinus avacahuite Ehrenberg y Abies guatemalensis Rehder presentan los valores de importancia más altos (85.14 y 77.66, respectivamente). En el estrato arbustivo se encuentran 13 especies, en las que Cestrum guatemalense Francey y Rubus trilobus Seringe mantienen la predominancia ecológica con valores de importancia de 33.32 y 30.46, respectivamente. En el estrato herbáceo se presentan 11 especies, siendo Salvia cinnabarina Mart. & Gal. y Bidens ostruthioides Sch. las que tienen mayores valores de importancia (46.94 y 38.36, respectivamente).
- 8.3 Con respecto al pinabete, el inventario forestal reporta una densidad de 235 árboles/ha, con 6.5 m² de área basal/ha y 56.24 m³ de volumen total/ha; asimismo se registran 6 bosques artificiales que cubren una extensión total de 1.5 hectáreas.
- 8.4 En las clases diametrales de pinabete, los árboles con DAP menores de 20 cm constituyen el 85.5% de la masa boscosa, lo que permite establecer una tala selectiva de árboles, especialmente maduros con diámetros mayores a los 30 cm.

- 8.5 El estado de la copa en los árboles de pinabete, registra que el 28.8% están desramadas, producto de la explotación de ramas para la época navideña ocasionando pérdidas de estróbilos masculinos, femeninos y conos formados. Asimismo, los árboles descopados ascienden al 16% producto de la venta de las puntas como árbol navideño.
- 8.6 Los árboles potencialmente semilleros de pinabete en el municipio son únicamente nueve, la mayoría han sido talados ilegalmente, con lo que se ha reducido la cantidad de germoplasma de alta calidad.
- 8.7 La germinación de las semillas de pinabete en el área de estudio, se realizó en las siguientes condiciones microclimáticas del suelo:
- a. **Humedad:** un rango de 22% a 53.1%, con una media de 29.4%.
 - b. **pH:** un rango de 5.9 a 6.3, con una media de 6.1.
 - c. **Temperatura:** un rango de 4.0°C ,a 14.5°C, con una media general de 8.3°C.
- 8.8 Los usos que la población humana del municipio le ha dado al bosque de pinabete son: leña, madera de aserrío, madera de construcción, muebles y ramas y puntas para árboles de navidad.
- 8.9 La reducción de los bosques en el municipio durante el período comprendido entre 1,972 y 1,991, fue del 55%, lo que representa una extensión de 1,107 hectáreas, con una tasa de deforestación de 55.35 has/año.
- 8.10 La reducción del bosque se debe principalmente al cambio del uso del suelo de vocación forestal, para dedicarlo al uso intensivo de cultivos agrícolas.

8.11 En el municipio no existe un plan de manejo forestal ni instituciones estatales o privadas que se dediquen a la extensión forestal.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Propiciar planes de manejo forestal para el municipio, como parte de una política de conservación de los recursos forestales del mismo.
- 9.2 Legislar en favor del Abies guatemalensis Rehder, para el rescate y protección de ésta y otras especies nativas en vías de extinción, aprovechando que la Ley Forestal se encuentra en su fase de revisión en el Congreso de la República.
- 9.3 Promover la declaración de áreas de reserva natural y protección del Abies guatemalensis Rehder, estableciendo bancos de germoplasma, rodales semilleros y bosques artificiales.
- 9.4 Para el establecimiento de semilleros de Abies guatemalensis Rehder, considerar las condiciones microclimáticas en las que se da la germinación en forma natural.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, C.A.; BARCA, J.M. 1980. Micorrizas. Revista Investigación y Ciencia. (España) no. 47:8-16.
2. AGUILAR CUMES, J.M.; PONCIANO GOMEZ, I.; DARY FUENTES, J.M. 1988. Las coníferas de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. Colección Cuadernos de Investigación. no. 12-87. 80 p.
3. BOVAY ENGINEERS, (Tex). 1975. Estudio de prefactibilidad para un plan maestro de los recursos naturales renovables de Guatemala. Guatemala, Consejo Nacional de Planificación Económica. tomo 1, p. 12.
4. CABRERA GAILLARD, C. 1991. La deforestación en Guatemala. Boletín Informativo Agro (Gua) no. 3:4-5.
5. CASTANEDA, C. 1979. El hombre y los recursos naturales renovables de Guatemala. In Seminario Multiprofesional sobre Recursos Naturales Renovables de Guatemala. (1., 1979, Guatemala). Memorias. Guatemala, Colegio de Profesionales. p. 1-42.
6. _____; PINTO, D. 1981. Recursos naturales de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
7. CASTANEDA, L. et al. 1983. Diagnóstico de la situación de los recursos naturales renovables de Guatemala. Tikalia (Gua.) 2(1):75-106.
8. COC, A.; GIRON, C. 1988. Diagnóstico preliminar sobre el estado actual del pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en el altiplano occidental del país; informe técnico. Guatemala, Dirección General de Bosques y Vida Silvestre. 20 p.
9. COMISION CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO. 1992. Agenda Centroamericana de ambiente y desarrollo. s.l., Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 78 p.
10. CONFERENCIA EPISCOPAL DE GUATEMALA. 1988. El clamor por la tierra. Revista de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (Gua.) no. 4:23-34.
11. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plantas. New York, EE.UU., Colombia University Press. 1262 p.
12. CRUZ S, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

