UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

ESTUDIO FLORÍSTICO DE LOS BOSQUES CON DOMINANCIA DE ESPECIES DEL GÉNERO *Pinus* EN LA MICROCUENCA DEL RÍO COLORADO, RÍO HONDO, ZACAPA.

TESIS

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

POR

OSCAR ERNESTO MEDINILLA SÁNCHEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL 1999

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAÍN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. JOSÉ ROLANDO LARA ALECIO.
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. JUAN JOSÉ CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LÓPEZ.
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNÁNDEZ FIGUEROA.
VOCAL CUARTO	Br. OSCAR JAVIER GUEVARA PINEDA
VOCAL QUINTO	Br. JOSÉ DOMINGO MENDOZA CIPRIANO
SECRETARIO	Ing. Agr. GUILLERMO EDILBERTO MÉNDEZ BETETA

Guatemala, abril de 1,999.

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

Distinguidos señores:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO FLORÍSTICO DE LOS BOSQUES CON DOMINANCIA DE ESPECIES DEL GÉNERO *Pinus* EN LA MICROCUENCA DEL RÍO COLORADO, RÍO HONDO, ZACAPA.

Como requisito previo a optar al titulo de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables en el Grado Académico de Licenciado.

Respetuosamente

OSCAR ERNESTO MEDINILLA SÁNCHEZ

ACTO QUE DEDICO

A

MIS PADRES	Oscar Humberto Medinilla y Hortencia Sánchez de Medinilla. A quienes siempre estaré agradecido por todos sus sacrificios, amor y comprensión.
MIS HERMANOS	Herbert, Brenda, Ivonne, Sara y Julio Roberto. Como muestra de mi admiración.
MIS SOBRINAS	Lourdes, Kendyl, Andrea y Ximena.
MI ABUELA	Laura Herrera vda. de Medinilla.
MIS TIOS, PRIMOS Y SOBRINOS.	
MIS AMIGOS	Especialmente a Rebecca Haacker, Gloria De Dios, Silvia Váldez, Denis Tooker, Dalila De Dios, Jorge Vargas, David Mendieta, Juan C. Rosito, Miguel Martínez, Juan, Pablo y Miguel De Dios, Adriana Rodríguez, Luis Ruíz, Margarita Noriega, Oswaldo Loaiza, Brenda Noriega, Luisa Ortíz, Karina Pierola, Auri Durán, Juan Castillo, Carlos Mérida, Edgar, Carolina y Carlos Buckley, Zoila Romero, Rebeca de Colíndres, Carlos Velásquez, Anne Dix, Geovanni Barrios, Jorge Alvizurez, Jenny Vides, Erick Flores, Sandra De Urioste, Dina Guillermo, Carolina Médina, Henry Morales, Estuardo Samayoa, Flor Mas, María Belén Portillo, Yves Paíz, Juan Herrera, Rodolfo Luarca y otros amigos que escapan a mi memoria, pero que me han enriquecido con su amistad y cariño.
MI PATRIA	Guatemala, que ha sido bondadosa a dejarme conocer parte de su riqueza natural. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía de la universidad San Carlos de Guatemala.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

INFINITAS GRACIAS POR ILUMINAR MI CAMINO, DARME VIDA, SALUD Y FUERZAS PARA REALIZAR MI SUEÑO

MIS PADRES

LA MEMORIA DE ERNESTO CARRILLO.

MAESTRO Y AMIGO, QUIEN ME ENSEÑO UNA FORMA DIFERENTE DE VER LA VIDA Y APRECIARLA, PERO NO SUPERFICIALMENTE SINO BUSCANDO EN LO PROFUNDO DE SU RIQUEZA, PARA ENCONTRAR EN ELLA EL CAMINO A SEGUIR. NETO TENGO LA ESPERANZA DE QUE ALGÚN DÍA IREMOS DE EXPEDICION A COLECTAR PLANTAS DE LA SABIDURÍA EN EL GRAN BOSQUE DE LA ETERNIDAD Y COMO SIEMPRE ALEGRES HABLAREMOS DE TANTAS COSAS INTERESANTES, CONTAREMOS ALGÚN CHISTE O SIMPLEMENTE GOZAREMOS DE NUESTRAS COMPAÑÍA, AL LADO DE OTROS AMIGOS QUE TAMBIÉN SALTARON A OTRO PLANO ESPIRITUAL. NO SOY CAPAZ DE AGRADECER TU CARIÑO Y AMISTAD, PERO ME ALIENTA EL SABER QUE ME DIRÍAS QUE NO HAY QUE DAR GRACIAS SINO CORESPONDER DE LA MISMA FORMA.

LA MEMORIA DE CARLITOS MONTOYA "CHARLIE" Y MYNOR ALFONZO LEMUS, MIS AMIGOS Y ETERNOS COMPAÑEROS DE AVENTURAS SIN IGUAL, QUE SIEMPRE SUPIERON BRINDAR SU RIQUEZA MÁS GRANDE – SU AMISTAD-DIOS LOS TENGA EN SU GLORIA.

MIS PADRINOS Ing. Agr. JUAN JOSÉ CASTILLO, Médico y cirujano JULIO ROBERTO LEMUS, Médico y cirujano OTTO MEDINILLA, Licda. LAURA DE URRUTIA e Ing. Agr. VICENTE MARTÍNEZ

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

LA JUVENTUD PROGRESISTA DE GUATEMALA, EXHORTANDOLA A QUE NO PIERDA LAS ESPERANZAS DE TENER UN MEJOR PAÍS.

RECONOCIMIENTOS

A: Fundación Defensores de la Naturaleza, por el apoyo económico, logístico y humano para la realización de este trabajo de tesis.

Personal administrativo, técnico y de campo de Fundación Defensores de la Naturaleza, por su apoyo incondiconal.

Mis asesores Ing. Agr. César Castañeda e Ing. Agr. Juan José Castillo Mont por su apoyo incondicional y orientación.

Ing. Agr. Vicente Martínez, por su apoyo en el diseño del muestreo y análisis de la información ecológica del estudio; además a los profesionales Ing. Agr. Hugo Tobías e Ing. Agr. Aníbal Sacbajá por colaborar en el diseño del muestreo e interpretación de los análisis de suelos.

Jorge Mario Vargas, Juan Carlos Rosito, Ing. Agr. Leonel Cruz, David Mendieta, Ing. Agr. Mario Véliz e Yves Paiz, por su colaboración en la determinación de la vegetación.

Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en especial al Herbario " Prof. Ernesto Carrillo", en donde se determinó el material vegetal y laboratorio de suelos y agua "Salvador Castillo Orellana", por su valiosa colaboración en el análisis de suelos.

Marco Colíndres y Rebeca de Colíndres por su colaborar en la impresión de este documento.

Noble pueblo del caserío San Lorenzo y personal de las empresas Guatemármol y Marfisa, por su amistad y colaboración.

Todas aquellas personas que han colaborado con este trabajo, pero que en este momento no tengo en la memoria.

INDICE GENERAL

CONTENIDO Página

INDICE DE CUADROS

Página

INDICE DE FIGURAS

Página

INDICE DE CUADROS DE ANEXOS

Página

INDICE DE FIGURAS ANEXOS

Página

Estudio Florístico de los bosques con dominancia de especies del género (*Pinus*) en la microcuenca del río Colorado, Río Hondo, Zacapa.

Floristic study of *Pinus* forest on Colorado river water-shed, Río Hondo, Zacapa.

RESUMEN

Se estudiaron las comunidades del bosque de pinos (*Pinus* spp), presentes en la microcuenca del río Colorado, Río Hondo, Zacapa, en un rango altitudinal de 600 a 2100 msnm, caracterizando composición florística, estructura y distribución, a nivel de los estratos arbustivo y arbóreo.

El método de muestreo fue el preferencial estratificado utilizando parcelas de muestreo rectangulares de 0.1 hectárea, para árboles; adentro de éstas se ubicaron 20 subparcelas de 4 m^2 para el estudio de la regeneración, una subparcela de 250 m^2 para arbustos y una subparcela de 400 m^2 para la elaboración de perfiles. Para ubicar las parcelas se elaboró un mapa mosaico, consistente en segmentos diferenciados, en altitud, pendiente, exposición y formación geológica; en cada segmento se ubicó una parcela. Se colectaron y determinaron muestras de la vegetación encontrada y se tomaron datos de árboles y arbustos. Las principales variables fueron: altura, número de individuos, diámetro a la altura del pecho (1.30 m) para árboles y cobertura para arbustos. Se calcularon los valores de importancia, se tabularon los datos de las parcelas de muestreo y se procesaron en COMPOSE, TWINSPAN y DECORANA. Se seleccionaron las formaciones geológicas de la microcuenca y en cada una de ellas se hicieron dos calicatas para muestreo de suelos; se realizaron análisis de fertilidad y textura que fueron utilizados en la interpretación de la ordenación.

Se determinaron 120 especies vegetales, pertenecientes a 50 familias. Las familias más importantes en general y en orden descendente, de acuerdo al número de especies, son: Polypodiaceae, Fagaceae, Ericaceae, Mimosaceae, Araliaceae y Pinaceae. Las familias más importantes del estrato arbóreo son: Fagaceae, Pinaceae y Araliaceae. Los géneros más importantes por ser dominantes en el bosque son: *Quercus* y *Pinus*. Ericaceae, Asteraceae, Cyatheaceae constituyen las familias más importantes, en el estrato arbustivo. Se encuentran

amenazadas las poblaciones de las siguientes especies: *Juniperus comitana* Martínez, *Agave seemanniana* Jacobi, *Acer skutchii* Rheder, *Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari, *Quercus skinneri* Benth., *Quercus polymorpha* Schlecht y Cham, *Diphysa floribunda* Peyrst. Hay dos especies endémicas: *Acer skutchii* Rheder y *Phillonoma cacuminis* Standl y Steyerm.

La clasificación indica que la vegetación de la microcuenca se encuentra dividida en dos grandes asociaciones vegetales: 1)macrocomunidad bosque latifoliado, ubicada al Norte y 2) macrocomunidad bosque de pinos, ubicada al Sur. La macrocomunidad latifoliada posee una densidad de 320 árboles/hectárea, los diámetros predominantes se encuentran entre 10 y 40 centímetros y las alturas entre 5 y 18 metros, con individuos de pueden tener hasta 1.3 metros de diámetro y 40 metros de altura.

La macrocomunidad de pinos contiene dos grupos, Comunidad *Pinus tecunumanii*/*Leucothoe mexicana*, se ubica en la zona central de la microcuenca y posee una densidad de 310 árboles/hectárea, diámetros en un rango entre 10 y 50 centímetros, además de alturas entre 5 y 25 metros y Comunidad *Pinus oocarpa*/*Quercus peduncularis*, ubicada al Sur de la microcuenca, tiene una densidad de 289 árboles/hectárea, la mayor parte de ellos con diámetros entre 10 y 50 centímetros y alturas entre 5 y 25 metros.

La ordenación indica que las diversas formaciones geológicas de la microcuenca y las condiciones de hábitat, generadas por el fenómeno de sombra de lluvia provocado por la Sierra de las Minas[1] son los factores que más influyen en la distribución de la vegetación en la microcuenca del río Colorado.

[1] Fundación Defensores de la Naturaleza 1989. Estudio técnico para dar a la Sierra de las Minas la categoría de Reserva de la Biosfera. Guatemala. 28p.

1. INTRODUCCION

Los ecosistemas naturales de Guatemala se ven afectados por una serie de problemas de carácter económico, social y cultural, que los pone en peligro. Los ecosistemas presentes en la Reserva de la Biosfera Sierra de Las Minas **RBSM**, no escapan a estos problemas.

Varios autores (Valenzuela, 1996) (40), indican que entre los factores que degradan sus características naturales están la agricultura de subsistencia, la explotación comercial excesiva de madera, los incendios, la ganadería y la recolección de leña.

Por los motivos antes mencionados es necesario hacer estudios que sirvan de base para el conocimiento de los frágiles ecosistemás de la Sierra de Las Minas.

El presente proyecto es parte integral del estudio zonificación ecológica de la Sierra de Las Minas y persigue generar información de carácter básico, como la descripción de la composición florística, la distribución de las principales especies, las relaciones florísticas entre comunidades vegetales, abundancia de especies y las relaciones existentes entre las comunidades vegetales; así como describir los suelos y aspectos topográficos en el área de la microcuenca del río Colorado, Río Hondo, Zacapa.

Para lograr los objetivos se trazaron una serie de pasos metodológicos que han permitido conocer con la mayor aproximación posible, la composición florística, estructura y distribución de las diferentes comunidades vegetales; además de definir diferentes relaciones florísticas y posibles relaciones establecidas entre la vegetación y algunos gradientes edáficos y topográficos.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

En la actualidad existen pocos estudios puntuales sobre las comunidades de Pinos de la Sierra de Las Minas, su diversidad florística y sus relaciones florísticas internas.

Las comunidades de pinos de la microcuenca del río Colorado son parte integral de los ecosistemás de la Reserva de la Biosfera Sierra de Las Minas. A pesar de ello y de la importancia que dichas comunidades tienen para los poblados e industrias de las partes bajas de la montaña, así como de la población en general, están siendo disturbadas por la acción del hombre, al igual que la mayoría de ecosistemás naturales de Guatemala (5, 13, 40).

Las acciones ejercidas sobre las comunidades vegetales principalmente son: deforestación, colonización de la parte alta de las montañas, pastoreo y avance de la frontera agrícola, y para el caso de la microcuenca del río Colorado existe además una explotación de mármol (11). Todo lo anterior, efecto de la historia y la actualidad socio-económica del país y sus variantes regionales (40), reduce las áreas donde es factible obtener información confiable sobre composición florística, estructura y las diferentes relaciones que establecen las comunidades de pinos.

A pesar de sus problemas, la microcuenca del río Colorado aún presenta relativamente una importante área boscosa, en donde los disturbios no son tan severos.

3. JUSTIFICACIÓN

Las comunidades de pinos de la microcuenca del río Colorado son importantes como reservorio de germoplasma, madera, leña, refugio de vida silvestre y de vital importancia para las comunidades humanas e industrias asentadas en el valle del Motagua y en la parte baja de la microcuenca, debido a que regulan el ciclo hidrológico y protegen al suelo de la erosión, aspecto relevante para la hidroeléctrica Río Hondo. Además, podrían ser fuente de recreación para toda la sociedad guatemalteca (5,9,12,13,40).

Las comunidades de los bosques con dominancia de especies del género *Pinus* de la cuenca presentan diferentes grados de disturbio, poniendo en peligro la supervivencia de algunas especies de flora y fauna, afectando el suelo y la regularización del ciclo hidrológico. Todo lo anterior sucede en momentos en que no se conoce que especies conforman las comunidades de pinos, su distribución natural y su abundancia

Esta investigación, que es parte del proyecto "zonificación ecológica de la Reserva de la Biosfera Sierra de Las Minas (RBSM)", cuyo objetivo es conocer las diferentes comunidades vegetales y su distribución en la Sierra de las Minas, enfoco su estudio en las comunidades vegetales con dominancia de especies del género *Pinus* de la microcuenca del río Colorado, en el municipio de Río Hondo, Zacapa, desde 600 a 2200 msnm; así mismo generó conocimiento general de las comunidades de *Pinus* e información básica para la planificación eficiente del uso y conservación de las comunidades vegetales.

4. MARCO TEORICO

4.1 Marco Conceptual

4.1.1 Orígen de los Pinos en Norte América y Centroamérica.

Durante el Cretáceo los pinos se encontraban ampliamente distribuidos en lo que hoy es Canadá y Estados Unidos, en donde la diferenciación de las especies llevó a los dos principales Sub-géneros, Haploxylon y Diploxylon (31).

En el principio del período Terciario, los mares Cretáceos cubrian las partes Central y Oeste de Canadá y Estados Unidos y la mayor parte de México y Guatemala. Plantas de aquellos tiempos migraron hacia el Sur desde el Este de los Estados Unidos, hasta México y partes de Centroamérica (31).

La retirada y avance de los grandes glaciares, unicamente 2,400-3,200 kilómetros al Norte de la frontera actual, entre México y Estados Unidos, agregaron impetu a las migraciones de plantas hacia el Sur. Las migraciones se vieron ocasionalmente detenidas conforme los glaciares avanzaban o retrocedian (31).

Muchas especies de pinos tomaron ventajas de los intervalos de clima templado y seco y de las migraciones hacia el Norte, ocupando tierras abiertas dejadas de lado por el repliegue de los glaciares. Es aquí en donde se da una migración general de pinos hacia el Sur de Mexico y Centroamérica (31).

4.1.2 Distribución de las Pinophytas.

La distribución actual es muy influenciada por la acción humana dentro de una maraña de relaciones socio-económicas; así es posible encontrar masas muy menguadas en aquellas zonas donde los campesinos han venido practicando desde hace mucho tiempo agricultura, combinada con masas forestales poco densas. Recientemente los proyectos de explotación maderera han tenido una incidencia muy significativa por su gran número y se han incrementado los aprovechamientos para uso familiar, especialmente como leña para

combustible. Las poblaciones de pinos poco intervenidas están quedando solamente en sítios muy remotos (32).

En los extremos Norte y Sur del continente Americano con excepción del grupo de las Podocarpáceas, existen dos biomás de pinophytas diferentes, separados por una masa ecuatorial de más o menos, 20 ° latitudinales. El bioma de pinophytas del Norte de América tiene su número máximo de especies en la zona que comprende México y el altiplano occidental de Guatemala (32).

En Guatemala las pinophytas se distribuyen desde el nivel del mar hasta las partes más altas. La mayor frecuencia de especies (8 especies en total = 50 porciento) se da entre las cotas 2,000 a 2,200msnm. La distribución altitudinal mostrada, ofrece información de orden práctico, valiosa para orientar ecológicamente los programás de reforestación, por cuanto indica las especies que crecen naturalmente adaptadas en un determinado sitio, también señala la diversidad de pinophytas posibles de plantar (32).

4.1.3. Sub-géneros del género *Pinus* en Guatemala

Según la clasificación usada por Perry ,1991(31) existen dos subgéneros del género *Pinus*: *Haploxylon* o pinos suaves y *Diploxylon* o pinos duros.

A. *Haploxylon* o pinos suaves.

El subgénero se divide en secciones Cembra y Parecembra. Los estróbilos de los pinos de la sección Cembra tienen escamás con un umbo terminal, mientras que los de la sección Parecembra tienen un umbo dorsal (31).

Los pinos de la sección Cembra reportados para Guatemala son: *Pinus Ayacahuite* Ehrenb. y *Pinus Chiapensis* (Mart.) Andersen,.

La sección Parecembra se divide en dos subsecciones, la sub sección Cembroides y Pinceana, las cuales no tienen especies representantes en Guatemala.

B. *Diploxylon* o pinos duros:

Este subgénero presenta 8 secciones y 10 sub-secciones. Las secciones Leiophyllae y Ponderose no reportan especies para Guatemala. La sección Montezumae tiene tres subsecciones, Montezumae, Rudis y Michoacana (31).

La subsección Montezumae reporta para Guatemala las especies: *Pinus montezumae* Lam. y *Pinus montezumae* var. *Lindley* Loudon.; la subsección Rudis reporta tres especies: *Pinus rudis* Endl., *Pinus donnel-smithii* Másters y *Pinus hartwegii* Lindl. y la subsección Michoacana las especies: *Pinus michoacana* Mart. y *Pinus michoacana* var *corunta* Mart (31).

La sección Pseudostrobus tiene dos subsecciones, Pseudostrobus y Oaxacana. La subsección Pseudostrobus reporta para Guatemala las siguientes especies: *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Pinus pseudostrobus* forma *megacarpa* Loock, *Pinus pseudostrobus* var *coatepecencis* Mart y *Pinus maximinoi* H.E. Moore; mientras que la Subsección Oaxacana reporta a *Pinus oaxacana* Mirov y *Pinus nubicola* Perry. La sección serotinae se compone de tres subsecciones, Contorta, Patula, Oocarpa. Las subsecciones Contorta y Patula No repota especies para Guatemala (31).

La subsección Oocarpa tiene las siguientes especies reportadas en Guatemala: *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus oocarpa* var *ochoterenai* Mart., *Pinus oocarpa* var *manzanoi* Mart. y *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiltz *et* Perry (31).

La seción Caribaea reporta para Guatemala unicamente la especie *Pinus caribaea* var *hondurensis* (Sénecl) Barr. *et* Golf. Las secciones Macrocarpa y Teocote no tiene especies representantes en Guatemala (31).

4. 1.4. Listado de las especies de Pinos reportados para Guatemala.

Pinus ayacahuite Ehrenb.(1, 31, 32, 37).

Pinus caribaea Morelet. (1, 32, 37) especie reportada por Perry (31) como *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl) Barr. et Golf.

Pinus donnell-Smithii Mâsters (31).

Pinus hartwegii Lindl (31,32).

Pinus leiophylla Schlecht et. Cham.* (Zon-sparhawnk 1923, Heske 1927, citados por F. Schwerdtheger 1953) (35).

Pinus maximinoi H.E. Moore(31).

Pinus michoacana Mart. **(31, 32).

Pinus michoacana var. *corunta* Mart.(31).

Pinus montezumae Lambert (1, 31, 32, 37).

Pinus montezumae var. *rudis* (Endl.)Shaw (32,37), Perry 1991(31) y Aguilar 1961 (1) reportan esta especie como *Pinus rudis* Endl.

Pinus montezumae var. *Lindleyi* Loudon (31).

Pinus nubicola Perry (31).

Pinus oocarpa Schiede (1, 31, 32, 37).

Pinus oocarpa var. *ochoterenai* Mart.(31).

Pinus oocarpa var *manzanoi* Mart.(31).

Pinus oaxacana Mirov. (31).

Pinus patula Schiede* (Franke 1941, citado por F. Schwerdtheger 1953) (35).

Pinus pseudostrobus Linld.(1, 31, 32, 37).

Pinus pseudostrobus forma *megacarpa* Loock. (31).

Pinus pseudostrobus var. *coatepecensis* Mart.(31).

Pinus quichensis Aguilar (1,32).

Pinus strobus L. var. *chiapensis* Mart (1,32). En 1991 Perry (31) lo reporta como *Pinus chiapensis* (Mart) Andersen.

Pinus tecunumanii (Schw.) Enguiluz et Perry (31), otros botánico y taxonomos creen que esta especie es sub-especie de *Pinus patula* Schiede (*Pinus patula* subsp. *tecunumanii* (Enguiluz & Perry) Styles, 1985), pero otros que es válida la especie (31).

Pinus tenuifolia Benth (1,32,37).

Pinus teocote Shiede & Dep. var. *guatemalensis* Aguilar (1, 32).

* Especies que según F. Schwerdtheger (1953)(35), fueron reportadas para Guatemala por error. *Pinus Liophylla* Schiede no fue encontrado por Schwerdtheger en el país, situción corroborada por J.A. Steyermark (1952). Para el caso de *Pinus patula* Schiede y *Pinus teocote* Schlecht . F. Schwerdtheger sugiere que ambas especies son variantes de la especie *Pinus oocarpa* Schiede.
**Especie reportada como poco abundante en Guatemala (32).

De las 20 especies de pinophytas del país, las más abundantes son las pináceas y dentro de estas las especies *Pinus oocarpa* Schiede, *P. pseudostrobus* Lindl. y *P tenuifolia* Benth., en el orden anotado (31).

4.1.5. Las Comunidades bióticas

De acuerdo a Odum (28), la comunidad biótica es una reunión de poblaciones que viven en un área o en hábitat físico determinado; es una unidad organizada, hasta el punto que posee características complementarias de sus componentes individuales y de poblaciones. Además como lo explica Sutton y Harmon (1977) citados por Méndez, 1991 (25) se entiende como población a un grupo de individuos que ocupan un área determinada y que realizan intercambio de genes.

A. Ecotonos y el efecto de borde:

Un ecotono es la transición entre dos o más comunidades diversas, como por ejemplo, entre bosque y praderas; es una zona de unión o cinturón de tensión que podrá tener a caso una extensión lineal considerable, pero es más angosto en todo caso, que las áreas de las comunidades adyacentes. La comunidad ecotonal suele contener muchos de los organismos de cada una de las comunidades que se entre cortan y además organismos que son característicos del ecotono y que a menudo están confiandos en él. Con frecuencia, tanto el número de especies como la densidad de población de algunas de ellas son mayores en el ecotono que en las

comunidades adyacentes. La tendencia hacia una diversidad y una densidad aumentada en los ecotonos se denomina efecto de borde (28).

4.1.6. Respuesta de las especies a los factores ambientales:

Para interpretar la relación de las especies con factores ambientales hay que conocer dos aspectos básicos que sientan las bases para tratar de explicar dicha relación. Dichos aspectos son la Ley del Mínimo de Liebig y la ley de la Tolerancia de Shelford. La primera ley explica que el desarrollo de un individuo en una determinada área depende de la presencia de un elemento ambiental en estado de mínimo crítico, el cual se considera como factor limitante. Dicho elemento puede ser un nutriente, temperatura, húmedad , luz, etc. (28).

La segunda ley explica que además de el mínimo de un elemento ambiental también los máximos lo afectan, así se presentan para un especie o un individuo máximos y mínimos ecológicos que representan los límites de tolerancia (28). Otros enunciados de la ley de tolerancia ambiental son: a) Para cada factor existen límites de tolerancia distintos; b) Los individuos con mayor distribución son los que presentan limites de tolerancia más amplios para cada factor; c) Algunas veces cuando existen un factor que limita el desarrollo de cierta especie, también se reduce la tolerancia a otros factores; d) Hay factores que pueden mejorar la tolerancia de algunas especies con respecto a otros factores y e) Para cada etapa fenólogica se presentan cambios en la tolerancia ambiental, así por ejemplo el período de reproducción suele ser un periódo crítico en que los factores ambientales tienen más probabilidad de ser limitantes (28).

Ramensky (1924) y Gleason (1926), citados por Matteucci y Colma (23) propusieron independientemente el principio de la individualidad de las especies **(Hipótesis individualista),** que establece que cada especie se distribuye conforme a sus características genéticas, fisiológicas y poblacionales y a su manera de relacionarse con los factores ambientales incluyendo en ellos a las otras especies; por lo tanto en una zona dada no hay dos especies con la misma distribución a lo largo de un gradiente ambiental. En otras palabras, cada especie tiene un intervalo de tolerancia, propio con respecto a los factores ambientales. Cada especie difiere en el tamaño o en

la forma de la curva de respuesta. Cuando la especie crece sola, en condiciones de monocultivo, la población expresa su **óptimo de desarrollo fisiológico**, es decir su abundancia es máxima en aquel punto del gradiente en el cual la cantidad o la calidad del factor considerado es óptimo para el crecimiento de dicha especie. En presencia de otras especies, el óptimo fisiológico es desplazado por el **óptimo de distribución ecológica,** que refleja la capacidad de supervivencia de la especie ante la competencia. En estudios de la distribución de las especies a lo largo de gradientes ambientales, realizados en plantas y en animales se ha observado que la forma generalizada de la curva de respuesta es gaussiana o de campana. En algunas especies la distribución es más amplia y en otras es bimodal (23). Whittaker (1972), citado por Matteucci y Colma (23), indica que las especies evolucionan en una comunidad para ocupar distintas posiciones en el gradiente y de este modo disminuye la competencia entre ellas.

El término diversidad Beta, fue definido por Whittaker (1914) como el grado de cambio en composición de especies a lo largo de un gradiente y contrastado por la diversidad Alfa que se refiere al número de especies en una comunidad dada (27). Whittaker sostiene que el mayor grado de integración es logrado por la diversidad Beta. Esto implica el acomodamiento de un mayor número de especies con distribución restringida a lo largo de un gradiente ambiental, opuesto a pocas especies de amplio rango en el mismo gradiente.

4.1.7. Factores que controlan la distribución de las plantas.

En el amplio sentido la distribución de las plantas hoy en día es el efecto no solo de las causas naturales, sino también de actividades humanas intencionales o no intencionales.

Un factor natural de distribución que es fundamental con respecto a otros, es el factor evolución. La característica básica de la naturaleza como un todo es su historia, que fue de evolución lenta sobre un inmenso **período** y el oportuno conocimiento de los efectos e implicaciones de ello es esencial para la solución de cualquier problema biológico. Los factores de la evolución pueden ser visto como inherentes o como de predisposición. El resto de factores pueden ser vistos más como potenciales o variables las cuales influyen o no en la distribución

vegetal. Ellos representan condiciones variables sobre las cuales viven las plantas y pueden llegar a ser decisivas en determinar los rangos de las especies (15).

Los principales factores que afectan la distribución de las plantas son el clima, el suelo, la forma de dispersión de las plantas, los cambios ocurridos en el clima y los cambios geográficos (15). Onaidia, 1990 (29), reporta que en España ciertas comunidades de encinos presentan una serie de variaciones en su composición florística, que parecen deberse a dos grandes tendencias de variación, siendo la climática la más importante ya que diferencia encinares costeros de los interiores y otra que denomina tendencia secundaria de variación, debida al sustrato: concentración de fosforo y cationes por una parte y el pH por otra. Véliz (1989), determinó que la diversidad florística de las comunidades de *Chiranthodendron pentadactylon* Larreategui, estaban determinadas por el clima y no influia el suelo en la misma, talvéz por tratarse de un bosque climax (41). Heredia, (1984) (18), encontró relación entre la distribución de especies vegetales con respecto al clima en la cuenca del río grande de Zacapa.

Para comprender mejor el efecto de diversos factores, hay que saber conocer el concepto de asociación: una asociación natural no perturbada puede definirse como un ámbito de condiciones ambientales dentro de un zona de vida, ocupada por una comunidad típica de organismos. Generalmente es más fácil de distinguir las asociaciaciones dentro de una zona de vida, reconociendo los diferentes grupos de organismos que ocupan un sector (18). Existen cuatro tipos de asociaciones, entre ellas: La asociación climática o zonal, la cual es un área ocupada por una comunidad en un suelo zonal y un clima zonal, en donde ningún factor ambiental complica los factores climáticos principales que determinan la zona de vida, lo que determina que sólo una asociación climática exista en cada zona de vida. La asociación atmosférica la cual es un área ocupada por un clima azonal. La mayor parte de la variación de fisionomía de la vegetación son el resultado de la variación atmosférica. Asociación edáfica que es un área ocupada por una comunidad en un suelo azonal o interzonal. La mayoría de variaciones edáficas tienden a influir sobre el balance de agua o de húmedad. Por último las

asociaciones hídricas, que son todas aquellas áreas sujetas a inundación o inundadas; pero no con aguas profundas(18).

A. Efecto del fuego en bosques de pino.

Existen dos puntos de vista radicalmente opuestos, un grupo de autores como Loock (1950), Miranda (1952), Rzedowski y Mc Vaugh (1966), citados por Rzedowski (30), consideran que los incendios son francamente perjudiciales para el desarrollo y permanencia de los bosques de pino, pués de no destruirlos impiden su regeneración y piensan que su empleo desempeña un factor de suma importancia en la reducción de las áreas forestales. Otros especialistas sostienen, por el contrario, que el fuego constituye en muchas partes un importante factor ecológico que contribuye al mantenimiento de estas especies frente a la competencia de otras menos resistentes a los incendios. De acuerdo a Rzedowski (34) el primero en sugerir esta hipótesis para Centroamérica fue Cook (1909), basándose en hallazgos hechos en Guatemala de raíces de pinos en áreas actualmente ocupadas por vegetación más exhuberante, supuso que en tiempos prehistóricos los pinares estaban aún más extendidos que ahora, debido a las intensas actividades de grandes poblaciones indígenas. Raíces semejantes se han encontrado en Honduras y Nicaragua (Denevan, 1961), y en Chiapas (Miranda, 1953), menciona haber encontrado restos de árboles de pino en medio de bosque tropical perennifolio. Rzedowski (34), indica que Little, cree que los bosques de pinos ubicados en México cerca del límite inferior de su distribución, son los que en mayor frecuencia constituyen fases sucesionales mantenidas por el fuego. Tal hecho es probable pués en estas situaciones climáticas abundan sobre todo comunidades de *Pinus oocarpa* Schiede., especie al parecer muy resistente y favorecida por el fuego, ya que presenta la característica de estróbilos serotinos (tardíos), que por la acción de altas temperaturas se abren y permiten la liberación simultánea de grandes cantidades de semillas.

4.1.8. Muestreo

A. Modelos de muestreo

a. Muestreo preferencial

Las muestras o las unidades muestreales se situán en unidades consideradas típicas o representativas sobre la base de criterios subjetivos (23).

b. Muestreo estratificado

Es un caso particular de muestreo preferencial, empleado en áreas heterogéneas extensas. Ante todo se debe estratificar o subdividir el área de acuerdo a un criterio vegetacional (especies dominantes, fisionomía, etc.), geográfico, topográfico, etc. Luego se muestrea cada estrato separadamente (23).

4.1.9. Atributos y variables de la vegetación

A. Atributos:

Las plantas pueden clasificarse en categorías florísticas o en categorías fisionómico-estructurales. En la mayoría de los estudios fitosociológicos se utilizan las categorías florísticas; sin embargo en los análisis de zonas extensas o de regiones de flora poco conocidas como los trópicos húmedos se usan categorías fisionómico- estructurales (23).

Las categorías florísticas empleadas con más frecuencia son las especies. Tienen la ventaja de ser entidades fácilmente reconocibles y sus propiedades ecofisiológicas son tales que, en sí mismas, contienen información de utilidad fitosociológica; están definidas externamente por su taxonomía, por lo cual el investigador no necesita definirlas (23).

Las categorías fisionómico-estructurales datan de las primeras descripciones hechas por los antiguos exploradores a principios del siglo XIX. A pesar de los numerosos intentos de clasificación de las plantas en base a su morfología y arquitectura y rasgos adaptativos, no existe una clasificación universal, por lo tanto cada investigador tiene la posibilidad de escoger entre las existentes o plantear su propia clasificación (23).

a. Composición Florística

Según Barnes y Spurr 1982, citado por Méndez (25), la composición florística es el conjunto de especies que constituyen una comunidad.

b. Fisionomía

Es un concepto impreciso que puede ser objeto de diversa interpretación por distintos autores. Si bien todos parecen estar de acuerdo en que la fisionomía es la apariencia externa de la vegetación, su aspecto tal como se aprecia visualmente, cada individuo reacciona a caracteres distintos de la misma (23). Algunos interpretan la fisionomía como la disposición en estratos de las plantas y otros como la forma de vida y el tamaño de las hojas que predominan en la comunidad. Otros consideran la fisionomía como la resultante de la disposición espacial de las plantas y de características funcionales como periodicidad del follaje, tamaño y forma de las hojas, etc. Según la interpretación que se de a la fisionomía, será la clasificación de las categorias vegetales que se adopte (25).

c. Estructura de la vegetación

Se ha utilizado el término estructura para designar el ordenamiento espacial de la biomasa vegetal (25).

I) Estructura vertical:

Es el ordenaminento espacial de la biomasa en un sentido vertical, Matteucci y Colma 1982 (23) y Valle 1981, citado por Méndez (25).

Spurrs y Barnes, (25), indican que la estructura vertical es el resultado de la competencia, entre las especies vegetales del bosque. Las comunidades vegetales exhiben capas verticales bien determinadas que se caracterizan por los árboles, los arbustos, las hierbas y las plantas. Según Sutton y Harmon (1977), (25), explica que cada tipo de bosque tiene diferente estructura vertical, así el bosque tropical lluvioso presenta cinco y seis capas, los bosques caducifolios bien desarrollados cuatro y los de conífera usualmente tres.

B. Variables:

Las variables describen el comportamiento, el rendimiento, la abundancia o la dominancia de las categorías vegetales en la comunidad. Ellas pueden ser contínuas como la biomasa, el rendimiento, el área basal y la cobertura medida en función del espacio bidimensional ocupado; y discretas como la densidad, la frecuencia o la cobertura determinada a partir de unidades puntuales. Algunas son combinaciones de las anteriores y se han llamado **indices de importancia**, mientras que otras son variables sintéticas derivadas del análisis de los resultados (23).

a. Frecuencia

El término frecuencia fue derivado de los trabajos de Raunkier a principio del siglo, sobre registros de presencia o ausencia de especies en parcelas pequeñas en una comunidad vegetal, (Raunkier,1934) citado por C. Bonham(4). De tal manera la frecuencia de un Atributo es definida como la probabilidad de encontrar dicho atributo (uno o más individuos) en una unidad muestreal en partícular o el número de veces que una especie esta presente en cierto número de cuadrantes de un tamaño particular. Usualmente se expresa como un porcentaje del número total de observaciones (4, 23).

b. Cobertura:

Es el porcentaje de superficie del suelo cubierta por material vegetal(4), tambien es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aereas de los individuos de la especie considerada (23).

c. Densidad:

Es el número de individuos en un área determinada y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada (23).

4.1.10. Valor de importancia o indice de Cottam:

Cuando las variables de cobertura, área basal y frecuencia se utilizan para para estimar la abundancia relativa de las especies, suele ocurrir que los resultados son distintos según la variables que se utilice. Por ello algunos autores consideran que las variables individuales no dan una descripción adecuada del comportamiento de los atributos en las comunidades que se comparan y han propuesto el empleo de coeficientes que combinan las diversas variables, aunque para Whittaker, citado por Mueller-Dombois y Ellenberg (27), cualquiera de las tres variables se puede interpretar como un valor de importancia. Es el coeficiente más utilizado es el Indice de Importancia de Cottam, que es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y el área basal relativa de cada especie en cada muestra (23, 27), mejor que cualquiera de sus componentes . El valor máximo del Indice de importancia es de 300. El efecto de sumar las tres variables se traduce en un incremento de las diferencias de una especies entre muestras cuya composición florística es semejante. Sin embargo su significado ecológico es dudoso y enmascara las relaciones entre variables que si tienen significado, como la cobertura o el área basal.

4.1.11. Descripciones Fisionómico- Estructurales.

La descripción fisionomico-estructural tiene por objeto lograr producir una representación gráfica o síntetica de la comunidad que permita la comparación visual. Existen varias modalidades de representación de uso corriente: espectros biológicos, diagramás de perfil, diagramás estructurales y fórmulas (23).

A. El Diagrama de pérfil.

Fue ideado para describir comunidades de flora poco conocida. Representa una imágen fotográfica del pérfil de la vegetación y reemplaza a la fotografía, que no es posible tomar en un bosque denso (23). Puede ser elaborado con diferentes grados de exactitud, esta debe estar en balance con el tamaño de la comunidad. Además los diagramas de pérfil pueden ser utilizados para ilustrar los detalles en espacios verticales de las especies, los cuales no pueden ser

representados en diagramás de estratos. Para preparar un dibujo de perfil a escala hay que medir los parámetros más importantes de todos los árboles; diámetro del tronco, altura total del árbol, altura del fuste hasta la primera ramificación importante, limite inferior de la copa, diámetro de la copa (23).

4.1.12. Análisis Multivariado (AM)

El análisis multivariado es la rama de la matemática que trata del examen de múltiples variables, tratandolas simultáneamente como un todo, con el propósito de resumirlas y mostrar su estructura. El gran desarrollo de las computadoras electrónicas ha cambiado completamente la situación del cálculo de los métodos de análisis multivariado y hoy en día los programás están disponibles en casi todas las computadoras, para casi todos los métodos de análisis multivariable (22). Hay estudios que parten de la observación o registro de una gran cantidad de variables o características, en cierto número de sitios. Los datos resultantes del problema anterior pueden tabularse en una matriz, conocida como matriz primaria de datos. Esta matriz tiene una estructura de doble entrada, con las variables por un lado (usualmente hileras) y los sitios por otro (generalmente, como columnas), para constituir una matriz de doble entrada sitios variables (22). En general, el AM se utiliza para ordenar y clasificar sitios. Con el fin de apreciar las diferencias en objetivos y métodos de los análisis multivariables y los métodos estadísticos usuales (univariables o bivariables), se pueden hacer las siguientes consideraciones: primero los métodos estadísticos se asocian estrechamente con la prueba de hipótesis; los análisis multivariados, por otro lado, empiezan sin hipótesis específicas; su función es elegir una cantidad de datos, alguna estructura interna de la cual se pueden generar hipótesis. Segundo, los métodos estadísticos son más potentes cuando tratan con una, o unas pocas variables de distribución aproximadamente conocida (22).

4.1.13.Clasificación y Ordenación

Se dispone de dos procedimientos para reestructurar los datos con el fin de simplificarlos: la clasificación y la ordenación. La clasificación consiste en dividir el sistema multidimensional en compartimentos o células, en cada una de los cuales se ubican los puntos que presentan mayor similitud entre sí, es decir la clasificación basicamente involucra agrupar sitios similares , con atributos en común; es el proceso de asignar sitios a clases o grupos , de manera que presenten menor heterogeneidad entre sí (22).

La ordenación consiste en reducir el número de ejes de variación, simplificando el espacio multidimensional hasta obtener un sistema con el menor número de ejes posibles que contengan la mayor parte de la variación. Las técnicas de ordenación disponen las muestras o las especies a lo largo de ejes de variación continua. También es el término colectivo de la técnicas de análisis que arregla sitios (especies) a lo largo de ejes con base en los datos de composición de especies. El producto final es una gráfica, usualmente de dos dimensiones, en el cual las sitios y las variables similares o ambas estan cerca unas de las otras y los sitios disimiles están apartados.

A. Decorana (Detrented correspondence analysis).

Es una técnica de ordenación de vector propio o característico; esta basado en el analisis de Correspondencia, pero corrige sus problemas principales(el efecto de arco y la compresión de los extremos del primer eje). El Decorana fue desarrollado por Hill (1979) (22).

B. Twinspan (Two way indicator species analysis).

De acuerdo a Gauch (1982), a pesar de que siempre se reconoció la superioridad teórica del enfoque divisivo politético y que muy pronto se percibió la utilidad de la partición de espacios de ordenación para este proposito, la ineficiencia de los métodos iniciales de ordenación, su pobre comprensión y la necesaria presencia de decisiones subjetivas, impidieron que este enfoque prosperara como lo hizo el aglomerativo politético. A la vez, otras formás para abordar el problema presentaban requerimientos de computadorización aún superiores a los

correspondientes a los ineficientes métodos aglomerativos. Así ha sido notable la aparición de la técnica Twinspan, la cual inicia la ordenación de los datos por medio de Análisis de correspondencia; luego, las variables que caracterizan a los extremos del eje de ordenación se enfatiza con el fin de polarizar las sitios o muestras, las cuales se dividen en dos grupos por medio de la ruptura del eje de ordenación, por su parte media. Entonces, esta división de sitios es refinada, mediante una reclasificación basada en las variables con máximo valor, para indicar los polos del eje de ordenación; el proceso de división se repite luego en los dos grupos de entidades para producir cuatro grupos, y así sucesivamente hasta que cada grupo tiene no más del número mínimo de miembros elegido (22).

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 Descripción del área de la micro cuenca del río Colorado

A. Posición Geográfica.

La microcuenca se ubica dentro de las coordenadas 15° 4' a 15° 10' latitud Norte y 89° 35' y 89° 42' longitud Oeste, en jurisdicción del municipio de Río Hondo en el departamento de Zacapa (Figura 1).

B. Area de la Cuenca.

La microcuenca tiene un área de 60.14 km^2 (6014 hactáreas.) (Mapa, figura 2).

C.Vías de Acceso.

Para llegar la microcuenca se debe tomar la carretera CA-9 que conduce desde la capital de Guatemala hacia Puerto Barrios, Izabal. A la altura del kilómetro 119, en jurisdicción de la aldea Ojo de agua, del municipio de Río Hondo, Zacapa, se vira al Norte y se toma un camino de terracería de 20 kilómetros de longitud, hasta el caserío de San Lorenzo de la Aldea Santa Rosalía Mármol (Mapa figura 2).

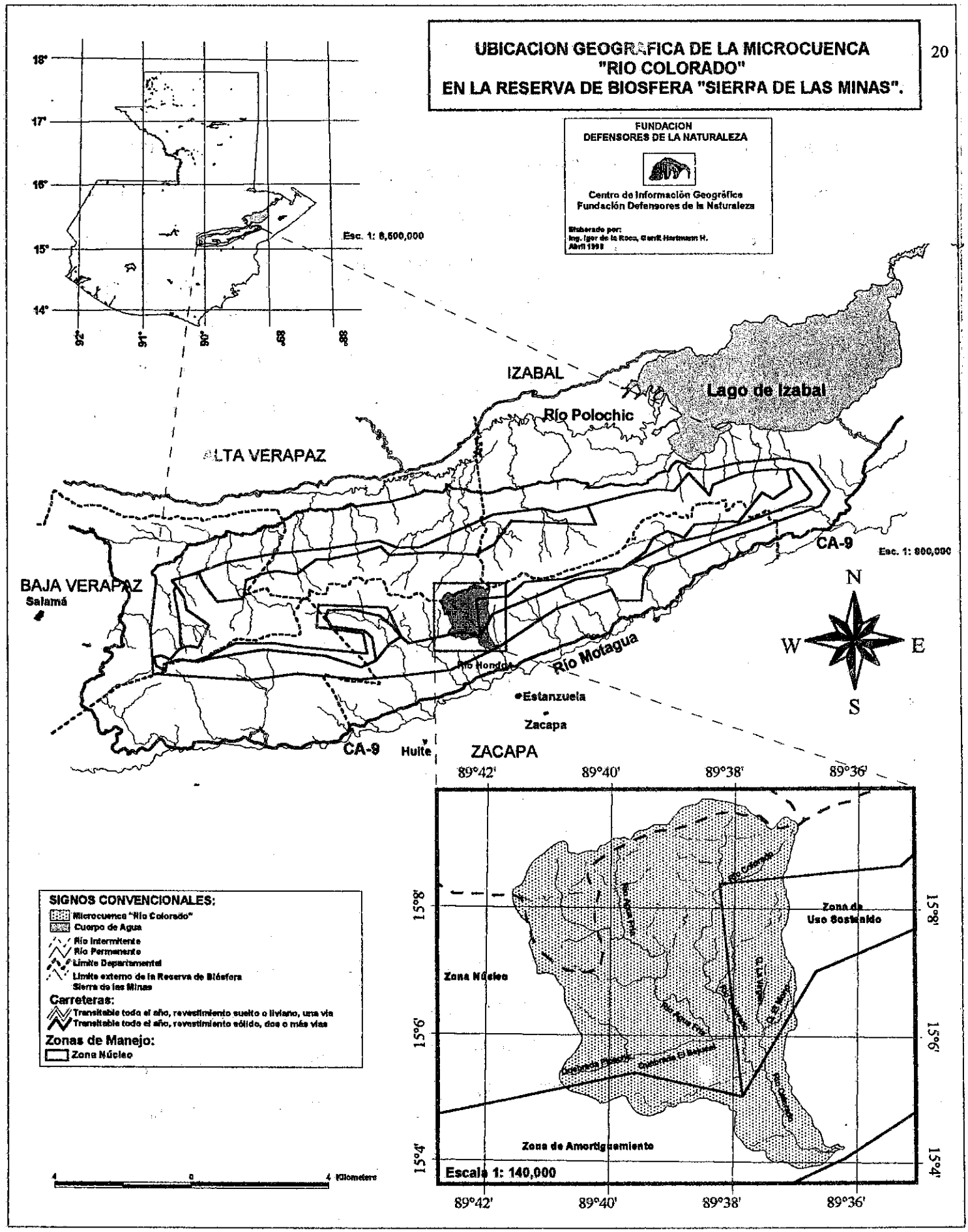


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la microcuenca del río Colorado.

D. Poblaciones.

La única población presente en toda la microcuenca, es el caserío San Lorenzo, el cual juridiccionalmente es parte de la aldea Santa Rosalia Mármol. San Lorenzo cuenta con una población aproximada de 40 habitantes permanentes, el resto de la población son personas que trabajan en las canteras de mármol.

E. Características Biofísicas.

a. Hidrografía.

El Río Colorado tiene varios tributarios, los principales son el río Agua Fría y el río Colorado, además de las quebradas Picacho, El Bejucal, La Virgen y El Mono (ver mapa, figura 2)

b. Geología y Suelos.

El área, ubicada en el bloque de la falla de las Sierras de las Minas, está compuesta dominantemente por capas foldeadas filito paleozoicas y rocas metamórficas graníticas falladas en los contactos con las rocas jóvenes hacia el Sureste (18). En general de la Sierra de las Minas, es el origen geológico primario, la formación de los suelos no tiene la misma condición. Siendo el material original poco alterable bajo condiciones de intemperización, la vegetación ha jugado un papel dominante en la formación del mismo. Esto permite confirmar la descripción de los suelos a nivel del estudio técnico de la reserva de la biosfera que los describe como suelos relativamente jóvenes con una profundidad que varía entre los 20 y 40 centímetros (11). La pendiente en la mayor parte de los suelos varía entre 40% y el 80%, lo que determina que estos tengan una mayor alta suceptibilidad a la erosión, y los clasifica como suelos no aptos para la agricultura y la ganadería. Además, las características físicas definen estos suelos como arcillo-limosos a limosos. Según el plan maestro de recursos naturales SEGEPLAN 1975, tales suelos deberían ser utilizados para la producción forestal o para la protección de ecosistemás (11). En la figura 3 se encuentra el mapa geológico de la microcuenca del río Colorado.

c. Recurso agua.

La humedad de los vientos alisios que llegan al país desde el Océano Atlántico es retenida por la exuberante vegetación de los bosques nubosos de la sierra. La depresión orográfica Oeste-Este de las Sierra de Las Minas es el principal factor responsable del patrón de precipitación pluvial del valle del Río Motagua, siendo las crestas montañosas responsables del fénomeno llamado "Sombra de lluvia", en el valle medio. Ahí (ladera Sureste) se registran, como promedio anual, aproximadamente 500 mm de precipitación, a diferencia de la ladera del Río Polochic (Noreste), en donde se reciben hasta 4000 mm anuales (11). Lo anterior pone de manifiesto el papel preponderante de la vegetación como captadora de la precipitación horizontal en la forma de neblina, la cual se convierte posteriormente en el caudal de los ríos en ambas caras de la sierra. Por lo tanto, la generación del caudad del Río Colorado depende en gran medida del estado de los bosques nubosos de las cumbres de la Sierra y de la vegetación de las laderas de las cuencas (11)

d. Recurso vegetal.

El área abarca, según el sistema de clásificación de Holdridge (1967) (7), tres zonas de vida y una asociación vegetal con sus respectivas áreas de transición: Bosque Seco Sub Tropical, Bosque Húmedo Subtropical Templado y Bosque muy Húmedo Subtropical Templado.

F. Zonas administrativas en la micro cuenca del río Colorado.

La reserva de biósfera Sierra de las Minas, consta de cuatro zonas (13): a) Zona Núcleo, cuyos objetivos son preservación del ambiente natural, conservación de la diversidad biológica y preservación de las fuentes de agua, así como la investigación científica y el turismo ecológico en las área habilitadas para ello. b) Uso Múltiple o Sostenible, cuyos objetivos son el manejo sostenible de recursos naturales dentro de ciertas normas; c) Zona de Amortiguamiento, cuyos objetivos se basan en la incorporación de las comunidades vecinas a la reserva para la realización de actividades sostenibles, y d) Zona de Recuperación, cuyos objetivos se basan en lograr el uso sostenible de los recursos para mejorar la calidad de vida de sus habitantes. También incluye la

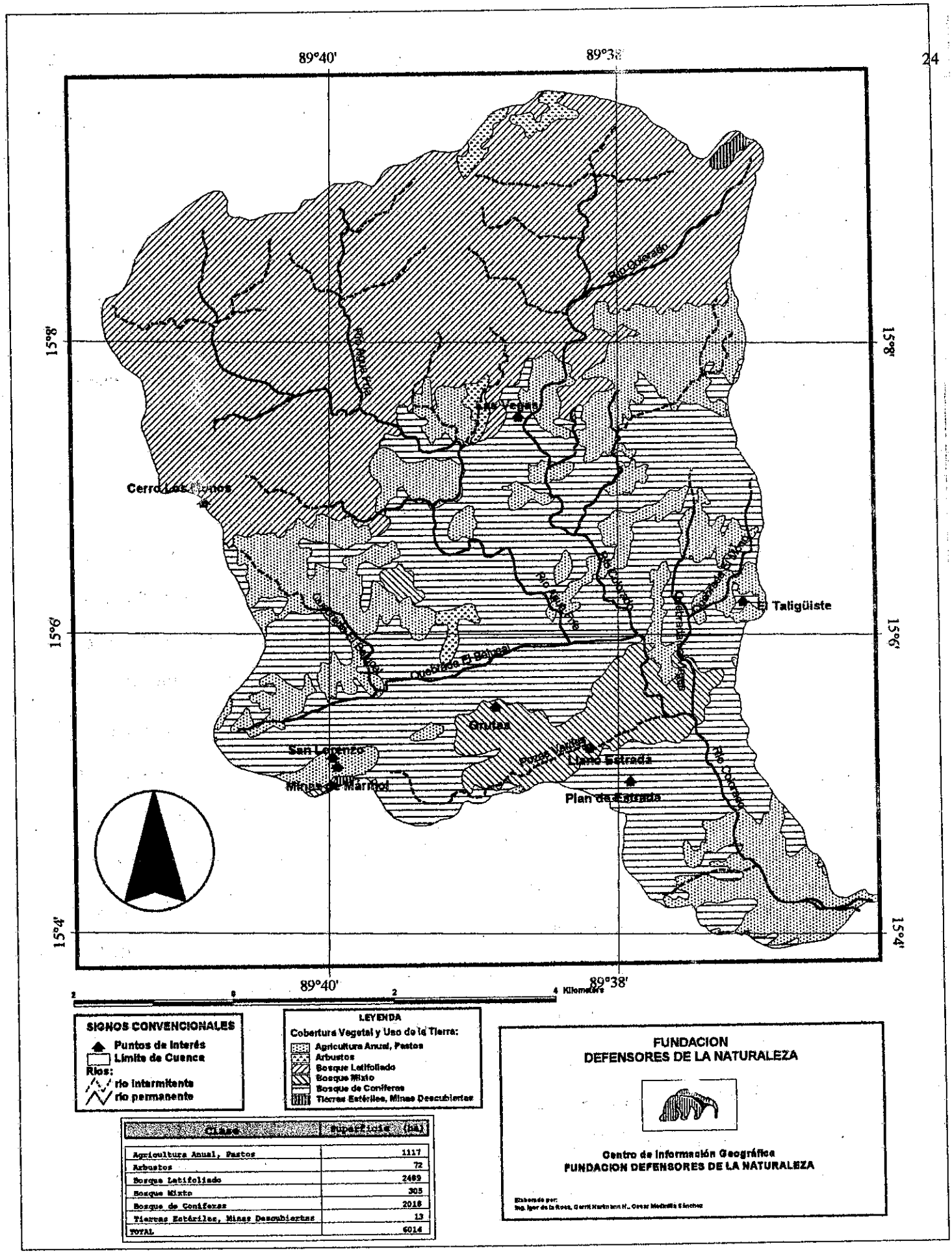
educación ambiental hacia las comunidades para mantener las condiciones de la reserva y sus recursos.

G. Componente Natural

A nivel general los ecosistemás de pinos representados en el área de la microcuenca se encuentran disturbados. Los principales agentes de dicha disturbación son, en primera instancia, los incendios forestales y, en segunda instancia, la extracción forestal con fines de abastecimiento de madera y leña, deforestación para la realización de actividades agrícolas, y deslizamientos de tierra ocasionados por la lluvias en la época lluviosa (11).

H. El contexto de la deforestación en la Sierra de Las Minas.

Por ser parte integral de Guatemala, la Sierra de Las Minas no escapa a la problemática socioeconomica, cultural y ambiental nacional. Aún así, la Sierra de las Minas presenta particularidades propias de la dinámica socio-económica y cultural de las poblaciones humanas en ella asentadas. La problemática de aprovechamiento del bosque se inicia con la construcción del ferrocarril que va a Puerto Barrios a finales del siglo XIX, en la vertiente del Motagua (40). La deforestación siguió con una serie de extracciones de madera de caoba y cedro por parte de compañias madederas; situación que se mantuvo sin ningún control hasta los años 80, cuando la Fundación Defensores de la Naturaleza emprendió las acciones tendientes a que el Gobierno de Guatemala reconociera la importacia de los bosques de las Sierras de las Minas (12); como resultado de estas acciones el Congreso de la República instituyó en 1990 mediante el Decreto 49-90 la Declaratoria legal de la Reserva de la Biosfera Sierra de Las Minas (13). Aún con la legislación vigente tendiente a la protección de la RBSM, esta es amenazada por el problema del avance de la frontera agropecuaria sobre tierras de cobertura forestal no aptas para estas actividades, debido a las fuertes pendientes, la alta suceptibilidad a la erosión y las condiciones climáticas adversas. Por último "en el lado Sur existe extracción de madera, para abastecer los aserraderos del valle del Motagua, así como el establecimiento de pastos para ganaderia extensiva y para agricultura practicada por los agricultores del área".



Clase	Superficie (ha)
Agricultura Anual, Pastos	1117
Arbustos	72
Bosque Latifoliado	2489
Bosque Mixto	305
Bosque de Coníferas	2018
Tierras Estériles, Minas Descubiertas	13
TOTAL	6014

Figura 2. Mapa de la microcuenca del río Colorado.

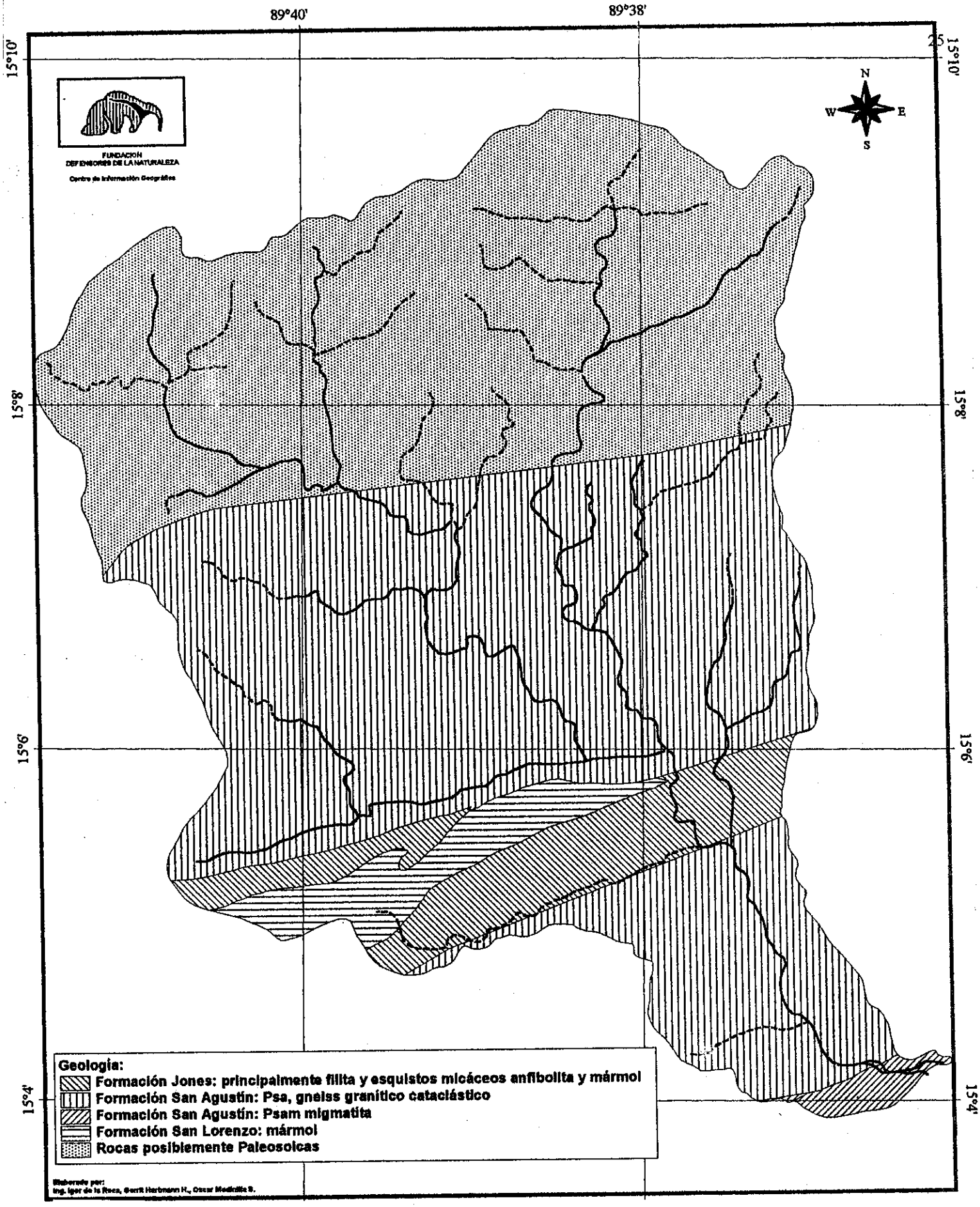


Figura 3. Mapa geológico de la microcuenca del río Colorado.

5 OBJETIVOS

5.1 General

Estudiar las comunidades del bosque de pinos (*Pinus* sp.), presentes en la microcuenca del río Colorado, Río Hondo, Zacapa, en un rango altitudinal de 600 a 2100 msnm.

5.2 Específicos

5.2.1. Caracterizar la composición florística de las comunidades de *Pinus* a nivel de los estratos arbustivo y arbóreo.

5.2.2. Determinar la estructura de las comunidades de *Pinus*.

5.2.3. Definir las relaciones florísticas existentes entre las comunidades vegetales.

5.2.4. Describir la vegetación con respecto a las características topográficas, geológicas y edáficas del área.

5.2.5. Determinar la distribución de las diferentes comunidades de *Pinus*.

6 METODOLOGIA

6.1 Recopilación de información.

Se colectó información bibliográfica, fotográfica y cartográfica con el fin de reforzar la base teórica necesaria para la investigación.

6.2 Reconocimiento:

Esta fase se realizó mediante caminamientos y observación directa del área de trabajo; se observaron las posibles zonas a muestrear, apoyándose en el uso de brújula, fotografía áerea y la hoja cartográfica Río Hondo a escala 1:50,000 (16).

6.3 Delimitación del área de estudio.

Las especies de pinos de la microcuenca del río Colorado, se distribuyen en forma natural en un rango altitudinal de 600 a 2500 msnm. Aunque el rango de distribución natural de los pinos es amplio, el área de estudio estuvo comprendida entre 600 a 2100 msnm., debido a que a 2100 msnm. se dá la transición o ecotono entre el Bosque húmedo montano subtropical y el Bosque muy húmedo montano subtropical y entonces los pinos (*Pinus* spp.) disminuyen su dominancia y comienza a prevalecer el bosque nuboso (Bosque nuboso latifoliado o Bosque Muy Húmedo Sub- tropical). Con lo anterior el área de la zona de estudio es de 43.2 km^2.

6.4 Muestreo de la vegetación

6.4.1 Método de muestreo

El método de muestreo utilizado fue el preferencial estratificado, ya que se partió de la división del área en estratos o segmentos de acuerdo a su cobertura, altitud, pendiente y exposición. En cada segmento, se ubicó preferencialmente una parcela, en las áreas en donde se determinó la existencia de una buena cobertura vegetal.

6.4.2 Segmentación del área de la cuenca

Considerando que parte del ecosistema presente en la microcuenca, ha sido disturbado y que existen áreas en donde el bosque ha sido reemplazado o dañado por efecto de la agricultura, ganadería o explotación comercial o bien por fenómenos naturales como incendios o plagas, se identificaron los diferentes segmentos del bosque presentes en la zona de la cuenca. Mediante el uso de fotografía aérea y la respectiva corroboración mediante observación directa en el campo, se delimitaron las diferentes áreas de bosque tomando como criterio la cobertura forestal, de esta manera se obtuvieron las siguientes categorías: a) áreas con cobertura forestal, dentro de esta categoría se hizo una clara diferenciación entre el bosque natural y las plantaciones; b) áreas sin cobertura forestal, dentro de ésta categoría se tomaron en cuenta las áreas en donde existían árboles dispersos o formando grupos muy pequeños, las áreas de cultivo, las áreas urbanas y las áreas de explotación minera (estas áreas no fueron muestreadas). Para hacer más ordenado el muestreo se procedió a delimitar el área de la micro-cuenca en 8 fajas altitudinales de 200 m. de altitud cada una. Para hacer fácil la ubicación de las fajas, los límites entre cada una corresponderán a dos curvas de nivel que tienen una diferencia altitudinal de 200 m. Comenzando desde los 600 msnm. las fajas fueron las siguientes:

Rangos de altitud	Rangos de altitud
600 m a 800m	1400 m a 1600 m
800 m a 1000 m	1600 m a 1800 m
1000 m a 1200 m	1800 m a 2000 m
1200 m a 1400 m	2000 m a 2100 m

Se elaboró un mapa de pendientes, utilizando la hoja Río Hondo (16), en este se delimitaron las áreas, de acuerdo a los siguientes rangos de pendiente en porcentaje: 1 % a 4 %; 4 % a 8 %; 8 % a 16 %; 16 % a 32 % y mayor de 32%.

Utilizando el mapa Río Hondo, a escala 1:50,000 (16) también se delimitaron diferentes áreas de acuerdo a la exposición, tomando como base las corrientes principales de los rios Agua fría, río Colorado y El Bejucal. Sobreponiendo los mapas de cobertura, fajas altitudinales, pendientes, mapa geológico escala 1:50,000 (17) y de exposición, se elaboró un mosaico, en el cual se identificaron 58 unidades diferentes. (Figura 1 A)

6.4.3 Tamaño y forma de las parcelas de muestreo

Las parcelas fueron de forma rectangular, ya que esta forma presenta ventajas al evaluar las varibles a muestrear (23). El área de la parcela para muestrear árboles fue de 1000 m² (100 m X 10 m), esta parcela se dividió en 20 subparcelas rectangulares de 50m² (10 m X 5 m) (ver figura 4). Una forma similar ha sido utilizada para evaluar la composición florística y estructura de un tipo particular de bosque y fue propuesta por Dauivenvoorden (1994) (parcela de 50m X 20m), pero modificada por Cuello (1995) (subdivisión de la parcela en cuadros de 10m X 10m.) (3).

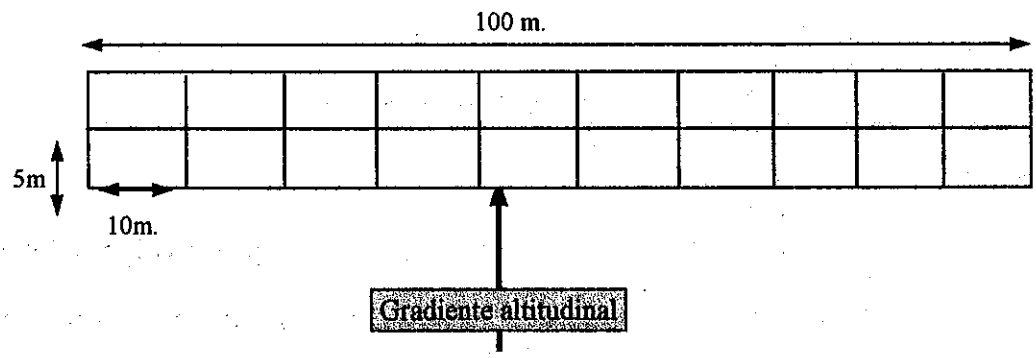


Figura 4. Forma y posición con respecto al gradiente de altitud de la parcela de 1000 m² y de las 20 subparcelas de 50 m².

Para arbustos se utilizó una parcela de 250 m², esta se colocó dentro de la parcela de 0.1 hectárea, para esto se tomaron 5 subparcelas de 50 m² (Figura 5).

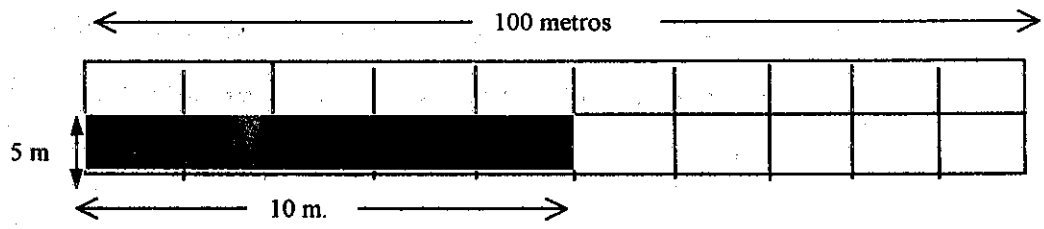


Figura 5. Forma, tamaño y posición de la parcela para arbustos.

Para medir la regeneración se hacieron sub-parcelas cuadradas de 4 m² (2 m X 2 m), las cuales, se ubicaron en la esquina inferior derecha de cada sub-parcela de 50 m². La ubicación, forma y tamaño se presentan en la figura 6.

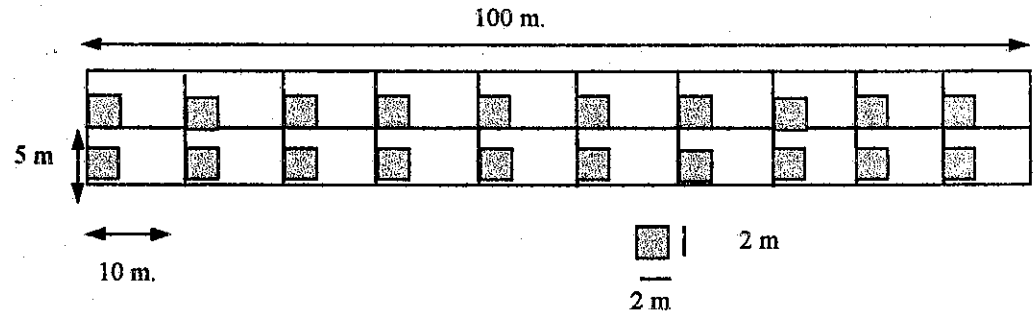


Figura 6. Forma, tamaño y posición de las parcelas para medir la regeneración .

6.4.4 Ubicación de las parcelas de muestreo.

Primeramente no se muestrearon las áreas sin cobertura forestal y las plantaciones forestales, ya que estas no son representativas del bosque. Las unidades muestrales fueron ubicadas en las áreas determinadas en la segmentación de la cuenca. En cada área se colocó un sola parcela de 0.1 hectárea (Figura 1 A). Las mismas se ubicaron longitudinalmente perpendiculares a la pendiente, con el objetivo de muestrear la mayor diversidad presente en ese punto (diversidad alfa) del gradiente; los cambios de la vegetación a lo largo del gradiente (diversidad beta) se lograron muestrear mediente la ubicación de las parcelas en diferentes fajas altitudinales. Varias áreas de la microcuenca no pudieron ser muestreadas, debido a la dificultad

que presentan las altas pendientes; además en el reconocimiento efectuado al principio del estudio, se determinó que, los bosques de pino tenían dominancia hasta 2100 msnm; pero durante el desarrollo de la investigación se observó que en la parte central de la zona Norte de la microcuenca, solo dominan hasta 1800 msnm, lo cual colocó muchas parcelas fuera del área de estudio.

6.4.5 Número de unidades de muestreo.

El número de parcelas fue de 41, incluyendo 3, que se ubicaron en el bosque latifoliado nuboso, al Este, Centro y Oeste respectivamente, entre 2000 y 2300 msnm.

6.4.6 Datos registrados.

En cada unidad de muestreo o parcela se tomaron los siguientes datos generales: 1) datos de parcela: altura sobre el nivel del mar, exposición, ubicación de la parcela, pendiente dominante (porcentaje), número de parcela; 2) variables para el estrato arbóreo (solo árboles con diámetros a la altura del pecho mayores o iguales a 10 centímetros), diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, número de individuos por especie; 3) para el estrato arbustivo se registró el área de cobertura y número de individuos por especie presentes en la parcela para la regeneración se tomó el número de especies, el número de individuos por especie y la altura de cada individuo.

Se hicieron colectas de especímenes botánicos en todos los estratos para ser determinados en el herbario de FAUSAC (AGUAT) "Profesor José Ernesto Carrillo".

6.4.7 Pérfiles.

Se seleccionó una fila continua de 8 sub-parcelas de 50 m². La fila de 8 sub-parcelas sirvió de transecto (Figura 7).

Los datos tomados fueron: especies de los estratos arbóreo, arbustivos y herbáceos, alturas totales, altura de la copa, diámetro a la altura del pecho (para árboles), ubicación de los individuos dentro de la parcela.

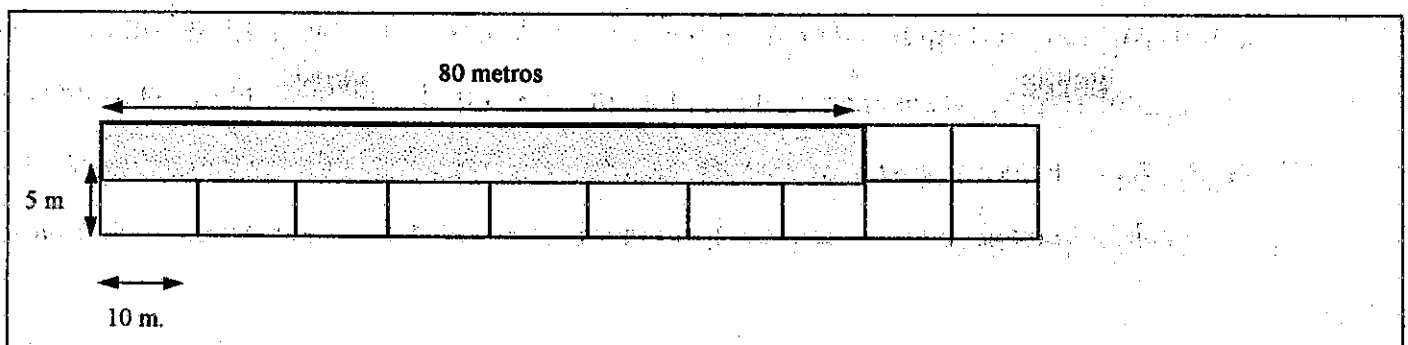


Figura 7. Tamaño y forma de la percela para elaborar los pérfiles

6.5 Muestreo de suelos.

El muestreo se realizó de la siguiente manera: en base a el mapa geológico del área a escala 1:50,000 (17) (Figura 3), se ubicarón calicatas que fueron las unidades de muestreo en cada unidad de geológicamente diferente. Las calicatas se colocarán en número de dos para cada unidad geológica. Una de las dos calicatas se ubicó en suelo profundo presente en cada unidad, la otra se ubicará en suelos con afloramientos rocosos.

En cada calicata se tomaron los siguientes datos: posición de la calicata dentro de la cuenca, pendiente, exposición, número horizontes, profundidad de horizontes, se tomó un muestra de suelo en cada pérfil, se medió la profundidad de raíces.

6.6 Procesamiento y análisis de la información.

6.6.1 Determinación taxonómica de los especímenes colectados.

Los especímenes colectados tanto en las parcelas de muestreo como en las de pérfil se determinaron en el Herbario de la Facultad de Agronomía (AGUAT) "Profesor José Ernesto Carrillo", en base a claves dicotómicas presentes en la Flora de Guatemala (37), orquídeas de Guatemala (2) y helechos y aliados de Guatemala (38).

6.6.2 Determinación de los valores de importancia de la vegetación.

Para valores de importancia se tabularon de los datos de las hojas de campo, densidad y frecuencia, además de el área basal (para árboles) y cobertura (para arbustos).

Para determinar los valores de importancia se utilizó la siguiente ecuación: V.I. = Dr + Fr + Cr ó ABr

En donde:

V.I. = Valor de importancia.

Dr = Densidad Relativa.

Fr = Frecuencia Relativa.

Cr = Cobertura Relativa para arbustos.

ABr = Area Basal Relativa para árboles.

Para obtener los valores de las variables se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$Dr = \frac{\text{Número de especímenes en todas las parcelas de la especie A}}{\text{Sumatoria de densidades de todas las especies}} \times 100$$

$$Fr = \frac{\text{Número de parcelas en donde aparece la especie A}}{\text{Sumatoria de frecuencias reales}} \times 100$$

$$Cr = \frac{\text{Cobertura de la especie A}}{\text{Sumatoria de la cobertura de todas las especies.}} \times 100$$

$$ABr = \frac{\text{Area Basal de la especie A}}{\text{Sumatoria de las Areas Basales de todas las especies.}} \times 100$$

6.6.3 Análisis de suelos.

En el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía "Salvador Castillo", se procedió hacer los siguientes análisis a las muestras de suelos tomadas en el campos:

Análisis	Método
Granulometría	método de boyoucos, hidrómetro calibrado a 68°F.(6)
pH	-Potenciómetro, con agua en relación suelo:agua 1:2.5 (6)
Cationes cambiables	-Extracción con Acetato de amonio 1.0 N pH 7, lectura con espectrofotometro de absorción atómica.(6)

6.6.4 Clasificación y Ordenación de los datos.

Los datos se procesaron mediante el programa COMPOSE (26) el cual arregló los datos en un formato especial que facilmente pueden ser leidos por TWISPAN (21) y DECORANA (20).

TWINSPAN (*Two way indicator species analysis*), como es una clasificación jerárquica politética y divisiva fue utilizado para procesar la matriz formateada por Compose.

Con la aplicación del programa se obtuvo una tabla ordenada de doble entrada, derivada de la clasificación de las muestras y de las especies en base a sus preferencias ecológicas. Dicha tabla expresa las relaciones sinecológicas de las especies.

El análisis de la tabla proporcionó información útil para determinar la forma en que se agrupan las diferentes muestras vegetales sujetas a análisis con respecto a un sitio (parcela).

DECORANA (*Detrended correspondence analysis),* este programa ordeno las especies de acuerdo con los diferentes sitios muestreados. Para el análisis de la matriz de salida del programa fue necesario revisar y estudiar minuciosamente los datos de campo de cada parcela, para poder interpretar los resultados.

6.6.5 Mapeo de las comunidades vegetales

Con los resultados de la ordenación y la clasificación se precisaron los sitios en donde aparecen las diferentes comunidades presentes en la microcuenca.

6.6.6 Estructura.

A. Pérfiles.

Con los datos del transecto se dibujaron los diferentes diagramás de pérfil, para obtener información de la estructura de cada comunidad estudiada.

B. Densidades

Se calculó la densidad de las especies arbóreas en cada comunidad encontrada en el análisis.

C. Alturas.

Se calcularon las alturas promedio de las especies arbóreas presentes en cada comunidad.

D. Diámetros.

Se calculó la distribución diámetrica de las especies arbóreas en cada comunidad.

6.6.7 Regeneración.

Se les calculó la media general por comunidad vegetal y por especie.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1.Descripción general de la flora de la Microcuenca

Se muestrearon 120 especies vegetales (Cuadro 1), pertenecientes a 50 familias (Cuadro 2.); sobresalen los géneros *Quercus* y *Pinus*, de las familias Fagaceae y Pinaceae, respectivamente, debido a que constituyen las especies dominantes .

Las 10 familias más importantes, de acuerdo al número de especies (55% del total), son las siguientes: Polypodiaceae, Fagaceae, Ericaceae, Mimosaceae, Araliaceae, Pinaceae, Piperacea, Fabaceae, Lauraceae y Rosaceae (Figura 8). La familia mejor representada es Polypodiaceae, con 11 especies (9% del total de especies reportadas); la mayoría se colectaron cerca de fuentes de agua, en donde las condiciones microclimáticas favorecen su desarrollo y les protegen del fuego.

Otras familias como Ericaceae y Hamamelidaceae, son representadas por especies de importancia en la microcuenca. Ericaceae es representada en el estrato arbóreo por las especies *Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small y *Arbutus xalapensis* HBK.; Hamamelidaceae la representa *Liquidambar styraciflua* L.

Cuadro 1. Listado de especies de la microcuenca del río Colorado.

No.	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Familia
1	Arce	*Acer skutchii* Rheder	Arbol	Aceraceae
2	Maguey	*Agave oppascidens* Trelease	Hierba	Agavaceae
3	Maguey azul	*Agave seemanniana* Jacobi	Hierba	Agavaceae
4		*Rhus terebinthifolia* Schlecht. & Cham.	Arbusto	Anacardiaceae
5	Ojo de venado	*Rhus vestita* Loes.	Arbol	Anacardiaceae
6		*Ilex brandegeana* Loes.	Arbol	Aquifoliaceae
7		*Anthurium* sp.	Hierba	Araceae
8		*Dendropanax oliganthus* A.C.Smith	Arbol	Araliaceae
9		*Oreopanax* aff. *oliganthus* A.C.Smith.	Arbol	Araliaceae
10	Mano de León	*Oreopanax aff. peltatus* Linden ex Regel	Arbol	Araliaceae
11		*Oreopanax arboreus* (L.) Dcne. & Planch.	Arbol	Araliaceae
12		*Oreopanax steyermarkii* A.C.Smith	Arbol	Araliaceae
13		*Oreopanax* sp.	Arbol	Araliaceae
14	Palma	*Brahea salvadorensis* Wendl. Ex Becari	Arbol	Arecaceae
15	Hoja de queso	*Senecio* sp	Arbusto	Asteraceae
16	Suquinay	*Vernonia* sp.	Arbusto	Asteraceae
17	Gamuso	*Ostrya virginiana* var. *guatemalensis* (Win XL) Macbride	Arbol	Betulaceae
18		*Viburnum hartwegii* Bent.	Arbusto	Caprifoliaceae
19		*Microtropis ilicina* Standl. & Steyerm.	Arbol	Celastraceae
20	Pata de chunto	*Hedyosmun mexicanum* Cordemoy	Arbol	Chlorantaceae
21		*Clethra johnstonii* Standl. & Steyerm.	Arbol	Clethraceae
22		*Clethra mexicana* A.DC.	Arbol	Clethraceae
23		*Clusia* sp	Arbusto	Clusiaceae
24	Oreja de burro	*Clusia massoniana* Lundell.	Arbol	Clusiaceae
25		*Commelina* sp	Hierba	Commelinaceae
26	Cornus	*Cornus disciflora* D.C.	Arbol	Cornaceae
27		*Echinopepon horridum* Naud.	Hierba	Cucurbitaceae
28		*Weinmannia tuerckheimii* Engler	Arbusto	Cunoniaceae
29	Cipres	*Juniperus comitana* Martínez	Arbol	Cupressaceae
30	Chispón, helecho negro	*Alsophylla salvinii* Hook	Arbusto	Cyatheaceae
31	Helecho arborescente	*Cyathea fulva* (Mart.& Gal.) Fée	Arbusto	Cyatheaceae
32	Canelo, madrón, nance de montaña	*Arbutus xalapensis* HBK.	Arbol	Ericaceae
33		*Arctostaphylos arbutoides* (Lindl.) Hemsl.	Arbusto	Ericaceae
34	Asajarillo	*Befaria mexicana* Benth.	Arbusto	Ericaceae
35		*Empedoclesia brachysiphon* Sleumer	Hierba	Ericaceae
36		*Gaultheria odorata* Willd.	Arbusto	Ericaceae
37	Palo de humo	*Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small.	Arbol	Ericaceae

...Continuación, cuadro 1

38		*Vaccinum poasanum* Donn-Sm.	Arbusto	Ericaceae
39	Guachipilín	*Diphysa floribunda* Peyristsch.	Arbol	Fabaceae
40		*Erithrina mexicana* Krukoff.	Arbol	Fabaceae
41		*Desmodium* sp	Hierba	Fabaceae
42		*Crotalaria* sp	Hierba	Fabaceae
43	Encino	*Quercus aaata* Muller	Arbol	Fagaceae
44	Guite I	*Quercus* aff *tristis* Liebm.	Arbol	Fagaceae
45	Encino	*Quercus brachystachys* Benth.	Arbol	Fagaceae
46	Roble encino	*Quercus conspersa* Benth.	Arbol	Fagaceae
47	Encino canche	*Quercus peduncularis* Née	Arbol	Fagaceae
48	Encino	*Quercus peduncularis* var. *sublanosa* (Trelease) Muller	Arbol	Fagaceae
49	Encino	*Quercus polymorpha* Schlecht & Cham.	Arbol	Fagaceae
50	Encino	*Quercus sapotaefolia* Liebm	Arbol	Fagaceae
51	Encino	*Quercus skinneri* Benth.	Arbol	Fagaceae
52	Encino	*Quercus tristis* liebm.	Arbol	Fagaceae
53		*Phyllonoma cacuminis* Standl. & Steyermark	Arbol	Grossulariaceae
54	Bálsamo	*Liquidambar styraciflua* L.	Arbol	Hamamelidaceae
55	Siete cueros o nogal	*Engelhardtia guatemalensis* Standl.	Arbol	Juglandaceae
56		*Licaria coriacea* (Lundell.) Kesterm.	Arbol	Lauraceae
57	Laurel	*Litsea glaucescens* HBK.	Arbol	Lauraceae
58	Laurel	*Litsea guatemalensis* Mez.	Arbol	Lauraceae
59		*Phoebe acuminatissima* Lundell.	Arbol	Lauraceae
60	Muerdago	*Arceuthobium vaginatum* (HBK) Erchler in Mart.	Hemiparásita	Loranthaceae
61	Muerdago	*Psittacanthus schiedeanus* (Schlecht. & Cham) Blume ex Schult.	Hemiparásita	Loranthaceae
62		*Clidemia capitellata* var *neglecta* (D.Don) L. Wms	Arbusto	Melastomaceae
63		*Miconia mexicana* (Humbl. & Bomp.)	Arbusto	Melastomaceae
64		*Calliandra* sp	Arbusto	Mimosaceae
65	Cuje	*Inga* sp.	Arbol	Mimosaceae
66		*Inga aff. edulis* Schlecht.	Arbol	Mimosaceae
67		*Inga aff. leptoloba* Schlecht.	Arbol	Mimosaceae
68	Zarza	*Mimosa* sp.	Arbusto	Mimosaceae
69	Mimosa II	*Mimosa albida* var. *floribunda* (Willd.) Robinson	Arbusto	Mimosaceae
70	Sare	*Acacia pennatula* Schlecht.& Cham.	Arbol	Mimosaceae
71	Arrayan	*Myrica cerifera* L.	Arbol	Myricaceae
72		*Ardisia revoluta* HBK	Arbusto	Myrsinaceae
73	Guayaba	*Psidium guajaba* L.	Arbusto	Myrtaceae
74		*Eugenia* sp	Arbol	Myrtaceae
75	Orquidea	*Epidendrum cochleatum* L.	Hierba	Orchidaceae
76	Orquidea	*Lycaste* sp.	Hierba	Orchidaceae
77	Pino	*Pinus aff. Maximinoii* H.E.Moore	Arbol	Pinaceae
78	Pino dulce	*Pinus ayacahuite* Ehnren.	Arbol	Pinaceae

...Continuación, cuadro 1

79	Pino	*Pinus maximinoii* H.E.Moore	Arbol	Pinaceae
80	Pino	*Pinus oocarpa* Schiede.	Arbol	Pinaceae
81	Pino	*Pinus oocarpa* var. *ochoterenai* Mart.	Arbol	Pinaceae
82	Pino	*Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry	Arbol	Pinaceae
83		*Peperomia* sp1	Hierba	Piperaceae
84		*Peperomia* sp2	Hierba	Piperaceae
85		*Peperomia* sp3	Hierba	Piperaceae
86		*Piper* sp	Arbusto	Piperaceae
87		*Piper brujoense* Trelease & Standley.	Arbusto	Piperaceae
88	Cipresillo	*Podocarpus oleifolus* D.Don.in Lambert.	Arbol	Podocarpaceae
89	Helecho	*Adiantum* sp.	Hierba	Polypodiaceae
90	Helecho	*Blechnum occidentale* var. *pubirhachis* Rosenst.	Hierba	Polypodiaceae
91	Helecho	*Campiloneurum tenuipes* (Maxon) C.	Hierba	Polypodiaceae
92	Helecho	*Doryopteris concolor* (Longsd. & Fisch) Khun. in v.d.	Hierba	Polypodiaceae
93	Helecho	*Elaphoglossum* sp.	Hierba	Polypodiaceae
94	Helecho	*Pteridium aquilinum* var. *feei* (Schaffn. Ex Feé) Maxon ex Yunker	Hierba	Polypodiaceae
95	Helecho	*Pteris* sp1.	Hierba	Polypodiaceae
96	Helecho	*Pteris* sp2.	Hierba	Polypodiaceae
97	Helecho	*Pteris* sp3.	Hierba	Polypodiaceae
98	Helecho	*Telipteris* sp1	Hierba	Polypodiaceae
99	Helecho	*Telipteris* sp2.	Hierba	Polypodiaceae
100		*Prunus brachybotrya* Zucc.	Arbol	Rosaceae
101		*Prunus* sp.	Arbol	Rosaceae
102	Mora	*Rubus* sp.	Hierba	Rosaceae
103	Mora	*Rubus miser* Liebm.	Hierba	Rosaceae
104		*Bouvardia leiantha* Benth.	Arbusto	Rubiaceae
105		*Randia cookii* Standl.	Arbusto	Rubiaceae
106		*Psycotria* sp	Arbusto	Rubiaceae
107		*Zantoxylon* sp.	Arbol	Rutaceae
108		*Matayba oppositifolia* (A.Rich)Britton	Arbol	Sapindaceae
109		*Saurauia* sp.	Arbusto	Saurauiaceae
110	Zapotillo, mielero	*Saurauia subalpina* Donn. Smith.	Arbol	Saurauiaceae
111	Zarzaparrilla	*Smilax* sp.	Hierba	Smilacaceae
112	Zarzaparrilla	*Smilax aff. subpubescens* A.DC.	Hierba	Smilacaceae
113	Lavaplatos, rodaplatos	*Solanum hispidum* Pers.	Hierba	Solanaceae
114		*Cestrum* sp	Arbusto	Solanaceae
115		*Symplocos matudae* Lundell.	Arbol	Symplocaceae
116		*Cleyera theaeoides* (SW) Choisy	Arbol	Theaceae
117		*Xilosma flexosum* (HBK) Hemsl.	Arbusto	Ulmaceae
118		*Salvia* sp	Hierba	Verbenaceae
119		*Lippia* sp	Hierba	Verbenaceae
120		*Drimys granadensis* L.	Arbol	Winteraceae

Cuadro 2. Número de especies por familia.