13. CURLEY G., M.A.; URIZAR M., M.T. 1978. Recursos naturales renovables. Guatemala, s.n. 226 p.
14. DIAZ VELASQUEZ, A.L. 1992. Diagnóstico general de la aldea El Edén, Palestina de los Altos, Quetzaltenango. Diagnóstico de E.P.S. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 p.
15. DONAHUE, J.K. et al. 1985. *Abies guatemalensis*: a two year status report. EE. UU, North Carolina State University. Bulletin on Tropical Forestry, no. 3. 17 p.
16. ENGEBAK, P. 1989. El agua y el saneamiento en las áreas rurales de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. 36 p.
17. ESTRADA L., L.A.; DEL VALLE B., R. 1986. Muestreo de suelos e interpretación de resultados de análisis. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. 49 p.
18. FAJARDO, N.H. s.f. Instructivo práctico para la elaboración de inventarios forestales regionales. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 13 p.
19. FAO (Gua.). 1977. Estudios para la reforestación nacional. Guatemala. FAO. Documento de Trabajo no. 25. 64 p.
20. ----- . 1977. Fortalecimiento al sector forestal Guatemala; inventarios y estudios dendrométricos en bosques de coníferas. Guatemala. 69 p.
21. FLORES, M.A. 1959. Introducción a la patología forestal. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Imprenta Universitaria, no. 624. 39 p.
22. GARCIA RODRIGUEZ, G.R. 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, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
23. GLOYNE, R.W.; LOMAS, J. 1988. Compendio de apuntes para la formación de personal agrometeorológico de las clases II y III. Suiza, Organización Meteorológica Mundial. 551 p.
24. GONZALEZ MARTINEZ, J.H. 1979. Caracterización ecológica de las comunidades de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
25. GORNAT, B.; GOLDBERG, S.D. 1975. El uso de tensiómetros para medir la tensión del agua del suelo y determinar el régimen de riego. Jerusalén, Universidad Hebrea, Facultad de Agricultura. 11 p.

26. **GUATEMALA. CONSEJO NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS; INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD.** 1990. El pinabete es nuestro. Guatemala. 4 p.
27. _____ **INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR.** 1991. Palestina de los Altos, Quetzaltenango; fotografía aérea R-11, L-14A, no. 2302-3. Guatemala. Esc. 1:60,000.
28. _____ **INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL.** 1970. Mapa geológico de la República de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:50,000. 4 h. Color.
29. _____ 1965. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja cartográfica Quetzaltenango. no. 1860 I. Guatemala. Esc. 1:50,000 Color
30. _____ 1978. Diccionario geográfico nacional. Guatemala. tomo 2, p. 34.
31. _____ **INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA METEOROLOGIA E HIDROLOGIA.** 1988. Atlas climatológico de la República de Guatemala. Guatemala. 21 p.
32. _____ **INSTITUTO NACIONAL FORESTAL.** 1977. Tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala. Guatemala, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 162 p.
33. _____ 1988. Banco de semillas forestales. Guatemala, Dirección de Manejo Forestal. Boletín informativo no. 1. 15 p.
34. _____ **LEYES, DECRETOS, ETC.** 1985. Constitución política de la república de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. 191 p.
35. **LAMBOUR M., R.** 1974. Manual de matemáticas para uso agrícola, pecuario y forestal. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 157 p.
36. **LEVIN, J.** 1979. Fundamentos de estadística en la investigación social. EE.UU., Universidad de Northeastern. 305 p.
37. **MENDEZ MUÑOZ, C.B.** 1991. Estudio de las comunidades forestales de la cuenca del río Cocol, Joyabaj, Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 92 p.
38. **MITTAK, W.L.** 1978. Manual 2 para la recolección de semillas forestales. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. Documento de Trabajo no. 4. 43 p.
39. **MONOGRAFIA DEL municipio de Palestina de los Altos, departamento de Quetzaltenango.** 1983. Guatemala, Corporación Municipal. 15 p.