Familia	Número de Especies		Familia	Número de Especies
Polypodiaceae	11		Aceraceae	1
Fagaceae	10		Aquifoliaceae	1
Ericaceae	7		Araceae	1
Mimosaceae	7		Arecaceae	1
Araliaceae	6		Betulaceae	1
Pinaceae	6		Caprifoliaceae	1
Piperaceae	5		Celastraceae	1
Fabaceae	4		Chlorantaceae	1
Lauraceae	4		Commelinaceae	1
Rosaceae	4		Cornaceae	1
Rubiaceae	3		Cucurbitaceae	1
Agavaceae	2		Cunoniaceae	1
Anacardiaceae	2		Cupressaceae	1
Asteraceae	2		Grossulariaceae	1
Clethraceae	2		Juglandaceae	1
Clusiaceae	2		Myricaceae	1
Cyatheaceae	2		Myrsinaceae	1
Loranthaceae	2		Pinaceae	1
Melastomaceae	2		Podocarpaceae	1
Myrtaceae	2		Rutaceae	1
Orchidaceae	2		Sapindaceae	1
Saurauiaceae	2		Symplocaceae	1
Smilacaceae	2		Theaceae	1
Solanaceae	2		Ulmaceae	1
Verbenaceae	2		Winteraceae	1

La vegetación se dividó en tres estratos: a) Arbóreo; b) Arbustivo; y c) Hierbaceo. Además, se determinaron dos especies de hierbas de tipo hemiparásito, debido a que han infestado muchos árboles de pino y por ello tienen mucha importancia forestal; dichas especies de la familia Loranthaceae son *Arceuthobium vaginatum* (HBK) Erchler in Mart y *Psittacanthus schiedeanus* (Schlecht. & Cham) Blume ex Schult.

7.1.1 Estrato arbóreo:

En el estrato arbóreo, se determinaron 59 especies, que representan a 27 familias (Cuadro1). La distribución de especies arbóreas por familia (figura 9), muestra que la riqueza de especies arbustivas (67 % del total), se encuentra en 10 familias: Fagaceae, Pinaceae, Araliaceae, Mimosaceae, Lauraceae, Saurauiaceae, Fabaceae, Ericaceae, Clusiaceae y Clethraceae. Las

familias más representativas son: Fagaceae, representada por el género *Quercus* con 8 especies y una variedad (18% de la riqueza de especies) y Pinaceae con el género *Pinus*, representado por 4 especies y una variedad (10 % de la riqueza arbórea) (Figura 9).

7.1.2 Estrato arbustivo:

El estrato arbustivo de la microcuenca se encuentra constantemente sometido a la acción del fuego. La mayoría de arbustos se colectaron en donde éste no ha causado muchos problemas. Las áreas de mayor colecta fueron las quebradas o riberas de rios, en donde el microclima más húmedo no deja que el fuego penetre y el bosque latifoliado nuboso en donde la alta húmedad no facilita su propagación. También se colectaron arbustos en gran parte de los bosques de pino de la región Norte de la microcuenca y otras áreas que por razones no determinadas no se han quemado por lo menos en dos años. El resto de áreas de la microcuenca presentan amenaza constante de incendios y el número de arbustos es bajo.

En el estrato arbustivo se determinaron 27 especies pertenecientes a 15 familias (Cuadro 1). Las 10 familias principales (con el 80 % de la riqueza de especies), son: Ericaceae, Asteraceae, Melastomaceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Piperaceae, Rosaceae, Rubiaceae y Smilacaceae. La familia con más abundancia es Ericaceae con 4; especies (16%) (Figura 10). Es importante aclarar que los helechos arborescentes, como *Alsophylla salvinii* Hook y *Cyathea fulva* (Mart.& Gal.) Fée, de la familia Cyatheaceae, se presentan en este estudio como arbustos, debido a que presentan un hábito más parecido a arbustos que a hierbas.

7.1.3 Estrato herbáceo y hemiparásito:

Por la naturaleza del estudio, las especies herbáceas no fueron muestreadas tan exhaustivamente como sucedió con otros estratos; a pesar de ello se determinaron 33 especies de hierbas pertenecientes a 14 familias. Las familias con mayor número de especies, fueron: Polypodiaceae, con 11 (33% de la riqueza de hierbas) y Piperaceae con cinco especies (14% del total de especies) (Figura 11). Las especies *Psittacanthus schiedeanus* (Schlecht. & Cham) Blume ex Schult y *Arceuthobium vaginatum* (HBK) Erchler in Mart., ambas de la familia Loranthaceae,

se muestrearon infestando a las especies *Pinus oocarpa* Schiede y *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry.

7.2. Descripción general fitogeográfica de las principales familias presentes en la microcuenca.

La historia geológica muestra que Centroamérica en general ha tenido varios puntos de enlace con otras masas de tierra en diferentes etapas de su formación (10, 33). Los puentes han permitido el desplazamiento de especies vegetales hacia y fuera de Centroamérica (33); en otros casos los mismos eventos tectónicos pudieron aislar a la vegetación al romperse los puentes.

Basados en los eventos geológicos que originaron puentes de enlace, la vegetación de Guatemala y principalmente de la Sierra de las Minas, presenta especies pertenecientes a familias botánicas originadas en diferentes regiones de la Tierra, principalmente de las regiones Sur y Norte del continente (33). La microcuenca del río Colorado presenta alta diversidad y combinación de plantas que han evolucionado en Guatemala; así también hay presencia de grupos de diferentes categorías de disyunciones geográficas.

7.2.1 Familias procedentes de los Hemisferios Norte y Sur, encontradas en la microcuenca (36).

La familia Pinaceae, la cual se desplazó desde Canadá y Estados Unidos hacia Centroamérica al inicio del período terciario (31), está representadas por 4 especies del género *Pinus*. Otras familias provenientes del Norte son: 1) Cupressaceae, representada por la especie *Juniperus comitana* Martínez; 2) Fagaceae, familia importante en los bosques mixtos y deciduos de Norteamérica y Eurasia (16), representada por ocho especies del género *Quercus*; 3) Hamamelidaceae, presente con *Liquidambar styraciflua L.*; 4) Aceraceae, con la especie *Acer skutchii* Rheder; 5) Juglandaceae, representada por la especie *Engelhardtia guatemalensis* Standley.

Las familias provenientes del Hemisferio Sur son: 1)Podocarpaceae, con la especie *Podocarpus oleifolius* D.Don in Lambert; Arecaeceae, con *Brahea salvadorensis* Wendl ex Becari; y 3) Araliaceae, representada por cuatro especies del género *Oreopanax*. Thorne, 1974 (39) explica que los genéros *Acer* , *Juniperus*, *Pinus* y *Quercus*, pertenecen a la categoría florística Eurasia-

Norteamérica. El género *Leucothae* de la familia Ericaceae pertenece a la categoría Eurasia-Norteamérica, subcategoría Asia-este y América oeste; el genéro *Liquidambar* se encuentra en la categoría Eurasia-Norteamérica, subcategoría Asia-este y América; y los géneros *Saurauia*, de la familia Saurauiacea, *Clethra*, de la familia Clethraceae, *Hedyosmun* de la familia Chloranthaceae y *Phoebe* de la familia Lauraceae, pertenecen a la categoría Tropical Amphi-Pacífico (39).

7.3.Especies de interés presentes en la microcuenca y consideraciones sobre el manejo de la vegetación.

Las especies endémicas son dos: *Acer skutchii* Rheder, reportada para Guatemala (37); aunque J. Rzedowski (34), la reporta para la flora de México, además la especie se encuentra amenazada de desaparecer en el área y solo tres árboles fueron vistos en toda la microcuenca; y la especie *Phyllonoma cacuminis* Standl y Steyerm, reportada como endémica para la Sierra de las Minas (37). Otras especies de interes son: 1) La palma *Brahea salvadorensis* Wendl ex Becari, reportada como materia prima en la elaboración de esteras o petates, en El Salvador (33); esta especie se ve seriamente amenazada en la microcuenca, debido a que los pobladores de San Lorenzo y otros sitios cercanos extraen el meristemo de la palma para comerla; 2) las especies *Quercus skinneri* Benth, *Quercus polymorpha* Schlecht y Cham. y *Diphysa floribunda* Peyrst., especies con poblaciones muy restringidas en la microcuenca; y 3) con excepción de *Quercus peduncularis* Née, el cual es relativamente abundante en la microuenca, todas las especies asociadas a afloramientos de mármol, están seriamente amenazadas, debido a lo estrecho de su hábitat y por la destrucción del mismo, por parte de compañias mineras que extraen mármol comercialmente. Dos especies presentes en afloramientos de mármol merecen atención importante: 1) el maguey azul *Agave seemanniana* Jacobi y *Junniperus comitana* Martínez, localizadas únicamente en el área de mayor explotación minera, lo cual pone en riesgo la estabilidad de sus poblaciones en la microcuenca.

Los bosques de pinos de la Sierra de las Minas han sido constantemente distrurbados por acciones derivadas de las prácticas económicas de la sociedad; aún no se conoce bien su diversidad, principalmente en los bosques de galería, las especies herbáceas y epífitas. El presente estudio permite visualizar que la riqueza de especies es alta, la cual radica principalmente en la asociación de especies de los hemisferios Norte y Sur. En términos generales, el bosque dominante es una asociación de pino-encino, muy parecido a los bosques boreales y caducifolios de Norteamérica, denominados también como bosques de coníferas y de encinos. La vegetación de estos bosques se parece en gran medida al estudiado por C., Méndez (25), en el río Cocol; ello se puede deber a que el río Cocol, también se encuentra en la cuenca del río Motagua. Al parecer una zona del bosque de pinos, principalmente en donde existen áreas de *Liquidambar styraciflua* L. y el bosque nuboso de la microcuenca, pertenecen al grupo denominado en México como Bosque Mesófilo de Montaña(34). Inmerso dentro del bosque de pino-encino se encuentra un tipo de bosque cuya conformación de especies lo hace especial, por estar asociado a afloramientos rocosos de mármol; son dominados por *Quercus peduncularis* Née; también existen otras especies como *Juniperus comitana* Martínez, *Rhus vestita* Loes., *Agave opascidens* Trelease y *Agave seemanniana* Jacobi. Los bosques de esta zona, son muy parecidos a los bosques asociados a la palma *Brahea dulcis* Martius, en el municipio de Nentón Huehuetenango (24) y a diversas asociaciones de otras especies de *Brahea* en México (34), también se describió la presencia de especies como *Rhus vestita* Loes., en la cuenca del río Cocol, en Joyabaj, Quiche (25); aunque no se estableció si existían vínculos entre la especie y rocas cálizas o mármol [2]. El bosque presente en los afloramientos de mármol de la microcuenca del río Colorado, es probable que difiera de otros bosques sobre cálizas de Guatemala, debido se presentan tan alto como1700 msnm .

[2] Com. Pers. Méndez, M.A.; 1998

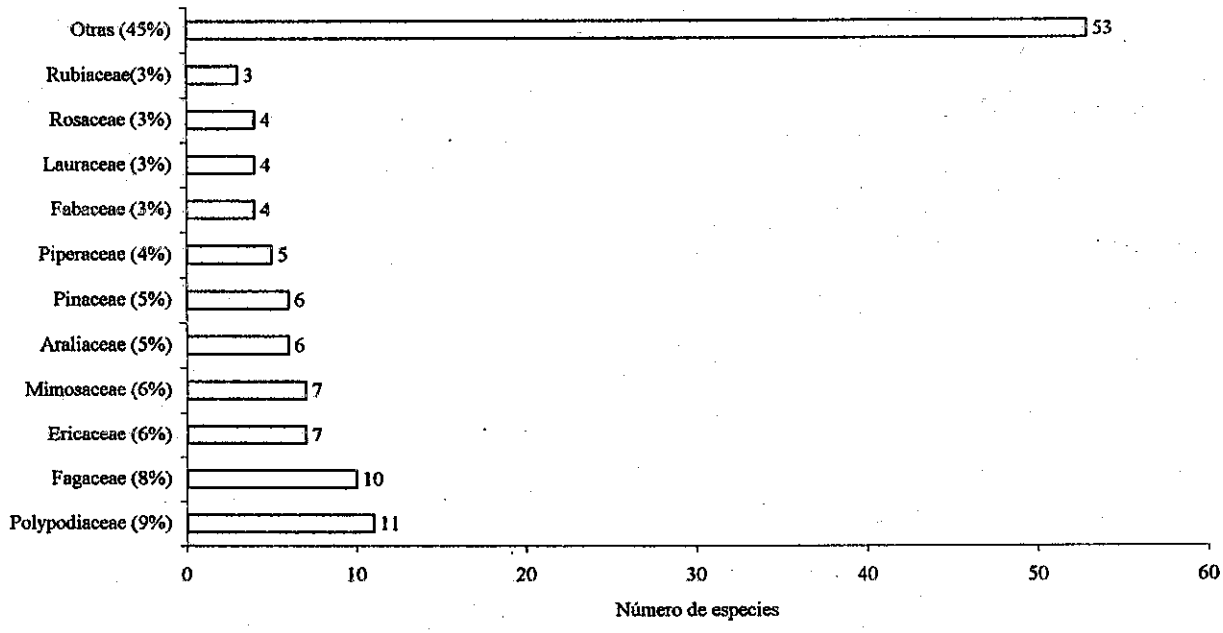


Figura 8. Distribución de especies por familia

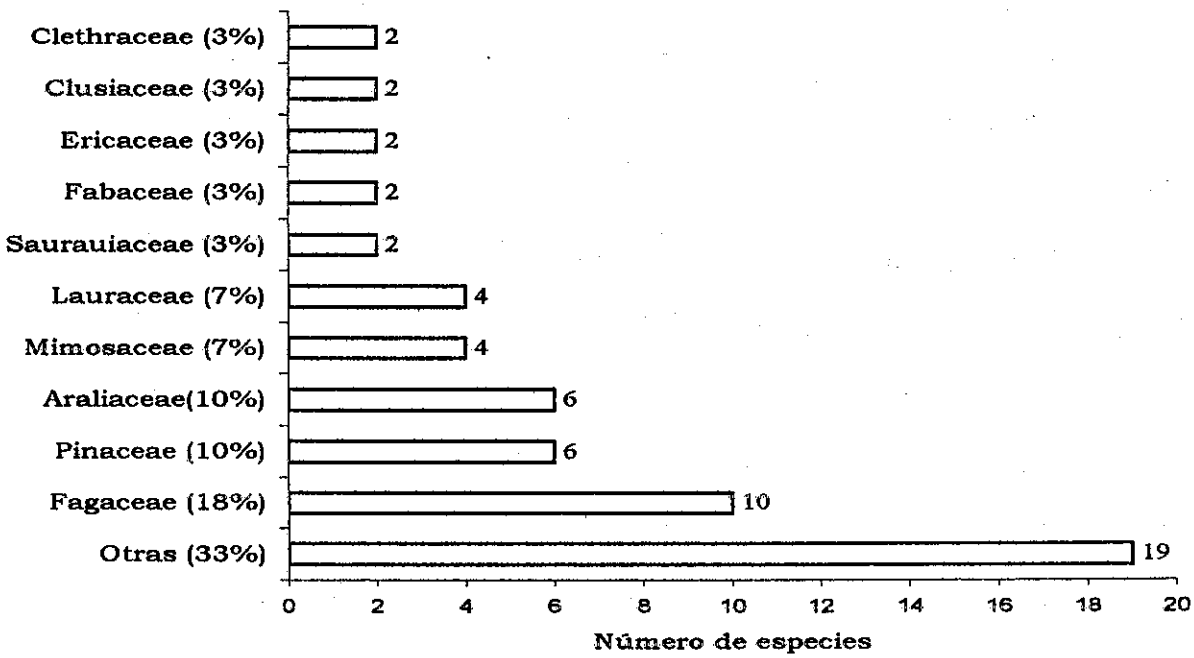


Figura 9.Distribución de especies arbóreas por familia

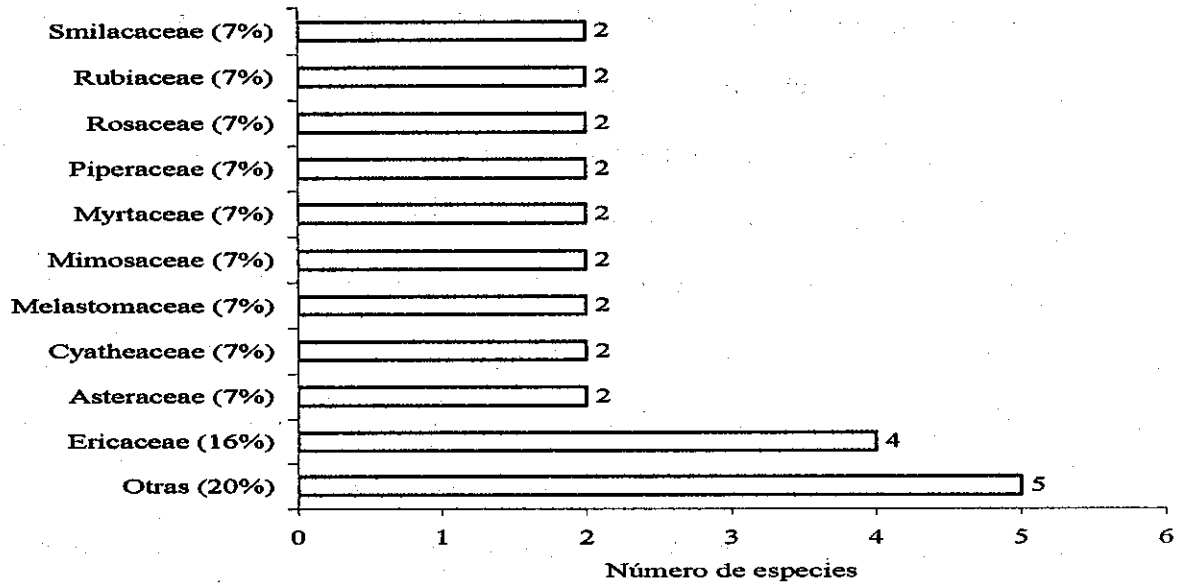


Figura 10. Distribución porcentual de especies arbustivas por familia

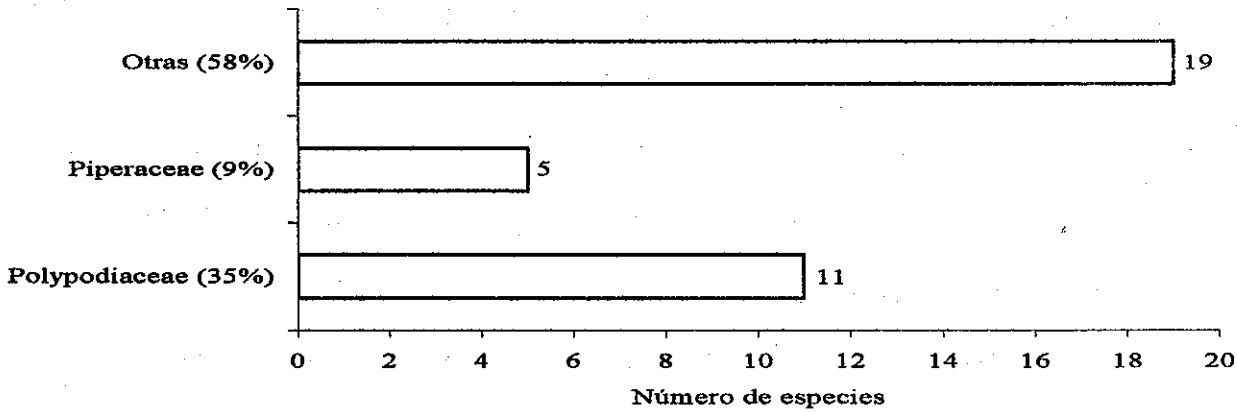


Figura 11. Distribución de especies herbáceas por familia

7.4 Clasificación, valor de importancia y estructura de comunidades vegetales

El paquete estadístico TWINSPAN "Two Way Indicator Species Analysis" (21), primeramente identificó la dirección de la variación de los datos para proceder a la ordenación de todas las parcelas. Los datos utilizados para el análisis fue presencia- ausencia. El programa dividió el eje de la ordenación a la mitad y obtuvo una dicotomía cruda de parcelas o dicotomía bruta. Para poder diferenciar ambos lados de la dicotomía, el programa denominó al lado derecho como positivo y el izquierdo como negativo. TWINSPAN identificó a aquellas especies fuertemente diferenciales que son preferenciales a un lado u otro de la división. La dicotomía, generada a partir de la ordenación de parcelas y la utilización de especies diferenciales, produjo una ordenación llamada " Refinada ". Al dividir la ordenación refinada se obtiene un punto apropiado para derivar la dicotomía. Por último se construyó una ordenación simplificada de especies, basandose en pocas especies fuertemente diferenciales (21). El producto final es una matriz de doble entrada (Cuadro 1 A), en la cual se clasifican al mismo tiempo las unidades de muestreo y las especies. Así, con los datos de la matriz se generó el dendrograma de clasificación de parcelas (Figura12).

En los dendrogramas producidos con la metodología de TWISPAN no se utilizan indices para calcular la separación entre grupos sino sólo se habla de niveles, en los cuales se ubican los grupos de acuerdo al orden que la dicotomía genera. En el primer nivel del dendrograma la vegetación de la microcuenca se divide en dos grandes grupos, que para una mejor comprensión se denominarán macrocomunidades vegetales (Figura 12). La primera de ellas, ubicada en el lado positivo de la primera división dicotómica, se encuentra dominada por especies latifoliadas y se denomina bosque latifoliado o bosque nuboso; ésta macrocomunidad la conforman 16 especies arbóreas. La segunda , denominada bosque de pinos, está ubicada en el lado negativo de la dicotomía y es dominada principalmente por especies del género Pinus. Esta macrocomunidad la conforman 28 especies arbóreas.

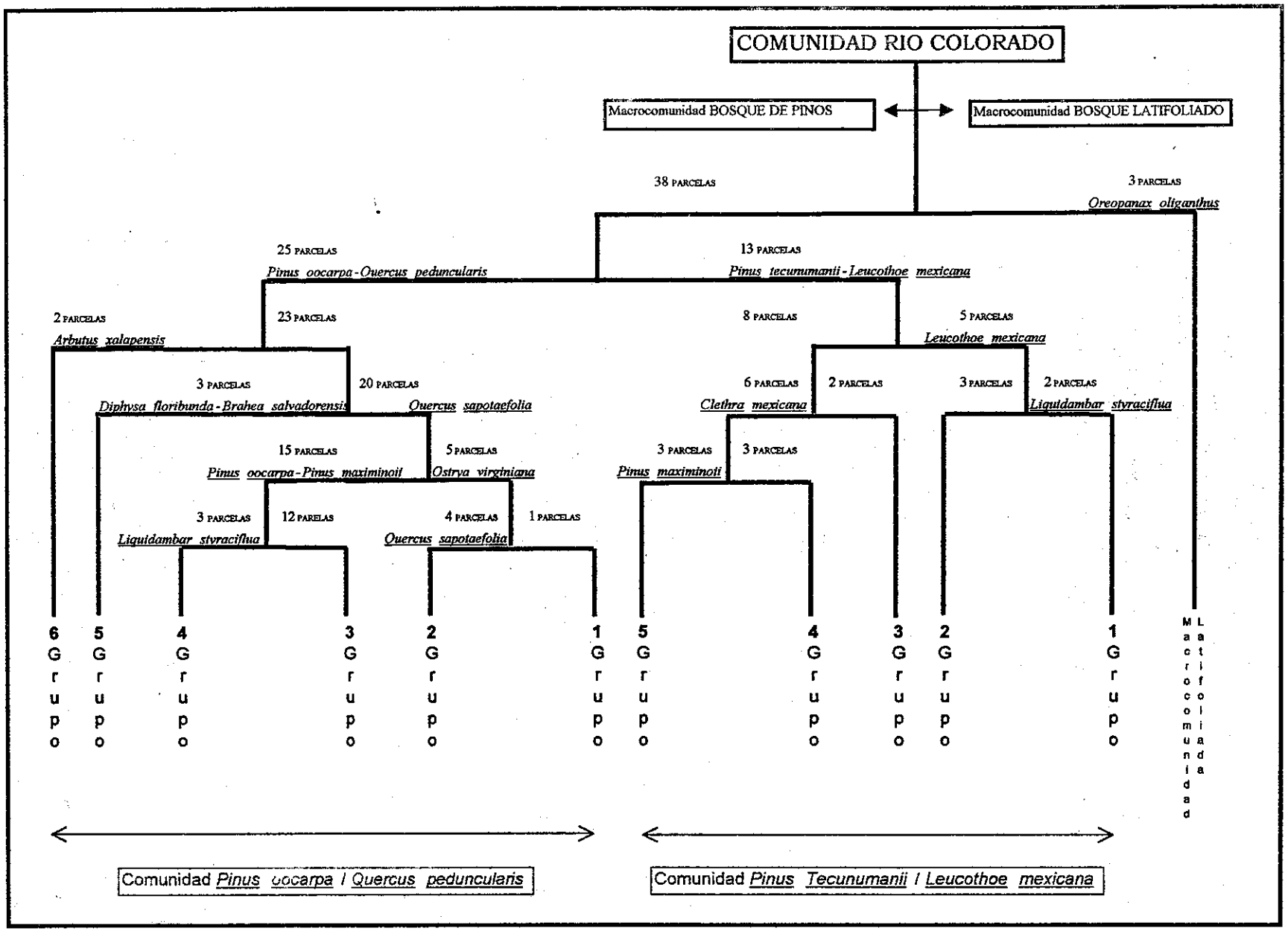


Figura 12. Dendrograma de clasificación vegetal.

La macrocomunidad de especies del género Pinus en el segundo nivel del dendrograma, se subdivide en dos grupos bien diferenciados. El primer grupo está definido por las especies *Pinus tecunumanii* (Schw) Enguiluz et Perry y *Leucothoe mexicana* (Hemsl.)Small; el segundo grupo por las especies *Pinus oocarpa* Schiede y *Quercus peduncularis* Née.

De acuerdo a TWISPAN, ambas comunidades son complejas, ya que se subdividen en grupos más pequeños y específicos.

7.4.1Macrocomunidad Bosque Latifoliado:

A. Descripción.

Esta comunidad se ubica al Norte de la microcuenca (Figura 13), a elevaciones comprendidas entre 1800 m. a 2300 m. de altitud. Las pendientes son moderadamente escarpadas y varían entre 8 y 32%. El área en que se ubica la comunidad está influenciada por alta húmedad, debido a la precipitación horizontal que recibe de las nubes. Por encontrarse en la zona alta de la Sierra de las Minas permanece gran parte del año cubierta por neblina, la cual provoca que exista una alta humedad. Por lo anterior este tipo de bosque también es conocido como bosque nuboso (36). La vegetación es principalmente latifoliada y de acuerdo a De La Cruz (7), se encuentra en la zona de vida Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical (frío).

El material geológico no está determinado; aunque en el mapa geológico indica que es probable que sean rocas de orígen paleozoico.

La comunidad de bosque latifoliado, es un bosque prístino, maduro y estable, además presenta relativamente poca influencia humana.

B. Arboles

El bosque latifoliado es una comunidad vegetal con gran cantidad de especies arbóreas, de las cuales 15 fueron reportadas en las tres parcelas de muestreo, además de otras que se muestrearon durante caminamientos en el lugar.

Las especies arbóreas que conforman esta comunidad se presentan en los cuadros 3 y 4.

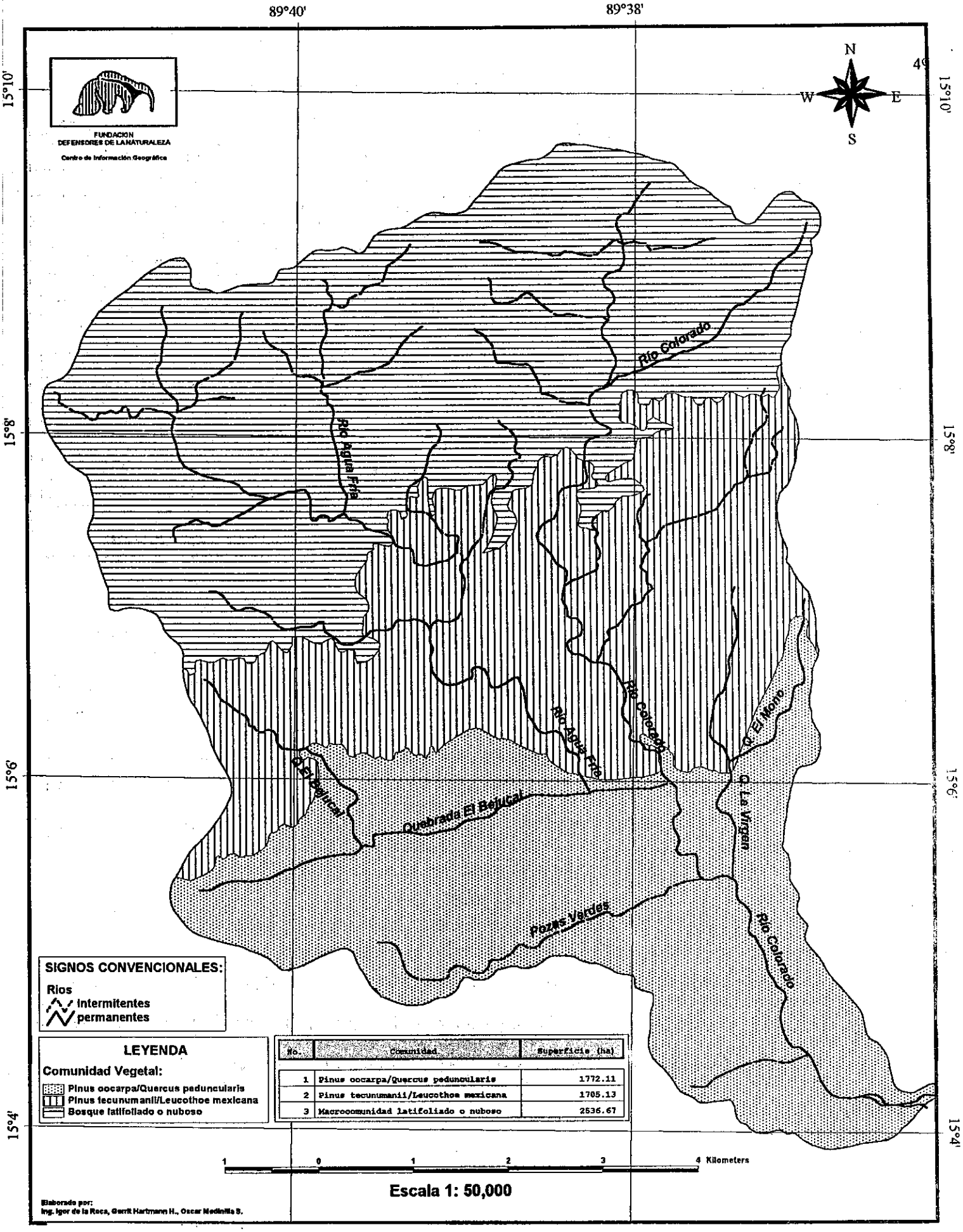


Figura 13. Mapa de distribución de Comunidades Vegetales en la microcuenca del río Colorado.

Cuadro 3. Listado de especies del macrocomunidad de bosque latifoliado, muestreadas en las parcelas.

No.	Nombre cientifico	Familia	Codigo
1	*Oreopanax oliganthus* A.C. Smith	Araliaceae	OROLOROL
2	*Microtropis ilicina* Standl.& Steyerm.	Celastraceae	MIILMIIL
3	*Hedyosmun mexicanum* Cordemoy	Chloranthaceae	HEMEHEME
4	*Clusia massoniana* Lundell.	Clusiacaea	CLUMCLUM
5	*Weinmannia tuerkheimii* Engler	Cunoniaceae	WEINWEIN
6	*Quercus aaata* Muller	Fagaceae	QUAAQUAA
7	*Quercus sapotaefolia Liebm.*	Fagaceae	QUSAQUSA
8	*Quercus conspersa* Benth.	Fagaceae	QUCOQUCO
9	*Phyllonoma cacuminis* Standl. & Steyermark	Grossulariaceae*	PHYCPHYC
10	*Engelhardtia guatemalensis* Standl.	Juglandaceae	ENGUENGU
11	*Phoebe acuminatissima* Lundell.	Lauraceae	PHACPHAC
12	*Pinus ayacahuite* Ehren.	Pinaceae	PIAYPIAY
13	*Podocarpus oleifolius* D.Don. In Lambert	Podocarpaceae	PODOPODO
14	*Matayba oppositifolia*(A.Rich)Britton	Sapindaceae	MAOPMAOP
15	*Cleyera theaeoides* (SW) Choisy	Theaceae	CLEYCLEY
16	*Drymis granadensis* L.	Winteraceae	DYGADYGA

Cuadro 4. Listado de especies no muestreadas en parcelas, en el macrocomuniadad bosque latifoliado

No.	Nombre cientifico	Familia
1	*Oreopanax arboreus* (L.)Dcne.& Planch	Araliaceae
2	*Oreopanax steyermarkii* A.C.Smith	Araliaceae
3	*Licaria coriaceae* (Lundell)Kesterm	Lauraceae
4	*Prunus brachyobotrya* Zucc.	Rosaceae
5	*Prunus sp.*	Rosaceae
6	*Photinia sp.*	Rosaceae
7	*Zantoxylon sp.*	Rutaceae
8	*Symplocos matudae* Lundell	Symplocaceae

C. Arbustos

Esta macrocomunidad es rica en arbustos, debido a que el fuego no ha sido un factor disturbante. Con excepción del año 1998, raras veces el fuego logra desarrollarse en el bosque nuboso o latifoliado. Las especies arbustivas son presentadas en los cuadros 5 y 6.

Cuadro 5. Listado de especies arbustivas de la comunidad de bosque latifoliado, muestreadas en parcelas.

No.	ESPECIE	FAMILIA	CODIGO
1	*Dendropanax arboreus* (L.) Dcne. & Planch.	Araliaceae	DEAR
2	*Oreopanax oliganthus* A.C. Smith	Araliaceae	OROL
3	*Clusia massoniana* Lundell.	Clusiaceae	CLUM
4	*Clusia sp.*	Clusiaceae	CLUS
5	*Alsophylla salvinii* Hook.	Cyatheaceae	ALSO
6	*Cyathea fulva* (Mart. & Gal.) Fée	Cyatheaceae	CYAF
7	*Vaccinum poasanum* Donn-Smith.	Ericaceae	VAPO
8	*Phillonoma cacuminis* Standl. & Steyermark	Grossulariaceae	PHYC
9	*Licaria coriaceae* (Lundell.) Kesterm.	Lauraceae	LICO
10	*Prunus sp.*	Rosaceae	PRUN
11	*Photinia sp.*	Rosaceae	PHOT
12	*Matayba oppositifolia* (A.Rich) Britton	Sapindaceae	MAOP
13	*Cleyera théaeoides* (SW) Choisy	Theaceae	CLEY
14	*Drymis granadensis* L.	Winteraceae	DYGA

Cuadro 6. Listado de arbustos de la macrocomunidad bosque latifoliado, no muestreadas en parcelas.

No	Nombre Cientifico	Familia
1	*Oreopanax arboreus* (L.)Dcne. & Planch.	Araliaceae
2	*Oreopanax steyermarkii* A.C. Smith	Araliaceae
3	*Phoebe acuminatissima* Lundell.	Lauraceae
4	*Ardisia revoluta* HBK	Myrsinaceae
5	*Eugenia sp*	Myrtaceae
6	*Psycotria sp*	Rubiaceae

D. Clasificación

De acuerdo a TWINSPAN, este tipo de agrupación vegetal es una sola unidad, sin divisiones através de los seis niveles del dendrograma. Esto es válido únicamente entre 1,800 y 2,300 metros de altitud, ya que solo en este rango se realizó muestreo. Aunque fueron pocas las parcelas ubicadas en este bosque de cerca de 25 km², se procuró cubrir con tres parcelas al oeste, centro y este de la misma. Las parcelas de muestreo, para esta macrocomunidad fueron: 34, 35 y 36 (Figura 4 A).

TWISPAN sugiere que la especie *Oreopanax oliganthus* A.C. Smith, es la especie *diferencial* de la macrocomunidad y la que mejor indica las condiciones físicas específicas del sitio. Las otras especies son preferenciales, es decir están restringidas a esta zona de la microcuenca, a excepción de *Phyllonoma cacuminis* Standley & Steyermark, encontrada en otras áreas y *Quercus sapotaefolia* Liebm, la cual está ampliamente distribuida.

E. Indice de Valor de Importancia de Cottam de las especies arbóreas.

Complementario a la especie diferencial, se encuentra el indice de importancia de Cottam (Cuadro 7), que indica que el mayor valor lo tienen las especies *Quercus aaata* Muller 47% y *Quercus sapotaefolia* Liebm 39%; Ambas especies son las de mayor dominancia ecológica. Sin embargo aunque *Q. sapotaefolia* Liebm y *Q. aaata* Muller son las especies dominantes, no necesariamente son las mejores indicadoras de las condiciones físicas (microclimáticas y edáficas) presentes en el lugar.

Cuadro 7. Valores de importancia de las especies arbóreas de la comunidad Bosque Latifolado.

	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Quercus aaata Muller	12	2	2,4	16,2	8	22,9	47
Quercus sapotaefolia Liebm.	5	2	2,58	6,76	8	24,6	39
Oreopanax oliganthus A.C. Smith	12	3	0,42	16,2	12	4	32
Drymis granadensis L.	9	2	1,08	12,2	8	10,3	30
Phyllonoma cacuminis Standl. & Steyermark	14	1	0,24	18,9	4	2,29	25
Podocarpus oleifolius D.Don. In Lambert	3	2	0,89	4,05	8	8,48	21
Phoebe acuminatissima Lundell.	2	2	0,7	2,7	8	6,67	17
Pinus ayacahuite Ehren.	2	1	1,1	2,7	4	10,5	17
Cleyera theaeoides (SW) Choisy	3	2	0,11	4,05	8	1,05	13
Matayba oppositifolia (A.Rich)Britton	3	2	0,07	4,05	8	0,67	13
Engelhardtia guatemalensis Standl.	2	1	0,36	2,7	4	3,43	10
Clusia mássoniana Lundell.	3	1	0,03	4,05	4	0,29	8
Quercus conspersa Benth.	1	1	0,28	1,35	4	2,67	8
Weinmannia tuerkheimii Engler	1	1	0,17	1,35	4	1,62	7
Microtropis ilicina Standl.& Steyerm.	1	1	0,07	1,35	4	0,67	6
Hedyosmun mexicanum Cordemoy	1	1	0,01	1,35	4	0,1	5
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr= Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	74	25	10,5	100	100	100	300

Cuadro 8. Valores de importancia de las especies arbustivas de la comunidad de bosque latifoliado.

		D	F	C	Dr	Fr	Cr	VI
1	*Alsophylla salvinii* Hook.	56	3	255	65,12	20	57,14	142
2	*Vaccinum poassanum* Donn-Smith	15	1	100	17,44	6,667	22,41	47
3	*Oreopanax oliganthus* A.C.Smith	4	2	42,4	4,651	13,33	9,5	27
4	*Matayba oppositifolia* (A. Rich) Britton	1	1	12,6	1,163	6,667	2,823	11
5	*Clusia sp.*	3	1	1,79	3,488	6,667	0,401	11
6	*Phyllonoma cacuminis* Standl.& Steyerm.	1	1	10,2	1,163	6,667	2,285	10
7	*Licaria coriacea* (Lundell.)Kesterm.	1	1	7,07	1,163	6,667	1,584	9
8	*Cyathea fulva* (Mart.& Gal.)Fée	1	1	7,07	1,163	6,667	1,584	9
9	*Clusia mássoniana* Lundell.	1	1	3,14	1,163	6,667	0,704	9
10	*Drymis granadensis* L.	1	1	3,14	1,163	6,667	0,704	9
11	*Cleyera theaeoides* (SW)Choisy	1	1	3,14	1,163	6,667	0,704	9
12	*Prunus sp.*	1	1	0,79	1,163	6,667	0,177	8
		86	15	446,3	100	100	100	**300**
	D = Densidad; F = Frecuencia; C = cobertura Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr=frecuencia relativa; VI= valor de importancia							

El cuadro 7, indica que *Oreopanax oliganthus* A.C. Smith, es la única especie encontrada en los tres muestreos realizados para el bosque latifoliado y por lo tanto su frecuencia relativa es la mayor. *Quercus aaata* Muller y *Quercus sapotaefolia* Liebm., presentan la mayor área basal; para ambas especies el área basal es la variable que más peso tiene en el valor de importancia, comparado al resto de especies. Este hecho es importante ya que Matteucci y Colma (21), indican que en estudios forestales el área basal de los árboles es la variable más importante para definir la dominancia de las especies.

F. Valor de importancia de las especies arbustivas

En el cuadro 8, se puede observar que la especie con el mayor valor de importancia es el chispón (*Alsophylla salvinii* Hook.); dicha especie es un helecho arborescente muy abundante en el bosque latifoliado. Los helechos arborescentes son indicadores de bosques nublados, en donde las condiciones climáticas permiten una alta humedad, debido al contacto constante del bosque con nubes (36). Los helechos arborescentes en sentido estricto no son arbustos; pero por su importancia y por tener un hábito que asemeja arbustos, se incluyó en la categoría arbustiva.

G. Estructura

La macrocomunidad es una selva densa con una densidad de 320 árboles por hectárea. En las figuras 14 y 15 se presenta la distribución de clases diamétricas y de altura respectivamente; en ambas se aprecia que la mayor proporción de arboles tienen diámetros a la altura del pecho (DAP) entre 10 y 40 cm y alturas entre 5 y 25 metros, aunque existén árboles de gran tamaño que a veces llegan a medir 1.3 m en diámetro (DAP) y 40 metros de altura.

a. Perfil de la vegetación.

En la figura 16, se observa el perfil de la vegetación en la parcela 35, en un área con relieve ondulado de 20 % a una altitud de 2100 msnm.; el primer estratro está comprendido entre 18 y 28 metros de altura y es dominado por las especies arbóreas *Zantoxylon* sp y *Quercus aaata* Muller; en el segundo estrato con alturas entre 5 y 18 metros, se encuentran las especies arbóreas *Microtropis ilicina* Standl y Steyerm, *Licaria coriacea* (Lundell) Kestern, *Matayba oppositifolia* (A. Rich) Britton, *Quercus aaata* Muller y *Oreopanax oliganthus* A.C. Smith. Un tercer estrato dominado por arboles pequeños y arbustos de hasta 5 metros de altura, es dominado por las especies *Licaria coriacea* (Lundell) Kestern, *Oreopanax oliganthus* A.C. Smith, *Clusia massoniana* Lundell y *Alsophylla salvini* Hook.

En la figura 17, se observa el perfil de la vegetación en la parcela 36, ubicada en un sitio escarpado con 45 % de pendiente y a una altitud de 1990 msnm. El estrato superior a una altura compredida entre 15 y 22 metros, es dominado por *Quercus aaata* Muller; un segundo estrato con alturas entre 5 y 10 metros, es ocupado por *Drymis granadensis* L., *Phoebe acuminatissima* Lundell, *Licaria coriacea* (Lundell) Kestern, *Oreopanax oliganthus* A.C. Smith, *Clusia massoniana* Lundell y *Phillonoma cacuminis* Standl. y Steyerm. El tercer estrato representado por las especies *Alsophylla salvini* Hook, *Phillonoma cacuminis* Standl. y Steyerm., *Cyathea fulva* (Mart. y Gal) Fée y *Oreopanax oliganthus* A.C. Smith.

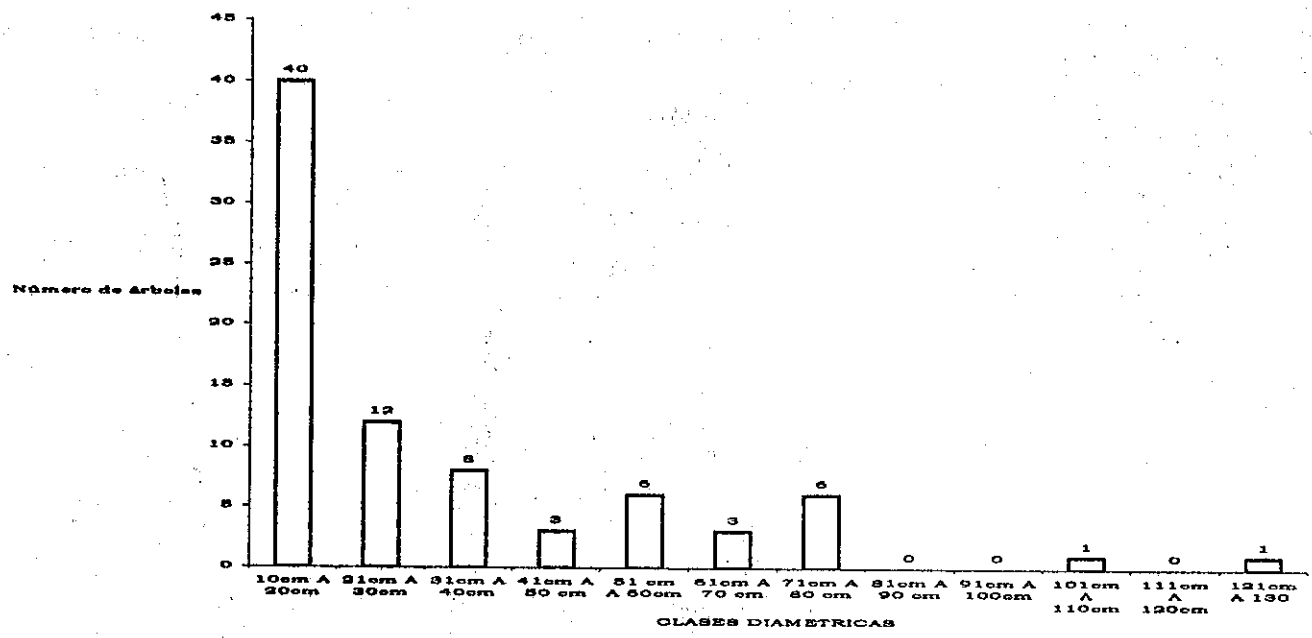


Figura 14. Clases diámetricas en la Macrocomunidad Bosque latifoliado.

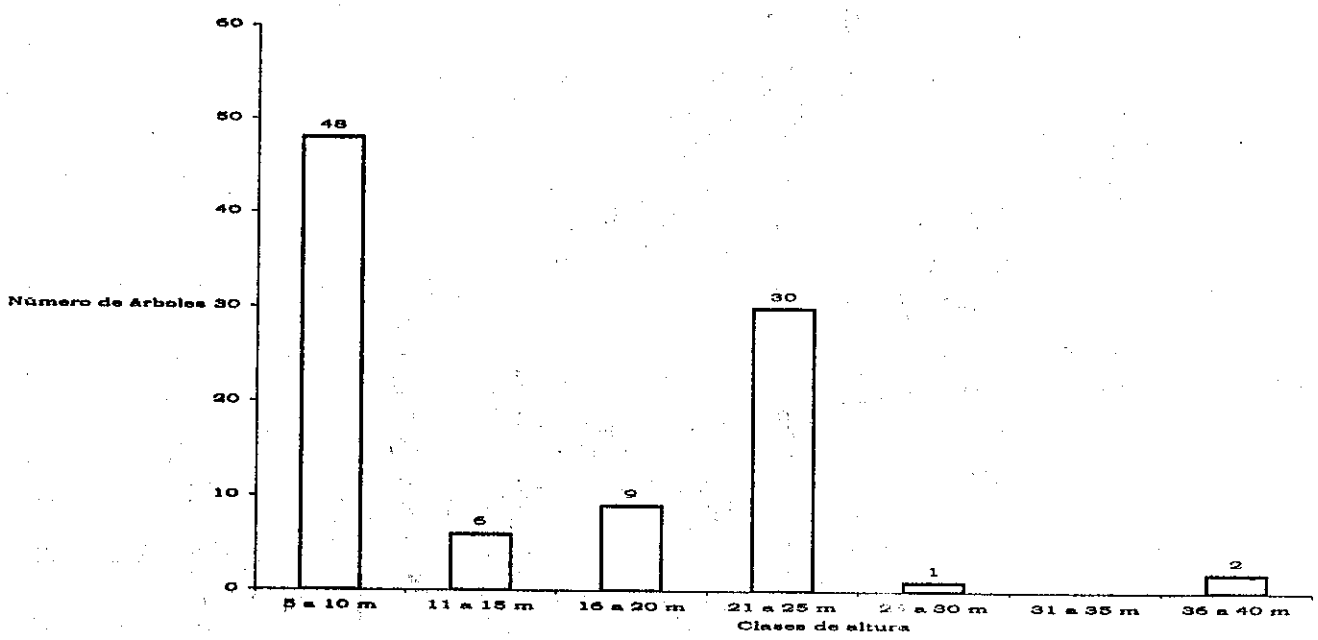


Figura 15 . Distribución de alturas de las especies arbóreas en la Macrocomunidad de bosque latifoliado

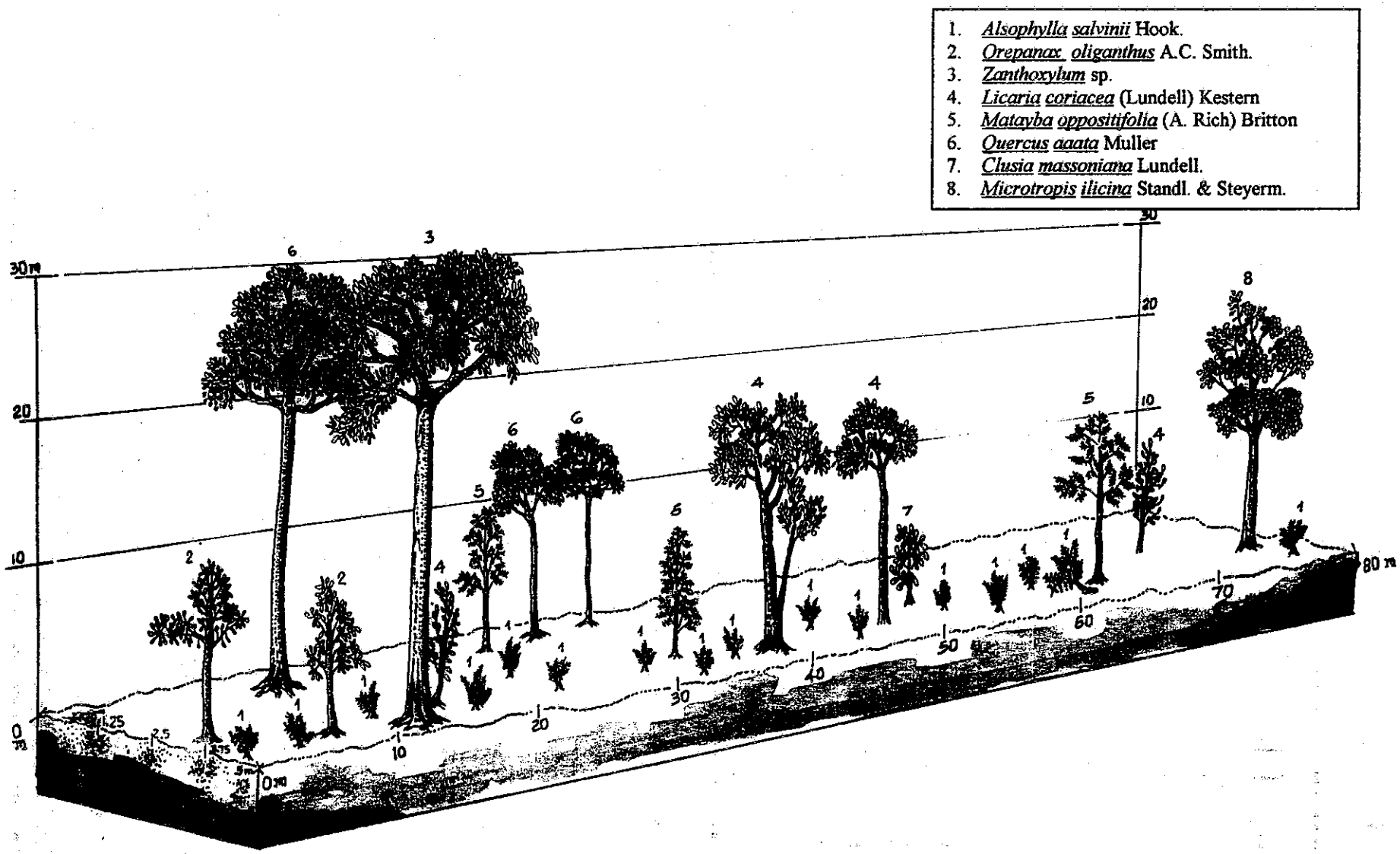


Figura 16. Perfil de la Macrocomunidad de Bosque latifoliado en un área con relieve ondulado.

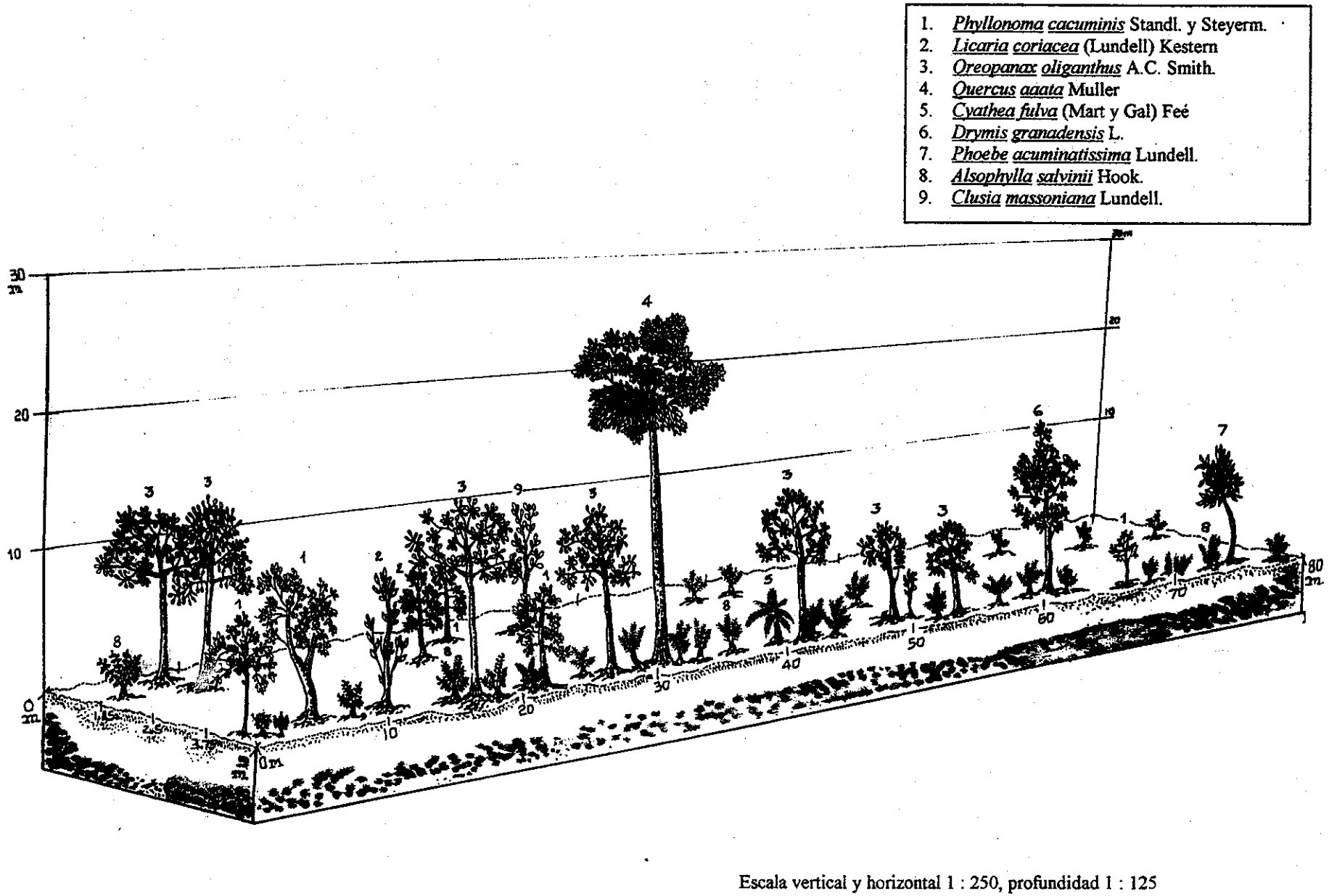


Figura 17. Perfil de la Macrocomunidad de Bosque latifoliado en un área escarpada, con 45 % de pendiente.

b. Regeneración natural

No se encontró regeneración natural en las tres parcelas; probablemente por ser un bosque maduro y estable (comunidad climax).

7.4.2. Macrocomunidad de bosque de pinos

La segunda gran división de la vegetación está representada por un grupo con dominancia de especies del género *Pinus*.

A. Descripción

Esta macrocomunidad ocupa una extensión de 23 kilómetros cuadrados aproximadamente.

Su rango de distribución va desde 900 m hasta 2,100 m de altitud (Figura 13). Las pendientes varían desde 8 % hasta mayores de 32 %, aunque en algunos lugares, principalmente en el Sur existen acantilados rocosos.

De acuerdo a De la Cruz (7), esta macrocomunidad se encuentra en la zona de vida bosque húmedo Montano Bajo subtropical.

La geología del área es compleja ya que existen cuatro diferentes formaciones: a) formación Jones compuesta por filitas, esquistos micáceos, amfibolitas y mármol; b) la formación San Lorenzo compuesta por mármol; b) formación San Agustín **psam** compuesta por migmatita y d) formación San Agustín **psa**, compuesta de gneiss granítico cataclástico; todas las formaciones pertenecen al grupo Chuacús, con origen sedimentario, y con algún grado de metamorfismo (10).

B. Especies arbóreas

En el cuadro 9, se presentan los listados de especies arbóreas de la macrocomunidad de pinos.

Cuadro 9. Listado de especies arbóreas de la macrocomunidad de pinos.

No	Especie	Familia	Codigo
1	*Acer skutchii* Rheder	Aceraceae	ACSKACSK
2	*Rhus vestita* Loes.	Anacardiaceae	RUSVRUSV
3	*Ilex brandegeana* Loes.	Aquifoliaceae	ILBAILBA
4	*Oreopanax* aff. *Peltatus* Linden ex Regel	Araliaceae	ORPEORPE
5	*Brahea salvadorensis* Wendl. Ex Becari	Arecaceae	BASABASA
6	*Ostrya virginiana* var *guatemalensis* (Win XL.) Macbride	Betulaceae	OSVIOSVI
7	*Clethra jhonstonii* Standl.& Steyerm.	Clethraceae	CLEJCLEJ
8	*Clethra mexicana* A.D.C.	Clethraceae	CLEMCLEM
9	*Cornus disciflora* D.C.	Cornaceae	CODICODI
10	*Leucothoe mexicana* (Hemsl.)Small	Ericaceae	LEMELEME
11	*Arbutus xalapensis* HBK.	Ericaceae	ARXAARXA
12	*Diphysa floribunda* Peyrstsch.	Fabaceae	DIFODIFO
13	*Erythrina mexicana* Krukoff.	Fabaceae	ERYMERYM
14	*Quercus tristis* Liebm.	Fagaceae	QUTRQUTR
15	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	Fagaceae	QUSAQUSA
16	*Quercus brachystachys* Benth.	Fagaceae	QUBAQUBA
17	*Quercus skinneri* Benth.	Fagaceae	QUSKQUSK
18	*Quercus polymorpha* Schlecht. & Cham.	Fagaceae	QUPOQUPO
19	*Quercus peduncularis* Née	Fagaceae	QUPEQUPO
20	*Liquidambar styraciflua* L.	Hamamelidaceae	LIQILIQI
21	*Acacia pennatula* Schlectht. & Cham.	Mimosaceae	SARESARE
22	*Inga* aff. *leptoloba* Schlecht.	Mimosaceae	INLEINLE
23	*Myrica cerifera* L.	Myricaceae	MYCAMYCA
24	*Pinus tecunumanii* (Schw.)Enguiluz et. Perry	Pinaceae	PITEPITE
25	*Pinus maximinoii* H.E.Moore	Pinaceae	PIMAPIMA
26	*Pinus oocarpa* Schiede.	Pinaceae	PIOOPIOO
27	*Saurauia subalpina* Donn. Smith.	Saurauiaceae	SASUSASU
28	*Symplocos matudae* Lundell.	Symplocaceae	SYMÁSYMA

C. Especies arbustivas de la macrocomunidad

En los cuadros 10 y 11, se presentan los listados de arbustos de la macrocomunidad, tanto los muestreados en parcelas como fuera de ellas.

Cuadro 10. Listado de especies arbustivas de la macrocomunidad de pinos, muetreadas en parcelas.

No.	Especie	Familia	Codigo
1	*Rhus vestita* Loes.	Anacardiaceae	RUSV
2	*Ilex brandegeana* Loes.	Aquifoliaceae	ILBA
3	*Brahea salvadorensis* Wendl. Ex Becari	Arecaceae	BASA
4	*Vernonia sp.*	Asteraceae	VERNO
5	*Senecio sp.*	Asteraceae	SENE
6	*Ostrya virginiana* var *guatemalensis* (Win XL.) Macbride	Betulaceae	OSVI
7	*Clethra jhonstonii* Standl.& Steyerm.	Clethraceae	CLEJ
8	*Leucothoe mexicana* (Hemsl.)Small	Ericaceae	LEME
9	*Arbutus xalapensis*HBK.	Ericaceae	ARXA
10	*Befaria mexicana* Benth.	Ericaceae	BEFA
11	*Diphysa floribunda* Peyrstsch.	Fabaceae	DIFO
12	*Quercus conspersa* Benth.	Fagaceae	QUCO
13	*Quercus tristis* Liebm.	Fagaceae	QUTR
14	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	Fagaceae	QUSA
15	*Quercus peduncularis* Née	Fagaceae	QUPE
16	*Liquidambar styraciflua* L.	Hamamelidaceae	LIQI
17	*Litsea guatemalensis* Mez.	Lauraceae	LIGU
18	*Miconia mexicana* (Humb. & Bompl)	Melastomaceae	MELA
19	*Calliandra sp1.*	Mimosaceae	CALL
20	*Calliandra sp2.*	Mimosaceae	CALL
21	*Inga aff. leptoloba* Schlecht.	Mimosaceae	INLE
22	*Inga sp.*	Mimosaceae	INGA
23	*Myrica cerifera* L.	Myricaceae	MYCA
24	*Psidium guajaba* L.	Myrtacaeae	PSIG
25	*Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et. Perry	Pinaceae	PITE
26	*Pinus maximinoii* H.E.Moore	Pinaceae	PIMA
27	*Pinus oocarpa* Schiede.	Pinaceae	PIOO
28	*Randia cookii* Standl.	Rubiaceae	RADI
29	*Rondeletia sp.*	Rubiaceae	RONE
30	*Saurauia sp.*	Saurauiaceae	SAUR

La macrocomunidad de pinos, es rica en arbustos, aunque la mayoría de especies se encuentran restringidas a lugares en donde el fuego no es tan severo, como por ejemplo: cerca de fuentes de agua y lugares con afloramientos rocosos.

Cuadro 11. Listado de especies arbustivas, presentes en la macrocumunidad de pino, no muestreadas en parcelas.

No	Nombre común	Nombre científico	Familia
1		*Rhus terebinthifolia* Schlecht. & Cham.	Anacardiaceae
2		*Viburnum hartwegii Bent.*	Caprifoliaceae
3		*Weinmannia tuerckheimii* Engler	Cunoniaceae
4	Cipres	*Juniperus comitana* Martinez	Cupressaceae
5		*Arctostaphylos arbutoides* (Lindl.) Hemsl.	Ericaceae
6	Laurel	*Litsea glaucescens* HBK.	Lauraceae
7		*Clidemia capitellata* var *neglecta* (D.Don) L. Wms	Mclastomaceae
7		*Inga aff. edulis* Schlecht.	Mimosaceae
8	Zarza	*Mimosa sp.*	Mimosaceae
9	Mimosa II	*Mimosa albida* var. *floribunda* (Willd.) Robinson	Mimosaceae
10		*Piper brujoense* Trelease & Standley.	Piperaceae
11		*Xilosma flexosum* (HBK) Hemsl.	Ulmaceae

D. Hierbas

En esta comunidad se muestrearon especies herbáceas, las cuales se enlistan en el Cuadro 12. El grupo mejor representado es el de los helechos: la mayoría de los cuales fueron colectados cerca de fuentes de ríos.

Cuadro 12. Especies herbáceas de la macrocomunidad de pinos.

No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Maguey	*Agave oppascidens* Trelease	Agavaceae
2	Maguey azul	*Agave seemanniana* Jacobi	Agavaceae
3	Hoja de queso	*Senecio sp*	Asteraceae
4	Suquinay	*Vernonia sp.*	Asteraceae
5		*Commelina*	Commelinaceae
6		*Echinopepon horridum* Naud.	Cucurbitaceae
7		*Empedoclesia brachysiphon* Sleumer	Ericaceae
8		*Gaultheria odorata* Willd.	Ericaceae
9		*Desmodium sp*	Fabaceae
10		*Crotalaria sp*	Fabaceae
11	Muerdago	*Arceuthobium vaginatum* (HBK) Erchler in Mart.	Loranthaceae
12	Muerdago	*Psittacanthus schiedeanus* (Schlecht. & Cham) Blume ex Schult.	Loranthaceae
13	Orquidea	*Epidendrum cochleatum* L.	Orchidaceae
14	Orquidea	*Lycaste* sp	Orchidaceae
15		*Peperomia* sp1	Piperaceae
16		*Peperomia* sp2	Piperaceae
17		*Peperomia* sp3	Piperaceae
18		*Piper* sp	Piperaceae
19	Helecho	*Adiantum sp.*	Polypodiaceae
20	Helecho	*Blechnum occidentale* var. *pubirhachis* Rosenst.	Polypodiaceae
21	Helecho	*Campiloneurum tenuipes* (Maxon) C.	Polypodiaceae
22	Helecho	*Doryopteris concolor* (Longsd. & Fisch) Khun.in v.d.	Polypodiaceae
23	Helecho	*Elaphoglossum sp.*	Polypodiaceae
24	Helecho	*Pteridium aquilinum* var. *feei* (Schaffn. Ex Feé) Maxon ex Yunker	Polypodiaceae
25	Helecho	*Pteris sp1.*	Polypodiaceae
26	Helecho	*Pteris sp.2*	Polypodiaceae
27	Helecho	*Pteris sp.3*	Polypodiaceae
28	Helecho	*Telipteris sp1*	Polypodiaceae
29	Helecho	*Telipteris sp.2*	Polypodiaceae
30	Mora	*Rubus* sp	Rosaceae
31	Mora	*Rubus miser* Liebm.	Rosaceae
32		*Bouvardia leiantha* Benth.	Rubiaceae
33	Zarzaparrilla	*Smilax* sp	Smilacaceae
34	Zarzaparrilla	*Smilax aff. subpubescens* A.DC.	Smilacaceae
35	Rodaplatos	*Solanum hispidum* Pers.	Solanaceae
36		*Cestrum sp*	Solanaceae
37		*Salvia sp*	Verbenaceae
38		*Lippia sp*	Verbenaceae

E. Clasificación

La macrocomunidad de pinos presenta algunas variaciones en la composición de la vegetación y TWINSPAN lo indica al subdividirla en dos grupos principales: a) Comunidad de *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry / *Leucothoe mexicana* (Hemsl.)Small, y b) Comunidad *Pinus oocarpa* Schiede/ *Quercus peduncularis* Née. (Figura 12).

La comunidad *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry / *Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small se subdivide en 5 grupos hasta el nivel seis del dendrograma (Figura 12.) y al mismo nivel la Comunidad *Pinus oocarpa* Schiede/*Quercus peduncularis* Née. en 6 grupos. Por lo tanto, la macrocomunidad de pinos se subdivide en 11 grupos diferentes.

Aunque es de suponer que los aspectos naturales como el clima y suelo han tenido una influencia notable en número y distribución de las especies presentes, también se observa que en los últimos años ha sido el hombre el que ha jugado un papel más importante, al quemar, extraer madera, leña, cazar, cultivar y pastorear ganado. Debido al alto valor comercial de los bosques de pino, la industria maderera los explotó intensamente en los años setenta, dejando una extensa red de caminos y áreas sin cobertura. Como compromiso, la compañía maderera reforestó una zona, principalmente con *Pinus oocarpa* Schiede y en menor grado con *Cupressus lucitanica* Mill.

Posteriormente, en 1991 se deforestó la zona Este de la microcuenca y la cual nunca se reforestó; actualmente ahí es posible observar grandes extensiones de terreno sin bosque[3].

Si los bosques de pino no estuvieran tan disturbados, es probable que el número de grupos presentes en el dendrograma sería menor. Por lo anterior, resulta evidente que muchos grupos vegetales analizados por TWISPAN son el resultado del disturbio infringido a la comunidad lo cual puede distorcionar el análisis de la vegetación, principalmente si la información es necesaria para actividades de manejo en la microcuenca. Solamente los grupos *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry / *Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small y *Pinus oocarpa*

[3] Com.pers pobladores de San Lorenzo, 1997

Schiede/ *Quercus peduncularis* Née. se denominarán comunidades vegetales; el resto de subdivisiones se analizarán como grupos o divisiones de ambas comunidades.

7.4.3. Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*

A. Descripición

Esta comunidad que ocupa la zona central de la microcuenca, inicia a partir del cañon central formado por las cuencas de la quebradas El Picacho, El Bejucal y el río Agua Fría, entre 1,500 m y 1,800 m de altitud y concluye al Norte entre 1800 m a 2100 m de altitud (figura 13); las pendientes son moderadas y van de 8 % a 32 %.

El tipo de formación geológica es San Agustín **psa**. La comunidad ha sido disturbada por la actividad maderera y la agrícola. El fuego no ha sido un factor muy influyente, ya que son ocasionales en la zona; pero en los años 1997 y 1998 varios incendios quemaron gran parte del área. La mayoría de sitios quemados por los incendios tenían 20 años de no quemarse.

B. Estructura

La densidad arbórea es de 310 árboles por hectárea. pero muchos de son producto de regeneración natural, aunque una parte de la zona fue plantada con *Pinus oocarpa* Schiede, aún es posible observar árboles viejos del bosque original; así, muchos individuos de la especie *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry tienen alturas hasta de 35 metros y diámetros que pueden sobrepasar el metro, además algunos individuos de la especie *Quercus sapotaefolia* Liebm. tienen alturas de 20 metros y diámetros superiores a los 80 centímetros. La mayor porporción de las especies arbóreas de esta comunidad tienen diámetros (DAP) comprendidos entre 10 y 50 cm (Figura 18) y alturas entre 5 y 25 metros (Figura 19).

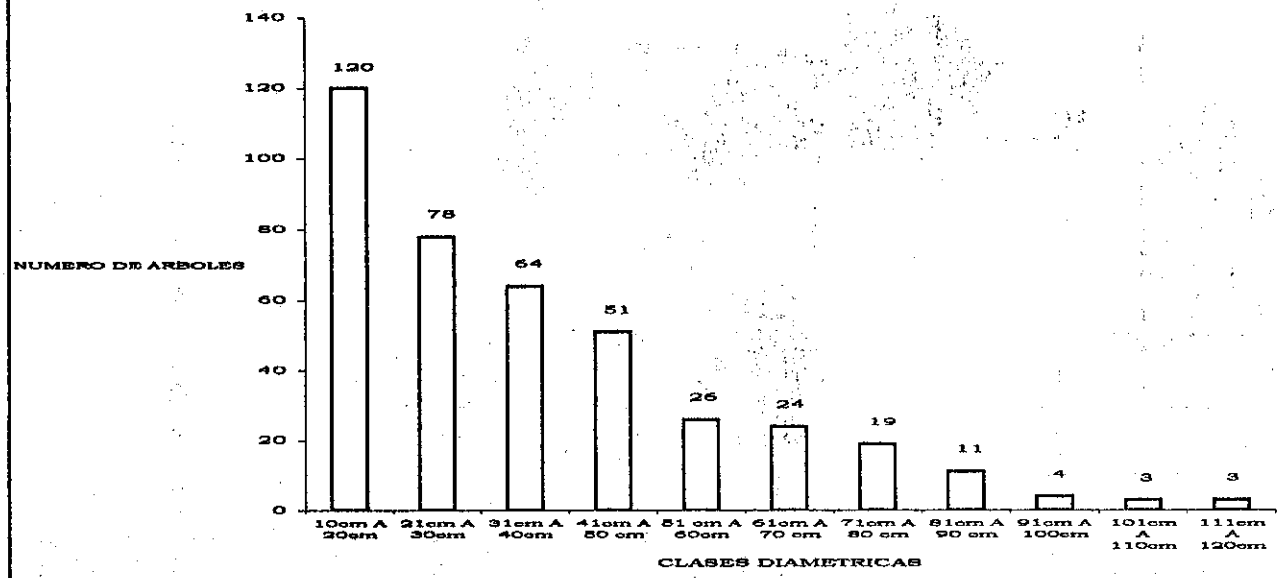


Figura 18. Distribución de clases diamétricas de las especies arbóreas de la comunidad *Pinus tecunumanii* / *leucothoe mexicana*

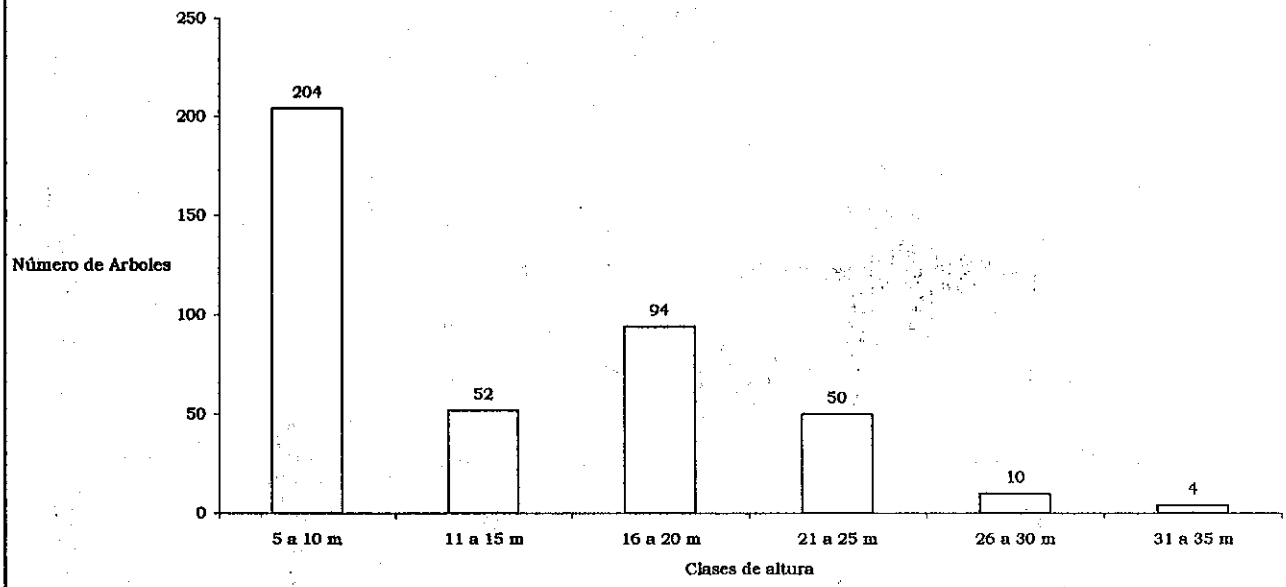
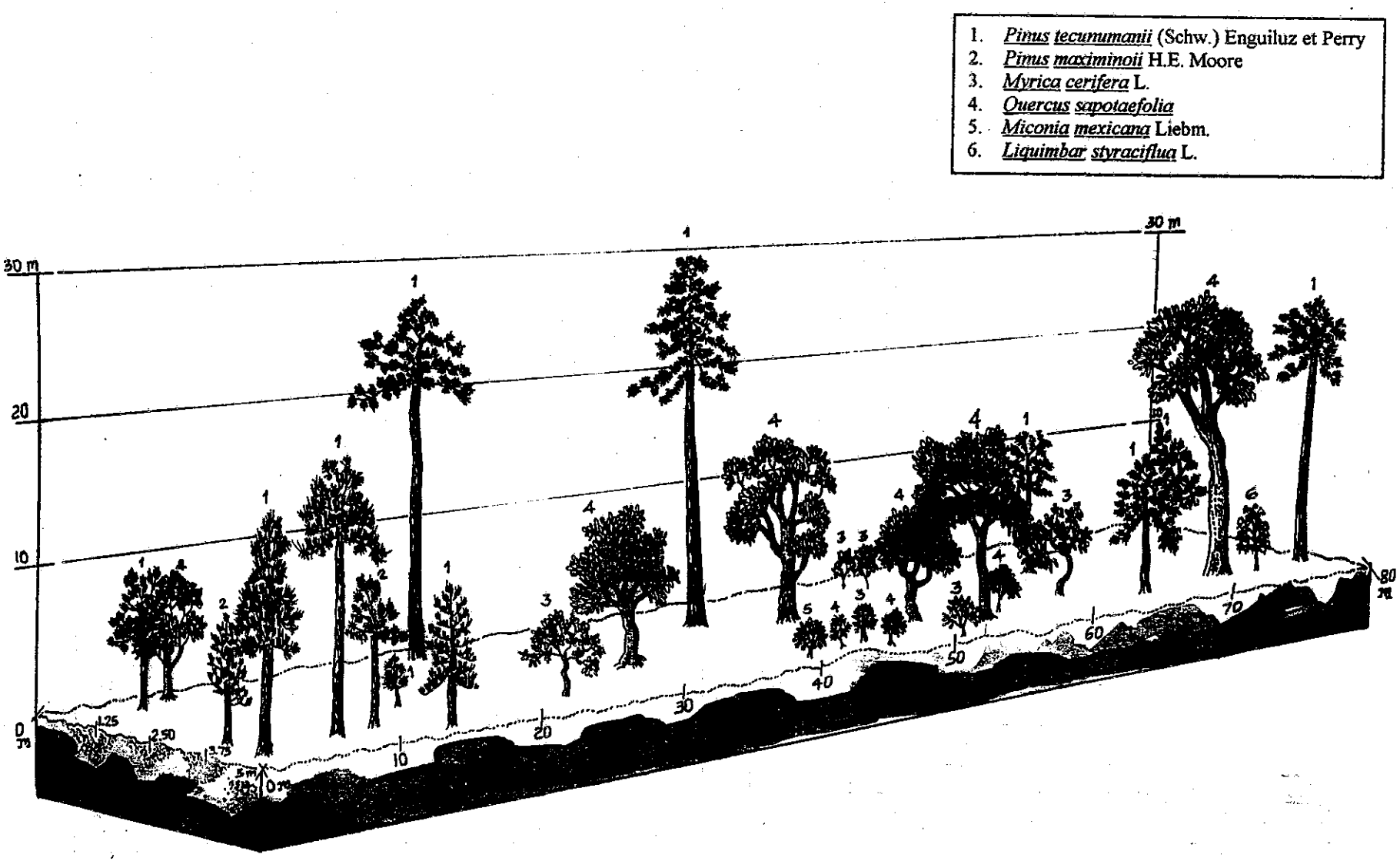


Figura 19 .Distribución de las clases de altura de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*



Escala vertical y horizontal 1 : 250, profundidad 1 : 125

Figura 20. Perfil típico de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*.