40. **OBIOLS DEL CID, R.** 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, según el sistema de Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:11000,000. Color.
41. **OROZCO Y OROZCO, E.O.** 1992. Inventario forestal y propuesta de manejo del bosque comunal de la aldea La Brea, Quesada, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 96 p.
42. **PENALONZO, R.; ZANOTTI, J.R.** 1989. El pinabete (*Abies guatemalensis*), su producción para árbol de navidad. Guatemala, Dirección General de Bosques. 21 p.
43. **ROLDAN MORALES, H.** 1991. Estudio preliminar de la comunidad vegetal de la meseta de los Cuchumatanes en el municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 86 p.
44. **SANDOVAL ILLESCAS, J.E.** 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 345 p.
45. **SANDOVAL SANDOVAL, H.J.** 1986. Evaluación de cuatro formas, dos tamaños fijos y siete tamaños variables de parcelas de muestreo para inventarios forestales en un bosque de *Pinus oocarpa* Schiede, en San Jerónimo, Baja Verapáz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 74 p.
46. **SIMMONS, CH.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H.** 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. p. 141-173.
47. **SPURR, S.H.; BARNES, B.V.** 1982. Ecología forestal. Trad. por Carlos Luis Raigorodsky Z. México, Universidad de Guanajuato. p. 221- 225.
48. **STANDLEY, P. et al.** 1958. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana: Botany. v. 24.
49. **STRASBURGER, E.; NOLL, F.; SCHIMPER, A.F.W.** 1953. Tratado de botánica. Trad. por Oriol de Blós. España, Universidad de Barcelona. p. 436-440.
50. **SUCHINI FARFAN, A.E.** 1990. El pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder), una especie en peligro de extinción. Informe de E.P.S. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 59 p.

51. TORRES HERRERA, J.A. 1989. Aislamiento, identificación y evaluación de hongos ectomicorrícicos de Pinus spp. de la cuenca del río Villalobos, departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 43 p.

52. UNION MUNDIAL PARA LA NATURALEZA; PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE; FONDO MUNDIAL PARA LA NATURALEZA. 1991. Cuidar la tierra, estrategia para el futuro de la vida. Suiza. 28 p.

Sólo sumario.

No. 30.

Requillo



43. VERANO, R.; ZAROTTI, J.R. 1989. El pinabete (Araucarioxylum parvifolium) para arbol de navidad. Guatemala. Dirección General de Recursos Forestales.

44. BARDOVAL ILLICAZ, J.E. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 645 p.

45. BARDOVAL BARDOVAL, H.J. 1988. Evaluación de cuatro formas de manejo de parcelas variables de Pinus nelsoni en un bosque de Pinus nelsoni para inventarios forestales en un bosque de Pinus nelsoni. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 74 p.

46. SIMONS, C.R.; TARANO, J.H.; PINTO, J.H. 1989. Clasificación de reconocimientos de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sison. Guatemala. Ed. José de Pineta Ibarra. p. 141-173.

47. SPURR, E.H.; HARKINS, H.V. 1982. Ecología forestal. Trad. por Carlos Luis Harkins & México. Universidad de Guanajuato. p. 221-228.

48. STANDLEY, P. et al. 1958. Flora of Guatemala. Chicago. Chicago Natural History Museum. Fieldiana: Botany. v. 54.

49. STRASBURGER, E.; WOLF, F.; SCHIMPER, A.F.W. 1983. Tratado de botánica. Trad. por Ordo de Rón. España. Universidad de Barcelona. p. 438-440.

50. SUCHINI YARAH, A.E. 1980. El pinabete (Araucarioxylum parvifolium) (una especie en peligro de extinción). Tesis de E. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 89 p.