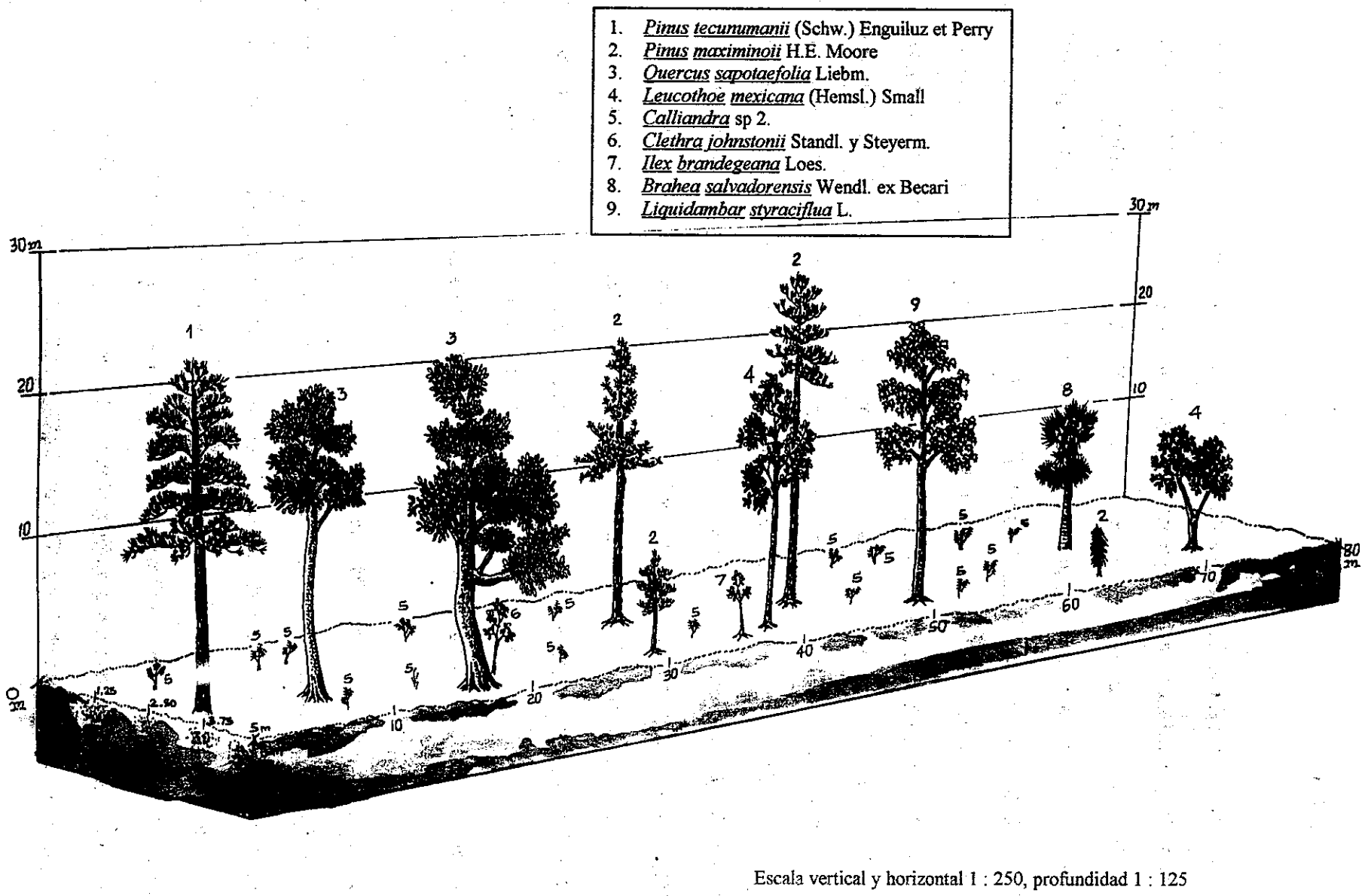


Figura 21. Perfil de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana* en áreas cercanas a los ríos.

a. Perfil de la comunidad

El perfil típico de la comunidad; representado en la figura 20, presenta tres estratos, el primero es dominado por árboles de las especies *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry y *Quercus sapotaefolia* Liebm a una altura comprendida entre 20 y 30 metros, el segundo entre 5 y 15 metros es ocupado por las especies *Quercus sapotaefolia* Liebm, *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, *Myrica cerifera* L.y *Pinus maximinoii* H.E.Moore.

Especies arbustivas como *Miconia mexicana* Humbl.& Bumpl.y regneración natural de especies arbóreas como *Myrica cerifera* L, *Quercus sapotaefolia* Liebm y *Liquidambar styraciflua* L conforman el tercer estrato con alturas menores a 5 metros. En la figura 21, se presenta el perfil de la vegetación que se encuentra cercana a ríos; en el se presentan tres estratos, el superior con un rango de altura comprendido entre 10 y 25 metros se encuentra dominado por árboles de las especies *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, *Quercus sapotaefolia* Liebm, *Leucothoe mexicana* (Hemsl) Small, *Pinus maximinoii* H.E.Moore y *Liquidambar styraciflua* L.

En un rango comprendido entre 5 y 10 metros se ubica un tercer estrato arbóreo, el cual está representado por *Brahea salvadorensis* Wendl.ex Becari y *Leucothoe mexicana* (Hemsl)Small; en el tercer estrato con árboles y arbustos menores de 5 metros se encuentra dominado por *Pinus maximinoii* H.E.Moore, *Clethra johstonii* Standl. y Steyerm, *Ilex brandegeana* Loes. y *Calliandra* sp2.

b. Regeneración natural de las especies arbóreas

Existen varias especies arbóreas de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*, que presentan regeneración natural; en el estudio se tomó como regeneración natural, unicamente los individuos con alturas iguales o menores a un metro de altura; los individuos mayores a estas dimensiones se analizaron como arbustos. Las especies con la mayor regeneración natural son: *Quercus sapotaefolia* Liebm., *Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small y *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry. (Cuadro 13)(Figura 2 A).

En el cuadro 13, se observá que la mayoría de subparcelas de muestreo para regeneración, no presentan individuos de ninguna especie. Las causas por las cuales la regeneración no se encuentra presente en una mayor cantidad de subparcelas, no están bien claras; pero en base a observaciones de campo se sugiere que las probables causas sean: el disturbio ocasionado al área por la explotación maderera de los años setenta, los incedios y la explotación ganadera y agrícola.

Cuadro 13. Regeneración natural de la especies arbóreas de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*.

	Individuos por especie			Subparcelas		No de parcelas
ESPECIE	Número	Porcentaje del total	Alturas promedio (m)	Número	Porcentaje del total	0,1 hectáreas
Quercus sapotaefolia Liebm.	135	38,79	0,08	46	17,7	9
Leucothoe mexicana (Hemsl) Small	81	23,28	0,19	17	6,5	5
Pinus tecunumanii (Schw.)Enguiluz et Perry	73	20,98	0,08	40	15,4	11
Liquidambar styraciflua L.	16	4,60	0,32	11	4,2	6
Myrica cerifera L.	15	4,31	0,37	6	2,3	4
Pinus maximinoii H.E.Moore	9	2,59	0,08	7	2,7	3
Quercus tristis Liebm	5	1,44	0,23	2	0,8	2
Oreopanax oliganthus A.C Smith	4	1,15	0,58	1	0,4	1
Quercus peduncularis Née	4	1,15	0,21	3	1,2	1
Brahea salvadorensis Wendl ex Becari	3	0,86	0,09	3	1,2	1
Ostrya virginiana var *guatemalensis* (XL Win) Macbride	2	0,57	0,40	2	0,8	1
Clusia massoniana Lundell.	1	0,29	0,40	1	0,4	1
	348	100			100	

C. Clasificación

La comunidad se subdivide en 5 grupos, con variaciones de acuerdo a las especies componentes, pero en casi todos domina la especie *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry. (figura 12)

D. Grupo 1 de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*.

a. Descripción

El grupo 1 de esta comunidad, muestreado con las parcelas 22 y 28, es una asociación de *P. tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, *L. styraciflua* L. y *P. maximinoii* H.E.Moore, con pendientes de 16% a 32% y la formación geológica San Agustín **psa** (Figura 3).

Las parcelas, como se observa en el mapa de distribución (figura 4 A), están muy separadas. La parcela 22 por ejemplo, se ubica al Norte, a 1780 m de altitud, en la zona en donde está próximo el bosque latifoliado y por lo tanto también a mayor húmedad climática y edáfica, mientras que la 28 se ubica al Sur, a 1510 m, en una región en donde esta próxima la comunidad *Pinus oocarpa* Schiede/ *Quercus peduncularis* Née., aunque en las riberas del río Agua fría y por lo tanto influenciada por mayor húmedad edáfica propia de un bosque de galería.

A pesar de la distancia que separa a las parcelas existe una similitud importante, la cual es la presencia de las especies *L. styraciflua* L. y *P. maximinoii* H.E.Moore. Ambas especies parecen estar relacionadas a zonas de alta húmedad edáfica.

En la región Sur, la zona más seca de la microcuenca, las especies *P. maximinoii* H.E.Moore y *L. styraciflua* L. se encuentran cerca de ríos y en la zona Norte, que es la región más húmeda, también ocupan áreas fuera de la influencia de los rios.

Es importante saber que las personas de la región llaman a *P. maximinoii* H.E.Moore "Pino de quebrada", o sea pino que tiene preferencia por lugares cercanos a las corrientes de rios.

De acuerdo a TWISPAN la especie diferencial en el grupo es *Liquidambar stryraciflua* L.

b. Valor de importancia de las especies arbóreas:

Como se observa en el cuadro 14, la especie con mayor valor de importancia es *Pinus tecunumanii* (Schw.)Enguiluz et Perry, seguida por *L. styraciflua* L. y *Pinus maximinoii* H.E.Moore.

Cuadro 14. Valor de importancia de las especies árboreas del grupo 1 de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*..

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Pinus tecunumanii(Schw.) Enguliuz et Perry	26	2	5,9	50	20	74,38	144,38
*Liquidambar styraciflua*L.	10	2	0,554	19,23	20	6,98	46,22
Pinus maximinoii H.E.Moore	7	2	1,008	13,46	20	12,71	46,17
Quercus sapotaefolia Liebm.	5	1	0,288	9,62	10	3,63	23,25
Clethra jhonstonii Standl. & Steyerm.	2	1	0,076	3,85	10	0,96	14,80
Brahea salvadorensis Wendl. Ex Becari	1	1	0,071	1,92	10	0,90	12,82
Inga aff. Leptoloba Schlecht.	1	1	0,035	1,92	10	0,44	12,36
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; V.I.= valor de importancia	52	10	7,93	100	100	100	**300**

c. Valor de importancia de las especies arbustivas

Los arbustos de este grupo son principalmente individuos jóvenes de especies arbóreas, producto de la regeneración natural. En las parcelas 22 y 28, las subparcelas de muestreo para arbustos presentaron poca influencia de incendios; aunque es probable que los mismo influyan en la ausencia de un mayor número de arbustos. El cuadro 15 indica que las tres especies dominantes en este estrato son *P. tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, *L. styraciflua* L. y *Myrica cerifera* L., especie cuyo hábito dominante en la microcuenca es arbustivo. Otras especies cuyo hábito es exclusivamente arbustivo son: *Calliandra sp2*, *Miconia mexicana* (Humbl.& Bonpl.) Naudin y *Befaria mexicana* Benth.

Cuadro 15. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 1, Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*.

		D	F	C	Dr	Fr	Cr	VI
1	*Pinus tecunumanii* (Schw.)Enguiluz et Perry	13	1	44,1	30,2	10	20,9	61
2	*Liquidambar styraciflua* L.	9	1	53,8	20,9	10	25,6	57
3	*Myrica cerifera* L.	4	1	54,2	9,3	10	25,8	45
4	*Quercus peduncularis* Née.	3	1	24,9	6,97	10	11,8	29
5	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	4	1	8,33	9,3	10	3,9	23
6	*Calliandra sp2.*	3	1	11	6,97	10	5,2	22
7	*Miconia mexicana* (Humbl.& Bonpl.) Naudin	3	1	8,07	6,97	10	3,8	21
8	*Befaria mexicana* Benth.	2	1	2,04	4,6	10	0,97	16
9	*Clethra jhonstonii* Standl. & Steyerm.	1	1	3,14	2,32	10	1,49	14
10	*Ilex brandegeana* Loes.	1	1	0,5	2,32	10	0,23	13
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; V.I.= valor de importancia	43	10	210	100	100	100	**300**

E. Grupo 2 de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana.*

a. Descripción

Este grupo fue muestreado por tres parcelas, la 12, 23B y 32 las cuales se ubican en una faja altitudinal entre 1770 a 2040 (Figura 4 A). Las pendientes varían de 15 a 30% y la formación geológica es San Agustín **psa.**(Figura 3).

b. Valor de importancia de las especies arbóreas

Este grupo, muy similar al grupo 1, se diferencia por la ausencia de la especie *L. styraciflua* L.. TWINSPAN no describe especies diferenciales; pero de acuerdo al indice de valor de importancia de Cottam (Cuadro 16), la especie dominante es *P. tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, mientras que las especies *P. maximinoii* H.E. Moore y *Quercus sapotaefolia* Liebm. también presentan altos valores de importancia. Entonces, este grupo es una asociación entre las especies *P. tecunumanii* (Schw.)Enguiluz et Perry, *P. maximinoii* H.E.Moore y *Quercus sapotaefolia* Liebm.

Cuadro 16. Valores de importancia de las especies arbóreas del grupo 2 de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana.*

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Pinus tecunumanii (Schw.) Enguliuz et Perry	51	3	9,34	61,45	30	74,42	165,87
Pinus maximinoii H.E.Moore	12	3	1,79	14,46	30	14,26	58,72
*Quercus sapotaefolia*Liebm.	18	2	1,40	21,69	20	11,16	52,84
Myrica cerifera L.	2	2	0,02	2,41	20	0,16	22,57
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	83	10	12,55	100	100	100	**300**

P. maximinoii H.E.Moore está presente lo cual sugiere que el grupo está asociado a un alto gradiente de húmedad.

c. Valor de importancia de las especies arbustivas

En esta comunidad, la especie con el mayor valor de importancia es *Myrica cerifera* L., seguida por *Q. sapotaefolia* Liebm., especie arbórea con individuos con características arbustivas

(Cuadro 17). Este grupo vegetal si fue disturbado por incendios. La parcela 12 sólo presentó vegetación arbustiva en 2 de las 5 subparcelas de muestreo, el resto estaba quemado, en la parcela 23 b solo fue posible muestrear 4 subparcelas y en la parcela 32 únicamente 3.

Cuadro 17. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 2, de la Comunidad *Pinus tecunumanii / Leucothoe mexicana.*

		D	F	C	Dr	Fr	Cr	VI
1	*Myrica cerífera* L.	10	1	44	40	12,5	46,28	99
2	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	6	3	26,34	24	37,5	27,71	89
3	*Befaria mexicana* Benth.	2	1	19,6	8	12,5	20,62	41
4	*Liquidambar styraciflua* L.	3	2	3,28	12	25	3,45	40
5	*Miconia mexicana* (Humbl.& Bonpl.) Naudin	4	1	1,85	16	12,5	1,946	30
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	25	8	95,07	100	100	100	**300**

E. Grupo 3 de la Comunidad *Pinus tecunumanii / Leucothoe mexicana.*

a.Descripción

Para este grupo las parcelas de muestreo fueron la 10, 24 y 26 (35A). Todas están proximás a áreas disturbadas, en un rango altitudinal que varía entre 1600 y 2000 m. de altitud, con pendientes entre 16 y 32%. La formación geológica en donde se ubica es San Agustín **psa**. Las parcelas 10 y 24 se ubican en áreas disturbadas por acción forestal y la parcela 26 además por causa de la agricultura. Este grupo también presenta la ausencia de la especie *Pinus maximinoii* H.E. Moore.

b. Valor de importancia de las especies arbóreas

TWINSPAN no indica la presencia de especies diferenciales, pero las especies dominantes de acuerdo al indice de valor de importancia (Cuadro 18) son *Quercus sapotaefolia* Liebm.y *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, seguidas por *Leucothoe mexicana* (Hemsl) Small.

La especie *Q sapotaefolia* Liebm. presenta el mayor valor de importancia, lo cual se atribuye al disturbio infringido a los bosques en años anteriores, en donde fueron extraídas

selectivamente solo especies de pino. El rango de altitud de este grupo va desde 1650 m a 1990 m.

Cuadro 18. Valores de importancia de las especies arbóreas del grupo 3 de la Comunidad *Pinus tecunumanii / Leucothoe mexicana.*

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Quercus sapotaefolia Liebm.	59	3	8,46	47,58	27,27	53,72	128,57
Pinus tecunumanii (Schw.) Enguliuz et Perry	48	3	6,71	38,71	27,27	42,64	108,63
Leucothoe mexicana (Hemsl.) Small	15	3	0,38	12,10	27,27	2,41	41,78
Quercus brachystachys Benth.	1	1	0,10	0,81	9,09	0,65	10,54
Liquidambar styraciflua L.	1	1	0,09	0,81	9,09	0,58	10,47
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	124	11	15,7	100	100	100	**300**

c. Valor de importancia de las especies arbustivas:

La especie dominante es *Myrica cerífera* L. y le siguen en importancia *Q. sapotaefolia* Liebm. y *Leucothoe mexicana* (Hemls.) Small (Cuadro 19), ambas especies arbóreas que presentan regeneración natural con individuos de dimensiones arbustivas. Este grupo presenta poco disturbio producido por incendios; solo la parcela 26 tiene problemas derivados de quemás para la agricultura y únicamente 2 subparcelas contenían arbustos.

Cuadro 19. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 3, de la Comunidad *Pinus tecunumanii / Leucothoe mexicana.*

	ESPECIE	D	F	C	Dr	Fr	Cr	V.I
1	*Myrica cerífera* L.	11	3	11,95	28,95	27,27	25,9	82
2	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	8	2	10,53	21,05	18,18	22,82	62
3	*Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small	6	2	5,18	15,79	18,18	11,23	45
4	*Miconia mexicana* (Humbl.& Bonpl.) Naudin	6	2	3,15	15,79	18,18	6,827	41
5	*Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry	1	1	12,6	2,632	9,091	27,31	39
6	*Befaria mexicana* Benth.	6	1	2,73	15,79	9,091	5,917	31
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; V.I.= valor de importancia	38	11	46,14	100	100	100	**300**

F Grupo 4 Comunidad Pinus tecunumanii / Leucothoe mexicana.

a. Descripción

Este grupo fue muestreado por 3 parcelas (11, 23 A y 37) (Figura 4 A), se encuentra en un rango altitudinal de 1780 m. a 1900 m. Las pendientes están comprendidas entre 16 y 32 %, en la formación geológica San Agustín **psa**. Las parcelas se ubican en lugares con cierto disturbio por causa de las actividades madereras. Este grupo también presenta una asociación de *P. tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry y *P. maximinoii* H.E. Moore.

b. Valor de importancia de las especies arbóreas.

De acuerdo a TWINSPAN la especie con mayor peso para determinar este grupo es *P. maximinoii* H.E.Moore; pero la especie dominante de acuerdo al indice de valor de importancia de Cottam es *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, seguido por *Pinus maximinoii* H.E. Moore (Cuadro 20).

Cuadro 20. Valores de importancia de las especies arbóreas del grupo 4 de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Pinus tecunumanii(Schw.) Enguliuz et Perry	36	3	4,378	45,00	23,08	37,63	105,70
Pinus maximinoii H.E.Moore	23	3	5,576	28,75	23,08	47,92	99,75
*Quercus sapotaefolia*Liebm.	10	2	0,671	12,50	15,38	5,77	33,65
Leucothoe mexicana(Hemsl.)Small	5	3	0,312	6,25	23,08	2,68	32,01
Quercus tristis Liebm.	5	1	0,502	6,25	7,69	4,31	18,26
Quercus peduncularis Née.	1	1	0,196	1,25	7,69	1,68	10,63
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	80	13	11,64	100	100	100	**300**

La especie preferencial de este grupo es la especie *Quercus tristis* Liebm. La parcela 23 A de este grupo se encuentra en una zona transicional entre la comunidad *P. tecunumanii* / *Leucothoe mexicana* y *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*, lo anterior se basa en que la especie *Q. peduncularis* Née aparece asociada a *P. tecunumanii* (Schw.)Enguiluz et Perry.

b. Valor de importancia de las especies arbustivas

En este grupo las especies con mayor valor de importancia son *Myrica cerifera* L., *Befaria mexicana* Benth. y *Q. sapotaefolia* Liebm. (Cuadro 21). Nuevamente *M. cerifera* L. es la especie

con el mayor valor de importancia, lo que implica que, las condiciones físicas en donde se desarrolla la comunidad, son las óptimás para la especie. Los incendios han sido un factor importante para las especies arbustivas de este grupo, a tal grado que la parcela 37 no presenta arbustos, mientras que la parcela 23 "A" solo presenta arbustos en una subparcela, la única parcela que no fue afectada por incedios fue la 11.

Cuadro 21. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 4, de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*

		D	F	C	Dr	Fr	Cr	VI
1	*Myrica cerífera* L.	6	1	9,61	22,22	12,5	31,49	66
2	*Befaria mexicana* Benth.	4	1	5,67	14,81	12,5	18,58	46
3	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	6	1	3,29	22,22	12,5	10,78	46
4	*Quercus tristis* Liebm.	3	1	5,79	11,11	12,5	18,97	43
5	*Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small	5	1	2,69	18,52	12,5	8,814	40
6	*Rondeletia sp.*	1	1	2,49	3,704	12,5	8,159	24
7	*Miconia mexicana* (Humbl.& Bonpl.) Naudin	1	1	0,48	3,704	12,5	1,573	18
8	*Quercus conspersa* Benth.	1	1	0,5	3,704	12,5	1,638	18
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	27	8	30,52	100	100	100	**300**

Grupo 5 Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*

a. Descripción

Este grupo fue muestreado por dos parcelas, la 13 y 21, ambas ubicadas cerca de la zona de transición entre el bosque latifoliado y el de pinos (35A). La parcela 13 se encuentra una altitud de 1850 m y la parcela 21 se encuentra 1870 m. Las pendientes van de 16 a 32% y la formación geológica es San Agustín **psa**.

b. Valor de importancia de las especies arbóreas

La especie dominante en este grupo es *P. tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, seguida por *Q. sapotaefolia* Liebm y *Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small (Cuadro 22). Los árboles de *P. tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry de este grupo son árboles de buena calidad como árboles

padre, en donde existen individuos de hasta 114 cm de DAP , alturas de hasta 23 metros y fustes rectos.

Cuadro 22. Valores de importancia de las especies arbóreas del grupo 5 de la Comunidad *Pinus tecunumanii / Leucothoe mexicana*

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I.
Pinus tecunumanii (Schw.) Enguliuz et Perry	46	2	12,31	61,33	20	83,29	164,6
Quercus sapotaefolia Liebm.	19	2	1,99	25,33	20	13,48	58,82
Leucothoe mexicana (Hemsl.) Small	6	2	0,298	8,00	20	2,02	30,02
Clethra mexicana A.D.C.	2	2	0,085	2,67	20	0,58	23,24
Cornus disciflora D.C.	1	1	0,086	1,33	10	0,58	11,92
Symplocos matudae Lundell.	1	1	0,008	1,33	10	0,05	11,39
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr =Area basal relativa; Dr = densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	75	10	14,78	100	100	100	**300**

c. Valor de importancia de las especies arbustivas.

Las especies con mayor valor de importancia a nivel del estrato arbustivo, son: *Q. sapotaefolia* Liebm, seguida por *M. cerifera* L. y *Liquidambar stiracyflua* L. (Cuadro 23). Los daños por incendios son relativamente poco significativos, las dos parcelas de muestreo tenían arbustos en sus subparcelas.

Cuadro 23. Valor de importancia de la especies arbustivas del grupo 5, de la Comunidad *Pinus tecunumanii / Leucothoe mexicana*

		D	F	C	Dr	Fr	Cr	V.I.
1	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	4	1	13,13	26,67	16,67	51,27	95
2	*Myrica cerifera* L.	4	2	5,6	26,67	33,33	21,87	82
3	*Liquidambar styraciflua* L.	5	1	5,94	33,33	16,67	23,19	73
4	*Miconia mexicana* (Humbl.& Bonpl.) Naudin	1	1	0,69	6,667	16,67	2,694	26
5	*Litsea guatemalensis* Mez.	1	1	0,25	6,667	16,67	0,976	24
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	15	6	25,61	100	100	100	**300**

7.4.4. Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*

A. Descripción

Esta comunidad inicia al sur de la microcuenca a una altitud de 900 m. y finaliza en el cañon central a una altitud máxima de 1800 m. Las pendientes son variables, pero en general se encuentran en un rango entre 4 y 8% cerca de la población de San Lorenzo, hasta culminar en precipicios mayores de 32% en el Sur (Figura 13).

El área que ocupa esta comunidad es geológicamente compleja, con 4 tipos diferentes de formación: a) formación Jones, compuesta por filitas, anfibolitas, esquistos micáceos y mármol; b) formación San Lorenzo, compuesta de mármol; c) formación San Agustín **psam**, compuesta de migmatitas y d) formación San Agustín **psa**, compuesta por gneiss granítico cataclástico (Figura 3). En términos generales esta comunidad es más seca que la comunidad de *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*, debido a que al parecer se encuentra más influenciada por el efecto de Sombra de lluvias provocado por la Sierra de las Minas (12).

Al Sur, aproximadamente a 1,500 m. de altitud, ésta comunidad pierde dominancia y da paso a diferentes asociaciones vegetales representativas del bosque seco Sub-tropical, propio del valle del Motagua.

Esta comunidad es la más afectada por incendios y por pastoreo, también ha sido sometida a explotación forestal por parte de compañias madereras; es probable que la mayor parte de este bosque sea regeneración natural y los árboles no tengan más de 20 años de edad. El único bosque pristino es el que se encuentra en los afloramientos de mármol y ello debido que la especie dominante es *Quercus peduncularis* Née, cuyo valor comercial es bajo .

Entre las especies colectadas se determinaron *Pinus oocarpa* var *ochoterenai* Mart.y *Quecus peduncularis* var *sublanosa* (Trelease) Muller. Ambas variedades no fueron tomadas en cuenta al momento de hacer los muestreos con parcelas, porque provocan confusión al tratar de hacer diferencias a nivel de campo. Las variaciones que diferencian a las variedades de la especie original, solo pueden ser observadas a nivel de Herbario .

B. Estructura

La mayoría de árboles parecen ser producto de regeneración natural con diámetros comprendidos en una mayor proporción entre 10 y 50 centímetros (Figura 22) y alturas principalmente entre 5 y 25 metros (Figura 23). La densidad arbórea es la menor de todas con 289 árboles por hectárea.

a. Perfil de la comunidad

En la figura 24 se puede observar el perfil típico de la comunidad; en el se muestran dos estratos, un superior con alturas entre 5 y 15 metros, el cual es dominado por las especies *Pinus oocarpa* Schiede, *Leucothoe mexicana* (Hemsl) Small y *Quercus sapotaefolia* Liebm. y un segundo estrato más bajo compuesto por especies arbustivas y árboles pequeños con alturas menores a los 5 metros, dominado por *Pinus oocarpa* Schiede, *Quercus sapotaefolia* Liebm, *Quercus peduncularis* Née y *Leucothoe mexicana* (Hemsl) Small. El perfil de la vegetación en los afloramientos de mármol (Figura 25), presenta un cambio en su composición, el dosel superior entre 8 y 20 metros de altura es dominado por las especies *Quercus peduncularis* Née y *Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari; un segundo estrato ubicado entre 1 y 8 metros es dominado por árboles pequeños de las especies *Rhus vestita* Loes y *Quercus peduncularis* Née., además del maguey *Agave opascidens* Trelease.

b. Regeneración Natural

La mayor regeneración natural la tienen la especies *Pinus oocarpa* Schiede y *Quercus peduncularis* Née. El área es la más afectada por ciclos anuales de incendios; esta puede ser la razón por la cual *P. oocarpa* Schiede, figura como una de las especies con mayor cantidad de regeneración. Rzedowski (34), explica que la especie *Pinus oocarpa* Schiede, parece favorecerse de los incendios, debido a que posee estróbilos tardíos, que liberan semillas luego del incendio, esto reduce la competencia de otras especies. Las especies que presentan regeneración natural se enlistan en el cuadro 24 y la proporción que representa la regeneración de las cinco especies con mayor regeneración, se encuentra en la figura 3 A.

Cuadro 24. Regeneración natural de las especies arbóreas de la Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*.

	Individuos por especie			Subparcelas		No de parcelas
ESPECIE	Número	Porcentaje del total	Alturas promedio (m)	Número	Porcentaje del total	0,1 hectáreas
Pinus oocarpa Schiede	226	45,56	0,05	80	16	16
Quercus peduncularis Née	118	23,79	0,09	49	9,8	13
Quercus sapotaefolia Liebm.	65	13,10	0,22	28	5,6	13
Brahea salvadorensis Wendl ex Becari	31	6,25	0,04	19	3,8	3
Liquidambar styraciflua L.	15	3,02	0,23	4	0,8	2
Arbutus xalapensis HBK	10	2,02	0,18	5	1	2
Inga sp	10	2,02	0,33	2	0,4	2
Pinus maximinoii H.E.Moore	8	1,61	0,14	7	1,4	2
Myrica cerifera L.	4	0,81	0,15	1	0,2	1
Rhus vestita Loes.	2	0,40	0,25	1	0,2	1
Dyphisa floribunda Peyrst.	2	0,40	0,17	2	0,4	2
Inga leptoloba Schlecht.	2	0,40	0,50	1	0,2	1
Leucothoe mexicana (Hemsl) Small	1	0,20	0,25	1	0,2	1
Quercus tristis Liebm	1	0,20	0,33	1	0,2	1
Pinus tecunumanii (Schw.) Enguiluz et Perry	1	0,20	0,10	1	0,2	1
TOTALES	496	100			100	
Total de subparcelas para la comunidad	500					
Subparcelas con regeneración	179					

En el cuadro 24, se puede observar que a pesar de que la mayor cantidad de regeneración la tiene *Pinus oocarpa* Schiede, el número de subparcelas en las que se encontró regeneración, que es de 80, solo representa el 16 % del total de 500 subparcelas, para toda la comunidad. De lo anterior se puede deducir que existen factores que limitan la regeneración de estos bosques. Talvéz la causa más evidente de la perdida de regeneración sean los incendios anuales, que provocan que la regeneración de un año sea eliminada en el siguiente año. En base a observaciones de campo parece ser que si la regeneración de *pinus oocarpa* Schiede, tiene más de un año de edad, tiene altas probabilidades de sobrevivir un incendio.

C. Clasificación

Al observar el dendrograma (figura 12), se puede observar que la comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*, se subdivide en 6 grupos diferentes.

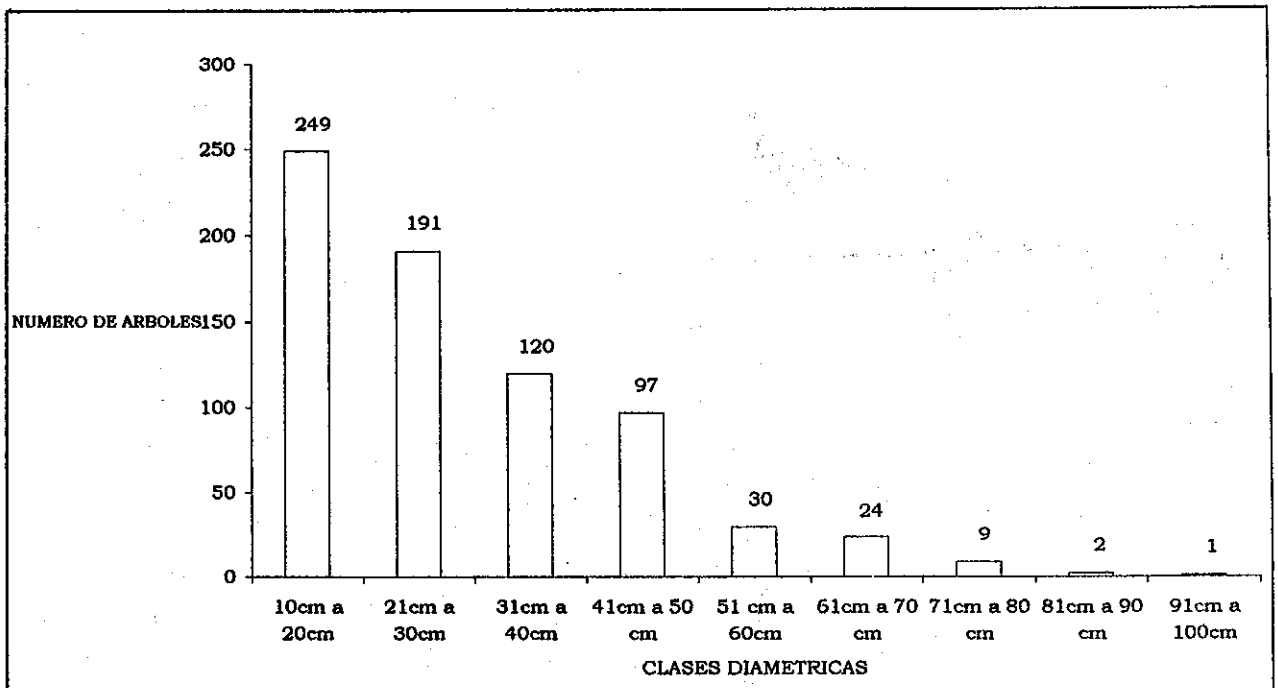


Figura 22. Gráfica de la distribución de clases diamétricas de la comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*

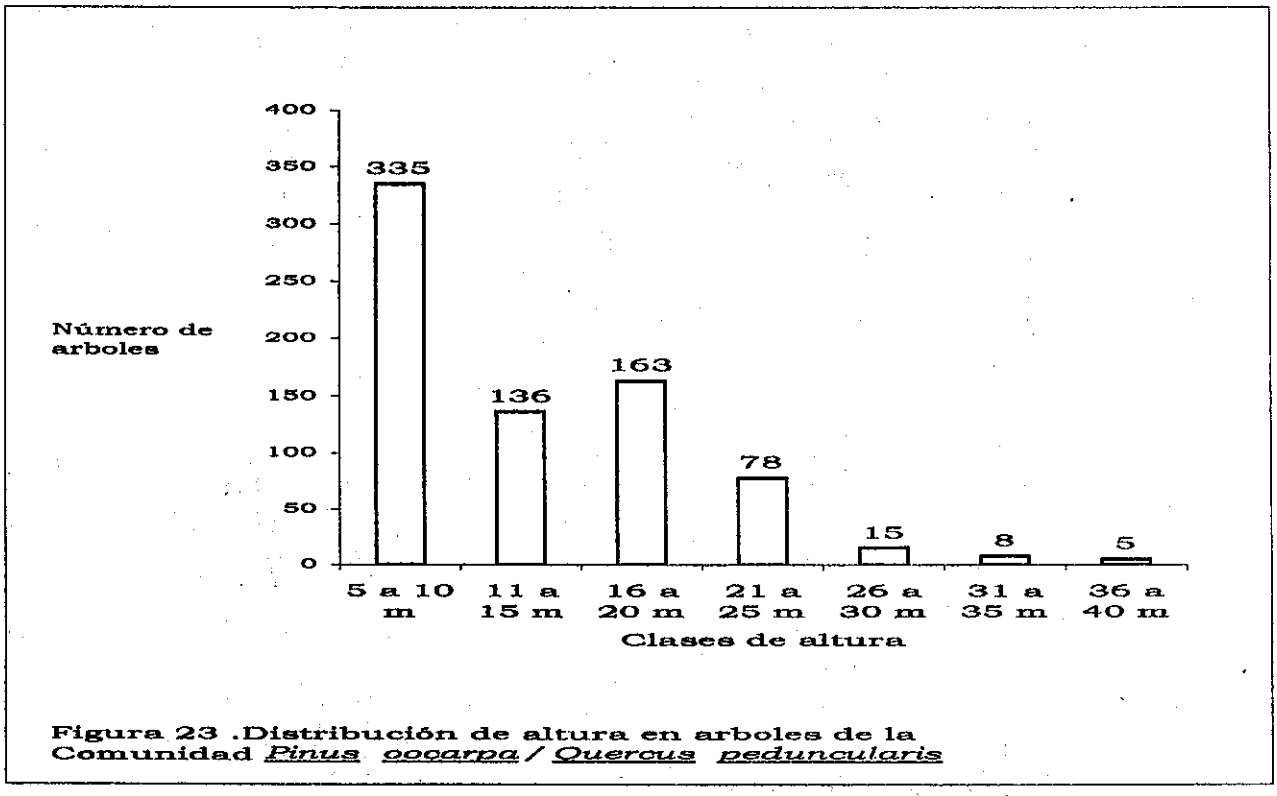
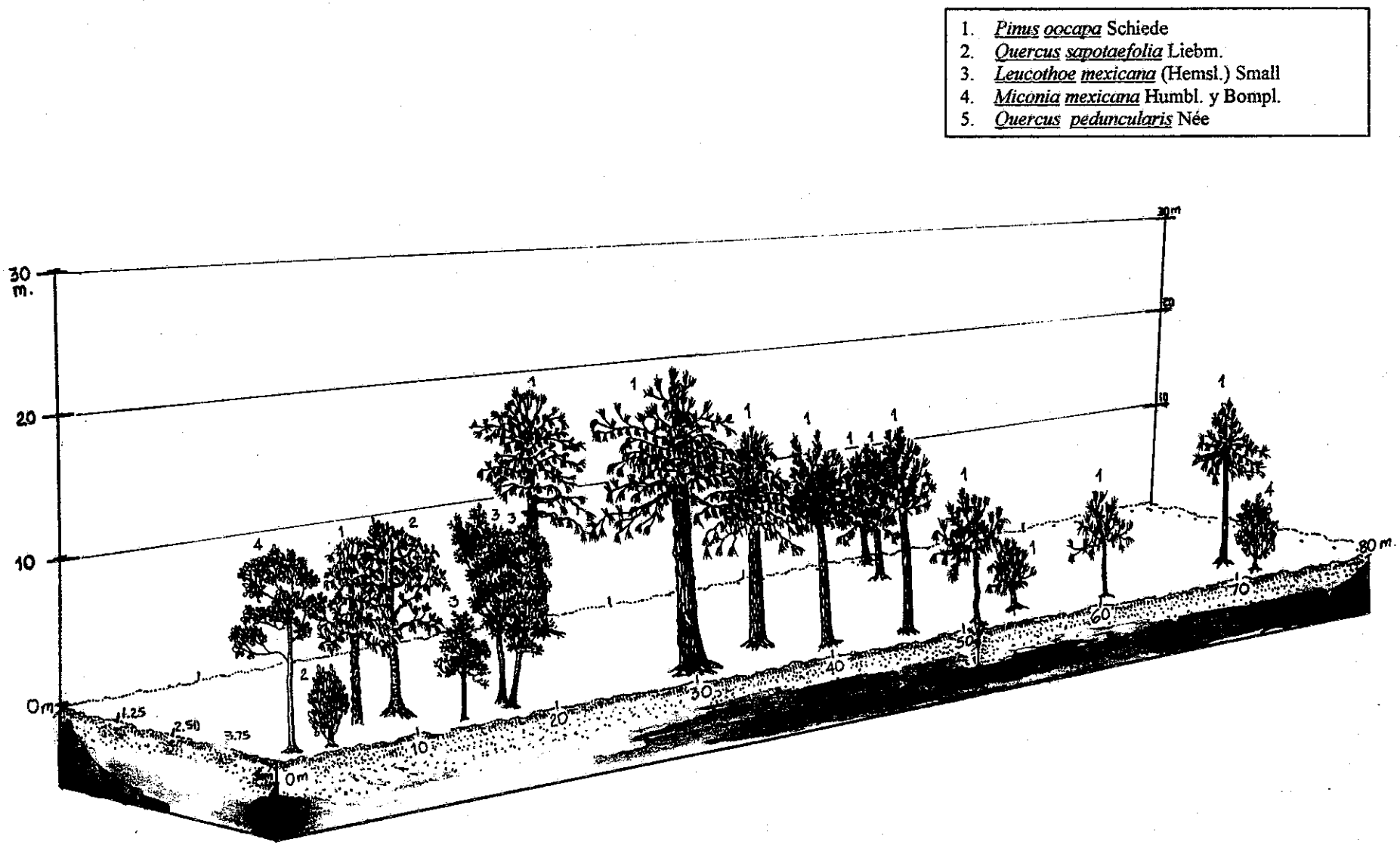


Figura 23 .Distribución de altura en arboles de la Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*



Escala vertical y horizontal 1 : 250, profundidad 1 : 125

Figura 24. Perfil típico de la Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*.

1. *Quercus peduncularis* Née
2. *Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari
3. *Rhus vestita* Loes.
4. *Agave oppascidens* Trelease

Escala vertical y horizontal 1 : 250, profundidad 1 : 125

Figura 25. Perfil de la Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis* en afloramientos de mármol.

D. GRUPO 1 COMUNIDAD PINUS OOCARPA / QUERCUS PEDUNCULARIS

a.Descripción

Este grupo fue muestreado con la parcela 40, la cual se ubica en la zona sur a una altitud de 910 m. (Figuras 4 A y 13). Es el grupo ubicado a menor altitud de toda la comunidad. A partir de 500 m. de altitud, el bosque seco subtropical pierde dominancia e inicia el bosque húmedo Montano Bajo Sub-tropical. El grupo se encuentra en la formación geológica es San Agustín **psam** y las pendientes son mayores de 32%. Las especies arbóreas, características de esta comunidad son: el Sare *Acacia pennatula* Schlecht.& Cham, asociada al roble canche *Quercus peduncularis* Née.

TWINSPAN no indica una especie diferencial; pero en observaciones de campo se ha determinado que *Acacia pennanatula* Schlecht.y Cham., solo se encuentra en esta zona transicional entre el bosque húmedo y el bosque seco, por lo que se puede asumir que es sumamente preferencial de las condiciones climáticas y edáficas propias del lugar.

b. Valor de Importancia de las especies arbóreas

De acuerdo a los indices de valor de importancia de Cottam (cuadro 25) la especie dominante en este grupo lo constituye *Quercus peduncularis* Née., aunque la presencia de *A. pennatula* Schlecht.& Cham. indica que existe un cambio en la vegetación y ésta es el área más bajas en donde los pinos, robles y encinos son las especies dominantes.

La especie *Pinus oocarpa* Schiede no esta presente en este grupo, probablemente debido extracción selectiva, infringida por pobladores de varias comunidades asentadas en el Valle del Motagua, por ser fuente de ocote. En observaciones de campo se determinó la existencia de unos cuantos individuos dispersos de esta especie en lugares próximos al área de muestreo.

Cuadro 25. Valores de importancia de las especies arbóreas del grupo 1 de la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis*

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Quercus peduncularis Née	15	1	0,574	71,43	50	80,28	201,71
Acacia pennatula Schlecht. & Cham.	6	1	0,141	28,57	50	19,72	98,29
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr= Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	21	2	0,72	100	100	100	**300**

c. Valor de importancia de las especies arbustivas

Las única especie que presenta un verdadero hábito arbustivo es la especie *Calliandra* sp2, pero debido a la existencia de varios individuos con dimensiones arbustivas de la especie *Q. peduncularis* Née, esta especie presenta el mayor valor de importancia (Cuadro 26. Aunque no era visible en la parcela, los incendios pueden ser la causa más probable de la poca variedad de arbustos en este grupo, aunque otro factor que puede estar influyendo es el sobrepastoreo; durante los muestreos se observó ganado pastando en estas áreas.

Cuadro 26. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 1, de la Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis.*

	Especie	D	F	C	Dr	Fr	Cr	V.I.
1	*Quercus peduncularis* Née.	10	1	14	71,43	50	69,65	191
2	*Calliandra sp 2.*	4	1	6,1	28,57	50	30,35	109
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	14	2	20,1	100	100	100	**300**

E. Grupo 2 Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*

a. Descripción

Este grupo fue muestreado con 4 parcelas, 17, 25, 27 y 31 (Figura 4 A). Ocupa una faja altitudinal comprendida entre 1350 m a 1680 m (Figura 13). Las pendientes son variables y comprenden un rango entre 8% hasta mayores de 32%. La formación geológica es San Agustín **psa**. TWINSPAN indica que *Quercus sapotaefolia* Liebm. es la especie diferencial del grupo; esta especie es la que mejor refleja la condiciones climáticas y edáficas del lugar. Aunque *Quercus sapotaefolia* Liebm. es la especie más cosmopolita de la vegetación de la microcuenca.

Algo importante es que las parcelas 25 y 27 en donde se registro *P. tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry no se registraron individuos de la especie *P. oocarpa* Schiede. Las especies que unen ambos grupos de parcelas son *Q. sapotaefolia* Liebm. y *Q. peduncularis* Née.

b. Valor de importancia de las especies arbóreas

De acuerdo al valor de importancia de Cottam (Cuadro 27), *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, es la especie dominante de grupo, seguido por *Q. sapotaefolia* Liebm., *P. oocarpa* Schiede y *Quercus peduncularis* Née.

Cuadro 27. Valor de importancia de las especies arbóreas del grupo 2 de la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis*.

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Pinus tecunumanii (Schw.) Enguliuz et Perry	29	2	6,685	28,71	10,53	50,93	90,17
Quercus sapotaefolia Liebm.	19	4	2,809	18,81	21,05	21,40	61,26
Quercus peduncularis Née	14	4	1,750	13,86	21,05	13,33	48,25
Pinus oocarpa Schiede	23	2	1,529	22,77	10,52	11,65	44,95
Ostrya virginiana var *guatemalensis* (WinXL) Macbride	7	3	0,119	6,93	15,79	0,91	23,63
Brahea salvadorensis Wendl. Ex Becari	6	2	0,173	5,94	10,53	1,32	17,78
Saurauia subalpina Donn.Smith	2	1	0,019	1,98	5,26	0,14	7,39
Inga aff *leptoloba* Schlecht	1	1	0,042	0,99	5,26	0,32	6,57
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	101	19	13,13	100	100	100	**300**

c. Valor de importancia de las especies arbustivas

En este grupo no existen especies de hábito arbustivo, solo existe regeneración natural con dimensiones arbustivas de varias especies arbóreas. El cuadro 28, indica que la especie dominante del estrato arbustivo es *P. oocarpa* Schiede. Los incendios, como en toda la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis*, son el problema principal para los arbustos y regeneración natural. Lo anterior se explica del hecho de que las parcelas 25 y 27 no tenian arbustos y de la 31 solo fue posible muestrear una sub parcela; las tres parcelas fueron afectadas por la acción de los incendios. La parcela 17 es la única que no estaba disturbada por los incedios.

Cuadro 28. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 2, la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis*

	Especie	D	F	C	Dr	Fr	Cr	V.I.
1	*Pinus oocarpa* Schiede	3	1	22,3	33,33	25	43,73	102
2	*Quercus peduncularis* Née.	4	1	8,59	44,44	25	16,85	86
3	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	1	1	19,6	11,11	25	38,44	75
4	*Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small	1	1	0,5	11,11	25	0,981	37
	D = Densidad; F = Frecuencia; C = Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	9	4	50,99	100	100	100	**300**

F. Grupo 3 Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis.*

a. Descripción

Este grupo fue muestreado por 12 parcelas, 4, 8, 14, 15,16,18, 19 ,20, 30, 29, 38 y 39 (Figura 4 A). Se encuentra en un rango altitudinal comprendido entre 970 m a 1770 m (Figura 13). Se ubica en las formaciones geológicas Jones y San Agustín **psa**. Las pendientes van de 8 % a mayores de 32 %. El área que ocupa este grupo fue intervenida en los años 70, más o menos en 1979. El bosque bosque no ha sido intervenido nuevamente, por lo aunque es secundario se ha recuperado en buena parte.

Anualmente el área es sometida a incendios y al parecer esa situación favorece a la especie *Pinus oocarpa* Schiede (34), mejorando sus posibilidades de regeneración. Este grupo es el que mejor representa a toda la comunidad. TWINSPAN no indica una especie diferencial de este grupo; aunque existen especie que parecen estar ligadas a ciertas condiciones microclimáticas y edáficas, así *Pinus maximinoii* H.E.Moore y gamuso *Ostrya virginiana* var *guatemalensis* (WinXL) Macbride muestreados cerca de quebradas y ríos, parecen estar ligados a un gradiente de humedad.

El guachipilín *Diphysa floribunda* Peyrstch., *Quercus tristis* Liebm. y *Oreopanáx* aff *peltatus* Linden. ex Regel parecen estar asociadas a lugares próximos a yacimientos de mármol.

b. Valor de importancia de las especies arbóreas

El indice de valor de importancia de Cottam (cuadro 29) indica que la especie dominante es *Pinus oocarpa* Schiede. Otras especies importantes son *Q. sapotaefolia* Liebm., *Q. peduncularis* Née y *P. maximinoii* H.E.Moore.

Cuadro 29. Valores de importancia de las especies arbóreas del grupo 3 de la Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Pinus oocarpa Schiede	162	11	17,272	49,09	26,83	61,05	136,97
Quercus sapotaefolia Liebm.	53	12	3,914	16,06	29,27	13,84	59,16
Quercus peduncularis Née	81	7	3,765	24,55	17,07	13,31	54,93
Pinus maximinoii H.E. Moore	24	4	2,897	7,27	9,76	10,24	27,27
Leucothoe mexicana (Hemsl.) Small	4	2	0,084	1,21	4,88	0,30	6,39
Diphysa floribunda Peyrstch.	1	1	0,196	0,30	2,44	0,69	3,43
Ostrya virginiana var *guatemalensis* (WinXL) Macbride	2	1	0,016	0,61	2,44	0,06	3,10
Quercus tristis Liebm.	1	1	0,102	0,30	2,44	0,36	3,10
Ilex brandegeana Loes.	1	1	0,031	0,30	2,44	0,11	2,85
Oreopanax aff. peltatus Linden. Ex Regel	1	1	0,008	0,30	2,44	0,03	2,77
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	330	41	28,29	100	100	100	**300**

c. Valor de importancia de las especies arbustivas

En el cuadro 30, se puede observar que la especie dominante es *Q. peduncularis* Née.. Las únicas especies con hábito exclusivamente arbustivo son *Calliandra* sp2 ; el suquinay *Vernonia* sp. y *Miconia mexicana* (Humb. & Bonpl.) Naudin.

Los incendios han afectado a este grupo a tal grado que las parcelas 16 y 30 no contenian especies arbustivas; otras parcelas efectadas son por incendios son: 8, 14, 18, 19, 29 y 39. Las parcelas no afectadas por incendios fueron: 4, 15, 20 y 38. A pesar de que el grupo 3, contiene 12 parcelas de muestreo, el número de arbustos es muy reducido; nuevamente es la recurrencia de incendios es la explicación más probable al fenómeno.

Cuadro 30. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 3, de la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis.*

	Especie	D	F	C	Dr	Fr	Cr	VI
1	*Quercus peduncularis* Née.	24	6	95,29	32,88	25	52,1	110
2	*Calliandra* sp2.	20	4	37,85	27,4	16,67	20,69	65
3	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	15	7	17,67	20,55	29,17	9,661	59
4	*Pinus oocarpa* Schiede	10	3	19,16	13,7	12,5	10,48	37
5	*Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari	2	2	12,38	2,74	8,333	6,769	18
6	*Vernonia* sp.	1	1	0,28	1,37	4,167	0,153	6
7	*Miconia mexicana (Humb. & Bonpl.) Naudin*	1	1	0,26	1,37	4,167	0,142	6
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr=frecuencia relativa; VI= valor de importancia	73	24	182,9	100	100	100	**300**

G. Grupo 4 Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis.*

a. Descripción

Este grupo fue muestreado por tres parcelas, 1, 3 y 9 (Figura 4 A). Se encuentra entre 1300 m y 1680 m de altitud y en las formaciones geológicas Jones y San Agustín **psa** (Figura 13). Las pendientes van desde 16% a mayores de 32%. La caraterística básica de este grupo es que está fuertemente asociado los bosques de galería. Todas las parcelas se ubicarón próximas a ríos o quebradas. Nuevamente se observan especies como *P. maximinoii* H.E.Moore, *Ostrya virginiana* var *guatemalensis* (WinXL) Macbride y *Liquidambar styraciflua* L., que se cree se asocian a gradientes de alta húmedad. Otras especies que sólo fueron colectadas cerca de ríos son *Erythrina mexicana* Krukoff y *Quercus skinneri* Benth. TWINSPAN indica que la especie diferencial que define este grupo es *L. styraciflua* L., al igual que en el grupo 2 de la comunidad *Pinus tecunumanii / leucothoe mexicana*..

b. Valor de importancia de las especies arbóreas

El indice de valor de importancia de Cottam (Cuadro 31) indica que es *P. maximinoii* H.E. Moore, seguido por *P. oocarpa* Schiede y *Q. peduncularis* Née.

El valor de importancia refleja que una especie asociada a fuentes de agua es la más dominante.

Cuadro 31. Valor de importancia de las especies arbóreas del grupo 4 de la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis.*

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Pinus maximinoii H.E.Moore	53	3	3,028	39,85	15	27,70	82,55
Pinus oocarpa Schiede	34	3	4,245	25,56	15	38,84	79,40
Quercus sapotaefolia Liebm.	16	2	1,327	12,03	10	12,14	34,17
Liquidambar styraciflua L.	6	3	0,867	4,51	15	7,93	27,44
Quercus peduncularis Née	6	3	0,419	4,51	15	3,83	23,34
Ostrya virginiana var *guatemalensis* (WinXL) Macbride	9	1	0,206	6,77	5	1,88	13,65
Inga aff. leptoloba Schlecht.	4	1	0,164	3,01	5	1,50	9 ,51
Erythrina mexicana Krukroff.	1	1	0,302	0,75	5	2,76	8,51
Quercus tristis Liebm.	2	1	0,148	1,50	5	1,35	7,86
Acer skutchii Rheder	1	1	0,189	0,75	5	1,73	7,48
Quercus skinneri Benth.	1	1	0,035	0,75	5	0,32	6,07
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	133	20	10,93	100	100	100	**300**

Cuadro 33. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 4, de la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis.*

	Especie	D	F	C	Dr	Fr	Cr	VI
1	*Ostrya virginiana* var *guatemalensis* (WinWL) Macbride	8	2	70,6	10,53	10,53	40,53	62
2	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	13	2	37,9	17,11	10,53	21,76	49
3	*Randia cooki* Standl.	16	1	17,4	21,05	5,263	9,989	36
4	*Inga sp.*	7	1	6,61	9,211	5,263	3,794	18
5	*Pinus oocarpa* Schiede	9	1	0,94	11,84	5,263	0,54	18
6	*Liquidambar styraciflua* L.	6	1	5,81	7,895	5,263	3,335	16
7	*Arbutus xalapensis* HBK	2	1	13	2,632	5,263	7,463	15
8	*Clethra johnstonii* Standl.& Steyerm.	2	2	1,58	2,632	10,53	0,907	14
9	*Vernonia sp.*	3	1	5	3,947	5,263	2,87	12
10	*Saurauia sp.*	2	1	3,93	2,632	5,263	2,256	10
11	*Inga* aff. *leptoloba* Schlecht.	1	1	5,31	1,316	5,263	3,048	10
12	*Leucothoe mexicana* (Hemsl.) Small	2	1	1,67	2,632	5,263	0,959	9
13	*Diphysa floribunda* Peyrst.	1	1	3,14	1,316	5,263	1,803	8
14	*Calliandra sp1.*	2	1	0,5	2,632	5,263	0,287	8
15	*Psidium guajaba* L.	1	1	0,79	1,316	5,263	0,454	7
16	*Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari	1	1	0,008	1,316	5,263	0,005	7
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	76	19	174,2	100	100	100	**300**

c. Valor de importancia de las especies arbustivas

Este grupo presentan gran variedad de arbustos, siendo las especies *Ostrya virginiana* var *guatemalensis* (Win XL) Macbride, *Q. sapotaefolia* Liebm y *Randia cooki* Standl., las que presentan el mayor valor de importancia (Cuadro 32).

Los incendios no han afectado a las parcelas de muestreo, ello debido a que todas se ubican cerca de fuentes de agua, temporales o intermitentes.

Las caracteristicas fisicas de los lugares de muestreo, han permitido que los incendios no sean tan severos, además varias de las especies arbsutivas de este grupo son propias de los bosques de galeria cercanos a los rios. Lo anterior puede ser la explicación de la gran diversidad de arbustos.

H. Grupo 5 Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*

a. Descripción

Este grupo fue muestreado con 3 parcelas 5, 7 y 33 (Figura 4 A). El rango altitudinal es de 1500 m a 1680 m (Figura 13). Las pendientes van desde 4% hasta 32%. La formación geológica en que se encuentra es Jones. Aunque este grupo no se encuentra directamente sobre afloramientos de mármol, es evidente que la presencia de los mismos influye en la vegetación. Algunas de las especies de este grupo parecen estar asociadas a gradientes edáficos relacionados a los afloramientos de mármol, ya que no fueron registradas fuera de las áreas de influencias de estos ambientes, ejemplo de ellas: *Quercus polymorpha* Schlecht. & Cham., *Diphysa floribunda* Peyrstch *Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari presente en un área más amplia, aunque no muy lejos de los ambientes de mármol, presenta sus mayores poblaciones en dichos lugares o en sitios próximos. Un aspecto importante que hay que resaltar es que en estos lugares *Quercus sapotaefolia* Liebm. es una especie casi totalmente ausente, al parecer las condiciones del lugar dificultan el desarrollo de la especie. Las especies de pinos también reducen su número en esta área, en especial *P. oocarpa* Schiede.

Este grupo presenta ciertas similitudes florísticas con los grupos 3 y 4, pero ello puede deberse a un pequeño efecto de borde, en el cual existen traslapes entre grupos.

TWINSPAN indica que las especies diferenciales de este grupo son *Diphysa floribunda* Peyrstch. y *Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari, como se explicó anteriormente ambas especies parecen estar asociadas a lugares de influencia de mármol.

b.Valor de Importancia de las especies arbóreas

El indice de importancia de Cottam (cuadro 33) indica que la especie dominante del grupo es *Quercus peduncularis* Née, seguida de *P. oocarpa* Schiede y *P. maximinoii* H.E.Moore. En términos generales el grupo parece estar ligado a factores edáficos, además existe una ligera dominancia de especies latifoliadas.

Cuadro 33. Valores de importancia de las especies arbóreas del grupo 5 de la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis*.

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Quercus peduncularis Née	44	3	2,801	45,36	27,27	40,53	113,16
Pinus oocarpa Schiede	20	1	2,238	20,62	9,09	32,38	62,09
Pinus maximinoii H.E.Moore	18	2	1,114	18,56	18,18	16,12	52,86
Brahea salvadorensis Wendl. Ex Becari	6	2	0,247	6,19	18,18	3,57	27,94
Diphysa floribunda Peyrstch.	4	2	0,368	4,12	18,18	5,32	27,63
Quercus polymorpha Schlecht, & Cham	5	1	0,143	5,15	9,09	2,07	16,31
D=Densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	97	11	6,91	100	100	100	**300**

b. Valor de importancia de las especies arbustivas

De acuerdo con el cuadro 34, la especie con el mayor valor de importancia es *Q. peduncularis* Née, existiendo cierta correspondencia con el indice de Cottam para especies arbóreas (cuadro 33). Nótese que tanto en el estrato arbustivo, como en el arbóreo no existe la especie *Q. sapotaefolia* Liebm., la posible explicación a ello se presentó en la descripción del grupo. El problema de los incendios, también afecta a este grupo; la parcela 5 solo presenta arbustos en tres subparcelas, la 33 solamente en una y la parcela 7 no presenta problemas.

Cuadro 34. Valores de importancia de las especies arbustivas del grupo 5, de la Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*

	Especie	D	F	C	Dr	Fr	Cr	VI
1	*Quercus peduncularis* Née.	7	2	37,25	58,33	33,33	75,4	167
2	*Vernonia sp.*	3	2	3,2	25	33,33	6,478	65
3	*Pinus maximinoii* H.E.Moore	1	1	5,81	8,333	16,67	11,76	37
4	*Clusia mássoniana* Lundell.	1	1	3,14	8,333	16,67	6,356	31
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	12	6	49,4	100	100	100	**300**

I. Grupo 6 Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*

a. Descripción

Este grupo fue muestreado con las parcelas 2 y 6 (Figura 4 A). Se encuentra entre 1500 m. y 1700 m de altitud, en la formación geológica San Lorenzo, con pendientes entre 4 a 16% (Figura 13). La formación San Lorenzo, presenta afloramientos de mármol.

TWISPAN indica que la especie diferencial que mayor peso tiene para definir esta parcela es *A. xalapensis* HBK. El programa agrupa a las parcelas 2 y 6, en una misma unidad, debido a que en ambas se registro la especie *Arbutus xalapensis* HBK.

b. Indice de Importancia de las especies arbóreas

El indice de valor de importancia de Cottam (Cuadro 35) indica que la especie dominante es *Quercus peduncularis* Née, seguida por *P. oocarpa* Schiede.

Cuadro 35. Valor de importancia de las especies arbóreas del grupo 6 de la Comunidad *Pinus oocarpa* / *Quercus peduncularis*.

ESPECIE	D	F	AB	Dr	Fr	ABr	V.I
Quercus peduncularis Née	25	1	1,763	43,86	12,50	45,79	102,15
Pinus oocarpa Schiede	18	2	1,503	31,58	25,00	39,04	95,62
Arbutus xalapensis HBK	2	2	0,068	3,51	25,00	1,77	30,28
*Brahea salvadorensis*Wendl. Ex Becari	6	1	0,204	10,53	12,50	5,30	28,33
Quercus brachystachys Benth.	4	1	0,259	7,02	12,50	6,73	26,24
Rhus vestita Loes.	2	1	0,053	3,51	12,50	1,38	17,39
D=densidad; F=Frecuencia; AB=Area basal; ABr=Area basal relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	57	8	3,85	100	100	100	**300**

Nuevamente es una especie latifoliada *Quercus peduncularis* Née la dominante en estas áreas. *Q. sapotaefolia* Liebm, también está ausente.

Las áreas con influencia de mármol y con elevaciones menores a 1000 m de altitud, son las únicas en donde *Q. sapotaefolia* Liebm no se desarrolla, en la microcuenca.

c.Valor de importancia de las especies arbustivas

De acuerdo al cuadro 36, la especie con el mayor valor de importancia es *Myrica cerifera* L.; aunque la especie solo refleja las condiciones propias de la parcela 2.

Las especies que si reflejan las condiciones de ambas parcelas son *Q. peduncularis* Née y *Arbutus xalapensis* HBK. Una especie propia de la parcela 6, es *Rhus vestita* Loes.

Los incendios no son problema en este grupo y en las parcelas 2 y 6, se pudieron muestrear todas las subparcelas.

Cuadro 36. Valor de importancia de las especies arbustivas del grupo 6, de la Comunidad *Pinus oocarpa / Quercus peduncularis*.

	Especie	D	F	C	Dr	Fr	Cr	VI
1	*Myrica cerifera* L.	59	1	34,9	55,66	12,5	48,3	116
2	*Quercus peduncularis* Née.	8	2	17,13	7,547	25	23,71	56
3	*Senecio sp.*	14	1	6,37	13,21	12,5	8,817	35
4	*Vernonia sp.*	13	1	5,5	12,26	12,5	7,612	32
5	*Pinus oocarpa* Schiede	6	1	5,66	5,66	12,5	7,834	26
6	*Arbutus xalapensis* HBK.	5	1	1,6	4,717	12,5	2,215	19
7	*Rhus vestita* Loes.	1	1	1,09	0,943	12,5	1,509	15
	D=Densidad; F=Frecuencia; C=Cobertura; Cr=cobertura relativa; Dr= densidad relativa; Fr= frecuencia relativa; VI= valor de importancia	106	8	72,25	100	100	100	**300**

7.6. Ordenación

La microcuenca del río Colorado es un sistema natural complejo, debido en gran medida a su pasado geológico, fisiografía e historia natural.

La microcuenca se ubica en la Sierra de las Minas y por ello pertenece al núcleo geológico más antiguo de Centroamérica, formado por rocas sedimentarias y metamórficas del periódo Pensylvaniano de la era Paleozóica (aprox. 300 millones de años).

La Sierra de las Minas es producto de la dinámica de un antiguo proceso de plegamiento iniciado hace más de 280 millones de años; además se ubica entre dos importantes fallas geológicas, la del Motagua y la del río Polochic (10).

La falla del valle del Motagua ha influido sobre la fisiografía de la microcuenca, generando fallas paralelas a ella; este fallamiento ha generado estrechos y profundos cañones en donde los afluentes del río Colorado se desplazan.

La complejidad hace difícil la interpretación a priori de los factores que influyen en la distribución de la vegetación.

Con los datos de las 41 parcelas de muestreo, DECORANA presentó por separado resultados para la vegetación y parcelas; en ambos casos se presentan cuatro ejes (Cuadros 37 y 38).

El primer eje es el de mayor Eigenvalor o sea el de menor varianza; a partir de este la varianza aumenta dificultandose la interpretación de los ejes (20); por esa razón solo los ejes 1 y 2 se analizaron.

Cuadro 37. Valores de los eje de ordenación,para especies de la microcuenca del río Colorado.

	Eje 1	EIG= .889		Eje 2	EIG= .531		Eje 3	EIG= .235		Eje 4	EIG= .169
No	Codigo de Especie	Valor	No	Codigo de Especie	Valor	No	Codigo de Especie	Valor	No	Codigo de Especie	Valor
41	PHYC PHYC	718	6	QUBA QUBA	347	15	QUSK QUSK	434	9	QUTR QUTR	379
42	HEME HEME	718	24	SASU SASU	340	16	ERYM ERYM	434	23	ORPE ORPE	306
38	QUAA QUAA	684	2	PIOO PIOO	296	14	INLE INLE	403	18	LEME LEME	284
29	OROL OROL	503	8	ACSK ACSK	276	10	OSVI OSVI	398	8	ACSK ACSK	279
39	MAOP MAOP	474	22	ILBA ILBA	251	24	SASU SASU	354	22	ILBA ILBA	236
34	CLEY CLEY	464	7	ARXA ARXA	204	4	LIQI LIQI	349	27	QUPO QUPO	223
36	PHAC PHAC	451	13	DIFO DIFO	197	26	CLEJ CLEJ	328	12	RUSV RUSV	221
37	ENGU ENGU	434	3	QUSA QUSA	189	9	QUTR QUTR	300	7	ARXA ARXA	215
40	MIIL MIIL	434	9	QUTR QUTR	170	1	PIMA PIMA	277	31	QUCO QUCO	210
28	DYGA DYGA	430	12	RUSV RUSV	169	3	QUSA QUSA	207	32	PIAY PIAY	210
30	PODO PODO	428	5	QUPE QUPE	160	37	ENGU ENGU	205	33	CLUM CLUM	210
31	QUCO QUCO	424	11	BASA BASA	160	40	MIIL MIIL	205	35	WEIN WEIN	210
32	PIAY PIAY	424	37	ENGU ENGU	142	12	RUSV RUSV	195	19	MYCA MYCA	207
33	CLUM CLUM	424	40	MIIL MIIL	142	39	MAOP MAOP	191	36	PHAC PHAC	203
35	WEIN WEIN	424	39	MAOP MAOP	139	2	PIOO PIOO	179	34	CLEY CLEY	198
3	QUSA QUSA	282	28	DYGA DYGA	134	7	ARXA ARXA	179	29	OROL OROL	155
24	SASU SASU	191	38	QUAA QUAA	133	28	DYGA DYGA	166	30	PODO PODO	140
18	LEME LEME	156	41	PHYC PHYC	132	38	QUAA QUAA	160	6	QUBA QUBA	131
25	CODI CODI	145	42	HEME HEME	132	41	PHYC PHYC	155	1	PIMA PIMA	127
20	CLEM CLEM	143	30	PODO PODO	131	42	HEME HEME	155	5	QUPE QUPE	127
21	SYMA SYMA	142	29	OROL OROL	130	30	PODO PODO	150	41	PHYC PHYC	122
17	PITE PITE	141	34	CLEY CLEY	128	29	OROL OROL	146	42	HEME HEME	122
9	QUTR QUTR	132	36	PHAC PHAC	127	11	BASA BASA	144	3	QUSA QUSA	108
19	MYCA MYCA	128	31	QUCO QUCO	126	18	LEME LEME	133	43	SARE SARE	107
26	CLEJ CLEJ	119	32	PIAY PIAY	126	34	CLEY CLEY	130	38	QUAA QUAA	106
6	QUBA QUBA	105	33	CLUM CLUM	126	36	PHAC PHAC	127	28	DYGA DYGA	84
4	LIQI LIQI	92	35	WEIN WEIN	126	31	QUCO QUCO	123	17	PITE PITE	49
2	PIOO PIOO	80	27	QUPO QUPO	118	32	PIAY PIAY	123	2	PIOO PIOO	48
10	OSVI OSVI	80	43	SARE SARE	101	33	CLUM CLUM	123	39	MAOP MAOP	7
8	ACSK ACSK	69	10	OSVI OSVI	99	35	WEIN WEIN	123	21	SYMA SYMA	-9
1	PIMA PIMA	67	18	LEME LEME	98	6	QUBA QUBA	116	20	CLEM CLEM	-10
22	ILBA ILBA	42	4	LIQI LIQI	84	13	DIFO DIFO	103	25	CODI CODI	-12
14	INLE INLE	38	25	CODI CODI	81	25	CODI CODI	100	26	CLEJ CLEJ	-13
23	ORPE ORPE	23	20	CLEM CLEM	80	8	ACSK ACSK	95	37	ENGU ENGU	-27
5	QUPE QUPE	16	21	SYMA SYMA	79	20	CLEM CLEM	95	40	MIIL MIIL	-27
11	BASA BASA	16	17	PITE PITE	55	21	SYMA SYMA	93	4	LIQI LIQI	-80
15	QUSK QUSK	5	14	INLE INLE	39	17	PITE PITE	62	15	QUSK QUSK	-135
16	ERYM ERYM	5	26	CLEJ CLEJ	28	19	MYCA MYCA	52	16	ERYM ERYM	-135
13	DIFO DIFO	0	19	MYCA MYCA	-26	5	QUPE QUPE	33	14	INLE INLE	-136
7	ARXA ARXA	-27	1	PIMA PIMA	-27	27	QUPO QUPO	15	13	DIFO DIFO	-155
12	RUSV RUSV	-39	15	QUSK QUSK -	182	23	ORPE ORPE	-59	11	BASA BASA	-185
27	QUPO QUPO	-60	16	ERYM ERYM -	182	22	ILBA ILBA	-99	10	OSVI OSVI	-268
43	SARE SARE	-66	23	ORPE ORPE -	218	43	SARE SARE -	136	24	SASU SASU	-573
	EIG= Eigen valor del eje.										

Cuadro 38. Valor de los ejes de ordenación para de las parcelas de la microcuenca del río Colorado

	Eje 1	EIG= .889		Eje 2	EIG= .531		Eje 3	EIG= .235		Eje 4	EIG= .169
No	Especie	Valor	No	Especie	Valor	No	Especie	Valor	No	Especie	Valor
37	AALA	671	2	AAAB	304	9	AAAI	295	11	AAAK	187
35	AAJA	389	19	AAAS	280	1	AAAA	233	35	AAJA	153
36	AAKA	385	18	AAAR	276	16	AAAP	219	15	AAAO	145
25	AAAY	220	31	AAFA	264	38	AAMA	211	41	AAPA	123
10	AAAJ	219	40	AAOA	257	11	AAAK	209	37	AALA	111
39	AANA	189	20	AAAT	256	3	AAAC	198	38	AAMA	108
27	AABA	188	32	AAGA	255	17	AAAQ	197	30	AAEA	103
17	AAAQ	185	8	AAAH	243	15	AAAO	194	34	AAIA	99
24	AAAX	174	14	AAAN	243	39	AANA	194	16	AAAP	94
28	AACA	173	3	AAAC	240	40	AAOA	189	6	AAAF	93
11	AAAK	170	39	AANA	238	36	AAKA	188	10	AAAJ	90
21	AAAU	161	17	AAAQ	220	8	AAAH	187	25	AAAY	89
13	AAAM	160	5	AAAE	203	31	AAFA	187	36	AAKA	87
40	AAOA	153	4	AAAD	202	5	AAAE	185	1	AAAA	86
26	AAAZ	143	30	AAEA	201	32	AAGA	184	4	AAAD	84
31	AAFA	140	6	AAAF	181	18	AAAR	178	14	AAAN	81
29	AADA	135	34	AAIA	160	4	AAAD	174	39	AANA	81
33	AAHA	134	36	AAKA	160	19	AAAS	169	3	AAAC	78
22	AAAV	130	41	AAPA	148	2	AAAB	168	23	AAAW	78
23	AAAW	123	35	AAJA	146	29	AADA	159	28	AACA	76
12	AAAL	122	7	AAAG	138	37	AALA	158	20	AAAT	74
1	AAAA	115	10	AAAJ	136	35	AAJA	157	33	AAHA	70
8	AAAH	106	37	AALA	133	20	AAAT	147	40	AAOA	70
4	AAAD	103	25	AAAY	132	10	AAAJ	146	12	AAAL	69
18	AAAR	102	16	AAAP	125	25	AAAY	146	27	AABA	69
32	AAGA	101	11	AAAK	118	14	AAAN	131	31	AAFA	66
3	AAAC	98	28	AACA	118	23	AAAW	120	2	AAAB	65
38	AAMA	90	1	AAAA	110	27	AABA	120	5	AAAE	64
19	AAAS	85	27	AABA	102	33	AAHA	118	24	AAAX	64
2	AAAB	83	24	AAAX	86	12	AAAL	115	18	AAAR	62
16	AAAP	77	21	AAAU	75	28	AACA	113	7	AAAG	61
20	AAAT	77	13	AAAM	74	22	AAAV	106	13	AAAM	61
14	AAAN	76	26	AAAZ	64	24	AAAX	99	21	AAAU	61
5	AAAE	67	29	AADA	59	7	AAAG	87	17	AAAQ	60
15	AAAO	65	15	AAAO	57	21	AAAU	85	19	AAAS	57
9	AAAI	59	22	AAAV	49	30	AAEA	85	29	AADA	55
30	AAEA	50	23	AAAW	49	13	AAAM	83	26	AAAZ	54
6	AAAF	23	9	AAAI	48	6	AAAF	70	8	AAAH	52
7	AAAG	21	33	AAHA	46	26	AAAZ	67	22	AAAV	46
34	AAIA	5	12	AAAL	34	34	AAIA	41	32	AAGA	33
41	AAPA	0	38	AAMA	0	41	AAPA	0	9	AAAI	0
	EIG= Eigen valor del eje.										

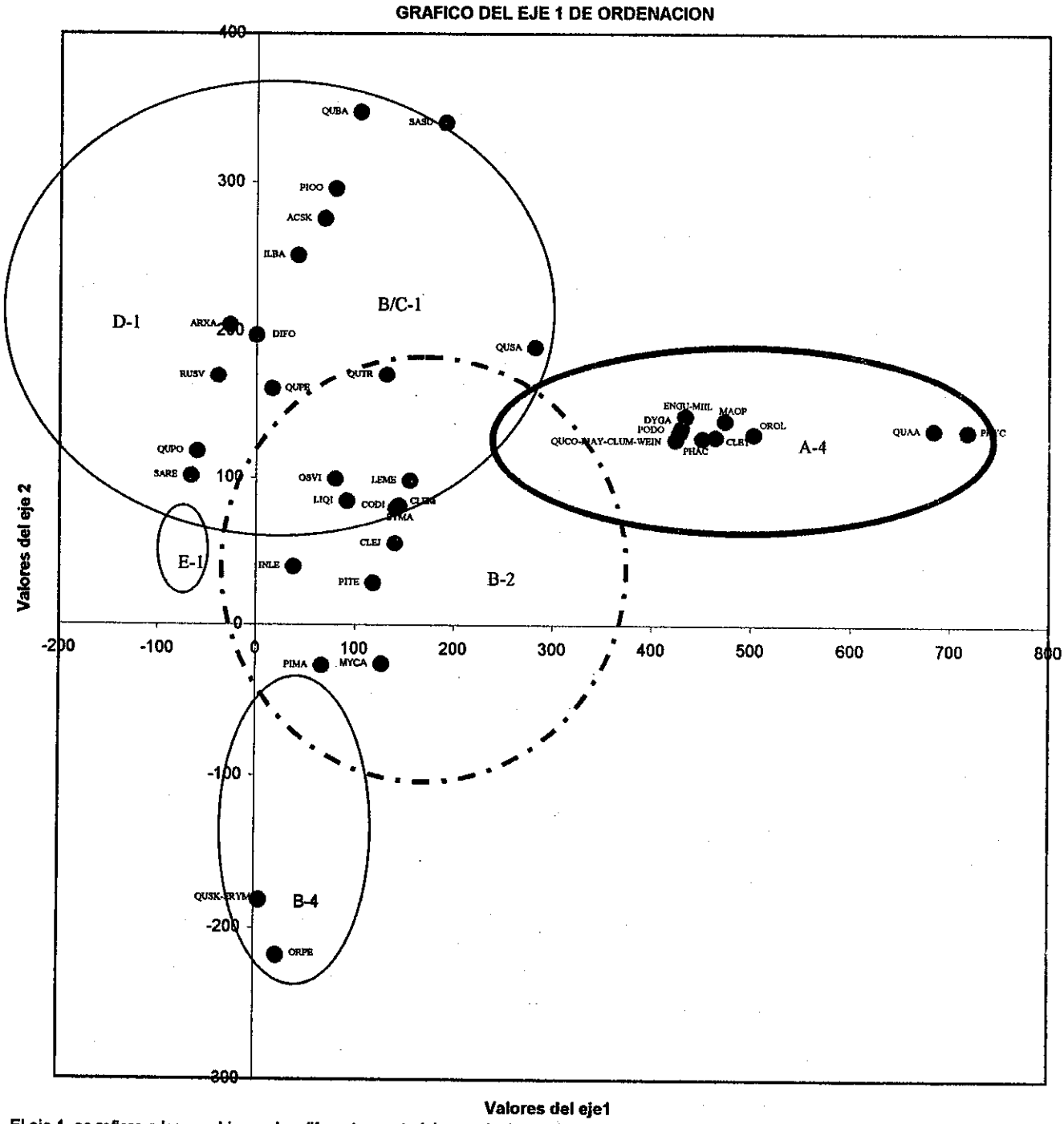
7.6.1 Análisis de ordenación de las especies vegetales.

En el eje 1 de ordenación (figura 25) se agrupan con los mayores eigenvalores las especies que se desarrollan sobre el material geológico rocas paleozóicas; a un nivel intermedio se ubican las especies que se desarrollan sobre material geológico de la formación San Agustín psa, cerca del origen se ubican las especies que se desarrollan sobre las formaciones Jones y con eingenvalores negativos se agrupan las especies ubicadas en la formación San Lorenzo, con excepción del Sare *Acacia pennatula* Schlecht y Cham., la cual se desarrolla en la formación San Agustín psam.

Los datos indican que el primer eje representa la tendencia de las especies a agruparse en diferentes materiales geológicos. En el cuadro 39, se muestran las especies y las formaciones geológicas en las cuales se encuentran.

Todos los materiales de geológicos presentes en el área de estudio, pertenecen a la serie Chuacús, que es el grupo de rocas metasedimentarias con más metamorfismo del área Mesoamericana (10).

El eje 2 es más dificil de interpretar; pero si se observa detenidamente la tendencia de los datos en la gráfica de la figura 25, DECORANA asignó los eingenvalores más altos a las especies del área sur en donde se encuentra la comunidad *Pinus oocarpa/ Quercus peduncularis* (extremo superior) y los menores eingenvalores los tienen a las especies de el área norte en la comunidad *Pinus tecunumanii/ Leucothoe mexicana* (extremo inferior). Más o menos al mismo nivel del grupo presente en la comunidad *Pinus tecunumanii/ Leucothoe mexicana*, se agrupan las especies del bosque latifoliado o nuboso; este grupo de plantas parece estar influenciado unicamente por el eje 1, probablemente porque el bosque nuboso es radicalmente diferente a las comunidades de pino, provocando que el programa no lo diferencíe claramente en el eje 2. El el extremo negativo del eje se agrupan varias especies colectadas en rios o corrientes intermitentes (quebradas).



El eje 1, se refiere a los cambios en los diferentes materiales geologicos: A) Rocas paleozóicas; B) Formación San Agustín psa; C) Formación Jones; D) Formación San Lorenzo y E) Formación San Agustin psam. El eje 2, refleja la preferencia de las especies a diferentes condiciones climaticas: 1) Zona Sur, región seca; 2) Zona central, de la microcuenca, condiciones húmedas 3) zona norte, condiciones nubosas; 4) Zona de Bosques de galeria.
La clave de los nombres de las especies se encuentra en el cuadro 41.

Figura 25. Gráfica de ordenación de las especies de la microcuenca del río Colorado.

Cuadro 39. Preferencia a las formaciones geológicas de las especies arbóreas presentes en la microcuenca.

	Especie	Codigo	
1	*Acer skutchii* Rheder	ACSK	San Agustín psa
2	*Rhus vestita* Loes.	RUSV	San Lorenzo
3	*Ilex brandegeana* Loes.	ILBA	San Agustín psa
4	*Oreopanaxaff. peltatus* Linden ex Regel	ORPE	San Agustín psa
5	*Brahea salvadorensis* Wendl. Ex Becari	BASA	Jones / San Lorenzo/ San Agustín psa
6	*Ostrya virginiana* var *guatemalensis* (Win XL.)Macbride	OSVI	San Agustín psa
7	*Clethra jhonstonii* Standl.& Steyerm.	CLEJ	San Agustín psa/ Jones
8	*Clethra mexicana* A.D.C.	CLEM	San Agustín psa
9	*Cornus disciflora* D.C.	CODI	San Agustín psa
10	*Leucothoe mexicana* (Hemsl.)Small	LEME	San Agustín psa
11	*Arbutus xalapensis*HBK.	ARXA	San Lorenzo / Jones
12	*Diphisa floribunda* Peyrstsch.	DIFO	Jones
13	*Erythrina mexicana* Krukoff.	ERYM	San Agustín psa
14	*Quercus tristis* Liebm.	QUTR	San Agustín psa
15	*Quercus sapotaefolia* Liebm.	QUSA	San Agustín psa / Rocas paleozóicas
16	*Quercus brachystachys* Benth.	QUBA	San Agustín psa/Jones
17	*Quercus skinneri* Benth.	QUSK	San Agustín psa
18	*Quercus polymorpha* Schlecht. & Cham.	QUPO	Jones
19	*Quercus peduncularis Née*	QUPE	San Agustín Psa/Jones/ San Ag.Psam
20	*Liquidambar styraciflua* L.	LIQI	San Agustín psa
21	*Acacia pennatula* Schlectht. & Cham.	SARE	San Agustín psam
22	*Inga aff. leptoloba* Schlecht.	INLE	San Agustín psa
23	*Myrica cerifera* L.	MYCA	San Agustín psa
24	*Pinus tecunumanii* (Schw.)Enguiluz et. Perry	PITE	San Agustín psa
25	*Pinus maximinoii* H.E.Moore	PIMA	San Agustín psa
26	*Pinus oocarpa* Schiede.	PIOO	San Agustín psa /Jones/ San Lorenzo
27	*Saurauia subalpina* Donn. Smith.	SASU	San Agustín psa
28	*Symplocos matudae* Lundell.	SYMA	San Agustín psa/Rocas peleozóicas
29	*Oreopanax oliganthus* A.C. Smith	ORPE	Rocas paleozóicas
30	*Microtropis ilicina* Standl. & Steyerm.	MIIL	Rocas paleozóicas
31	*Hedyosmun mexicana* Cordemoy	HEME	Rocas paleozóicas
32	*Clusia mássoniana* Lundell	CLUM	Rocas paleozóicas
33	*Weinmannia tuerkheimii* Engler	WEIN	Rocas paleozóicas
34	*Quercus aaata* Muller	QUAA	Rocas paleozóicas
35	*Quercus conspersa* Benth.	QUCO	Rocas paleozóicas/ San Agustín psa
36	*Phyllonoma cacuminis* Standl.& Steyerm.	PHYC	Rocas paleozóicas/ San Agustín psa
37	*Engelhardtia guatemalensis* Standl.	ENGU	Rocas paleozóicas
38	*Phoebe acuminatissima* Lundell.	PHAC	Rocas paleozóicas
39	*Pinus ayacahuite* Ehnren.	PIAY	Rocas paleozóicas
40	*Podocarpus oleifolius D.Don in Lambert*	PODO	Rocas paleozóicas
41	*Cleyera theaeoides* (SW) Choisy	CLEY	Rocas paleozóicas
42	*Drymis granadensis* L.	DIGA	Rocas paleozóicas

El eje 2 parece reflejar cambios en el hábitat que se cree estan asociados a un cambio en el gradiente de humedad, influenciado por cambios en altitud y al fenómeno denominado sombra de lluvia, generado por Las Sierra de las Minas; en donde el maciso montañoso capta la mayor cantidad de humedad en las partes más altas y en su ladera Norte (barlovento), provocando la pérdida de humedad en la ladera Sur (sotavento) (12). En base a lo anterior y a observaciones de campo, el lado Sur es más seco mientras que las zonas Central y Norte son más húmedas. Al combinar los ejes 1 y 2 se obtuvieron seis grupos que sintetizan las prefencias de hábitat, deducidas a partir de los datos de la vegetación arbórea de la microcuenca.

El primer grupo representa la vegetación del bosque latifoliado, simbolizado con los codigos A-4, que significan, que las especies de este grupo se ubica al Norte y tiene prefencia por los lugares con alta presencia de nubosidad, en áreas en donde los materiales geológicos se originan de rocas posiblemente paleozóicas. El segundo grupo Simbolizado como B-2, agrupa a aquellas especies con preferencia a las áreas donde se presenta la formación San Agustín psa, y en un clima más húmedo propio de la zona Central de la microcuenca. La zona Central concluye al Sur, en el cañon central de la microcuena. En dicho cañon posee una trayectoria Oeste- Este. La forma y desplazamiento de este cañon, es probable que tenga impliciones directas en el movimientos de los veintos (Figura 5 A), lo que provoca una separación, entre los grupos de la zona Central y Sur.