11. ANEXOS

CUADRO 19A

Tabla de equivalencias entre centímetros de mercurio del tensiómetro y porcentajes de humedad a partir del método gravimétrico en suelos de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, 1993.

cmHg	% HUMEDAD	cmHg	% HUMEDAD
9	53.1	30	30.8
10	50.6	31	30.2
11	49.5	32	29.6
12	48.2	33	29.1
13	46.8	34	28.5
14	45.6	35	28.0
15	44.2	36	27.6
16	43.1	37	27.1
17	41.4	38	26.5
18	40.2	39	26.0
19	38.8	40	25.6
20	37.6	41	25.1
21	36.7	42	24.4
22	35.8	43	23.8
23	35.0	44	23.2
24	34.4	45	22.4
25	33.6	46	22.0
26	33.0	47	21.6
27	32.4	48	21.2
28	32.0	49	20.8
29	31.3	50	20.4

ANEXO 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

municipio _____
 aldea _____
 fecha _____

BOLETA DE ENCUESTA

ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

TENENCIA DE LA TIERRA:

Es propietario _____ extensión para la siembra _____
 Es arrendatario _____ extensión _____ condición _____

FUERZAS PRODUCTIVAS:

Miembros/familia _____ alfabetas _____ cuantos trabajan _____
 Ocupación del jefe de familia _____

ORGANIZACION:

Participa en: cooperativa _____ comité pro-mejoramiento _____
 iglesia _____ Otra _____

VIVIENDA:

Propia _____ alquilada/precio _____ tipo/construcción _____
 # cuartos _____ hay electricidad _____ agua/pot. _____ letrina _____

FUENTE ENERGETICA EN LA COCINA:

a) Eléctrica _____ b) gas _____ c) leña en: estufa de plancha _____
 estufa mejorada _____ pollo tradicional _____ d) otra _____

ASPECTOS AGRICOLAS

Cultivos/extensión _____
 rendimiento _____ destino/producción _____
 costo/producción _____ precio/venta _____
 plagas _____
 enfermedades _____
 Prácticas de conservación de suelos _____

ASPECTOS PECUARIOS

Especies _____
 # animales/especie _____
 Lugar de pastoreo: pastizales _____ bosque _____ campos de siembra _____
 orilla de caminos _____ otro _____

ASPECTOS FORESTALES

Extensión/bosque _____ especies aprovechadas _____
 usos _____ volúmen leña/semana _____
 reforesta _____ por qué _____
 como lo hace _____
 fecha/reforestación _____ especies _____
 _____ extensión _____

Hace viveros _____ especies _____
 # plantas total _____ # plantas de pinabete _____
 de 100 semillas de pinabete cuántas germinan _____

Usos/pinabete _____
 precios/unidad de venta: ramilla _____ tarea/leña _____
 madera _____ planta en bolsa _____
 destino de los productos _____

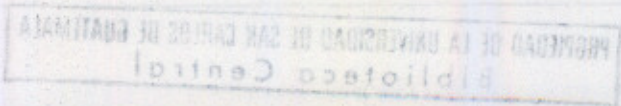
En su bosque tiene pinabete _____ hubo antes _____ hasta que fecha _____
 _____ extensión _____

Razón por la que se está terminando el pinabete en su comunidad _____

Recibe asistencia forestal _____ de quién _____
 en qué consiste _____

Si los bosques se están terminando, que debe hacerse para evitarlo _____

Observaciones _____



CUADRO 20A

Valores de Importancia del estrato arboreo, en las parcelas muestreadas de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, 1992.

ESPECIE	DENSIDAD		FRECUENCIA		AREA BASAL		VALOR DE IMPORTANCIA
	ABS.	REL.	ABS.	REL.	ABS.	REL.	
<u>Pinus ayacahuite</u> E.	211	28.67	88	19.95	10.3	36.52	85.14
<u>Abies guatemalensis</u>	235	31.93	100	22.68	6.5	23.05	77.66
<u>Quercus</u> sp.	115	15.63	76	17.23	3.8	13.48	46.34
<u>Pinus rudis</u>	85	11.55	71	16.10	3.6	12.77	40.42
<u>Alnus</u> sp.	51	6.93	41	9.30	3.0	10.64	26.87
<u>Cupressus lusitanica</u> M.	18	2.45	29	6.58	0.8	2.84	11.87
<u>Prunus</u> sp.	6	0.82	24	5.44	0.07	0.25	6.51
<u>Arbutus xalapensis</u>	13	1.77	12	2.72	0.09	0.32	4.81

Valores de Importancia del estrato arbustivo, en parcelas muestreadas de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, 1992.

ESPECIE	DENSIDAD		FRECUENCIA		VALOR DE IMPORTANCIA
	ABS.	REL.	ABS.	REL.	
<u>Cestrum guatemalense</u>	90	15.93	80	17.39	33.32
<u>Rubus trilobus</u>	80	14.16	75	16.3	30.46
<u>Abies guatemalensis</u>	75	13.27	75	16.3	29.57
<u>Pinus ayacahuite</u>	75	13.27	70	15.22	28.49
<u>Bocharia vaccinides</u>	60	10.62	50	10.87	21.49
<u>Senecio</u> sp.	60	10.62	40	8.70	19.32
<u>Quercus</u> sp.	50	8.85	30	6.52	15.37
<u>Pinus rudis</u>	35	6.19	20	4.35	10.54
<u>Alnus</u> sp.	30	5.31	10	2.17	7.48
<u>Litsea</u> sp.	10	1.77	10	2.17	3.94

Valores de Importancia del estrato herbáceo, en parcelas muestreadas de Abies guatemalensis Rehder, en Palestina de los Altos, 1992.

ESPECIE	COBERTURA		FRECUENCIA		VALOR DE IMPORTANCIA
	ABS.	REL.	ABS.	REL.	
<u>Salvia cinnabarina</u>	90	20.93	28.3	26.01	46.94
<u>Bidens ostruthioides</u>	80	18.60	21.5	19.76	38.36
<u>Phytolacca rugosa</u>	60	13.95	18.3	16.82	30.77
<u>Polystichium ordinatum</u>	50	11.63	16.2	14.89	26.52
<u>Acaena enlongata</u>	30	6.98	12.1	11.12	18.10
<u>Verbena officinalis</u>	30	6.98	7.2	6.62	13.60
<u>Stipa ichu</u>	20	4.65	2.2	2.02	6.67
<u>Smilacina amoena</u>	20	4.65	1.4	1.29	5.94
<u>Bomarea acutifolia</u>	10	2.33	1.2	1.10	3.43
<u>Rubus trilobus</u>	10	2.33	0.1	0.09	2.52
<u>Alchemilla pectinata</u>	10	2.33	0.1	0.09	2.42
<u>Adiantum andicola</u>	10	2.33	0.1	0.09	2.42
Helecho I	10	2.33	0.1	0.09	2.42

CUADRO 21A
 Datos de volumen total de otras especies forestales en las parcelas muestreadas de *Pinus quercifolia* Lorder, en Plantación de los Altos, 1952

VOLUMEN TOTAL (m ³)	Quercus sp.		VOLUMEN TOTAL (m ³)	Pinus ayacahuite sp.		VOLUMEN TOTAL (m ³)	Pinus rudis	
	No.	AB		No.	AB		No.	AB
0.07	2	0.02	11.89	1	1.28	0.27	2	0.08
2.02	3	0.48	2.82	2	0.24	7.88	3	0.87
1.81	4	0.28	2.50	3	0.47	1.28	4	0.16
13.37	5	1.33	2.74	7	0.42	2.48	5	0.13
0.03	7	0.01	22.21	8	1.7	2.10	7	0.17
0.40	8	0.10	1.02	9	0.37	2.17	10	0.22
0.81	10	0.09	22.46	10	2.00	1.27	11	0.18
2.23	11	0.24	1.18	11	0.17	2.23	13	0.28
1.82	13	0.19	4.78	12	0.44	2.91	14	0.24
0.28	14	0.02	0.27	13	0.02	2.28	15	0.24
1.84	15	0.28	2.24	14	0.6	2.10	16	0.17
0.72	16	0.09	1.63	15	0.18	0.27	17	0.68
1.18	17	0.12	2.74	16	0.42	0.27	18	0.68
			2.82	17	0.44	2.82		

VOLUMEN TOTAL (m ³)	Astragalus sp. PARCELA		VOLUMEN TOTAL (m ³)	Gutierrezia sp. PARCELA		VOLUMEN TOTAL (m ³)	Astragalus sp. PARCELA	
	No.	AB		No.	AB		No.	AB
0.81	11	0.07	0.21	2	0.02	1.22	1	0.11
0.21	12	0.02	0.09	3	0.02	0.24	4	0.04
			0.18	7	0.02	16.41	8	0.63
			0.09	11	0.02	27.20	9	1.62
				12	0.01	0.21	12	0.02
						0.22	14	0.03
						0.24	17	0.04