La zona Sur se ha dividido en tres subgrupos, el primero simbolizado como B/C-1, se caracteriza por contener especies adaptadas a un clima más seco; además se desarrolla en áreas en donde prevalecen materiales de las formaciones geológicas San Agustín y Jones. El segundo subgrupo, contiene especies adaptadas a áreas donde existen afloraminetos de mármol, de la formación San Lorenzo; otro subgrupo representado por una única especie, *Acacia pennatula* Schlecht. & Cham., adaptada a las condiciones más secas de la microcuenca y en la formación geológica San Agustín psam, se ubica en una zona próxima al Bosque Seco Sub-tropical, zona de vida propia del valle del río Motagua.

El grupo B-4, contiene especies, presentes en los bosques de galería, cerca ríos o afluentes; en presencia de materiales geológicos de la formación San Agustín psa.

7.6.2 Análisis de ordenación de parcelas

Para comprender la ordenación de parcelas hay que analizar los datos de la grafica de ordenación para parcelas (Figura 26). En el eje 1 los eingenvalores mayores los tienen las parcelas presentes en la formación de rocas paleozóicas; al centro de la escala se ubican las parcelas de la formación San Agustín psa. En el extremo izquierdo de la gráfica, a medida que los valores se aproximan al orígen, las parcelas presentes se ubican en las formaciones Jones y San Lorenzo; por último al llegar al orígen se ubica la parcela 40, la cual se encuentra en la formación San Agustín psam. En el análisis de ordenación de parcelas es más fácil entender la tendencia de los datos en el eje 1, quedando claro que este representa la influencia de la geología sobre la distribución vegetal. En el cuadro 40, se pueden observar los datos de las parcelas de muestreo.

Las formaciones geológicas presentan tipos de suelo característicos, pero debido a la naturaleza del estudio no fue posible establecer vínculos directos, entre los estos y la vegetación.

De manera hipotética se puede establecer vínculos entre algunas características del suelo y la vegetación. El estudio de suelos de las diversas formaciones geológicas indican que estos se dividen en cuatro grupos: 1) suelos de las formaciones geológicas San Agustín psa y San Agustín psam; 2) suelos en rocas paleozoicas; 3) suelos en la formación Jones y San Lorenzo y 3) suelos en afloramientos rocosos de la formación San Lorenzo.

I. Suelos que se ubican en las formaciones geológicas San Agustín psa y San Agustín psam

El muestreo se hizo con las calicatas 1, 2, 5, 6 y 13 (Figura 6 A.), los resultados de los analisis físicos y químicos, se encuentran en los cuadros 3 A, 4 A, 5 A, 6 A, 11 A, 12 A, 13 A, 14 A, 27A y 28A.

adecuada, de acuerdo a su C.I.C., con una saturación de bases baja y una cantidad baja de cationes Calcio y Potasio, con excepción del Magnesio, el cual aumenta con la profundidad. El pH es ácido. La fracción disponible fosforo, Calcio, Manganeso, Cobre y hierro, con excepción del Magnesio, el cual se ecuentra en cantidades altas. La materia orgánica es alta en los primeros 4 cm, debido a la presencia de materiales de orgánicos producidos por el bosque. La vegetación presente en estos suelos es típica de la comunidad *Pinus oocarpa/ Quercus peduncularis*, aunque existe una mayor proporción de especies de *Quercus* comparado con otras áreas de la misma comunidad. Algo importante de hacer notar es que estos suelos son más arcillosos que los formados en la formación San Agustín, además de una mayor concentración de Magnesio.

IV. Suelos de los afloramientos rocosos de mármol, de la formación San Lorenzo.

Muestredos con la calicata 9 (Cuadros 10 A y 11 A) son poco profundos, pesados, con textura arcillosa a franco arcillosa. Presenta la mayor actividad química de todos los suelos, el pH, es ligeramente ácido a neutro, posee cantidades bajas de cationes de Magnesio y Potasio. La fracción disponible de fosforo, Cobre, Zinc y hierro, es baja; no así de Calcio, el cual es muy alto.

En las áreas de afloramiento de mármol la vegetación es diferente existiendo especies que no se encuentran en otras áreas como *Rhus vestita* Loes., *Agave oppascidens* Trelease, *Juniperus comitana* Martínez y *Agave seemanniana* Jacobi. A pesar de estar clasificada dentro de la comunidad *Pinus oocarpa/ Quercus peduncularis*, dominan especies latifoliadas principalmente *Quercus peduncularis* Née, existiendo notable ausencia de pinos. Es probable que los suelos tengan influencia sobre la vegetación de la cuenca, esto se refleja en la clasificación y ordenación de la vegetación en donde el principal factor de distribución se asocia a las formaciones geológicas de la microcuenca e indirectamente a los suelos desarrollados en ellas. La hipótesis debe ser evaluada en próximos estudios; planteando metodologías que permitan evaluar la relación suelo-vegetación. El eje 2 refleja una marcada diferencia entre dos sistemas; uno relativamente más seco y otro más húmedo. Si se comparan los datos de la gráfica en la figura 26 con los de la clasificación se observa, que las parcelas con mayores eingenvalores se ubican en el

Son suelos poco profundos, presentan texturas, francas, franco-arenosas, franco-arcillo-arenosas. De acuerdo con sus CIC, tienen una actividad química y saturación de bases bajas, con cantidades bajas de cationes intercambiables: Calcio y Potasio lo cual tiene relación con un pH fuertemente ácido. La fracción disponible fosfor, Manganeso, Zinc y Cobre, se encuentran bajos, no así, para el hierro que se encuentra alto y Magnesio que se encuentra adecuado. La materia orgánica es baja, no así en los primeros 6 centímetros de profundidad; la explicación a ello es que es en estos puntos es en donde se depositan los materiales orgánicos, que el bosque genera. . En estos suelos es en donde la ubican los bosques con dominancia de especies del género *Pinus* de las comunidades *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana* y *Pinus oocarpa/ Quercus peduncularis*. Las características suelos que pueden tener influencia en la vegetación son un pH fuertemente ácido, una textura franco-arenosa y bajas concentraciones de Calcio.

II. Suelos en rocas paleozóicas.

Estos suelos se muestrearon con las calicatas 11 y 12 y son fisica y quimicamente iguales a los suelos de las formaciones San Agustín (Cuadros 23 A, 24 A, 25 A, 26 A); la gran diferencia se encuentra en la profundidad a la que se encuentra la materia orgánica la cual puede llegar 86 cm de profundidad, esta característica puede influir sobre la vegetación la cual es típica del bosque latifoliado.

III. Suelos de la Formación Jones

Estos suelos se muestrearon en las calicatas 3, 4, 7, 8 y 10. Los resultados se encuentran en los cuadros 7 A, 8 A, 9 A, 10 A, 15 A, 16 A, 17 A, 18 A, 21 A y 22 A.

Son suelos poco profundos, con textura : Franca a franco-arcillosa. Con una actividad química baja a excpeción de las calicatas 4 y 3 , que presentan actividad química adecuada a partir de 19 cm, y 79 cm de profundidad, respectivamente. Posee una actividad química

extremo superior del eje 2, todas pertenecen a la comunidad *Pinus oocarpa /Quercus peduncularis*, mientras que las que se ubican en el extremo inferior, pertenecen a las de la comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana*. Ambos grupos se separan entre si, en el punto en donde las parcelas, ubicadas en las formaciones Jones y San Lorenzo se presentan.

Las parcelas del bosque nuboso, dificultan el análisis ya que al parecer no presentan un patrón congruente con los valores del eje 2. Las parcelas 34, 35 y 36, se ubican al mismo nivel, que las parcelas de la comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana;* es probable que la incongruencia se deba a las marcadas diferencias existentes entre la vegetación del bosque nuboso y la del bosque de pinos; por lo tanto no es posible analizar el bosque nuboso a la luz de los datos del eje 2.

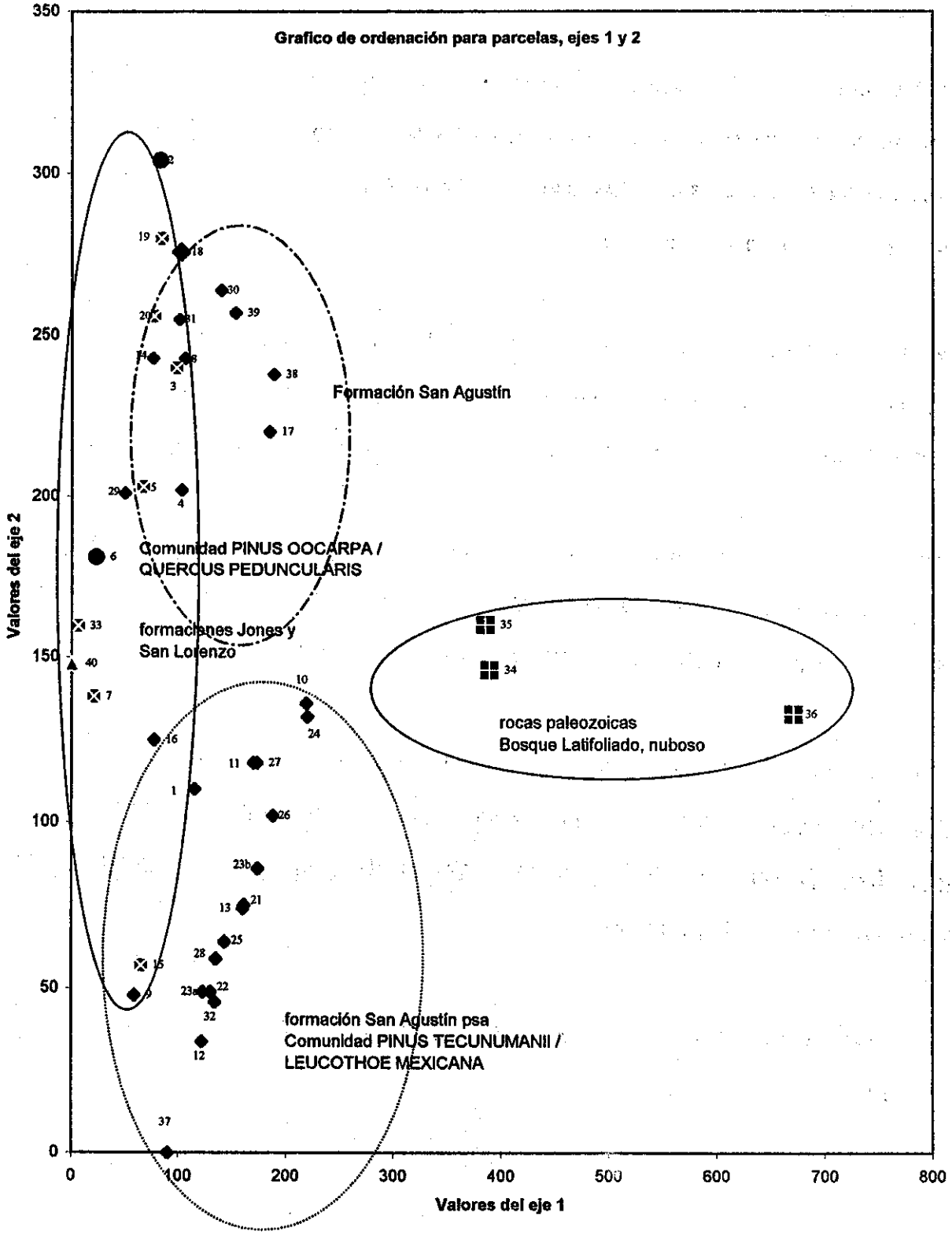
Aunque no fue posible contar con datos climáticos que corroboren el análisis, los resultados de los análisis florísticos, clasificación y ordenación, indican que existe una marcada diferencia entre los bosques de pino ubicados al Sur y los que se ubican al Centro de la microcuenca.

En base a las especies indicadoras para la zonas de vida, presentes en el estudio de zonas de vida, para Guatemala (6), la comunidad *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis*, se encuentra estrechamente relacionada con la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (templado) y la comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana*, a la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (frío). Ambas comunidades presentan diferentes asociaciones. La comunidad bosque latifoliado o nuboso, se encuentra relacionada con una zona de vida muy diferente a las anteriormente descritas, se trata de la zona de vida Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical. Así el eje 2 refleja diferencias en condiciones de hábitat o climáticas .

En Conclusión los factores que más fuertemente influyen en la distribución de los grandes grupos de vegetación en la microcuenca son la geología y las diferencias en las condiciones del hábitat (clima).

Cuadro 40. Datos de las parcelas de muestreo, ubicadas en la microcuenca del río Colorado.

No. Parcela	CODIGO	PENDIENTE	EXPOSICION	GEOLOGIA	ALTITUD
36	AALA	45	Noreste	Rocas peleozoicas	1990
34	AAJA	28	Sureste	Rocas peleozoicas	2020
35	AAKA	20	Noroeste	Rocas peleozoicas	2200
24	AAAY	35	Oeste	San Agustin psa	1680
10	AAAJ	16	Oeste	San Agustin psa	1990
38	AANA	45	Suroeste	San Agustin psa	1050
26	AABA	25	Sureste	San Agustin psa	1650
17	AAAQ	20	Sureste	San Agustin psa	1350
23b	AAAX	30	Oeste	San Agustin psa	1850
27	AACA	30	Suroeste	San Agustin psa	1510
11	AAAK	55	Noreste	San Agustin psa	1900
21	AAAU	30	Este	San Agustin psa	1870
13	AAAM	40	Sureste	San Agustin psa	1850
39	AAOA	35	Sureste	San Agustin psa	970
25	AAAZ	40	Suroeste	San Agustin psa	1680
30	AAFA	24	Oeste	San Agustin psa	1310
28	AADA	40	Sureste	San Agustin psa	1510
32	AAHA	50	Suroeste	San Agustin psa	1770
22	AAAV	40	Noreste	San Agustin psa	1780
23a	AAAW	50	Sureste	San Agustin psa	1780
12	AAAL	15	Sureste	San Agustin psa	2040
1	AAAA	16	Noreste	San Agustin psa	1500
8	AAAH	30	Noreste	San Agustin psa	1650
4	AAAD	28	Sur	San Agustin psa	1770
18	AAAR	20	Sureste	San Agustin psa	1600
31	AAGA	45	Oeste	San Agustin psa	1370
3	AAAC	42	Norte	Jones	1680
37	AAMA	20	Oeste	San Agustin psa	1890
19	AAAS	20	Suroeste	Jones	1700
2	AAAB	15	Norte	San Lorenzo	1700
20	AAAT	35	Suroeste	Jones	1570
16	AAAP	55	Sureste	San Agustin psa	1570
14	AAAN	35	Sureste	San Agustin psa	1570
5	AAAE	35	Sur	Jones	1680
15	AAAO	70	Noreste	Jones	1540
9	AAAI	60	Suroeste	San Agustin psa	1300
29	AAEA	40	Oeste	San Agustin psa	1180
6	AAAF	48	Noreste	San Lorenzo	1770
7	AAAG	45	Sureste	Jones	1700
33	AAIA	40	Oeste	Jones	1500
40	AAPA	20	Sureste	San Agustin psam	915



Las parcelas ubicadas en la formación San Agustín psa se representan con rombos; las parcelas de la formación Jones, se representan con cuadrados con una equis en el centro, las de la formación San Lorenzo con circulos, en forma de cuadrados con una cruz las que están presentes en rocas posiblemente paleozoicas y las de la formación San Agustin psam tienen forma de triangulos. Los circulos representan a los diferentes grupos de vegetación en la microcuenca.

Figura 27. Gráfico de ordenacion de parcelas, ejes 1 y 2

8 Conclusiones

8.1 Se determinaron 120 especies vegetales, pertenecientes a 50 familias. Las familias más importantes en general y en orden descendente, de acuerdo al número de especies, son: Polypodiaceae, Fagaceae, Ericaceae, Mimosaceae, Araliaceae, Pinaceae, Piperaceae, Fabaceae, Lauraceae y Rosaceae.

8.2 Las familias más importantes del estrato arbóreo son: Fagaceae, Pinaceae, Araliaceae, Mimosaceae, Lauraceae, Saurauiaceae, Fabaceae, Ericaceae, Clusiaceae y Clethraceae. Los géneros más importantes por ser dominantes en el bosque son: *Quercus* y *Pinus.*

8.3 Las familias más importantes, de acuerdo al número de especies en el estrato arbustivo, son en orden descendente: Ericaceae, Asteraceae, Cyatheaceae, Melastomaceae, Mimosaceae, Myrtaceae, Piperaceae, Rosaceae, Rubiaceae y Smilacaceae.

8.4 Las especies de interés de acuerdo a que sus poblaciones se encuentran amenazadas, son: *Junniperus comitana* Martínez, *Agave seemanniana* Jacobi, *Acer skutchii* Rheder, *Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari, *Quercus skinneri* Benth., *Quercus polymorpha* Schlecht y Cham, *Diphysa floribunda* Peyrst.

8.5 Las especies endémicas son: *Acer skutchii* Rheder y *Phyllonoma cacuminis* Standl. y Steyerm.

8.6 La clasificación indica que la vegetación de la microcuenca se divide en dos grandes grupos o macrocomunidades: 1) macrocomunidad bosque latifoliado o nuboso y 2) macrocomunidad bosque de pinos. La macrocomunidad de pinos se divide en comunidades: a) *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana* y b) *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis*. La comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana*, se divide en 5 grupos y la comunidad de *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis*, en 6. Los grupos estan influenciados por acciones humanas y de diferentes condiciones climáticas y edáficas, como cercanía a fuentes de agua y ubicación en diferentes formaciones geológicas.

8.7 En la comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana*, dominan las especies *Pinus tecunumanii* (Schw.) Enguiluz et Perry, *Leucothoe mexicana* (Hemls)Small, *Quercus sapotaefolia* Liebm y *Liquidambar styraciflua* L y en la comunidad *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis* son: *Pinus oocarpa* Schiede y *Quercus Peduncularis* Née.

8.8 La regeneración natural más vigorosa de la comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana* es la de *Pinus tecunumanii* (Schw) Enguiluz et Perry y *Leucothoe mexicana* (Hemls) Samall y en la comunidad *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis* las especies *Pinus oocarpa* Schiede y *Quercus Peduncularis* Née tienen la mejor regeneración.

8.9 De acuerdo a la ordenación de la vegetación, los factores que afectan su distribución son las diferencias en la geología del área, y las condiciones de hábitat. Aunque se careció de datos climáticos, se sabe que la Sierra de las Minas, provoca un efecto de sombra de lluvia sobre su ladera Sur. Se deduce que la comunidad *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis* es influenciada por condiciones climáticas relativamente secas; mientras que las comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana* por encontrarse en la zona Central de la microcuenca es influenciada por condiciones climáticas con mayor humedad. La

comunidad de bosque latifoliado posee una distribución bien definida, en los lugares en donde la nubosidad retenida por la Sierra de las Minas es un factor importante.

8.10 En la Macrocomunidad de bosque latifoliado la estructura del bosque comprende tres estratos; el primero comprendido entre 18 y 28 metros, el segundo entre 5 y 18 metros y por útimo un el tercero con especies menores a 5 metros; la mayoría de los árboles tienen un diametro a la altura del pecho entre 10 y 40 centímetros; pero los hay de hasta 1.3 metro; además una gran proporción se ubican en un rango de altura de entre 5 y 25 metros, aunque hay individuos de hasta 40 metros. Este bosque tiene una densidad de 320 árboles por hectárea.

8.11 La comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana* posee una densidad de 310 árboles por hectárea, la mayoría de ellos tiene diámetros a la altura del pecho en un rango de 10 a 50 centímetros, pero algunos tienen hasta 1 metro; en ésta comunidad existen tres estratos de altura, el primero con un rango de 20 a 30 metros, seguido por otro entre 10 y 25m y un tercero con un rango comprendido entre 5 y 10 m.

8.12 La comunidad *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis* posee una densidad de 289 árboles por hectárea; ésta comunidad tiene dos estratos de altura, uno con un rango de 5 a 20 metros y un segundo menor a 5 metros. Los diámetros a la altura del pecho se distribuyen principalmente en un rango de 10 y 50 centímetros.

8.13 El suelo varía en las diferentes formaciones geológicas, principalmente en textura, cationes y profundidad de la materia orgánica; ello puede ser el origen de algunas de las variaciones vegetales encontradas en el estudio.

8.14 Sobre los suelos originados en la formaciones geológicas San Agustín psa y psam, dominan los bosques de pino-encino de las comunidades *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis* y *Pinus tecunumanii/Leucothoe mexicana*.

8.15 En suelos de la formación Jones y suelos relativamente profundos de la formación San Lorenzo, existe una mayor presencia de encinos, principalmente *Quercus peduncularis* Née, mientras que sobre suelos presentes en los afloramientos rocosos la formación San Lorenzo la vegetación es dominada especies latifoliadas principalmente *Quercus peduncularis* Née y *Brahea salvadorensis* Wendl. ex Becari, además de otras especies encontradas únicamente en esos lugares; los pinos son poco frecuentes.

8.16 Los suelos en donde se encuentra la Macrocomunidad del Bosque latifoliado o nuboso se encuentran estrechamente ligados a los de la Formación San Agustín psa, pero la materia orgánica se encuentra a profundidades de hasta 86 cm, lo cual puede determinar en cierta medida que especies se distribuyen en ellos.

8.17 Los suelos de la microcuenca son poco profundos y su fertilidad parece estar estrechamente relacionada con la presencia del bosque y la materia orgánica que este aporta, principalmente en los primeros 10 cm de profundidad.

8.18 Con los datos obtenidos del estudio florístico, la clasificación, la ordenación de la vegetación y el análisis de especies indicadoras, del trabajo de clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento, hecho por René de la Cruz, 1982 (7), se determinó que la comunidad *Pinus oocarpa/Quercus peduncularis* se encuentra relacionada con la comunidad vegetal descrita para la zona de vida, Bosque Húmedo Subtropical (templado), bh-S (t), mientras que la comunidad *Pinus tecunumanii/Leucothoe*

mexicana parece estar más relacionada a la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (frío), bmh-S(f) y la macrocomunidad bosque latifoliado o nuboso es una comunidad vegetal relacionada con de la zona de vida Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical, bp-MB.

9. Recomendaciones

9.1 Los resultados florísticos de esta investigación, deben servir para profundizar en el estudio de clasificación de zonas de vida de Guatemala, iniciado por René de La Cruz, en 1982.

9.2 En base a los resultados de esta investigación, deben hacerse estudios climáticos y edáficos más profundos, que proporcionen herramientas de análisis para una mejor interpretación de la distribución de los bosques con dominancia de especies del género *Pinus*, en la microcuenca del río Colorado y de las zonas de vida en que se encuentran.

9.3 El presente estudio debe servir de base para enfocar los esfuerzos de conservación de la gran riqueza florística de los bosque de pinos en la Sierra de las minas, así como sus asociaciones, con enfasis a los bosques en áreas de afloramientos de mármol, los cuales se ven seriamente afectados por la explotación minera.

10. BIBLIOGRAFIA:

1. AGUILAR, I. 1961. Pinos de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 33 p.

   Presentado en: Reunión Forestal Latinoamericana (6., 1961, Guatemala) s.n.t.

2. AMES,O; CORREL, D. 1952. Orchids of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum, v.26, part. 1, p. 290-395; part. 2, p. 549-557.

3. AYMARD, G.; CUELLO, N. s.f. The 0.1 hectare methodology, a method for rapid assesesment of woody plant diversity. Estado Portuguesa, Venezuela, s.n. 16 p.

4. BONHAM, C. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. Estados Unidos,Wiley Intercience 338 p.

5. CASTAÑEDA, C. 1995. Sistemas lacustres de Guatemala, recursos que mueren. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios Urbanos y Regionales. 196 p.

6. CASTILLO, S; et al. 1984 Caracterización preliminar de los recursos suelo, agua y vegetación de la cuenca del río Achiguate. Tikalia (Gua) 3(2):36-77.

7. CRUZ, R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

8. DAUMBERMIRE, R. 1988 Ecología vegetal; tratado de autoecología de plantas. Trad. por Gabriela Berrondo. 3 ed. México, D.F., México. Limusa. 496 p.

9. DEFORESTACION EN Guatemala. 1996. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Cuadernos Chac no.2. 26 p.

10. DENGO, G. 1973 Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. 2 ed. Guatemala, Agencia para el Desarrollo Internacional. 52 p.

11. EVALUACION DE impacto ambiental significativo; proyecto hidroeléctrico Río Hondo. 1995. Guatemala, S.D. Rio Hondo, empresa. 65 p.

12. FUNDACION DEFENSORES DE LA NATURALEZA. 1989. Estudio técnico para dar a Sierra de Las Minas la categoría de reserva de la biosfera. Guatemala. 28 p.

13. _____. 1992. Plan maestro de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. Guatemala. 54 p.

14. GARCIA, B. 1998. Estudio de la selva nublada del biotopo universitario para la conservación del Quetzal, Lic. Mario Dary Rivera. Tesis Lic. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 143 p.

15. GOODAL, R. 1971 The geography of the flowering plants. 3 ed. Londres, Inglaterra, Logman. 517 p.

16. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1994. Mapa topográfico de la república de Guatemala ; hoja cartográfica Río Hondo, no. 2261 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.

17. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978. Geología de Guatemala; hoja cartográfica Rio Hondo, no 2261 II G. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.

18. HEREDIA,G. 1984. Zonificación ecológica y reconocimiento de la vegetación de la cuenca del río Grande de Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 56 p.

19. HEYWOOD, V. 1978. Flowering plants of the world. Ed. by Dod, B. New York, EE.UU., Mayflower Books. 335 p.

20. HILL, M.O. 1979. DECORANA a fortran program for Detrended Correspondence analysis and Reciprocal Averanging. New York, EE.UU., Cornell University. 36 p.

21. _____. 1979. TWINSPAN a fortran for averanging multivariate data in an ordered two-way table by clasification of the individual and atributes. N.Y., EE.UU., Cornell University. 60 p.

22. MARTINEZ, V. 1995. Fitogeografía de los taxones silvestres de *Phaseolus* en México y Guatemala. Tesis Msc., México, Colegio de Post-Gruados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. 226 p.

23. MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. 1982. Metología para el estudio de la vegetación. Ed. por Eva Chesneau. Washington, D.C., Secretaria General de la OEA. Serie de Biología. Monografía no. 22. 168 p.

24. MEDINILLA, O. et al. 1996. Situación de la palma *Brahea dulcis* (HBK) Martius, en el municipio de Nentón, Huhuetenango. Cursos Especializados. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 100 p.

25. MENDEZ,C. 1991. Estudio de las comunidades forestales de la micro-cuenca del Río Cocol, Joyabaj, Quiché. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 92 p.

26. MOHLER, C.L. 1987. COMPOSE, a fortran and editing data matrices. N.Y., EE.UU., Cornell University. 58 p.

27. MULLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. 1974 Aims and methods of vegetation ecology. New York, EE.UU., Jhon Wiley & Sons. 547 p.

28. ODUM, E.P. 1988 Ecología. Trad. por Carlos Gerthard Ottenwaelder. 3 ed. México, D.F., México, Interamericana. 639 p.

29. ONAIDIA, M. 1989 Estudio fitoecológico de los encinares vizcainos. Revista Estudia Ecologica (España) 6:7-20.

30. PABLO, C.L. DE. et al. 1989 Indicadores vegetales en cartografía ecologica, II. interes cartográfico de la variabilidad cenológica. Revista Estudia Ecológica (España) 6:143-146.

31. PERRY, J. 1991. The pines of México and Central America. Hong Kong, China, Timber Press. 231 p.

32. PONCIANO,I.; DARY, M. ; AGUILAR, J. 1988 Las coníferas de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigaciones, Colección Cuadernos de Investigación. no. 12-87, 80 p.

33. RAVEN, P.; AXELROD, D. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. Annals of the Missouri Botanical Garden (EE.UU). 4(3):441-443, 601-637.

34. RZEDOWSKI, J. 1986 Vegetación de México. Ed. por Laura Huerta. México, D.F., México., Limusa 432 p.

35. SCHWERDTHEGER, F. 1953. La entomología forestal de Guatemala, los pinos de Guatemala. Roma, Italia., FAO. v.1, 56 p.

36. STADTMULLER, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Costa Rica, CATIE. 85 p.

37. STANDLEY, P; STEYERMARK, J. 1977 Flora of Guatemala,. Chicago, EE.UU., Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24, 12. ptes.

38. STOLZE, R.G. 1976-1983. Ferns and ferns allies of Guatemala. N.Y., EE.UU , Field Museum of Natural History. v. 39, 2 ptes.

39. THORNE, R.F. 1974. Major disjunctions in the geography ranges of seed plants. In: Vascular plants systematics. N.Y, EE.UU., Harper & Row Publishers. p 335-364.

40. VALENZUELA, I. 1996. Agrícultura y bosque en Guatemala, estudio de caso en Petén y Sierra de Las Minas. Guatemala, Fondo Mundial para la Naturaleza. 243 p.

41. VELIZ, M. 1989. Caracterización de la comunidad de canac *Chiranthodendron pentadactylon* Larreateagui, en el volcán de Acatenango. Tesis Ing.Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 122 p.

Vo. Bo. Rolando Barrios.

ANEXOS

Cuadro 1 A. Datos de las unidades del Mosaico

Segmento	Formacion geológica	Pendiente	Altitud	Exposición
1	San Agustín San Agustín psam	mayor 32%	800-100	E
2	San Agustín San Agustín psam	mayor 32%	600-800	E
3	San Agustín psa	16-32%	1200-1400	E
4	San Agustín psa	mayor 32%	1000-1200	E
5	San Agustín psa	mayor 32%	800-1000	E
6	San Agustín psa	mayor 32%	600-800	E
7	San Agustín psa	mayor 32%	600-800	O
8	San Agustín psa	mayor 32%	800-1000	O
9	San Agustín psa	16-32%	1400-1600	E
10	San Agustín psa	mayor 32%	1000-1200	O
11	San Agustín psa	mayor 32%	1400-1600	N
12	San Agustín psa	mayor 32%	1200-1400	O
13	San Agustín psa	mayor 32%	1200-1400	E
14	San Agustín psa	mayor 32%	1400-1600	N
15	San Agustín psa	mayor 32%	1400-1600	N
16	San Agustín psa	16-32%	1400-1600	O
17	San Agustín psa	16 -32%	1400-1600	N
18	Jones	8-16%	1400-1600	S
19	Jones	8-16%	1600-1800	S
20	Jones	mayor 32%	1400-1600	E
21	Jones	16-32%	1400-1600	O
22	Jones	mayor 32%	1400-1600	O
23	Jones	16-32%	1600-1800	O
24	Jones	16-32%	1600-1800	N
25	San Agustín psa	mayor 32%	1400-1600	E
26	San Agustín psa	4-8%	1600-1800	N
27	Jones	8-16%	1600-1800	N
28	San Agustín psa	mayor 32%	1600-1800	N
29	San Agustín psa	16-32%	1600-1800	S
30	San Agustín psa	16-32%	1600-1800	S
31	San Agustín psa	8-16%	1400-1600	S
32	San Agustín psa	16-32%	1400-1600	E
33	San Agustín psa	16-32%	1400-1600	O
34	San Agustín psa	16-32%	1400-1600	E
35	San Agustín psa	16-32%	1600-1800	O
36	Jones	16-32%	1400-1600	N
37	San Agustín psa	16-32%	1800-2000	E
38	San Agustín psa	16-32%	1600-1800	O
39	San Agustín psa	16-32%	1600-1800	E
40	San Agustín psa	16-32%	1600-1800	O
41	San Agustín psa	16-32%	1800-2000	O
42	San Agustín psa	16-32%	2000-2200	O
43	San Agustín psa	8-16%	2000-2200	E
44	San Agustín psa	16-32%	1800-2000	E
45	San Agustín psa	16-32%	1600-1800	O
46	San Agustín psa	16-32%	1800-2000	O
47	San Agustín psa	16-32%	1800-2000	E
48	San Agustín psa	16-32%	1800-2000	O
49	Rocas posiblemente paleozóicas	8-16%	2000-2200	E
50	Rocas posiblemente paleozóicas	8-16%	2000-2200	O
51	Rocas posiblemente paleozóicas	8-16%	1800-2000	O
52	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	2000-2200	E
53	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	2000-2200	E
54	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	2000-2000	O
55	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	2000-2200	E
56	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	2000-2200	O
57	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	1800-2000	O
58	San Agustín psa	16-32%	1800-2000	E
59	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	2000-2200	O
60	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	1800-2000	O
61	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	1800-2000	E
62	Rocas posiblemente paleozóicas	16-32%	2000-2200	O

Cuadro 2 A. Matriz de salida TWINSPAN

```
                    3     111112333412234123122121232233 3
                 265741394845689001907682113805731243295 67

 10 OSVI OSVI  -------11-----------1-11----------------  00000
 24 SASU SASU  --------------------1--------------------  00000
 43 SARE SARE  ------------------------1---------------  00000
  8 ACSK ACSK  ------1-----------------------------------  000010
 15 QUSK QUSK  -------1----------------------------------  000010
 16 ERYM ERYM  -------1----------------------------------  000010
 22 ILBA ILBA  ----------1------------------------------  000010
 23 ORPE ORPE  -----------1-----------------------------  000010
  2 PIOO PIOO  111--111111-111111111--1----------------  000011
  5 QUPE QUPE  -11111111-1111111---11111-1--------------  0001
 13 DIFO DIFO  ---11----1------------------------------  0001
 27 QUPO QUPO  ----1-----------------------------------  0001
  7 ARXA ARXA  11--------------------------------------  001
 11 BASA BASA  -111------------------11-------------1---  001
 12 RUSV RUSV  -1-------------------------------------  001
  1 PIMA PIMA  --11-11111-11------------111-----11111---  0100
  4 LIQI LIQI  -----111----------------------1-----11---  0100
  9 QUTR QUTR  ------1----1-------------1---------------  0100
 14 INLE INLE  -------1---------------1-------------1---  0100
 17 PITE PITE  ----------------------11--111111111111---  01010
 19 MYCA MYCA  ---------------------------------11------  01010
 26 CLEJ CLEJ  ---------------------------------------1---  01010
 18 LEME LEME  -------------1-1---------11111111--------  010110
 20 CLEM CLEM  ------------------------------11--------  010110
 21 SYMA SYMA  -----------------------------1---------  010110
 25 CODI CODI  -----------------------------1---------  010110
  6 QUBA QUBA  1---------------------------1-----------  010111
  3 QUSA QUSA  -----11-111111111111111-11-11111-11-111-  011
 28 DYGA DYGA  ---------------------------------------11-  1
 29 OROL OROL  ---------------------------------------111  1
 30 PODO PODO  ---------------------------------------11-  1
 31 QUCO QUCO  --------------------------------------1--  1
 32 PIAY PIAY  --------------------------------------1--  1
 33 CLUM CLUM  --------------------------------------1--  1
 34 CLEY CLEY  -------------------------------------1-1  1
 35 WEIN WEIN  --------------------------------------1--  1
 36 PHAC PHAC  -------------------------------------1-1  1
 37 ENGU ENGU  ------------------------------------1-  1
 38 QUAA QUAA  -------------------------------------11  1
 39 MAOP MAOP  -------------------------------------11  1
 40 MIIL MIIL  ------------------------------------1-  1
 41 PHYC PHYC  -----------------------------------1  1
 42 HEME HEME  -----------------------------------1  1

                 0000000000000000000000000000000000000111
                 0000000000000000000000001111111111111 1
                 0011111111111111111111111000000011111
                   00011111111111111111111100000001100011
                      000000000000000011111000111
                      00011111111111100001
```

Cuadro 3 A . ANALISIS FISICO CALICATA 1

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDAD	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 4	5Y 2.5/1					
A0	4 a 6	5Y 2.5/1					
A1	6 a 20	10YR 6/3	10YR 4/3	15,04	18,14	66,82	Franco arenoso
A2	20 a 37	10YR 6/3	10YR 4/3	15,04	18,14	66,82	Franco arenoso
A3	37 a 60	10YR 6/3	10YR 4/3	15,04	18,14	66,82	Franco arenoso
B1	60 a 70	10YR 8/6	10YR 6/6	25,54	13,94	60,52	Franco arcillo arenoso
B11	70 a 81	10YR 8/6	10YR 6/6	25,54	13,94	60,52	Franco arcillo arenoso
B2	81 a 116	10YR 8/6	10YR 6/6	25,54	13,94	60,52	Franco arcillo arenoso
B3	116 a 157	10YR 8/6	10YR 6/6	27,64	26,54	45,82	Franco arcillo arenoso
B4	157 a 190	10YR 8/6	10YR 6/6	27,64	26,54	45,82	Franco arcillo arenoso
C	> 190	10YR 8/6	10YR 6/6	27,64	26,54	45,82	Franco arcillo arenoso

Cuadro 4 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 1

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 4	5	5,3	0,87	5,72	78	0,5	4	22	82	32,61	45,91	10,23	1,85	0,23	0,46	27,8
A0	4 a 6	4,4	6,24	1,08	7,13	90	0,5	4	16,5	94,5	41,09	62,27	11,98	2,26	0,45	0,55	24,47
A1	6 a 20	5,2	1,87	0,62	2,91	63	0,5	1,5	28,5	18,5	6,33	11,36	1,5	0,49	0,23	0,16	20,9
A2	20 a 37	5,2	1,87	0,62	2,91	63	0,5	1,5	28,5	18,5	6,33	11,36	1,5	0,49	0,23	0,16	20,9
A3	37 a 60	5,2	1,87	0,62	2,91	63	0,5	1,5	28,5	18,5	6,33	11,36	1,5	0,49	0,23	0,16	20,9
B1	60 a 70	5,4	2,5	0,77	1,97	105	1	1,5	11,5	1,5	0,6	10	10	1,75	0,58	0,23	28,1
B11	70 a 81	5,4	2,5	0,77	1,97	105	1	1,5	11,5	1,5	0,6	10	10	1,75	0,58	0,23	28,1
B2	81 a 116	5,4	2,5	0,77	1,97	105	1	1,5	11,5	1,5	0,6	10	10	1,75	0,58	0,23	28,1
B3	116 a 157	5,1	0,94	0,62	1,88	25	1	1	9,5	0,5	0,26	20,91	0,75	0,58	0,23	0,09	7,9
B4	157 a 190	5,1	0,94	0,62	1,88	25	1	1	9,5	0,5	0,26	20,91	0,75	0,58	0,23	0,09	7,9
C	> 190	5,1	0,94	0,62	1,88	25	1	1	9,5	0,5	0,26	20,91	0,75	0,58	0,23	0,09	7,9

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 5 A. ANALISIS FISICO CALICATA 2

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDAD	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 2	5Y 2.5/1					
A0	2 a 10	10YR 5/1	10YR 3/1	12,94	11,84	75,22	Franco arenoso
A1	10 a 18	10YR 5/2	10YR 3/2	13,99	12,89	73,12	Franco arenoso
A2	18 a 30	10YR 6/3	10YR 4/3	15,04	18,14	66,82	Franco arenoso
A3	30 a 61	10YR 6/3	10YR 4/3	15,04	18,14	66,82	Franco arenoso
B1	61 a 74	10YR 8/6	10YR 6/6	25,54	13,94	60,52	Franco arcillo arenoso
B2	74 a 90	10YR 8/6	10YR 6/6	25,54	13,94	60,52	Franco arcillo arenoso
B3	90 a 116	10YR 8/6	10YR 6/6	25,54	13,94	60,52	Franco arcillo arenoso
C	116 a 190	10YR 8/6	10YR 6/6	27,64	26,54	45,82	Franco arcillo arenoso

Cuadro 6 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 2

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 2	5	5,3	0,87	5,72	78	0,5	4	22	82	32,61	45,91	10,23	1,85	0,23	0,46	27,8
A0	2 a 10	5,4	3,74	0,87	4,22	95	0,5	2	20,5	42	9,26	16,82	3,74	0,99	0,22	0,33	31,36
A1	10 a 18	5,4	3,12	0,57	3,19	85	0,5	1,5	24,5	28,5	3,87	7,73	2	0,41	0,23	0,19	36,71
A2	18 a 30	5,2	1,87	0,62	2,91	63	0,5	1,5	28,5	18,5	6,33	11,36	1,5	0,49	0,23	0,16	20,9
A3	30 a 61	5,2	1,87	0,62	2,91	63	0,5	1,5	28,5	18,5	6,33	11,36	1,5	0,49	0,23	0,16	20,9
B1	61 a 74	5,4	2,5	0,77	1,97	105	1	1,5	11,5	1,5	0,6	10	10	1,75	0,58	0,23	28,1
B2	74 a 90	5,4	2,5	0,77	1,97	105	1	1,5	11,5	1,5	0,6	10	10	1,75	0,58	0,23	28,1
B3	90 a 116	5,4	2,5	0,77	1,97	105	1	1,5	11,5	1,5	0,6	10	10	1,75	0,58	0,23	28,1
C	116 a 190	5,1	0,94	0,62	1,88	25	1	1	9,5	0,5	0,26	20,91	0,75	0,58	0,23	0,09	7,9

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 7 A. ANALISIS FISICO CALICATA 3

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
AOO	0 a 4	5Y 2,5/1					
A0	4 a 10	2,5Y 5/2		16,09	42,29	41,62	Franco
A1	10 a 19	2,5Y 5/2		16,09	42,29	41,62	Franco
A2	19 a 30	2,5Y 5/2		16,09	42,29	41,62	Franco
A3	30 a 44	10YR 7/4	10YR 6/4	21,34	40,19	38,47	Franco
B1	44 a 79	2,5Y 8/4	2,5Y 8/4	19,24	51,74	29,02	Franco limoso
B2	79 a 98	10YR 7/6	10YR 6/6	36,04	40,19	23,77	Franco arcilloso
C	> 98						

Cuadro 8 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 3

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
AOO	0 a 4	5,3	5,3	1,75	6,01	90	0,5	4	32	95	17,7	43,64	8,98	3,66	0,25	0,6	30,92
A0	4 a 10	5,7	7,18	2,47	2,91	128	0,5	2	55	57	5,55	23,64	6,99	2,84	0,23	0,47	44,53
A1	10 a 19	5,2	1,25	0,98	3,28	110	0,5	1,5	59,5	9,5	3,57	16,36	1,25	1,07	0,24	0,38	17,96
A2	19 a 30	5,2	1,25	0,98	3,28	110	0,5	1,5	59,5	9,5	3,57	16,36	1,25	1,07	0,24	0,38	17,96
A3	30 a [illegible]	5,1	0,62	0,57	2,72	100	2	1,5	35,5	3,5	1,38	10,91	0,75	0,62	0,25	0,33	17,84
B1	44 a 79	5,5	1,87	1,39	1,97	55	0,5	1	38,5	6,5	0,56	8,64	1,5	1,23	0,24	0,16	36,28
B2	79 a 98	5,3	0,31	4,83	1,69	30	1	1	10,5	1,5	0,22	22,27	0,75	6,41	0,27	0,12	33,92
C	> 98																

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 9. ANALISIS FISICO CALICATA 4

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 4	5Y 2,5/1					
A0	4 a 11	10YR 3/3	10YR 3/3	19,24	34,94	45,82	Franco
A1	11 a 19	10YR 7/4	10YR 6/4	21,34	40,19	38,47	Franco
A2	19 a 54	10YR 7/6	10YR 6/6	36,04	40,19	23,77	Franco arcilloso
A3	54 a 112	10YR 7/6	10YR 6/6	36,04	40,19	23,77	Franco arcilloso
B2	112 a 132	10YR 7/6	10YR 6/6	36,04	40,19	23,77	Franco arcilloso
C	84 a 200	10YR 7/6	10YR 6/6	36,04	40,19	23,77	Franco arcilloso

Cuadro 10. ANALISIS QUIMICO CALICATA 4

The	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 4	5,3	5,3	1,75	6,01	90	0,5	4	32	95	17,7	43,64	8,98	3,66	0,25	0,6	30,92
A0	4 a 11	5,2	1,25	0,98	3,28	110	0,5	1,5	59,5	9,5	3,57	16,36	1,25	1,07	0,24	0,38	17,96
A1	11 a 19	5,1	0,62	0,57	2,72	100	2	1,5	35,5	3,5	1,38	10,91	0,75	0,62	0,25	0,33	17,84
A2	19 a 54	5,3	0,31	4,83	1,69	30	1	1	10,5	1,5	0,22	22,27	0,75	6,41	0,27	0,12	33,92
A3	54 a 112	5,3	0,31	4,83	1,69	30	1	1	10,5	1,5	0,22	22,27	0,75	6,41	0,27	0,12	33,92
B2	112 a 132	5,3	0,31	4,83	1,69	30	1	1	10,5	1,5	0,22	22,27	0,75	6,41	0,27	0,12	33,92
C	84 a 200	5,3	0,31	4,83	1,69	30	1	1	10,5	1,5	0,22	22,27	0,75	6,41	0,27	0,12	33,92

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 11 A. ANALISIS FISICO CALICATA 5

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 4	10YR 3/1					
A0	4 a 8	10YR 5/3	10YR 3/1	12,94	32,84	54,22	Arena Franca
A1	8 a 16						
A2	16 a 32	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	arcillosa
B2	32 a 64	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	arcillosa
B3	64 a 93	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	Arcillosa
CB	93 a 109	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	Arcillosa
CB1	109 a 130	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	Arcillosa
C	130 a 180	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	arcillosa

Cuadro 12 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 5

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 4	5,1	4,06	1,08	12,4	118	0,5	2,5	58,5	39,5	16,96	37,27	6,99	2,3	0,27	0,8	27,79
A0	4 a 8	5	1,56	0,62	3,69	85	0,5	1,5	42	9,5	7,04	20,45	2	0,82	0,24	0,38	16,82
A1	8 a 16	5	1,56	0,62	3,69	85	0,5	1,5	42	9,5	7,04	20,45	2	0,82	0,24	0,38	16,82
A2	16 a 32	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29
B2	32 a 64	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29
B3	64 a 93	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29
CB	93 a 109	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29
CB1	109 a 130	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29
C	130 a 180	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 13 A. ANALISIS FISICO CALICATA 6

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 2	10YR 3/1					
A0	2 a 4	10YR 5/3	10YR 3/1	12,94	32,84	54,22	Arena Franca
A1	4 a 7,5	10YR 3/1	10YR 2/1	12,94	33,89	53,17	Franco arenoso
A2	7,5 a 14	10YR 4/2	10YR 3/1	15,04	34,94	50,02	Franco arenoso
A3	14 a 16	10YR 5/4	10YR 4/2	16,09	23,39	60,52	Franco arenoso
B1	16 a 27,2	10YR 5/4	10YR 4/2	16,09	23,39	60,52	Franco arenoso
B2	27,2 a 29	10YR 5/4	10YR 4/2	16,09	23,39	60,52	Franco arenoso
A2b	29 a 54	10YR 5/3	10YR 4/2	25,54	21,29	53,17	Franco arcillo arenoso
B2b	54 a 73	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	arcillosa
B3	60 a 96	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	arcillosa
C	96 a 1,5	10YR 7/8	10YR 5/8	42,34	16,04	41,62	arcillosa

Cuadro 14 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 6

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 2	5,5	4,68	1,18	8,26	118	0,5	2,5	29,5	35,5	7,28	26,36	6,99	2,14	0,23	0,54	37,53
A0	2 a 4	5	1,56	0,62	3,69	85	0,5	1,5	42	9,5	7,04	20,45	2	0,82	0,24	0,38	16,82
A1	4 a 7,5	5,5	4,37	1,18	8,63	150	0,5	2	31,5	28	6,77	23,18	4,24	1,73	0,25	0,55	29,22
A2	7,5 a 14	5	1,87	0,57	2,91	58	0,5	1,5	41,5	11,5	7,57	25,45	2	0,74	0,24	0,25	12,67
A3	14 a 16	5,4	0,62	0,26	3,19	55	0,5	0,5	21	2	5,62	15,91	0,5	0,29	0,28	0,21	8,2
B1	16 a 27,2	5,4	0,62	0,26	3,19	55	0,5	0,5	21	2	5,62	15,91	0,5	0,29	0,28	0,21	8,2
B2	27,2 a 29	5,4	0,62	0,26	3,19	55	0,5	0,5	21	2	5,62	15,91	0,5	0,29	0,28	0,21	8,2
A2b	29 a 54	5,3	0,31	0,98	2,25	90	0,5	0,5	7,5	5,5	4,34	17,27	0,25	0,29	0,23	0,31	6,2
B2b	54 a 73	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29
B3	60 a 96	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29
C	96 a 150	5,2	0,31	0,93	1,88	73	1,5	0,5	6,5	0,5	0,16	15	0,25	0,82	0,23	0,25	10,29

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 15 A. ANALISIS FISICO CALICATA 7

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 2	10YR 3/1					
A0	2 a 10	10YR 3/1	10YR 2/1	13,99	34,94	51,07	Franco arenoso
A1	10 a 21	7,5YR 5/4	10YR 4/4	21,34	39,14	39,52	Franco
A2	21 a 40,2	10YR 7/6	10YR 5/6	19,24	35,99	44,77	Franco
B1	40,2 a 73	10YR 7/6	10YR 5/6	19,24	35,99	44,77	Franco
B2	73 a 124	10YR 7/6	10YR 5/6	25,54	26,54	47,92	Franco arcillo arenoso
B3	124 a 170	10YR 7/6	10YR 5/6	25,54	26,54	47,92	Franco arcillo arenoso
C	>170	10YR 7/6	10YR 5/6	25,54	26,54	47,92	Franco arcillo arenoso

Cuadro 16 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 7

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 2	5,6	8,42	2,31	11,8	118	0,5	3,5	16	90,5	9,71	37,73	11,98	4,32	0,23	0,66	45,54
A0	2 a 10	5,8	7,49	2,11	10,4	105	0,5	3	25	82	7,41	30	8,48	3,17	0,22	0,46	41,08
A1	10 a 21	5,5	2,81	1,64	2,35	128	2	1	50	19,5	1,47	16,36	2,5	1,73	0,25	0,42	29,88
A2	21 a 40,2	5,6	1,25	2,72	1,88	80	2	0,5	14,5	5,5	0,42	18,18	3,99	2,92	0,25	0,25	40,75
B1	40,2 a 73	5,6	1,25	2,72	1,88	80	2	0,5	14,5	5,5	0,42	18,18	3,99	2,92	0,25	0,25	40,75
B2	73 a 124	5,5	7,18	4,37	1,69	38	1,5	0,5	21,5	5,5	0,88	18,18	6,99	4,77	0,29	0,15	67,08
B3	124 a 170	5,5	7,18	4,37	1,69	38	1,5	0,5	21,5	5,5	0,88	18,18	6,99	4,77	0,29	0,15	67,08
C	>170	5,5	7,18	4,37	1,69	38	1,5	0,5	21,5	5,5	0,88	18,18	6,99	4,77	0,29	0,15	67,08

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 17 A. ANALISIS FISICO CALICATA 8

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 3	10YR 3/1					
A0	3 a 8	7,5YR 5/4	10YR 4/4	21,34	39,14	39,52	Franco
A2	8 a 15	7,5YR 5/4	10YR 4/4	21,34	39,14	39,52	Franco
A3	15 a 56	10YR 7/6	10YR 5/6	19,24	35,99	44,77	Franco
B1	56 a 85	10YR 7/6	10YR 5/6	19,24	35,99	44,77	Franco
B2	85 a 113	10YR 7/6	10YR 5/6	19,24	35,99	44,77	Franco
C	113 a 170	10YR 7/6	10YR 5/6	25,54	26,54	47,92	Franco arcillo arenoso

Cuadro 18 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 8

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 3	6,8	29,6	1,85	37,6	148	0,05	2	4,5	0	14,05	44,09	46,16	3,58	0,23	0,96	100
A0	3 a 8	5,5	2,81	1,64	2,35	128	2	1	50	19,5	1,47	16,36	2,5	1,73	0,25	0,42	29,88
A2	8 a 15	5,5	2,81	1,64	2,35	128	2	1	50	19,5	1,47	16,36	2,5	1,73	0,25	0,42	29,88
A3	15 a 56	5,6	1,25	2,72	1,88	80	2	0,5	14,5	5,5	0,42	18,18	3,99	2,92	0,25	0,25	40,75
B1	56 a 85	5,6	1,25	2,72	1,88	80	2	0,5	14,5	5,5	0,42	18,18	3,99	2,92	0,25	0,25	40,75
B2	85 a 113	5,6	1,25	2,72	1,88	80	2	0,5	14,5	5,5	0,42	18,18	3,99	2,92	0,25	0,25	40,75
C	113 a 170	5,5	7,18	4,37	1,69	38	1,5	0,5	21,5	5,5	0,88	18,18	6,99	4,77	0,29	0,15	67,08

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 19 A. ANALISIS FISICO CALICATA 9

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 2	10YR 3/2					
A1	2 a 4	10YR 2/1	10YR 2/1				
B2	4 a 24	10YR 3/3	10YR 3/1	57,04	11,84	31,12	Arcilloso
C	>24	10YR 4/2	10YR 3/2	31,21	38,09	30,7	Franco arcilloso

Cuadro 20 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 9.

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg*	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 2	6,5	28,7	1,18	7,51	170	0,5	2	4,5	0	35,2	67,73	52,4	3,17	0,23	1,67	84,83
A1	2 a 4	6	24,3	1,23	3,94	140	0	3	4,5	93,5	25,6	60,45	43,66	2,38	0,22	0,9	78,02
B2	4 a 24	6,1	24,3	0,77	1,78	75	0,5	1	2,5	49,5	6,64	41,36	31,19	1,11	0,21	0,39	79,54
C	>24	7,6	34	0,36	1,88	33	0,5	0	1	3	7,96	37,27	43,66	0,66	0,21	0,38	100

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 21 A. ANALISIS FISICO CALICATA 10

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 2	10YR 3/1					
A1	2 a 5	10YR 6/3	10YR 4/2	17,56	39,14	43,3	Franco
A2	5 a 12	10YR 8/6	10YR 6/6	17,72	40,49	41,79	Franco
A3	12 a 35	10YR 8/6	10YR 6/6	17,72	40,49	41,79	Franco
B1	35 a 50	10YR 8/6	10YR 6/6	17,72	40,49	41,79	Franco
B2	50 a 62	10YR 5/2	10YR 3/3	55,52	19,49	24,99	Arcilloso
B3	62 a 73	10YR 7/8	10YR 6/6	30,32	38,39	31,29	Franco arcilloso
B2r	73 a 103	10YR 7/8	10YR 6/6	30,32	38,39	31,29	Franco arcilloso
C	103 a 140	10YR 7/8	10YR 6/6	30,32	38,39	31,29	Franco arcilloso

Cuadro 22 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 10.

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 2	5,9	11,9	1,85	4,41	75	0,5	5	12,5	67	22,83	60,91	27,45	2,14	0,23	0,58	49,94
A1	2 a 5	5,3	3,74	1,08	2,63	113	0,5	2	47	26,5	5,35	22,27	4,24	1,03	0,27	0,35	26,46
A2	5 a 12	5,6	1,56	0,93	1,78	40	0,5	0,5	18,5	2,5	0,54	11,36	1,25	0,7	0,25	0,11	20,3
A3	12 a 35	5,6	1,56	0,93	1,78	40	0,5	0,5	18,5	2,5	0,54	11,36	1,25	0,7	0,25	0,11	20,3
B1	35 a [illegible]	5,6	1,56	0,93	1,78	40	0,5	0,5	18,5	2,5	0,54	11,36	1,25	0,7	0,25	0,11	20,3
B2	50 a 62	5,3	1,87	5,14	1,29	20	0,5	0,5	10	3	0,55	20	2,5	6,62	0,28	0,08	47,35
B3	62 a 73	5,3	1,87	5,14	1,29	20	0,5	0,5	10	3	0,55	20	2,5	6,62	0,28	0,08	47,35
B2r	73 a 103	5,3	1,87	5,14	1,29	20	0,5	0,5	10	3	0,55	20	2,5	6,62	0,28	0,08	47,35
C	103 a 140	5,6	1,53	4,63	1,29	13	0,5	0,5	14,5	6	0,29	21,36	1,75	5,14	0,29	0,05	33,79

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 23 A. ANALISIS FISICO CALICATA 11

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 24	7.5YR 3/2					
A0	24 a 31	10YR 2/1					
A1	31 a 46	10YR 2/1					
A2	46 a 84	10YR 3/3	10YR 2/1	7,22	6,89	85,89	Arena franca
A3	84 a 102	10YR 5/6	7,5YR 4/4	4,07	7,94	87,99	Arena
B1	102 a 115	10YR 5/6	7,5YR 4/4	4,07	7,94	87,99	Arena
B2	115 a 130	10YR 8/6	10YR 5/6	24,02	16,34	59,64	Franco arcilloso
B3	130 a 158	10YR 8/6	10YR 5/6	24,02	16,34	59,64	Franco arcilloso
C	>158	10YR 8/6	10YR 5/6	24,02	16,34	59,64	Franco arcilloso

Cuadro 24 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 11.

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 24	4	1,56	1,08	14,8	238	0,5	2	14	16	62,6	84,54	2,24	2,81	0,87	2,39	9,95
A0	24 a 31	3,7	0,62	0,26	2,87	70	0	2,5	77	2	44,08	87,73	0,5	0,37	0,43	0,42	1,96
A1	31 a 46	3,7	0,62	0,26	2,87	70	0	2,5	77	2	44,08	87,73	0,5	0,37	0,43	0,42	1,96
A2	46 a 84	4,9	0,31	0,15	1,49	15	0,5	0,5	7	0,5	23,48	74,09	0,25	0,08	0,28	0,06	0,91
A3	84 a 102	5,5	0,31	0,1	1,29	8	0,5	0,5	7,5	0,5	5,54	40,45	0,25	0,04	0,22	0,02	1,31
B1	102 a 115	5,5	0,31	0,1	1,29	8	0,5	0,5	7,5	0,5	5,54	40,45	0,25	0,04	0,22	0,02	1,31
B2	115 a 130	5,4	0,31	0,15	1,58	43	1,5	1	20,5	1	0,99	12,73	0,25	0,04	0,23	0,1	4,83
B3	130 a 158	5,4	0,31	0,15	1,58	43	1,5	1	20,5	1	0,99	12,73	0,25	0,04	0,23	0,1	4,83
C	>158	5,4	0,31	0,15	1,58	43	1,5	1	20,5	1	0,99	12,73	0,25	0,04	0,23	0,1	4,83

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 25 A. ANALISIS FISICO CALICATA 12

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A00	0 a 17	7.5YR 3/2					
A0	17 a 20	10YR 2/1					
A1	20 a 24						
A2	24 a 47	10YR 5/6	7,5YR 4/4	4,07	7,94	87,99	Arena
A3	47 a 74						
B1	74 a 89	10YR 8/6	10YR 5/6	24,02	16,34	59,64	Franco arcilloso
B2	89 a 125	10YR 8/6	10YR 5/6	24,02	16,34	59,64	Franco arcilloso
B3	125 a 176	10YR 8/6	10YR 5/6	24,02	16,34	59,64	Franco arcilloso
CB	176 a 187	10YR 8/6	10YR 5/6	24,02	16,34	59,64	Franco arcilloso
C	>187	10YR 8/6	10YR 5/6	24,02	16,34	59,64	Franco arcilloso

Cuadro 26 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 12

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A00	0 a 17	4	1,56	1,08	14,8	238	0,5	2	14	16	62,6	84,54	2,24	2,81	0,87	2,39	9,95
A0	17 a 20	3,7	0,62	0,26	2,87	70	0	2,5	77	2	44,08	87,73	0,5	0,37	0,43	0,42	1,96
A1	20 a 24	3,7	0,62	0,26	2,87	70	0	2,5	77	2	44,08	87,73	0,5	0,37	0,43	0,42	1,96
A2	24 a 47	5,5	0,31	0,1	1,29	8	0,5	0,5	7,5	0,5	5,54	40,45	0,25	0,04	0,22	0,02	1,31
A3	47 a 74	5,5	0,31	0,1	1,29	8	0,5	0,5	7,5	0,5	5,54	40,45	0,25	0,04	0,22	0,02	1,31
B1	74 a 89	5,4	0,31	0,15	1,58	43	1,5	1	20,5	1	0,99	12,73	0,25	0,04	0,23	0,1	4,83
B2	89 a 125	5,4	0,31	0,15	1,58	43	1,5	1	20,5	1	0,99	12,73	0,25	0,04	0,23	0,1	4,83
B3	125 a 176	5,4	0,31	0,15	1,58	43	1,5	1	20,5	1	0,99	12,73	0,25	0,04	0,23	0,1	4,83
CB	176 a 187	5,4	0,31	0,15	1,58	43	1,5	1	20,5	1	0,99	12,73	0,25	0,04	0,23	0,1	4,83
C	>187	5,4	0,31	0,15	1,58	43	1,5	1	20,5	1	0,99	12,73	0,25	0,04	0,23	0,1	4,83

* meq/100 gr.
** ppm

Cuadro 27 A. ANALISIS FISICO CALICATA 13

Hte	Prof.(cm)	COLOR		Porcentaje			CLASE TEXTURAL
		SECO	HUMEDO	ARCILLA	LIMO	ARENA	
A0	0 a 10	10YR 5/2		15,62	34,19	50,19	Franco arenoso
A3	10 a 25	10YR 6/4	10YR 4/2	16,67	29,32	54,01	Franco arenoso
HB	25 a 45	10YR 6/4	10YR 4/2	16,67	29,32	54,01	Franco arenoso
B3	45 a 52	10YR 6/4	10YR 4/2	16,67	29,32	54,01	Franco arenoso
C	>52	10YR 6/5	10YR 5/4	17,72	44,69	37,59	Franco

Cuadro 28 A. ANALISIS QUIMICO CALICATA 13

Hte	Prof.	pH	Ca*	Mg**	P**	K**	Cu**	Zn**	Fe**	Mn**	M.O Porcentaje	C.I.C.*	Ca*	Mg*	Na*	K*	SB Porcentaje
A0	0 a 10	5,7	6,86	3,8	4,26	133	1	1,5	34	34	5,62	17,73	7,49	3,25	0,25	0,38	64,11
A3	10 a 25	5,3	2,18	2,31	2,67	93	0,5	0,5	48	6	1,98	10,91	2,25	1,97	0,25	0,22	42,96
HB	25 a 45	5,3	2,18	2,31	2,67	93	0,5	0,5	48	6	1,98	10,91	2,25	1,97	0,25	0,22	42,96
B3	45 a 52	5,3	2,18	2,31	2,67	93	0,5	0,5	48	6	1,98	10,91	2,25	1,97	0,25	0,22	42,96
C	>52	5,7	1,25	5,76	1,68	30	0,5	0,5	15	1,5	0,26	10,91	1,25	6,09	0,52	0,11	72,99

* meq/100 gr.
** ppm

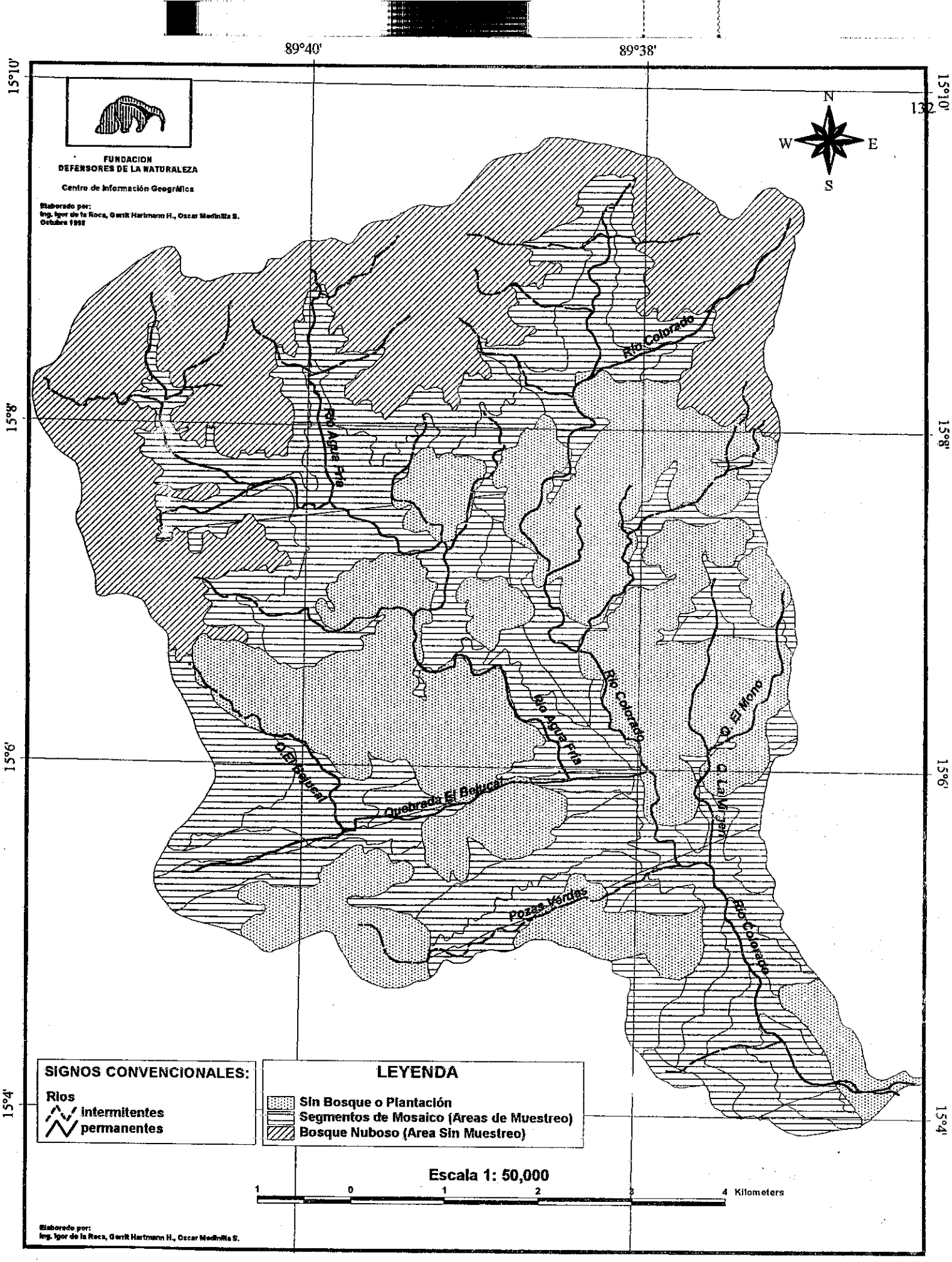


Figura 1 A. Mapa de segmentos del mosaico, en la microcuenca del río Colorado.

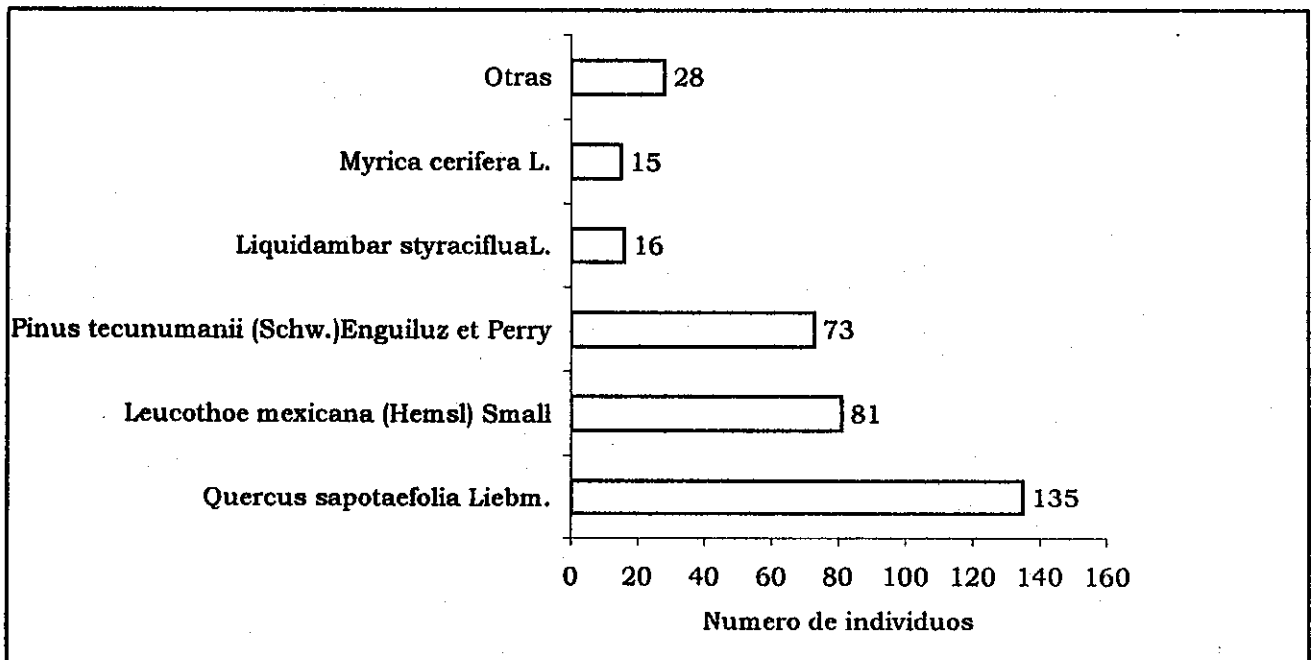


Figura 2 A. Distribución de la regeneración natural de las especies arbóreas de la Comunidad *Pinus tecunumanii* / *Leucothoe mexicana*

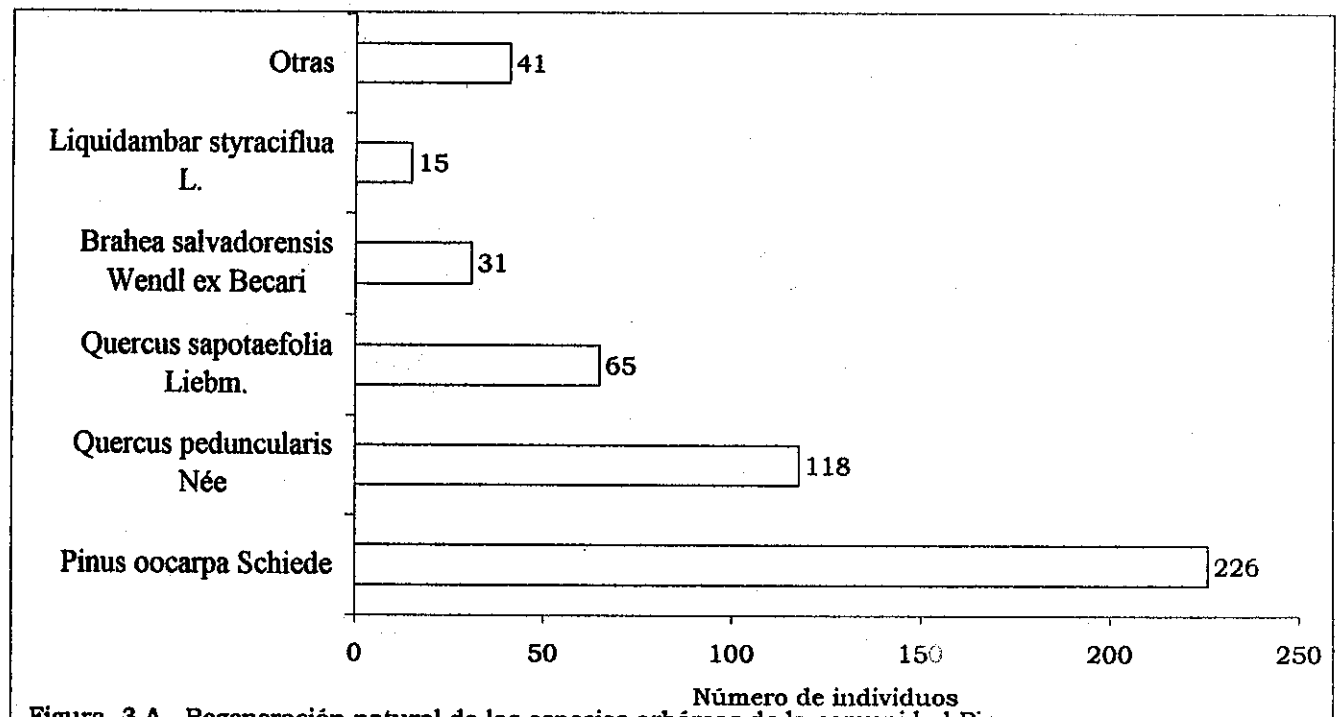


Figura 3 A. Regeneración natural de las especies arbóreas de la comunidad Pinus oocarpa / Quercus peduncularis

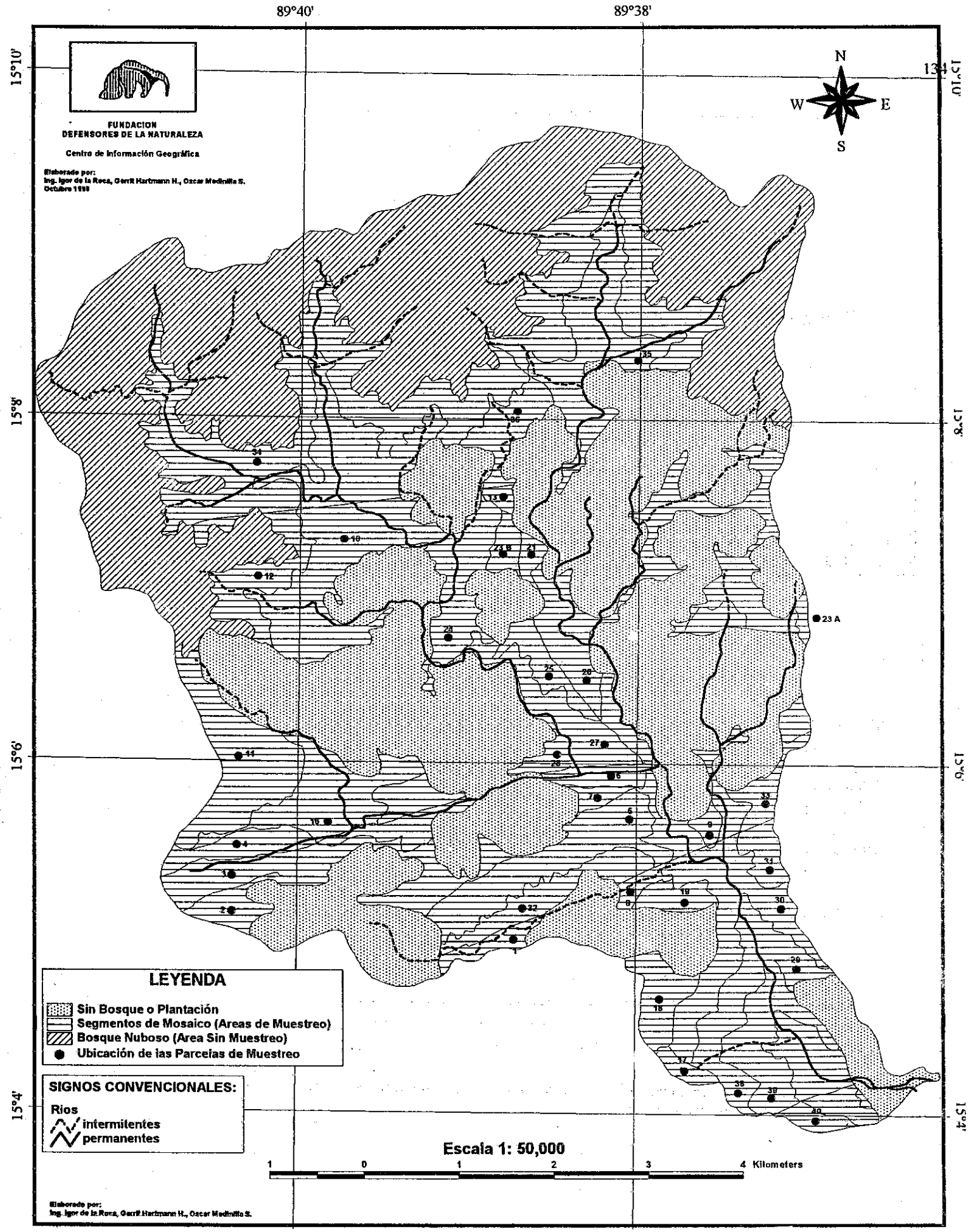


Figura 4 A. Mapa de distribución de parcelas de muestreo, en la microcuenca del río Colorado.

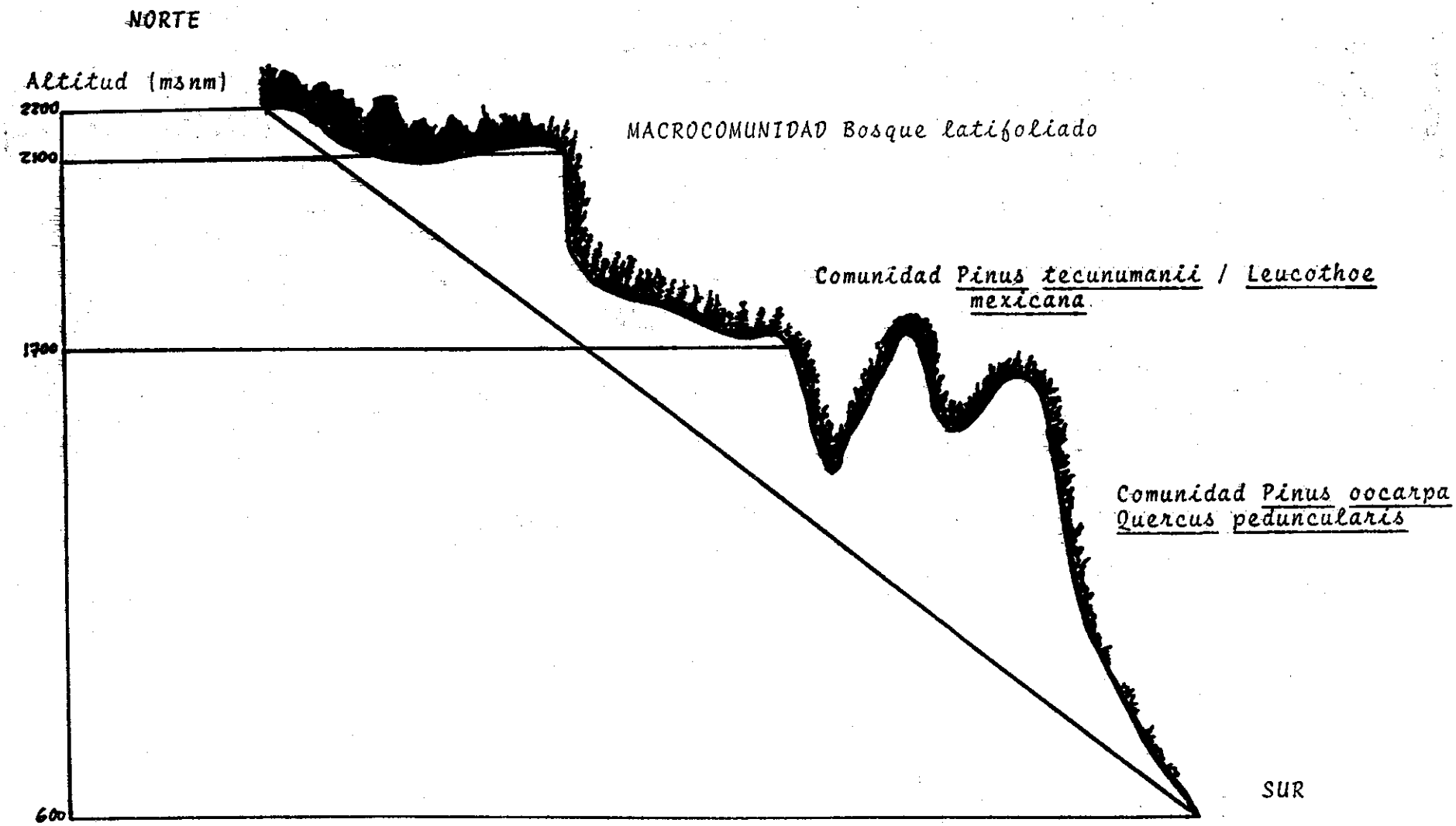


FIGURA 5A. Gráfica del perfil de la Microcuenca del río Colorado.

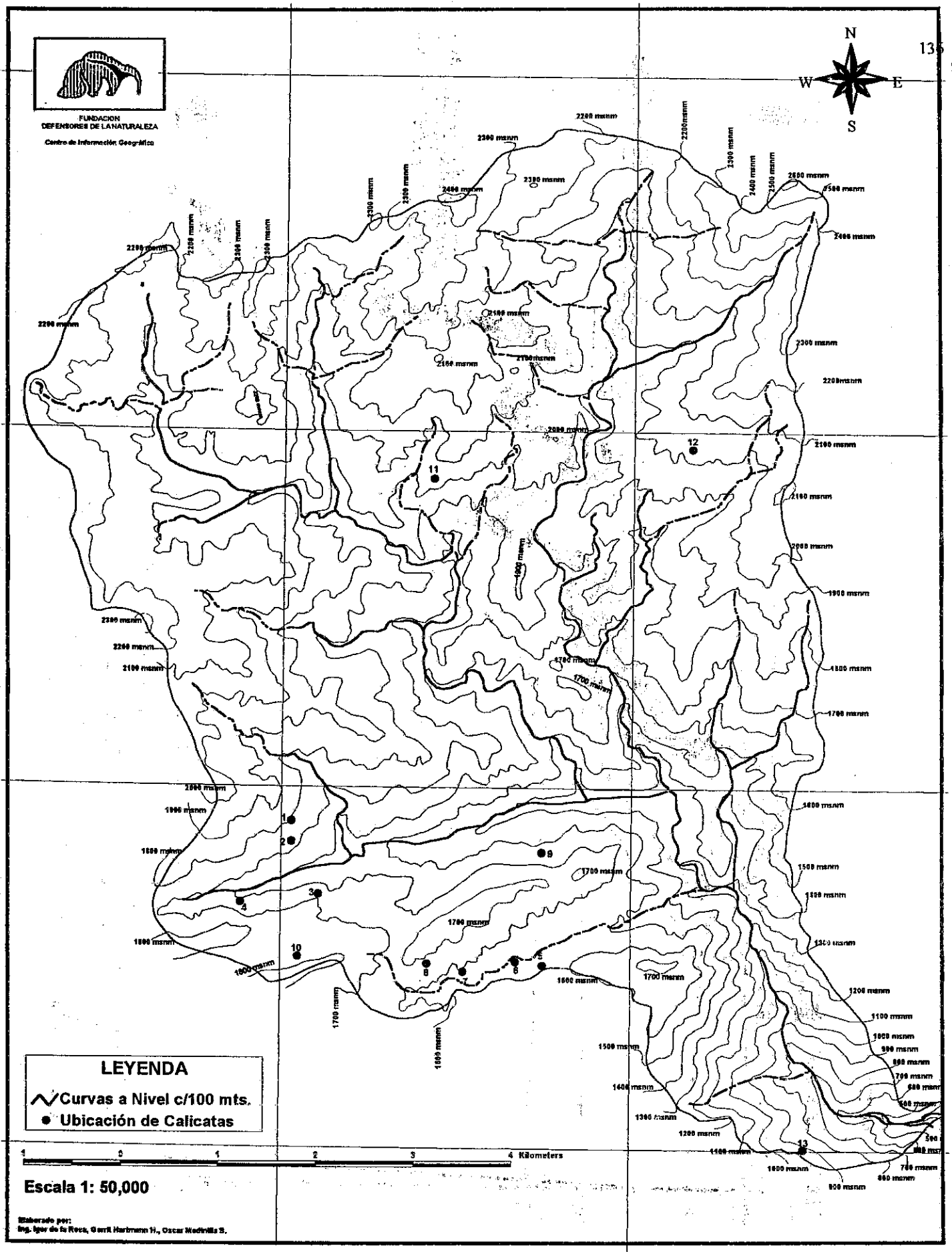


Figura 6 A. Mapa de ubicación de las calicatas.

Anexo 1

Hoja de campo: Proyecto de zonificación ecológica de la Reserva de la biósfera Sierra de Las Minas "RBSM"

Nombre de la comunidad:

Altitud **msnm.** **Parcela o Punto:**

Exposición: **Pendiente dominante (%):** **Long:** **Lat.**

CODIGO	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DAP cm	COBERTURA metros	Sanidad 1	2	3	4	Fuste 1	2	Altura metros

Calidad del fuste: 1= recto 2 = torcido

Sanidad: 1 = sano 2 = quemado 3 = atacado por insectos 4 = patógenos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

Ref. Sem.017-99

LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO FLORISTICO DE LOS BOSQUES CON DOMINANCIA DE ESPECIES DEL GENERO Pinus EN LA MICROCUENCA DEL RIO COLORADO, RIO HONDO, ZACAPA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: OSCAR ERNESTO MEDINILLA SANCHEZ

CARNET No: 8817248

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Eugenio O. Orozco y Orozco
Ing. Agr. Edwin E. Cano Morales

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
A S E S O R

Ing. Agr. M.Sc. César A. Castañeda S.
A S E S O R

Ing. Agr. Fernando Rodríguez R.
Director del IIA

FACULTAD DE AGRONOMIA
Instituto
de Investigaciones Agronómicas
DIRECCION
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

I M P R I M A S E

Ing. Agr. Rolando Lara A.
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DECANO
FACULTAD DE AGRONOMIA

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770
E-mail: iia@usac.edu.gt § http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm