

DL
01
T(1874)

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

**CARACTERIZACION DE LAS COMUNIDADES VEGETALES ASOCIADAS A LAS FAMILIAS
LOPHOSORIACEAE, DICKSONIACEAE Y CYATHEACEAE, EN EL BOSQUE NUBLADO DE
LA MICROCUENCA "RIO EL NARANJO", EN LA SIERRA DE LAS MINAS.**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

JORGE MARIO VARGAS PONCE

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Octubre de 1999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL I.	Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL II	Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL III	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ
VOCAL IV	Prof. JACOBO BOLVITO RAMOS
VOCAL V	Br. JOSE DOMINGO MENDOZA CIPRIANO
SECRETARIO	Ing. Agr. EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

Guatemala, Octubre de 1999.

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

Señores representantes:

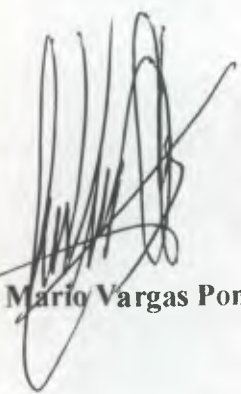
De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

CARACTERIZACION DE LAS COMUNIDADES VEGETALES ASOCIADAS A LAS FAMILIAS LOPHOSORIACEAE, DICKSONIACEAE Y CYATHEACEAE, EN EL BOSQUE NUBLADO DE LA MICROCUENCA "RIO EL NARANJO", EN LA SIERRA DE LAS MINAS.

Presentado como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando merezca su aprobación, me suscribo de ustedes,

ATENTAMENTE,



Jorge Mario Vargas Ponce

ACTO QUE DEDICO

A:

Mi mejor amigo

A quien desde que le conocí, le ha dado sentido a mi vida. Quien me ha enseñado a vivir de nuevo. A quien por muchos años rechacé y no quise conocer; pero de quien ahora, disfruto y necesito de su consejo y ayuda, en todas las cosas. Ante quien, después de todo esto, de lo único que puedo sentirme orgulloso, es que le conozco y sé que quiere de mí.

Gracias Señor Jesucristo

Así dice el Señor:

“No se gloríe el sabio de su sabiduría, ni se gloríe el poderoso de su poder, ni el rico se gloríe de su riqueza; mas el que se gloríe que se gloríe de esto: de que me entiende y me conoce.....”

Jeremías 9: 23 y 24

TESIS QUE DEDICO

A:

Los hermosos e impresionantes Bosques Nublados de Guatemala.

La Universidad de San Carlos de Guatemala y especialmente a la Facultad de Agronomía.

El Herbario José Ernesto Carrillo “AGUAT”, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mi madre Blanca María Elena Ponce Ponce, por su sacrificio, por su preocupación, por su apoyo, por su alegría de verme terminando esta etapa de mi vida, y por su indescriptible amor de Madre.

Mi padre Ernesto Vargas Cárcamo, por todo su apoyo y preocupación en los momentos más difíciles, y principalmente, por ser mi Padre.

Mis hermanos: Ernesto, Claudia, Oscar, Priscilla y Mario, por todo su apoyo.

La familia Gracias Mazariegos y la familia Marroquín Narváez, por todo el apoyo y amor que me han dado.

Mis amigos de la infancia: Alejandro Natareno, Christian y Henry Murcia, Mario Toledo, Mario Hernández, Daniel y Pablo Ramos, Juan Carlos Castillo, Luis Chinchilla, Emilio Ubieto, Pedro Pineda, Ezequiel Morales.

Todos mis amigos agrónomos y biólogos, especialmente a: Ing. Agr. Juan José Castillo, Ing. Agr. Mario Véliz, (†) Pto. Agr. Ernesto Carrillo, Br. Emilio Alvizurez, Ing. Agr. Oscar Medinilla, Ing. Agr. Miguel Tuna, Ing. Agr. Juan Carlos Rosito, Ing. Agr. Luis Ruiz, Licda. Rosa Elvira de Klee, Br. Verónica González, Br. Luisa Ortiz, Br. Brenda Noriega, Br. Aura Durán, Licda. Brenda García, por su amistad sincera, apoyo y ánimo.

Mi amigo David Mendieta Jiménez, por compartir conmigo en los momentos más duros, el amor de Jesucristo como lo principal en la vida.

A la Fundación Defensores de la Naturaleza, por haber auspiciado esta investigación, y especialmente al Ing. Agr. Oscar Rojas, Ing. Agr. Oscar Núñez, Licda. Sandra de Urioste, Yenny Videz, Esteban Hernández, (†) Cristino Javier, Ricardo Pérez, Juan Carlos Méndez, Rolando Albizurez, Gerrit Hartmann, Igor de la Roca, por la ayuda incalculable que me brindaron.

Mis asesores: Dra. Maragareth Dix, Ing. Agr. Juan José Castillo, Ing. Agr. M. Sc. Cesar Castañeda, por su orientación, paciencia y apoyo.

Ing. Agr. Vicente Martínez e Ing. Agr. Mario Véliz, por sus contribuciones a este trabajo.

Mis compañeros de trabajo de la subárea de ciencias biológicas, de la Facultad de Agronomía: Ing. Agr. Carlos Fernández, Ing. Agr. Negli Gallardo, Inga. Agra. Myrna Herrera, Ing. Agr. Manuel Martínez, Elsitá Vásquez, Miguel Martínez, Felix Zet, Miguel Sajbín, René Calí, Carlos Pirir, por la amistad desarrollada durante todo este tiempo.

Todas las personas que de alguna manera me apoyaron y que se han escapado de mi memoria.

CONTENIDO

	Página
3.1.13.1 Ordenación	11
3.1.13.2 Clasificación	12
3.1.14 Análisis multivariables	13
3.1.15 Métodos multivariables	13
3.1.15.1 Detrended Correspondence Analysis (DECORANA)	13
3.1.15.2 Two Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN)	14
3.1.15.3 COMPOSE	15
3.2 Marco referencial	15
3.2.1 Características de la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas"	15
3.2.1.1 Geología y relieve	15
3.2.1.2 Ecología	15
3.2.2 Descripción del área de estudio	17
3.2.2.1 Localización	17
3.2.2.2 Ubicación geográfica	17
3.2.2.3 Acceso	17
3.2.2.4 Topografía	18
3.2.2.5 Suelos	18
3.2.2.6 Clima y zona de vida	18
3.2.2.7 Vegetación	18
3.2.3 Clasificación taxonómica de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae	19
3.2.3.1 Lophosoriaceae	19
3.2.3.2 Dicksoniaceae	19
3.2.3.3 Cyatheaceae	20
3.2.4 Distribución	20
3.2.5 Usos y amenazas	21
IV. OBJETIVOS	23
4.1 General	23
4.2 Específicos	23
V. METODOLOGÍA	24
5.1 Etapa preliminar	24

CONTENIDO	Página
5.1.1 Criterio para seleccionar el área de estudio	24
5.1.2 Método de muestreo	24
5.1.3 Tamaño de la muestra	24
5.1.4 Tamaño de la unidad muestral	26
5.1.5 Forma y dimensión de las unidades muestrales	26
5.1.6 Ubicación de las unidades muestrales	27
5.2 Etapa de campo	27
5.2.1 Colecta de especímenes de herbario	27
5.2.2 Levantamiento de parcelas	27
5.2.3 Levantamiento de parcelas para la elaboración de diagramas fisonómico-estructurales	28
5.3 Etapa de gabinete	28
5.3.1 Elaboración de listas de especies	28
5.3.2 Elaboración de la matriz para el análisis de clasificación y ordenación	28
5.3.3 Tabulación de variables	28
5.3.4 Análisis de la información	29
5.3.4.1 Composición florística	29
5.3.4.2 Determinación de especies endémicas	29
5.3.4.3 Establecimiento de comunidades vegetales	29
5.3.4.4 Dominancia relativa de las especies	30
5.3.4.5 Diversidad de las comunidades	30
5.3.4.6 Descripción de la estructura de las comunidades	31
5.3.4.7 Indicadores vegetales y topográficos para delimitar el bosque nublado	32
5.3.4.7.1 Índice de complejidad	32
5.3.4.7.2 Distribución de las especies características	32
5.3.4.8 Relación en la distribución de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, con sus especies asociadas	33
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	34
6.1 Composición florística y comunidades vegetales	34
6.1.1 Composición florística de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae	34
6.1.2 Composición florística del estrato arbóreo	35

CONTENIDO	Página
6.1.3 Composición florística del estrato arbustivo	37
6.1.4 Comunidades vegetales del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo"	37
6.1.4.1 Comunidades arbustivas y arbóreas	39
6.1.4.2 Comunidades de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.	39
6.1.4.3 Composición florística del estrato arbóreo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> , y del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe</i> sp. y <i>Alsophila salvinii</i> "	42
6.1.4.4 Composición florística del estrato arbustivo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> , y del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe</i> sp. y <i>Alsophila salvinii</i> "	46
6.1.5 Especies endémicas	46
6.2 Dominancia relativa de las especies	49
6.2.1 Dominancia relativa de las especies del estrato arbóreo	49
6.2.2 Dominancia relativa de las especies del estrato arbustivo	51
6.2.3 Dominancia relativa de las especies del estrato arbóreo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> , y del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe</i> sp. y <i>Alsophila salvinii</i> "	54
6.2.4 Dominancia relativa de las especies del arbustivo arbóreo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> , y del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe</i> sp. y <i>Alsophila salvinii</i> "	58
6.2.5 Importancia económica de las especies dominantes	62
6.3 Diversidad de las comunidades del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo"	63
6.4 Descripción de comunidades	65
6.4.1 Descripción del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> "	65
6.4.2 Descripción del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe</i> sp. y <i>Alsophila salvinii</i> "	66

CONTENIDO	Página
6.5. Indicadores vegetales y topográficos para delimitar el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo".	69
6.5.1 Índice de complejidad	69
6.5.2 Distribución de las especies características	71
6.5.2.1 Especies características del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Calceita conifolia</i> "	72
6.5.2.2 Especies características del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> "	74
6.6 Relaciones en la distribución de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, con sus especies asociadas.	76
6.6.1 Ordenación para los helechos de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae	76
6.2.2 Ordenación para las especies del estrato arbóreo	78
VII. CONCLUSIONES	83
VIII. RECOMENDACIONES	88
IX. BIBLIOGRAFIA	90
X. APENDICES	95

INDICE DE FIGURAS

No.	CONTENIDO	Página
1	Ubicación y acceso a la microcuenca "Río El Naranjo"	16
2	Mapa hipsométrico de la microcuenca "Río El Naranjo"	25
3	Dendrograma de la clasificación de las comunidades arbustivas y arbóreas del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	40
4	Dendrograma de la clasificación de comunidades para los helechos de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	41
5	Comunidades vegetales asociadas a los helechos arborescentes de la microcuenca "Río El Naranjo".	43
6	Gráfica de los índices de importancia para las especies arbóreas del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	49
7	Gráfica de los índices de importancia para el estrato arbustivo del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	52
8	Gráfica de los índices de importancia para las especies del estrato arbóreo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita conifolia</i> ".	55
9	Gráfica de los índices de importancia para las especies del estrato arbóreo del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> ".	57
10	Gráfica de los índices de importancia para las especies del estrato arbustivo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita conifolia</i> ".	59
11	Gráfica de los índices de importancia para las especies del estrato arbustivo del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> ".	61
12	Perfil idealizado del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita conifolia</i> ".	67
13	Perfil idealizado del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> ".	68
14	Gráfica de los valores medios de los índices de complejidad para los diferentes pisos altitudinales de la microcuenca "Río El Naranjo".	71

No.	CONTENIDO	Pagina
15	Dispersión de los valores ponderados para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.	78
16	Dispersión de los valores ponderados para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de las especies del estrato arbóreo	80
17	Dispersión de los valores ponderados para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de las unidades de muestreo	81

INDICE DE CUADROS

No.	CONTENIDO	Página
1	Términos equivalentes para el bosque nublado y sus respectivos autores	3
2	Clasificación botánica de los géneros de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.	19
3	Distribución del número de unidades de muestreo por estrato, en cada piso altitudinal.	26
4	Lista de especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, encontradas en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	34
5	Inventario de las familias, géneros y especies del estrato arbóreo y arbustivo de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	35
6	Lista de especies arbóreas encontradas en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	36
7	Lista de especies arbustivas encontradas en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	38
8	Inventario de las familias, géneros y especies del estrato arbóreo y arbustivo de las comunidades vegetales de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	44
9	Lista de especies endémicas encontradas en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	47

No.	CONTENIDO	Página
10	Valores de las variables para el índice de importancia de las especies arbóreas dominantes en el bosque nublado de microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	50
11	Valores de las variables para el índice de importancia de las especies arbustivas dominantes en el bosque nublado de microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	52
12	Valores de las variables para el índice de importancia de las especies arbóreas dominantes en el bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> ".	55
13	Valores de las variables para el índice de importancia de las especies arbóreas dominantes en el bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> ".	57
14	Valores de las variables para el índice de importancia de las especies dominantes del estrato arbustivo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> ".	59
15	Valores de las variables para el índice de importancia de las especies dominantes del estrato arbustivo del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> ".	61
16	Importancia económica de las especies dominantes del estrato arbóreo y arbustivo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> ", y del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> ".	62
17	Riqueza de especies, índice de diversidad de Shannon-Wiener e índice de Equitatividad para las comunidades del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo".	63
18	Lista de especies características para el estrato arbóreo y arbustivo del bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Culcita coniifolia</i> ", y del bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> ".	73
19	Resumen de las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.	77
19	Resumen de las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación de las especies del estrato arbóreo de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".	79

No.	CONTENIDO	Página
15A	Traducción de las claves utilizadas para las especies arbóreas de la microcuenca "Río El Naranjo".	109
16A	Traducción de las claves utilizadas para los arbustos de la microcuenca "Río El Naranjo".	110

CHARACTERIZATION OF THE PLANT COMUNITIES ASSOCIATED WITH THE FAMILIES LOPHOSORIACEAE, DICKSONIACEAE AND CYATHEACEAE, IN THE CLOUD FOREST OF THE WATERSHED "RIO EL NARANJO", IN THE SIERRA DE LAS MINAS".

CARACTERIZACION DE LAS COMUNIDADES VEGETALES ASOCIADAS A LAS FAMILIAS LOPHOSORIACEAE, DICKSONIACEAE Y CYATHEACEAE, EN EL BOSQUE NUBLADO DE LA MICROCUENCA "RIO EL NARANJO", EN LA SIERRA DE LAS MINAS.

RESUMEN

La Sierra de las Minas fue declarada como área protegida en 1990. En 1997 se implementó el proyecto de investigación "Zonificación Ecológica de la Sierra de las Minas", el cual abarcó el estudio de las comunidades vegetales presentes en el gradiente altitudinal de la Sierra. En el bosque nublado de tal macizo, el cual abarca 1057 km² dentro de la zona núcleo de la Reserva, las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, consideradas por algunos autores como indicadoras de tal comunidad, fueron escogidas como guías del estudio, teniendo como antecedente que en este lugar las investigaciones florísticas y ecológicas son escasas, siendo necesarias para establecer tanto la dominancia, diversidad y fidelidad de sus especies, como los límites altitudinales de las comunidades que conforman tal asociación atmosférica, lo cual es útil en el planteamiento de nuevas estrategias para su manejo.

Para el estudio se escogió la microcuenca "Río El Naranjo", con un área de 40.76 km² y un rango altitudinal de 1700 a 2960 m, estudiándose el rango altitudinal entre 1700 y 2900 m, el cual se dividió en 7 pisos altitudinales a intervalos de 200 m, mientras que las unidades muestrales fueron ubicadas a cada 2 Km. sobre la curva de nivel de cada piso altitudinal, teniendo 72 en total.

Fueron encontradas 67 especies de árboles y 28 de arbustos, dentro de los cuales 5 especies fueron de las familias de interés. Trece de las especies anteriores estaban reportadas como endémicas para la Sierra de las Minas y la Sierra de los Chuchumatanes. Se logró establecer que existen principalmente dos comunidades, una entre 2500 y 2900 m, la cual se llamó "bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcuta conifolia*", y la otra entre 1700 y 2500 m, la cual se llamó "bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", dichas comunidades tuvieron el mismo patrón de distribución que el de los helechos estudiados.

En el estrato arbóreo de la comunidad ubicada entre 2500 y 2900 m, la dominancia se encuentra repartida entre 7 especies arbóreas y 6 arbustivas, mientras que para la comunidad ubicada entre 1700 y 2500 m, la dominancia se repartió entre 8 especies arbóreas y 4 arbustivas; de esto se observó que las especies *Lophosoria quadripinnata* var. *quadripinnata*, *Dicksonia sellowiana*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* y *Alsophila salvinii*, las cuales son de las familias de interés, tienen un peso muy importante en la dominancia del sotobosque de ambas comunidades. La estimación de la diversidad mostró que ambas comunidades son muy diversas y maduras, siendo dominadas por árboles mayores a 30 m. Según los índices de complejidad de Holdridge, entre 2500 y 2700 m, se encuentra la zona de vida bosque pluvial premontano y entre 1700 y 2500 el bosque pluvial montano bajo; además, entre 2300 y 2700 m, se encuentra la zona de máxima complejidad de especies, la que coincide con el área de nubosidad permanente.

Se establecieron 17 especies indicadoras (exclusivas) para el bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*", y 29 para el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", donde *Culcita conifolia* (Dicksoniaceae) y *Alsophila salvinii* (Cyatheaceae) estuvieron presentes respectivamente. El análisis de la distribución de las especies mostró que estas responden principalmente a los cambios en la altitud (temperatura) y la posición fisiográfica (humedad).

I. INTRODUCCION.

Los bosques nublados son áreas que se caracterizan principalmente por la frecuencia de nubes y por la alta diversidad de especies vegetales como efecto de ésta nubosidad. En el neotrópico, los bosques nublados se distribuyen desde el sur de México hasta el norte de Argentina, variando su distribución altitudinal de acuerdo a la posición geográfica donde se encuentren. Para Guatemala, en las áreas donde se encuentra este tipo de asociación los estudios ecológicos y florísticos han sido escasos; y esto, a pesar de que dichas áreas representan fuentes de agua para las comunidades humanas ubicadas en las laderas de montaña y en los valles.

En la Sierra de las Minas se ubica una de las áreas de bosque nublado más grandes de éste país. Dicho macizo fue declarado como área protegida en la categoría de "Reserva de Biosfera" por medio del decreto 49-90, quedando como entidad responsable para su manejo, la Fundación "Defensores de la Naturaleza". Administrativamente, en dicha Reserva el bosque nublado ocupa el área de zona núcleo, donde hay pocos estudios florísticos y ecológicos.

A partir de 1997, Defensores de la Naturaleza puso en marcha el proyecto "Zonificación Ecológica de la Sierra de las Minas", el cual se enfocó en el estudio de las comunidades vegetales de las especies consideradas como indicadoras del gradiente altitudinal de la Sierra. En tal sentido, la caracterización de las comunidades arbustivas y arbóreas asociadas a las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, fue de importancia para el proyecto, debido a que las especies de éstas familias se les considera como indicadoras de bosques nublados y porque el hombre las ha utilizado para sustrato de epífitas, construcciones, ornamentalismo y medicina. Con tal estudio se obtuvo información florística y ecológica, y se hizo una aproximación de los límites altitudinales de las comunidades vegetales que conforman el bosque nublado.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA.

La Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas", es un macizo montañoso dentro del cual se encuentran representadas diferentes comunidades vegetales en su gradiente altitudinal. Los estudios en tales comunidades son escasos, y se limitan únicamente a listas muy generales de la vegetación, tal es el caso de Cruz (5) y Universidad de San Carlos (43); por lo tanto, carecer de ésta información, dificulta delimitar zonas ecológicas con características climáticas, edafológicas, topográficas y biológicas diferentes.

Por otro lado, desde 1997 la Fundación Defensores de la Naturaleza, siendo la entidad administradora de dicha reserva, puso en marcha el proyecto de investigación "Zonificación Ecológica de la Sierra de las Minas", cuyo eje principal es el estudio de las diferentes comunidades vegetales a través del gradiente altitudinal de la Sierra. Se persiguió establecer la fragilidad y diversidad de los ecosistemas y el endemismo de sus especies. Dicho proyecto se dividió en subproyectos, los cuales fueron encaminados a estudiar las comunidades vegetales asociadas a especies vegetales consideradas como indicadoras.

Entre las comunidades vegetales que responden al gradiente altitudinal de la Sierra de las Minas se encuentra el "Bosque Nublado"; pero, uno de los factores que dificultan la demarcación de los límites de tal bosque en el neotrópico, es la variación altitudinal que éste presenta según las características ecológicas del área biogeográfica donde se encuentre. Además, las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, son taxa considerados como indicadores de bosques nublados (Standmuller (38); Flora Mesoamericana (8); Moran (24); Webster (46)), y en la Sierra de las Minas, *Cyathea fulva* (M. Martens et. Galeotti) Feé., es la única especie de dichas familias reportada como indicadora entre las doce registradas para el rango altitudinal de este bosque.

Es notable que existe desconocimiento acerca de la diversidad y distribución de las especies de las familias antes mencionadas, así como de sus comunidades vegetales; por lo cual se ignora cuales de las especies de estos taxa pueden ser consideradas como indicadoras del bosque nublado en áreas específicas de la Sierra de las Minas.

III. MARCO TEORICO

3.1 Marco conceptual.

3.1.1. Terminología de los bosques nublados.

Según Standmuller (38), el término "bosque nublado", no es científico, ni sirve como definición dentro de disciplinas formales como ecología, silvicultura, hidrología etc. Sin embargo, "bosque nublado" es un término frecuentemente utilizado por la literatura científica, el cual reconoce la fuerte influencia de nubes o niebla sobre un bosque, sus propiedades y sus características ecológicas. De cualquier manera, muchos bosques merecen ser reconocidos como "bosques nublados", ya que la presencia de nubes juega en ellos un papel ecológico importante. El mismo autor argumenta que hay tipos de vegetación a veces llamados bosques nublados, pero a lo mejor merecen otra denominación porque en ellos aparentemente predominan otros factores, como el caso de los bosques ubicados en lugares muy expuestos y con frecuencia de nubes, los cuales pueden ser denominados "wind forest", "dwarf forest", "elfin woodlands", "mountain thickets", "mossy forest".

Según Standmuller (38), el término "bosque nublado" es la denominación más usada y más general en español para describir bosques bajo influencia fuerte de nubes. En el cuadro 1 se mencionan otros términos en castellano, los cuales son equivalentes y utilizados por otros autores.

Cuadro 1. Términos equivalentes para el bosque nublado y sus respectivos autores (38).

Autor	Año	Término
Veillon	1974	Selva nublada
Holdridge	1982	Asociación atmosférica muy húmeda
Beard	1944	Bosque húmedo montano
Serrano	1977	Bosque nebuloso

3.1.2. Definición de bosque nublado.

Los conceptos de bosque nublado se han venido desarrollando desde Humboldt en 1807, quien reconoció arriba de las tierras bajas tropicales una región de helechos arborescentes entre 900 y 2900 m de elevación (46). En la definición clásica se menciona que éste se caracteriza por una atmósfera

perhúmeda, prevalescencia de briófitas y epífitas vasculares, tamaño reducido de árboles y composición florística exuberante. En las publicaciones de Standmuller (38), Gentry (10), Morán (24), Flora Mesoamericana (8) y Webster (46), un rasgo característico de ésta asociación, es la presencia de algunas especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae. Hamilton, L; Juvik, L; Scatena, F. (13), definieron el bosque nublado tropical a partir de los siguientes elementos:

a) *Está compuesto de ecosistemas de bosques con flora y estructura diferente, y se presenta en una zona relativamente angosta, donde el ambiente de la atmósfera es caracterizado por una cobertura nubosa persistente, frecuente o estacional; b) las nubes dirigidas por los vientos influyen en la interacción atmosférica, generando una reducida radiación solar y bajo déficit de vapor que influye en la humedad del dosel, y en general suprime la evapotranspiración; c) la precipitación neta es significativamente incrementada (es superior a la precipitación orográfica) por la continua intercepción del agua de las nubes por el dosel (precipitación horizontal) y la baja utilización del agua por la vegetación; d) en comparación con los bosques húmedos de bajas alturas, el bosque nublado generalmente es de tamaño reducido de árboles y con alta densidad de ramas; el dosel de árboles posee copas densas y compactas; las ramas tienen hojas pequeñas, anchas y duras y sobre ellas una alta proporción de biomasa como epífitas, briófitas, líquenes y helechos membranosos; e) los suelos son húmedos, frecuentemente saturados y altamente orgánicos; f) la diversidad es relativamente alta en términos de especies de árboles, arbustos, epífitas y hierbas, y el endemismo es muy alto; f) se presenta en una escala global dentro de un amplio rango de regímenes de precipitación anual o estacional (500-10,000 mm/año); g) la variación altitudinal para un sistema montañoso grande puede ser entre los 2000-3000 m de elevación (Andes, Rwenzoris); en las costas o en las montañas insulares, esta zona puede descender a 1000 m de elevación (Hawaii); bajo condiciones excepcionales de humedad e influencia marina y ecuatorial, un bosque nublado tropical puede desarrollarse sobre picos o cerros, pequeñas montañas en islas a elevaciones de 500 m o menores (Kosrae en Micronesia y Gua en Fiji)".*

3.1.3. Ubicación de los bosques nublados en el neotrópico.

Según Webster (46), la mayoría de ubicaciones de bosques nublados de América del Norte aparecen desde el Rancho del Cielo 23 grados latitud norte, en la Sierra Madre Oriental de México entre 1000 y 1500 m de elevación. En Sur América se reportaron bosques de Myrtaceae al norte de Argentina, aproximadamente entre 27 y 28 grados latitud sur. Standmuller (38), da una idea general de

la distribución de los bosques nublados tomando como indicador la distribución geográfica de Cyatheaceae en el trópico húmedo, lo cual concuerda con los parámetros que aparecen en los trabajos citados por Hamilton, L; Juvik, L; Scatena, F. (13) y Webster (38), entre 25 grados latitud norte y sur.

3.1.4. Elementos climáticos de los bosques nublados.

3.1.4.1. Precipitación horizontal.

"Donde ocurren nieblas y neblinas con frecuencia, como en la faja de condensación (cloud belts) de las laderas de las montañas expuestas a los vientos predominantes..., estas pueden constituir una fuente de humedad adicional (38). Las nubes se forman por el enfriamiento del aire ascendente de la superficie de la tierra a niveles más fríos de la atmósfera (6). Cuando la niebla se mueve horizontalmente o cuando las nubes tocan la superficie terrestre, se depositan gotitas de agua a medida que pasan a través de materiales divididos finamente como el follaje de las hojas de helechos y pinófitas; además, las copas de los árboles actúan como ente captador de este tipo de precipitación, ya que luego de ser captada, puede caer directamente al suelo o escurrir por las ramas y troncos hasta descender (38). Esta agua, goteo de la niebla, caracteriza la vegetación de las laderas de las montañas intermedias de los Trópicos Americanos (bosques nublados); la cual es llamada también precipitación horizontal.

3.1.4.2. Importancia de las nubes en el bosque nublado.

Para Spurr y Barnes (32), la niebla puede tener un efecto directo al abastecer de humedad en la época estival; sin embargo, tiene efectos indirectos al reducir las horas luz solar estival y también al disminuir las temperaturas diurnas estivales. Brown, M. *et al* (4), encontraron que por efecto de la nubosidad, en la parte sur de la Sierra de las Minas, la precipitación en el bosque es superior a la precipitación en lugares abiertos, principalmente en los meses de la estación seca. La misma afirmación hacen Standmuller (38) y Webster (46), para la parte este de la cordillera Mexicana. Tanto para Standmuller (38) como para Brown, M. *et al* (4), la cantidad de precipitación horizontal depende principalmente de la altitud, época del año y topografía local (exposición al viento y forma de la tierra). Stadmuller (38), agrega que la altura de la vegetación, la estructura del dosel, el tamaño y forma de las epífitas, el tamaño, cantidad, colocación y agrupación del follaje, son otros factores que afectan la cantidad de precipitación horizontal.

3.1.4.3. La asociación atmosférica muy húmeda en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.

Standmuller (38), argumenta que los bosques nublados poseen características climáticas particulares a las que Holdridge llamó "condiciones atmosféricas especiales". Con lo anterior, Holdridge (1982) afirma que por razón de que en la región tropical y subtropical es frecuente el contacto de las nubes con las montañas, se ha venido utilizando erróneamente el término "bosque nublado" para designar una asociación o comunidad definida. Estas condiciones corresponden a asociaciones atmosféricas muy húmedas, y son más frecuentes en las zonas de vida desde bosque húmedo al bosque pluvial.

3.1.5. ¿Por qué estudiar la vegetación?

Las comunidades de plantas son un ventajoso punto de partida, porque son más fáciles de analizar que las comunidades de animales; además, la comprensión de tales, facilita el análisis de otros componentes del ecosistema ya que es el más fácilmente reconocible y útil para delimitar áreas ecológicas homogéneas. En tal sentido, Mattucci y Colma (21) afirman que el conocimiento de la vegetación es necesario para innumerables actividades de investigación y desarrollo, debido a su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico.

3.1.6. Comunidad vegetal.

Según Odum (27) y Brower (3), la comunidad biótica es una reunión de poblaciones que interactúan en un hábitat determinado. Spurr y Barnes (32), agregan que éste término es utilizado para designar unidades sociológicas de cualquier extensión. Spurr y Barnes (32), Mueller-Dombois y Ellenberg (25) y Braun-Blanquet (2), exponen que las comunidades se presentan en las siguientes jerarquías: a) Formación o Bioma: es la comunidad más grande, se caracteriza por tener fisonomía particular y por repetirse en diferentes localidades; b) Asociación: forma parte de una formación y se caracteriza por tener composición florística definida, fisonomía, crecimiento y hábitat uniformes; c) comunidad: forma parte de la asociación y se caracteriza por ser un cuerpo unificado de individuos que comparten un mismo hábitat. Mueller-Dombois y Ellenberg (25) y Braun-Blanquet (2), toman a la

asociación como la unidad fundamental de la fitosociología, la cual tiene especies diagnósticas que ocurren solamente en ella, y que marcan la diferencia con otras comunidades.

Considerando que los requerimientos de hábitat, flora y fisionomía no siempre puede ser satisfechos, Holdridge (17) define la asociación como: *“un área con un ámbito definido de factores ambientales, la que, bajo condiciones naturales no alteradas, está ocupada por una comunidad típica de organismos, cuyo complejo total de fisionomía de las plantas y la actividad de los animales es único. La misma asociación puede encontrarse en áreas separadas en la faz de la tierra, y compuesta de grupos de especies totalmente diferentes”*.

3.1.7. Análisis de comunidades vegetales.

Las comunidades vegetales se analizan en función de su composición de atributos y las variables derivadas de éstos. Los atributos de una comunidad vegetal son las distintas categorías florísticas que la constituyen y, las comunidades se caracterizan por la presencia de unas o la ausencia de otras y por la cantidad o abundancia de cada una de ellas. Las variables constituyen estimaciones del promedio o la media de las expresiones de la abundancia de los atributos. La descripción o comparación de porciones de la vegetación puede basarse en la presencia o la ausencia de las categorías florísticas consideradas (análisis cualitativo), o en la abundancia de estas (análisis cuantitativo). A nivel local las comunidades vegetales suelen diferenciarse poco en cuanto a su composición florística, pero bastante en cuanto a la cantidad relativa de cada categoría. En éste caso, es necesario estimar las variables de los atributos para someterlas a análisis, ya sea numérico o informal.

Las variables describen el comportamiento, el rendimiento, la abundancia o la dominancia de las categorías florísticas en la comunidad, siendo las mas comunes (3, 21): a) frecuencia: es la probabilidad de encontrar dicho un atributo (uno o más individuos) en una muestra particular. Se expresa como porcentaje del número de unidades muestrales en que el atributo aparece en relación con el número total de unidades muestrales; b) densidad: es el número de individuos en un área determinada; c) cobertura: es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada; d) área basal: es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en metros de materia vegetal por unidad

de superficie de terreno. En los árboles se hace la medición a la altura del pecho (1.3 m arriba del suelo).

3.1.8. Fidelidad de las especies vegetales a sus comunidades.

La fidelidad, es una expresión de la medida en que una especie es diagnóstica de una determinada comunidad o conjunto de comunidades y está restringida a éstas. Braun-Blanquet (2), usa la fidelidad como uno de los criterios clasificación; además, reconoce cinco tipos de especies según su fidelidad: a) exclusivas: completa ó casi completamente confinadas a una comunidad; b) selectivas: se les encuentra con más frecuencia en una comunidad, pero también raramente en otras; c) preferentes: presentes más o menos abundantemente en varias comunidades, pero predominan o tienen mejor vitalidad en una de ellas; d) indiferentes: sin afinidad pronunciada por ninguna comunidad; e) extrañas: intrusos raros, procedentes de otra comunidad o relictos de una comunidad anterior; e) diferenciales, tienen importancia en la diferenciación precisa, especialmente de las asociaciones o subasociaciones con pocas o ninguna especies características.

3.1.9. Relaciones entre variables.

3.1.9.1. Índice de importancia de Cottam.

Un índice de importancia puede ser cualquiera de las variables analizadas. La selección de las variables analizadas depende a menudo del objetivo del estudio. El coeficiente más utilizado es el índice de importancia de Cottam, que es la suma de la frecuencia relativa, densidad relativa, área basal relativa o cobertura relativa de cada especie en cada muestra. Este valor, revela la importancia ecológica de cada especie en cada muestra, mejor que cualquiera de sus componentes. El valor máximo del índice de importancia es 300. El efecto de sumar las tres variables se traduce en un incremento de las diferencias de una especie entre muestras cuya composición florística es semejante.

La dominancia es una indicación de la abundancia relativa de una especie y no ha sido definida de una manera clara y precisa. En la práctica, se considera dominante a aquella categoría vegetal que es la más notable en la comunidad, ya sea por su altura, cobertura, o su densidad; es decir, puede estimarse a base de cualquiera de las variables de abundancia. Esta se expresa en valores absolutos por unidad de superficie o en valores relativos (3, 21, 25).

3.1.9.2. Índice de complejidad.

Holdridge (17) menciona que en las áreas muy húmedas de la región tropical, pueden encontrarse comunidades vegetales muy complejas, con rodales de altura considerable, gran cantidad de especies arbóreas ubicadas en varios estratos, y exhibiendo una gran variedad de alturas y espaciamentos. Los factores utilizados normalmente en estudios ecológicos son la densidad, la altura y el número de especies. Por lo tanto, el índice de complejidad es una relación de las variables fisonómicas más importantes dentro de un área dada. El índice de complejidad permanece inalterable en todo el ámbito de la zona de vida, excepto que se cambie a una asociación de condiciones más favorables o desfavorables. En lugares donde se juntan las zonas de vida, el índice parece ser el promedio de las zonas de vida colindantes. El cambio abrupto de los valores del índice de complejidad, está en contraste con la impresión de un continuum, el cual se obtiene cuando se trabaja con la distribución taxonómica de las especies. Los valores del índice de complejidad varían mucho dentro de una misma zona de vida a causa de las asociaciones.

3.1.9.3. Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

La diversidad de especies (algunas veces llamada heterogeneidad), es una característica única del nivel de organización biológica de una comunidad. Se dice que una comunidad tiene alta diversidad de especies cuando la abundancia de sus especies es igual o casi igual. Una alta diversidad de especies es indicador de una comunidad compleja, debido a que una gran variedad de especies permite obtener un mayor arreglo de interacciones. Si los datos de abundancia provienen de una muestra aleatoria de una comunidad, entonces se puede usar apropiadamente el índice de diversidad de Shannon-Wiener, el cual indica que una comunidad se hace más diversa a medida que se acerca al valor uno y, menos diversa, a medida que se aleje de uno (3).

3.1.10. Método de muestreo de la vegetación.

La selección del método para situar la muestra y las unidades muestrales se refiere al patrón espacial que ellas tendrán una vez ubicadas en la zona de estudio. El patrón puede ser preferencial, aleatorio, sistemático o aleatorio restringido. En el muestreo preferencial, la muestra o las unidades muestrales se sitúan en unidades consideradas típicas o representativas sobre la base de criterios subjetivos. El muestreo aleatorio consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales al azar. El muestreo sistemático, consiste en ubicar las unidades muestrales en un patrón regular en toda la zona de estudio y, permite detectar variaciones espaciales en la comunidad. Este modelo es preferido por su aplicación más sencilla en el campo y, porque según el patrón espacial de los individuos, dá una mejor estimación que el muestreo aleatorio (21).

3.1.11. Descripción de comunidades vegetales.

La descripción fisonómico - estructural tiene por objeto lograr producir una representación gráfica o sistemática de la comunidad que permita la comparación visual. Existen varias modalidades de uso corriente: espectro biológico, diagramas de perfil, diagramas estructurales y fórmulas. El diagrama de perfil fue ideado para describir comunidades de flora poco conocida. Representa una imagen fotográfica del perfil de la vegetación y reemplaza a la fotografía, la cual no es posible tomar en un bosque denso. Se confecciona tomando un rectángulo representativo del bosque y dibujando a escala las plantas presentes (21).

3.1.12. Perfil idealizado

Dentro de los sistemas globales para la clasificación de la vegetación, Beard (1) y Holdridge (17), han trabajado en dicha actividad en áreas fitogeográficas tropicales. Ellos han utilizado los diagramas de perfil empleados por Davis y Richards en 1934, los cuales han probado ser de mucho valor para representar por medio de una ilustración sencilla, las características estructurales generales de una formación vegetal en el caso de Beard y, de una zona de vida en el caso de Holdridge.

En el caso de las zonas de vida, Holdridge (17) al utilizar los diagramas anteriores, encontró los siguientes problemas: primero, la selección de parcelas para describir es difícil y está sujeta a sesgo considerable; segundo, la naturaleza dinámica del bosque reemplaza los espacios dejados por árboles o grupos de árboles en pie o caídos. El patrón de reemplazo resultante, incluyendo árboles jóvenes y no maduros, varía a través del rodal, de tal forma que, como regla general, dos diagramas sacados del mismo bosque pueden resultar diferentes. Para evitar lo anterior, Holdridge creó el llamado "perfil idealizado", el cual permite generalizar la estructura básica de un rodal boscoso de manera más precisa que el diagrama de perfil de Davis y Richards. Se llama idealizado porque es un intento de representar la estructura madura total que ha sido alcanzada parcialmente y hacia la cual tiende a desarrollarse cualquier porción inmadura de un bosque.

3.1.13. Análisis de los datos.

Se dispone de dos procedimientos para estructurar los datos provenientes de comunidades vegetales con el fin de simplificarlos: la clasificación y la ordenación. La clasificación consiste en dividir el sistema multidimensional en compartimentos o células, en los cuales se ubican los puntos que presentan mayor similitud entre sí. 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 (9, 21).

3.1.13.1. Ordenación.

La ordenación permite establecer secuencias o gradientes al disponer los individuos (muestras o atributos) a lo largo de ejes de variación continua. La ordenación se utiliza como una herramienta matemática para reducir la dimensionalidad del espacio vegetacional, en el cual, las relaciones y tendencias se determinan a partir de los datos vegetacionales y se refieren a los individuos ordenados. Este es el tipo de ordenación taxométrica. La ordenación también puede utilizarse para encontrar relaciones entre las variaciones de la vegetación y los gradientes o patrones ambientales; es decir, relacionar el espacio vegetacional con el espacio ambiental. Esta es la forma de ordenación ecológica.

Entre los tipos de ordenación se encuentran el análisis directo y el análisis indirecto, según los ejes de ordenación sean internos o externos. El análisis directo busca el ordenamiento de los individuos (muestras o atributos) sobre ejes que expresan variaciones ambientales conocidas y aceptadas. El análisis indirecto busca la obtención de ejes a partir de los datos vegetacionales; éstos ejes internos que representan direcciones principales de variación, pueden expresar gradientes ambientales o no, según el enfoque de ordenación que se aplique (9,21).

3.1.13.2. Clasificación.

La clasificación consiste en agrupar las muestras o las especies según sus características o preferencias. Las técnicas de clasificación son de dos tipos: aquellas que asignan individuos a clases ya existentes y, aquellas que crean las clases a partir de la información. Dado que hasta la fecha no se ha establecido un sistema de clasificación universal de la vegetación, las técnicas empleadas son del segundo tipo.

Algunas de las técnicas permiten obtener clases de igual jerarquía, en cuyo caso la clasificación es reticulada. Otras técnicas estructuran las clases de manera que algunas tienen mayor rango y cada una de ellas engloba varias de menor orden; ésta es una clasificación jerárquica. Según el procedimiento utilizado en la formación de las clases, las técnicas pueden ser divisivas o aglomerativas. Las técnicas divisivas comienzan con la población completa y por subdivisiones sucesivas se van formando grupos cada vez más pequeños. En cambio, las técnicas aglomerativas, comienzan con los individuos, los que se combinan por su semejanza hasta agotar las posibilidades de combinación, o hasta que no queden individuos aislados. Cuando se busca la similitud entre individuos, se toma en cuenta la cantidad de características que intervienen en la formación de clases; con esto, las técnicas monotéticas que sólo pueden ser divisivas (las técnicas monotéticas aglomerativas resultan triviales), utilizan una característica en cada subdivisión. En cambio, las técnicas politéticas emplean una función de semejanza basada en el conjunto de características (21). En estudios de la vegetación, los individuos a clasificar pueden ser muestras de vegetación o atributos (especies, formas de vida, etc.). En el primer caso, los datos que se manejan son relaciones entre muestras en una matriz directa (Q), la técnica de clasificación es autoestructurante o normal. En el segundo caso, la entrada (input) es una matriz indirecta (R), y la técnica es de estructuración transpuesta (21).

3.1.14. Análisis multivariables.

El análisis multivariable es la rama de la matemática que trata del examen simultáneo de numerosas variables, considerándolas como un todo; esto con el propósito de resumirlas y mostrar su estructura. Los estudios que parten del registro u observación de numerosas variables o características en cierto número de sitios, pueden tabular los datos en una matriz primaria, la cual tiene una estructura de doble entrada, de tal forma que las variables se colocan en las hileras y los sitios en las columnas. En general el análisis multivariable se justifica cuando: Los datos se pueden arreglar en una matriz de doble entrada; dicha matriz tiene un tamaño mínimo de 10 x 10 o 15 x 15 (con menos variables, probablemente los diagramas de dispersión son más provechosos); las propiedades de los datos y los supuestos de la técnica multivariable concuerdan (9).

3.1.15. Métodos multivariables.

En la fitosociología la ordenación es el término colectivo de las técnicas de análisis multivariables, el cual arregla sitios - especies a lo largo de ejes de variación con base en los datos de composición de especies. Según Gauch (9), los principales métodos de ordenación existentes son: los promedios ponderados, ordenación polar, análisis de componentes principales, análisis de correspondencias, análisis de correspondencias mejorado y el análisis canónico de correspondencias. Hill (15) creó el software necesario para realizar estudios fitosociológicos en base análisis multivariables, a través de el análisis de correspondencias mejorado (DECORANA).

3.1.15.1. Detrended Correspondence Analysis (DECORANA).

Este método de análisis multivariable es una versión mejorada de los promedios ponderados y el análisis de correspondencias. El método de los promedios ponderados se utiliza cuando la comprensión inicial del investigador sobre el tema es mínima; la desventaja es que es un elemento subjetivo y define solamente un gradiente. Una modificación a ésta técnica fue denominada índice de iteración, para el cual, el investigador no pondera los sitios, sino que la ordenación de las calificaciones se realiza a través de un procedimiento computacional que produce una solución única.

Por otro lado, el análisis de correspondencias es una técnica que emplea distancias basadas en pruebas de Chi - cuadrado, y los pesos para las muestras o sitios son proporcionales al total de sitios; similarmente, los puntos de las variables son ponderados por el total de las variables. El análisis de correspondencias ordena los sitios y las variables simultáneamente; los valores de ordenación de las variables son promedios de los valores de ordenación de los sitios. Recíprocamente, los valores de ordenación de los sitios son promedios de los valores de ordenación de las variables.

En el análisis de correspondencias, se obtienen por medio de un algoritmo de iteración directa para tantos ejes como se requiera, los cuales presentan valores característicos decrecientes. Este análisis suele presentar dos inconvenientes. El primero es el efecto de arco, en el cual el segundo eje puede ser sólo una distorsión cuadrática del primero; éste problema se prolonga de manera que el tercer eje es una distorsión cúbica, y así sucesivamente. El segundo, es que los extremos del primer eje aparecen comprimidos con relación a su parte media; por ello, una distancia dada de separación en la ordenación, carece de significado consistente en términos de diferencias implícitas entre sitios. El análisis de correspondencias mejorado está basado en el análisis de correspondencias, pero corrige sus dos problemas (9).

3.1.15.2. Two Way Indicator Species Analysis (TWINSpan).

TWINSpan es una técnica multivariable de ordenación jerárquica, politética y divisiva, la cual inicia la ordenación de los datos por medio del análisis de correspondencias, luego, las variables que caracterizan a los extremos del eje de ordenación se enfatizan con el fin de polarizar los sitios o muestras, los cuales se dividen en dos grupos por medio de la ruptura del eje de ordenación en su parte media.

TWINSpan tiene las siguientes ventajas: primero, debido a que es politético y divisivo, es más efectivo; segundo, analiza especies y muestras a la vez, en forma integrada; tercero, utiliza completa la información original; cuarto, produce dendrogramas de mayor claridad; y quinto, presenta requerimientos de computación mínimos, lo que permite el análisis de matrices primarias mucho mayores sin problemas (9, 16).

3.1.15.3. COMPOSE.

COMPOSE es un paquete creado en fortran 77, y es manipulador de datos, el cual chequea errores, edita y formatea datos utilizados por otros programas en la Serie Ecológica de Programas de la Universidad de Cornell. Está creado para operar arreglos bidimensionales de datos. Por conveniencia, los datos pueden ser manejados en términos de especies y muestras. Todos los datos de COMPOSE son condensados a un formato, el cual es aceptable en todos los paquetes de microcomputadoras del Cornell Ecology Programs MS-DOS (23).

3.2. Marco referencial.

3.2.1. Características de la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

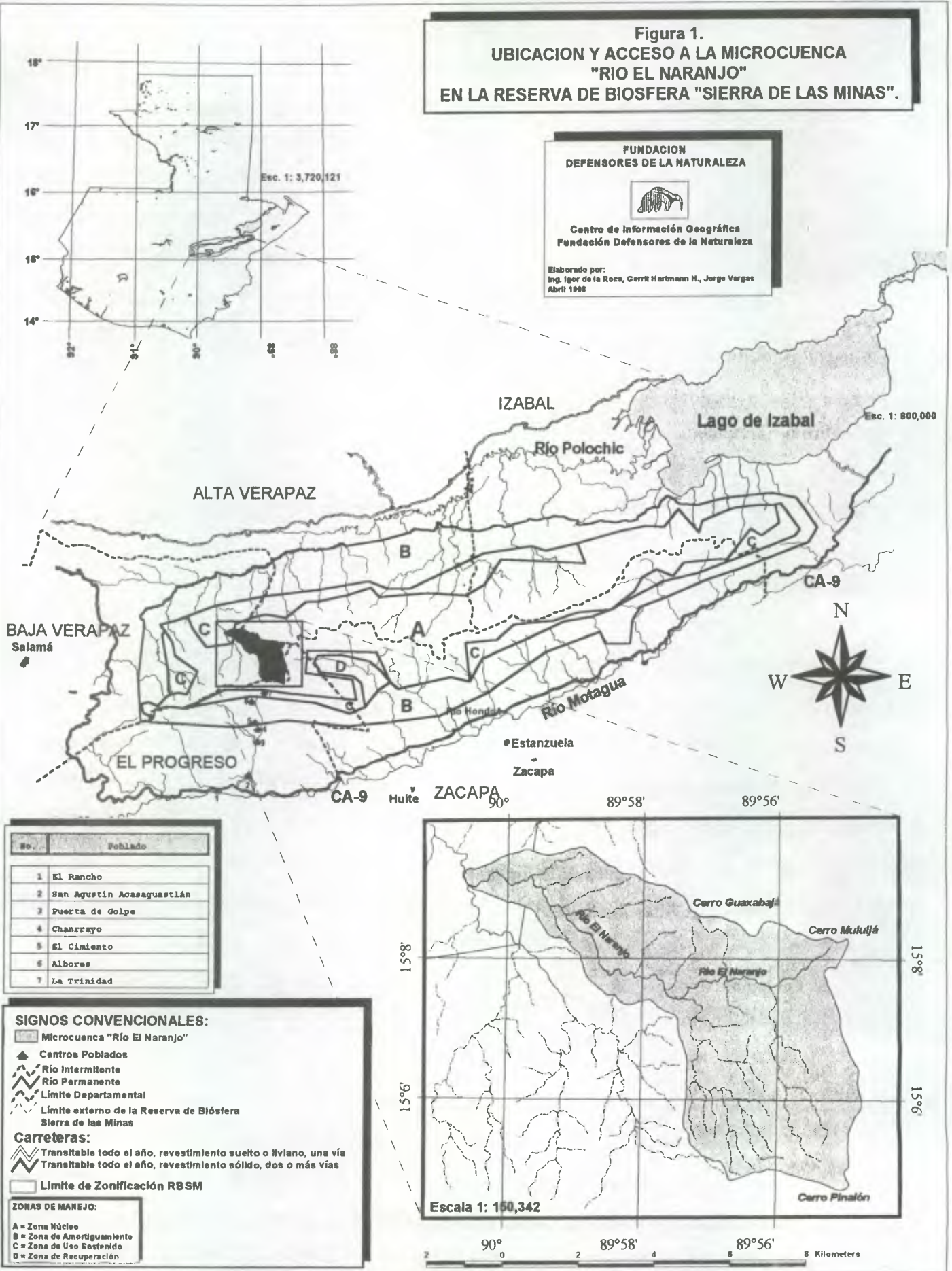
3.2.1.1. Geología y relieve.

La Sierra de las Minas es una cadena montañosa ubicada al Oriente de la República de Guatemala (figura 1), extendiéndose en sentido Sudoeste a Noreste y atravesando los departamentos de El Progreso, Baja Verapaz, Alta Verapaz, Zacapa e Izabal. Al extremo Sudoeste se encuentra limitada por la Sierra de Chuacús, al Sur por el valle del río Motagua, al Norte por el lago de Izabal y el valle del río Polochic, y al extremo Noreste por la Sierra del Mico, de la que se separa a nivel de la carretera que comunica el poblado de Mariscos (al margen del lago de Izabal) con la carretera CA-9. Desde la perspectiva fisiográfica los terrenos de la Sierra de las Minas son parte de dos provincias: Tierras Altas Sedimentarias y Tierras Altas Cristalinas (7).

3.2.1.2. Ecología.

El sistema Sierra de las Minas tiene una estructura física que se puede simplificar en el siguiente modelo: Una elevada barrera para los vientos Alisios provenientes del Mar Caribe, los cuales chocan con ella oblicuamente con dirección noreste - sudeste. La cima a todo lo largo de la Sierra constituye una cresta angosta que no llega a conformar verdaderas altiplanicies. Con todo, esta cumbre mantiene una singular dinámica con los vientos cargados de humedad que proceden de los adyacentes sistemas oceánicos del Caribe y que pegan con las faldas del macizo (43).

Figura 1.
UBICACION Y ACCESO A LA MICROCUENCA
"RIO EL NARANJO"
EN LA RESERVA DE BIOSFERA "SIERRA DE LAS MINAS".



FUNDACION
DEFENSORES DE LA NATURALEZA



Centro de Información Geográfica
Fundación Defensores de la Naturaleza

Elaborado por:
 Ing. Igor de la Roca, Gerrit Hartmann H., Jorge Vargas
 Abril 1998

No.	Poblado
1	El Rancho
2	San Agustín Acasaguastlán
3	Puerta de Golpe
4	Chanrayo
5	El Cimiento
6	Albores
7	La Trinidad

SIGNOS CONVENCIONALES:

- Microcuenca "Río El Naranjo"
- Centros Poblados
- Río Intermiteinte
- Río Permanente
- Límite Departamental
- Límite externo de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas

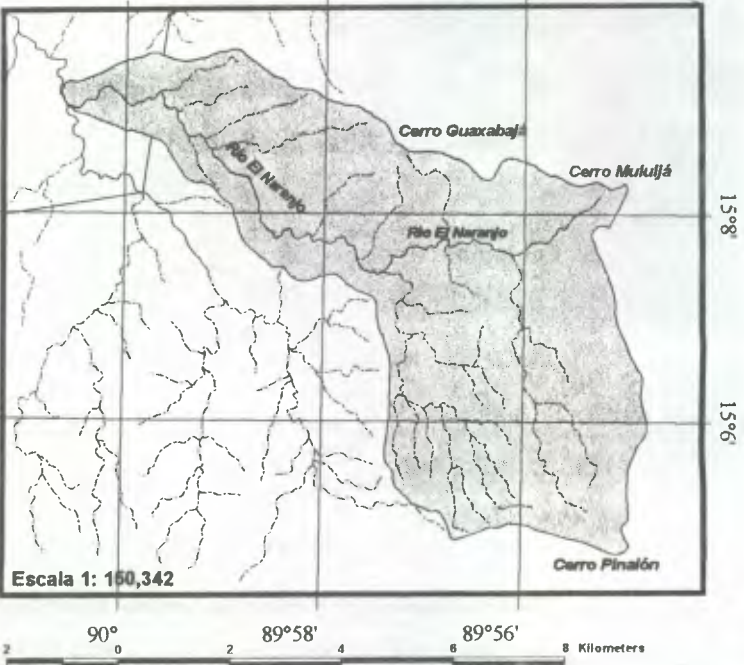
Carreteras:

- Transitable todo el año, revestimiento suelto o liviano, una vía
- Transitable todo el año, revestimiento sólido, dos o más vías

Límite de Zonificación RBSM

ZONAS DE MANEJO:

- A = Zona Núcleo
- B = Zona de Amortiguamiento
- C = Zona de Uso Sostenido
- D = Zona de Recuperación



En la Sierra, se establecen fundamentalmente dos gradientes climáticos, uno de humedad y otro de temperatura. El primero parece estar en principio relacionado con la distancia horizontal que separa a la Sierra del océano Atlántico, mientras que el segundo debería depender en esencia de las alturas del monte (43).

3.2.2. Descripción del área de estudio.

3.2.2.1. Localización.

La microcuenca "Río EL Naranjo", se encuentra localizada en el límite sudeste de los departamentos de Alta y Baja Verapaz; administrativamente se localiza dentro del área bajo la categoría de manejo "Zona Núcleo", la cual es al mismo tiempo el bosque nublado de la reserva de biosfera "Sierra de las Minas" (1,057 km²). En ésta asociación se encuentran todas o casi todas las cabeceras de cuenca que alimentan las cuencas de los ríos Polochic al norte y Motagua hacia el sur (7) (figura 1).

3.2.2.2. Ubicación geográfica.

La microcuenca "Río El Naranjo" (figura 1), se encuentra delimitada naturalmente al Noreste por el Cerro Guaxabajá (15° 8'41.3" Lat. Norte y 89°57'19.1" Long. Oeste); al Noreste por el Cerro Mulujá (15°8'16.72" Lat. Norte y 89°54' 58.32" Long. Oeste); al Sureste se encuentra el Cerro Pinalón (15°4'56.72" Lat. Norte y 89°54' 49.94" Long. Oeste) y, se tomó como punto de la parte más baja de la microcuenca (15°9'2.62" Lat. Norte y 90°0'35.2" Long. Oeste).

3.2.2.3. Acceso.

El acceso a la microcuenca "Río El Naranjo" es de la siguiente manera: En el kilómetro 77.5 de la Carretera Centroamericana (CA-9), se encuentra un desvío que 3.5 Km adelante, conduce hacia el municipio de San Agustín Acasaguastlán en el departamento de El Progreso, lo cual totaliza 81 km desde la ciudad capital. Desde San Agustín Acasaguastlán hacia el Norte, se llega hasta la finca Las Nubes (donde se encuentra el área de estudio), siendo aproximadamente 33 kilómetros de terracería transitable sólo en verano y pasando por las aldeas Chanrayo, El Cimiento, Los Albores y la Finca Trinidad (figura 1).

3.2.2.4. Topografía.

La microcuenca "Río El Naranjo" posee un área de 40.76 Km²; tiene pendientes desde 16 a mayores de 70 %. Dicha área está distribuida en un gradiente altitudinal que comienza en 900 y termina en 2960 m de elevación (figura 2).

3.2.2.5. Suelos.

En forma general Simmons, Taramo y Pinto (31), mencionan que los suelos ubicados en la microcuenca "Río El Naranjo" pertenecen a la serie Civijá, los cuales se caracterizan por ser profundos y bien drenados, desarrollados sobre esquistos en un clima húmedo, en relieves ondulados a fuertemente inclinados. Según Tobias (41), estos suelos se encuentran desarrollados sobre serpentina, esquistos y rocas asociadas en elevaciones medianas. Tobias (42) afirma que estos suelos según la clasificación de la FAO-UNESCO, se encuentran dentro de la unidad de clasificación Luvisoles, los cuales poseen un horizonte argílico con >50% de saturación de bases; son generalmente maduros evolutivamente y presentan sus horizontes completamente desarrollados (A,B,C).

3.2.2.6. Clima y zona de vida:

Según Cruz (5), el bosque nublado de la Sierra de las Minas se encuentra mayoritariamente dentro de la zona de vida bosque pluvial Montano Bajo Subtropical (bp-MB), la cual incluye la parte alta de la Sierra, una pequeña área en Tukurú y Tamahú en Alta Verapaz; pasando por Purulhá, Unión Barrios y Chilascó en Baja Verapaz. Se presume que existe una precipitación anual que sobrepasa los 4100 mm. La biotemperatura oscila alrededor de 19 grados centígrados con una evapotranspiración potencial de 0.25; la topografía es accidentada, con elevaciones desde 1500 hasta 2700 m de elevación.

3.2.2.7. Vegetación.

Según Cruz (5), la vegetación natural predominante e indicadora del (bp-MB), es el bosque latifoliado representado con especies como *Podocarpus oleifolius*, *Alfaroa costaricensis*, *Engelhardtia sp.*, *Magnolia guatemalensis* y *Brunellia sp.* También pudo observar *Oreopanax xalapense*, *Hedyosmum mexicanum* y *Gunnera sp.* Por otro lado Universidad de San Carlos (43), encontró que en el bosque

nublado de la Sierra de las Minas las especies *Quercus sapotaefolia*, *Persea vesticula*, *Cornus disciflora* y *Cyathea fulva*, son indicadoras de tal.

3.2.3. Clasificación taxonómica de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.

El cuadro 2 muestra los diferentes géneros de las familias de interés; dicho cuadro está basado en la Flora Mesoamericana (8). Es oportuno hacer mención que dentro del Reino Plantae, estos helechos se incluyen dentro de la clase Pteropsida y la división Pterophyta (18).

Cuadro 2. Clasificación botánica de los géneros de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.

ORDEN	FAMILIA	GENERO
Filicales	Lophosoriaceae	Lophosoria
	Dicksoniaceae	Culcita
		Dicksonia
		Cibotium
	Cyatheaceae	Sphaeropteris
		Alsophila
		Cnemidaria
		Trichipteris
		Cyathea

3.2.3.1. Lophosoriaceae (8).

Terrestres; rizoma postrado, grueso, dorsiventral, dictiostélico, con abundantes raíces laterales y densamente peloso en el ápice, los tricomas largos, septados, anaranjados; hojas grandes, pelosas; soros dorsales; indusio ausente; esporangios con un anillo oblicuo; esporas tetraédricas, con un prominente cíngulo ecuatorial; X= 65. 1 gen., 1 sp. Neotrópicos.

3.2.3.2. Dicksoniaceae (8).

Terrestres; tallo erecto, ascendente o raramente postrado, a menudo masivo y arborescente, cubierto de raíces adventicias; hojas de 1-4 m, monomorfas o casi dimorfas; peciolo liso o glabrescente a variadamente peloso, la base a menudo densamente lanada, sin escamas, no articulada al tallo; lámina

2-5 pinnada, cartácea, coriácea o subcoriácea, pelosa, los tricomas simples; cóstulas generalmente sulcadas en el lado adaxial; nervaduras libres, simples a varias veces bifurcadas; soros marginales, terminales en las nervaduras, 2-valvados, la valva externa del indusio a menudo una porción escasamente modificada del margen del segmento; esporangios con pedículos largos o cortos, con un anillo ablicuo no interrumpido, la dehiscencia horizontal; parafisos escasos a numerosos, cateniformes; esporas triletes, 48-64 por esporangio; 5 gen., aprox. 45 spp. Trópicos.

3.2.3.3. Cyatheaceae (8).

Terrestres o raramente epífitas, generalmente arborescentes, raramente acaules; hojas generalmente 1-5 m, monomorfas; lámina 1-4 pinnada, más comúnmente 2-pinnado-pinnatífida, sin yemas, el ápice pinnatífido o similar en forma a las pinnas laterales; pecíolo escamoso, por lo menos basalmente; nervaduras libres o el par basal unido para formar areólas costales; ejes de las láminas generalmente pelosos y escamosos abaxialmente; soros superficiales, indusiados o no; receptáculo elevado, globoso a subcilíndrico; esporangios en apariencia sésiles pero realmente con un pedículo corto de 4 hileras de células, las capsulas esporangiales a menudo algo angulares y obcónicas, el anillo ablicuo y no interrumpido en el pedículo; esporas tetraédricas o globosas, aclorofilicas, 16, 32 o 64 por esporangio; X= 69. 4 gen., aprox. 500 spp. Trópicos.

3.2.4. Distribución.

En el mundo hay aproximadamente 10,000 especies de helechos que se encuentran en hábitats tan diferentes como bosques lluviosos y desiertos. En una escala continental, la importancia de las montañas para la riqueza de las especies de pteridófitas puede verse comparando Sur América y Africa. Sur América tiene aproximadamente 3,000 especies de pteridófitas y Africa tiene aproximadamente 500 especies; esta diferencia de seis veces menos especies en Africa es causada por dos condiciones. La primera, porque la mayoría de regiones de Africa son secas en cuanto a una estación o en todo el año. Segundo, Africa carece de extensiones montañosas grandes (Moran, 1995). Los helechos abundan en los trópicos de las Américas (29, 30), y es más, las montañas ejercen una gran influencia en este tipo de plantas por el impedimento de la migración y porque promueven la riqueza de especies y endemismo. Regularmente los lugares con más de 500 especies de pteridófitas, son montañosos (24).

Las pteridófitas, tienen pequeñísimas esporas que son ampliamente diseminadas por el viento, resultando rangos más amplios que las plantas con semilla; la alta dispersabilidad explica porqué las floras de las islas oceánicas tienen un gran porcentaje de pteridófitas en su flora en comparación con la que pueden tener los continentes (24).

Un efecto de la influencia de las montañas en la riqueza de éste grupo de plantas es el hecho de que existen muchas familias y géneros de pteridófitas que son principalmente montañosos. Dentro de éstos grupos taxonómicos se encuentra la familia Cyatheaceae y Lycopodiaceae. Cyatheaceae tiene de 600 a 650 especies en todo el mundo, las especies de este grupo aparecen mayoritariamente en las montañas entre 1000 y 1500 m de elevación. También la temperatura es un factor importante en la ecología de las especies de la familia Cyatheaceae, ya que según Perez-García y Riba (28), las esporas de estas especies germinan en rangos de temperatura entre 18-25 °C dependiendo de la especie, y por lo tanto, su distribución puede depender de ello.

La distribución de los helechos arborescentes para Guatemala se encuentra en un rango altitudinal que empieza de 40 m hasta llegar a 3800 m (8, 29, 30, 39). Para ser más específicos en cuanto a distribución altitudinal, Gentry (10) encontró que el género *Cyathea*, para los bosques montanos de México y América Central se distribuye principalmente arriba de los 1200 m de elevación.

3.2.5. Usos y amenaza.

El comercio de pteridófitas ha tomado lugar en ciertos grupos. Un gran mercado ha sido encontrado para la fibra del sistema radical de *Osmunda cinnamomea* y *Osmunda regalis*, el cual es usado para mezclarlo con el suelo para alimento de epífitas o para soporte de Orchídeas. La fibra de *Osmunda* tiende a acabarse, por lo cual, la fibra del tronco de los helechos arborescentes es su sustituto favorito. Los troncos helechos arborescentes son cosechados en grandes cantidades; después son vendidos como troncos, postes, canastas, comederos para animales o troceados y utilizados como macetas (22).

La fibra de estos helechos varía en cuanto a rugosidad y durabilidad de sus raíces, la firmeza y el ancho del manto de raíces, y algunas especies han sido favorecidas para otros usos comerciales. El corte para este propósito ha sido llevado a donde quiera que los helechos arborescentes se presentan y producen el manto de raíces (22).

Por otro lado las especies más utilizadas para el corte de este manto de raíces son *Dicksonia karstesiana* en Venezuela y *D. sellowiana* en Sur América. Principalmente la fibra de los helechos arborescentes es utilizada en disciplinas como horticultura en los Estados Unidos Americanos, provenientes de México, Guatemala y Costa Rica, amenazando especialmente *Nephelea mexicana* y *Alsophila salvinii*, las que ambas fueron citadas en la Convención Internacional de Especies de Flora y Fauna Amenazadas o en Peligro (CITES), en 1973 (22)

También los usos de éstos helechos no se limitan hacia actividades hortícolas, sino que también existen datos sobre su uso medicinal. Murillo (26), menciona que los helechos de la familia Cyatheaceae como *Cyathea* spp., son utilizados para troncos, postes o columnas en los ranchos; *Lophosoria* spp (antes Cyatheaceae) en la curación de llagas, heridas y hemorragias; *Nephelea* spp, en la curación de heridas y chancros, también como astringente y para postes; *Trichipteris* spp para afecciones respiratorias y para postes. Dentro de la familia Dicksoniaceae, *Dicksonia* spp, la utilizan sólo para postes.

Por otro lado Vargas (44), dice que en Guatemala los helechos arborescentes son utilizados principalmente para dos actividades: 1) Para comercio del manto de raíces en el mercado local y 2) Para la construcción de viviendas o puentes, ya que sus tallos son muy duros y soportan la humedad. También menciona que las amenazas principales son por: a) La desaparición del hábitat natural, b) Explotación para la exportación y, c) Explotación para la supervivencia de comunidades rurales que viven dentro o cerca del hábitat natural.

IV. OBJETIVOS

4.1. General:

Establecer las comunidades arbustivas y arbóreas asociadas a las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae, y Cyatheaceae, en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la reserva de biosfera "Sierra de las Minas".

4.2. Específicos:

4.2.1. Determinar la composición florística de las comunidades.

4.2.2. Estimar la diversidad de las especies vegetales para todo el ámbito del área de estudio y sus respectivas comunidades vegetales.

4.2.3. Estimar la dominancia relativa de las especies para todo el ámbito del área de estudio y sus respectivas comunidades vegetales.

4.2.4. Describir la estructura de las comunidades.

4.2.5. Conocer indicadores vegetales y topográficos que ayuden a delimitar el bosque nublado dentro de la microcuenca.

4.2.6. Determinar la relación en la distribución de las especies de las familias objeto de estudio con sus especies asociadas.

V. METODOLOGIA

El estudio de las comunidades arbustivas y arbóreas asociadas a las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, se desarrolló en tres etapas:

5.1 Etapa preliminar.

En ésta etapa se recopiló toda la información necesaria para estructurar el estudio; además se hicieron recorridos por varias regiones del bosque nublado de la Sierra de las Minas, con la finalidad de encontrar un área representativa en la cual se pudiera realizar el estudio.

5.1.1. Criterio para seleccionar el área de estudio.

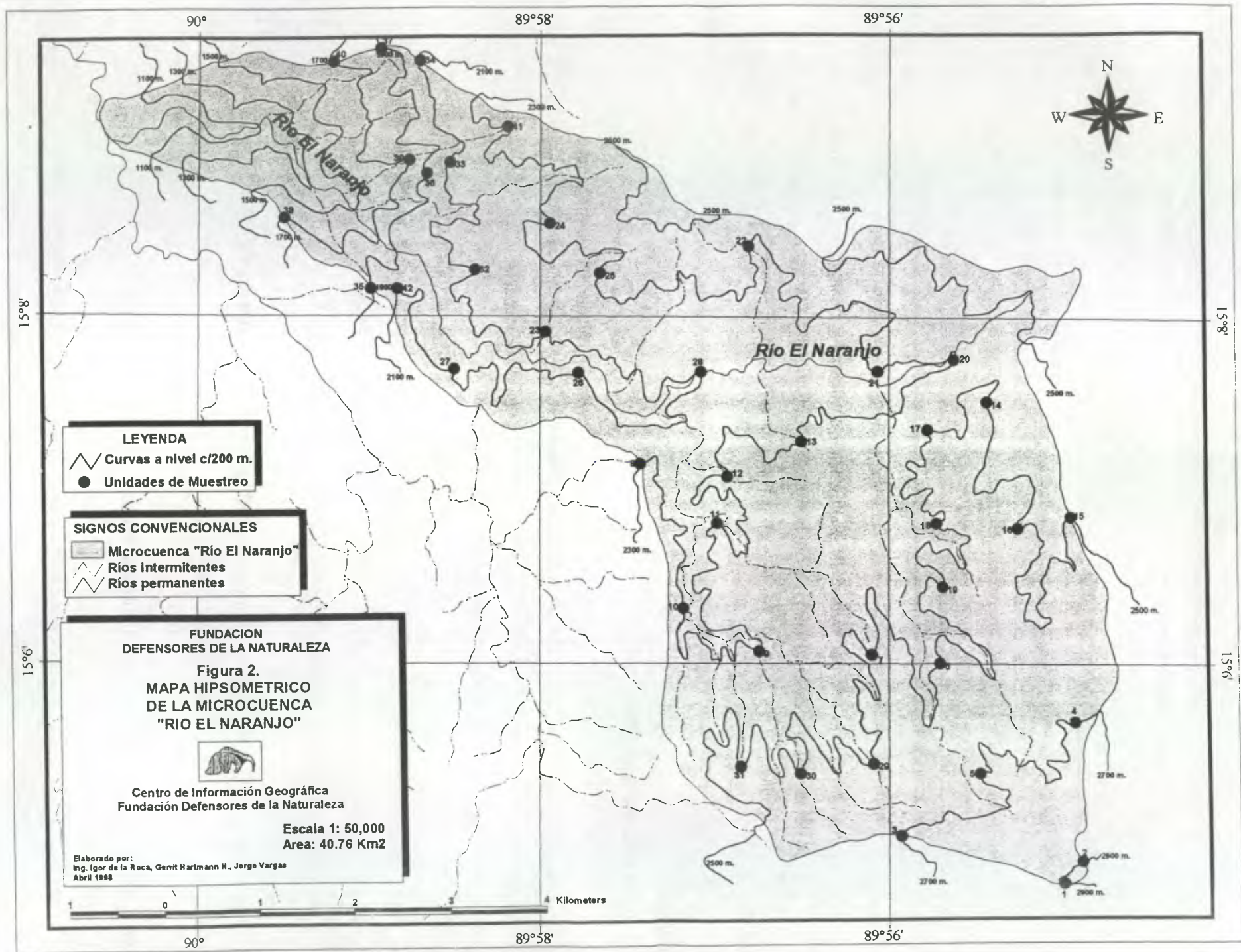
La microcuenca "Río El Naranjo", para ser seleccionada llenó los siguientes requisitos: a) estar ubicada dentro del bosque nublado de la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas"; b) cumplir con un rango altitudinal de 1500 a 2800 m de elevación; c) no haber sufrido disturbio por tala de árboles o helechos arborescentes o cambio de uso de la tierra.

5.1.2. Método de muestreo.

Se utilizó el muestreo sistemático ya que puede detectar variaciones en la vegetación (21); el muestreo se implementó de la siguiente manera: a) se dividió el área de estudio en 6 pisos altitudinales a intervalos de 200 m, desde 1700 hasta 2900 m de elevación; b) una vez dividida el área, se ubicaron las unidades muestrales (parcelas de muestreo) a lo largo de las curvas de nivel que son divisorias de cada piso altitudinal, a intervalos de 2 km entre cada una (figura 2).


5.1.3. Tamaño de la muestra.

De acuerdo al método de muestreo, el tamaño de la muestra fue de 84 parcelas, 42 por cada estrato vegetal; dichas parcelas se distribuyeron como se muestra en el cuadro 3 (figura 2):



LEYENDA
 ~ Curvas a nivel c/200 m.
 ● Unidades de Muestreo

SIGNOS CONVENCIONALES
 [Shaded Area] Microcuenca "Río El Naranjo"
 [Dashed Line] Ríos Intermitentes
 [Solid Line] Ríos permanentes

FUNDACION DEFENSORES DE LA NATURALEZA
Figura 2.
MAPA HIPSOMETRICO DE LA MICROCUENCA "RIO EL NARANJO"

 Centro de Información Geográfica
 Fundación Defensores de la Naturaleza
 Escala 1: 50,000
 Area: 40.76 Km2
 Elaborado por:
 Ing. Igor de la Roca, Gerit Hartmann H., Jorge Vargas
 Abril 1988

0 1 2 3 4 Kilometers

Cuadro 3. Distribución del número de unidades de muestreo por estrato, en cada piso altitudinal.

Altitud	Estrato arbóreo	Estrato arbustivo
2900	2	2
2700	3	3
2500	11	11
2300	12	12
2100	8	8
1900	3	3
1700	3	3
Total	42	42

Es necesario aclarar que por razones de planificación de tiempo y recursos, así como por la complejidad del acceso al área de estudio, no fue posible el levantamiento de las parcelas ubicadas en los pisos altitudinales 1700 y 1900 m; por lo cual, únicamente se realizó un recorrido para obtener la información necesaria para el estudio.

5.1.4. Tamaño de la unidad muestral.

El tamaño de las parcelas de muestreo fue estimado a través del cálculo del área mínima de la comunidad, por el método del relevo (25). Para lo anterior, se estimó tanto el área mínima para el estrato arbóreo como para el arbustivo, obteniendo los siguientes tamaños de parcela:

- Para el estrato arbóreo, el área mínima se estimó en un rango de confianza de 500 a 960 m², pero para fines prácticos se utilizaron 1000 m² (0.1 ha), ya que Holdridge (17), recomienda parcelas de éste tamaño para estudios de interpretación de comunidades vegetales.
- Para el estrato arbustivo, el área mínima se estimó en un rango de confianza de 150 a 575 m², por lo cual se utilizó un tamaño de parcela de 500 m².

5.1.5. Forma y dimensión de las unidades muestrales.

Las unidades muestrales fueron de forma rectangular según lo recomendado por Holdridge (17), y Mattucci y Colma (21). Dichas parcelas tuvieron 10 m de ancho tanto para el estrato arbóreo como para el arbustivo y, 100 m de largo para el estrato arbóreo y 50 m para el arbustivo.

5.1.6. Ubicación de las unidades muestrales.

Las unidades muestrales se ubicaron en el campo de tal manera que su lado más largo quedara a favor de la pendiente; además, las parcelas del estrato arbustivo fueron ubicadas dentro de las parcelas del estrato arbóreo (45).

5.2. Etapa de campo.

En esta etapa se colectaron especímenes de herbario; además se hizo el levantamiento de parcelas para la obtención de los datos de las variables a utilizar.

5.2.1. Colecta de especímenes de herbario.

Dentro y fuera de las parcelas de muestreo, se colectaron especímenes de herbario para la mayor cantidad de especies que fuera posible, llenando los requisitos de ingreso para el Herbario "profesor José Ernesto Carrillo" (AGUAT), donde fueron depositados.

5.2.2. Levantamiento de parcelas.

Toda parcela de muestreo fue delimitada con ayuda de una cinta métrica de 50 m; sus límites se ubicaron colocando cinta biodegradable en cada esquina del rectángulo. Los datos obtenidos tanto dentro de la parcela del estrato arbustivo como la del arbóreo, fueron para las siguientes variables.

Para el estrato arbustivo: a) densidad de individuos por especie; b) altura de los individuos por especie (en metros); c) cobertura de los individuos por especie (en metros cuadrados).

Para el estrato arbóreo: a) densidad de individuos por especie; b) altura de los individuos por especie (en metros); c) diámetro a la altura del pecho (1.3 m) por cada individuo por especie (en metros).

Para cada parcela se obtuvo la siguiente información: a) altitud (metros de elevación); b) exposición; c) ubicación fisiográfica; d) observaciones.

Nota: Todas las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, fueron consideradas en el muestreo dentro del estrato arbustivo, no importando su hábito de crecimiento.

5.2.3. Levantamiento de parcelas para la elaboración de diagramas fisonómico-estructurales.

Para la elaboración de dichos perfiles se tomó como referencia la metodología de los perfiles idealizados de Holdridge (17). En la toma de datos de estos perfiles, se utilizaron los de las parcelas de muestreo del estrato arbóreo y arbustivo. Para el estrato arbóreo, únicamente se tomó en cuenta a los individuos con un DAP mayor a 10 cm.

5.3. Etapa de gabinete.

5.3.1. Elaboración de listas de especies.

Todos los especímenes colectados en la etapa de campo, fueron secados y determinados. Posterior a esto, se elaboró una lista de especies para el estrato arbóreo y otra para el estrato arbustivo; a tales listas, se les incluyó la siguiente información: a) familia de la especie; b) nombre científico; c) nombre común.

5.3.2. Elaboración de la matriz para el análisis de clasificación y ordenación.

Para cada estrato se elaboró una matriz o tabla de doble entrada (especies - muestras), con la ayuda del editor de texto de D.O.S "Edit". Cada matriz fue estructurada llenando los requisitos de configuración para el paquete de software COMPOSE (23); dicho paquete, actuó como traductor de la información para su posterior utilización en los métodos multivariados de clasificación y ordenación.

5.3.3. Tabulación de variables.

Las boletas del apéndice 1A, fueron llenadas con la información proveniente del campo para cada especie en cada parcela de muestreo. Dichas boletas incluyen la información general de cada parcela de muestreo, así como las variables de cada especie por estrato. La información que fue

tabulada a través de estas boletas, sirvió posteriormente para los cálculos del índice de importancia de Cottam, índice de complejidad de Holdridge y el índice de diversidad de Shannon-Wiener.

5.3.4. Análisis de la información.

5.3.4.1. Composición florística.

A través de las listas de especies para el estrato arbóreo y arbustivo, se estimó la riqueza florística de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, así como la de dichos estratos. A partir de esto, se obtuvieron las familias más representativas de cada estrato (21). Tanto la riqueza de especies como las familias más representativas, fueron establecidas para todo el ámbito de la microcuenca y para cada comunidad obtenida a través de la clasificación.

5.3.4.2. Determinación de especies endémicas.

A partir de la lista de las especies del estrato arbóreo y arbustivo, se hizo la revisión de la distribución de cada especie en la Flora de Guatemala (37); con esto, se elaboró una lista de las especies reportadas como endémicas.

5.3.4.3. Establecimiento de comunidades vegetales.

La información proveniente de la matriz (especies - muestras), creada por el editor de texto "Edit", para las especies del estrato arbóreo y los helechos de las familias de interés, fue traducida a un lenguaje accesible para su posterior lectura, a través del paquete de software COMPOSE (23). El tipo de variables que utilizó COMPOSE para su posterior lectura, fueron las de doble estado presencia - ausencia. La matriz traducida por COMPOSE, fue sometida al análisis de clasificación por medio del paquete de software Two Way Indicador Species Analysis (TWINSPAN), conforme a la metodología propuesta por Hill (16)

A partir de los datos de salida hechos por TWINSPAN, se elaboró un dendrograma tanto para las comunidades arbustivas y arbóreas como para los helechos de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.

5.3.4.4. Dominancia relativa de las especies.

La dominancia relativa de las especies del estrato arbóreo y arbustivo, tanto en todo el ámbito de la microcuenca, como en cada comunidad establecida en la clasificación, fue estimada a través del índice de importancia de Cottam, a través de la siguiente fórmula (21, 25):

$$V.I. = Dr + Fr + Cr (ABr)$$

De donde:

V.I. = Índice de importancia de Cottam.

Dr = Densidad relativa

Fr = Frecuencia relativa

Cr = Covertura relativa (arbustos)

ABr = Area basal relativa (árboles)

Nota: Los valores relativos serán estimados por medio de las fórmulas del apéndice 2A.

5.3.4.5. Diversidad de las comunidades.

La diversidad de especies arbóreas y arbustivas en cada comunidad establecida en la clasificación, fue estimada a través del índice de diversidad de Shannon-Wiener, según la siguiente fórmula (3, 27):

$$H' = -\sum P_i \log P_i$$

$$P_i = n_i / N$$

De donde:

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener

P_i = probabilidad de la especie i

n_i = densidad relativa de la especie i

N = densidad relativa total

Pero con esta fórmula tal índice es difícil de compararlo entre comunidades, por lo que fue necesario calcular el índice de Equitatividad o Heterogeneidad de las comunidades (19, 27).

$$E = H' / HI \text{ max}$$

De donde:

E = índice de Equitatividad

H' = índice de Shannon-Wiener

$HI \text{ max} = \log S$

S = número de especies presentes en la comunidad (riqueza).

5.3.4.6. Descripción de la estructura de las comunidades.

La descripción de la estructura de la vegetación se hizo por medio de perfiles, en los cuales, cada especie arbórea y arbustiva fue dibujada a escala para cada comunidad obtenida en la clasificación. El perfil de cada comunidad se realizó utilizando la metodología para la elaboración de perfiles idealizados de Holdridge (17), de la siguiente manera:

1. El número de especies arbóreas y arbustivas que se incluyó en cada perfil, fue el promedio de especies arbóreas y arbustivas por parcela.
2. Las especies seleccionadas fueron las que obtuvieron los valores más altos de frecuencia relativa, hasta completar el número promedio a incluirse.
3. La densidad promedio de árboles por parcela se multiplicó en el área basal promedio por parcela y, éste valor se trató de aproximar en la confección del perfil.
4. Se escogió de cada especie, un individuo cuya forma y tamaño representaran mejor a un individuo ya maduro y normalmente desarrollado. Este fue el que se incluyó en el perfil.

5.3.4.7. Indicadores vegetales y topográficos para delimitar el bosque nublado.

Para aproximar los límites altitudinales del bosque nublado de la microcuenca, se utilizaron como herramientas, la estimación de índices de complejidad y la determinación de la distribución de las especies vegetales características de cada comunidad obtenida a través de la clasificación.

5.3.4.7.1. Índice de complejidad.

Para el cálculo de este valor, todas las parcelas de muestreo fueron ordenadas de forma altitudinal, es decir, desde las de mayor altitud hasta las de menor altitud; tomando en cuenta los valores de las variables para cada especie, se estimó el índice de complejidad por parcela, a partir de la siguiente fórmula (17):

$$I.C. = 10^{-3} h b d s$$

De donde:

h = altura del rodal en metros (altura media de los árboles)

b = área basal en metros cuadrados por hectárea.

d = densidad o número de troncos de árboles mayores a 10 cm de DAP.

s = número de especies con DAP mayor a 10 cm.

Posterior a los cálculos, los índices fueron graficados y comparados con los índices sugeridos por Holdridge (17), para cada zona de vida.

5.3.4.7.2. Distribución de las especies características.

A partir de los resultados de la salida computacional para la clasificación de comunidades, fueron obtenidas las especies características de cada comunidad clasificada por TWINSpan; dichas especies fueron identificadas de acuerdo a su fidelidad según lo propuesto por Hill (16) y Braun-Blanquet (2), de la siguiente manera: a) exclusiva (indicadora): completa o casi completamente confinada a una comunidad; b) preferencial: especie abundante en varias comunidades pero tiene mejor

vitalidad en una de ellas; c) indiferente: especie que no muestra afinidad pronunciada por ninguna comunidad. Los anteriores tipos de fidelidad, fueron establecidos para las especies del estrato arbóreo, arbustivo y helechos de interés en un cuadro de resumen.

5.3.4.8. Relación en la distribución de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, con sus especies asociadas.

Para determinar la relación entre la distribución de las especies de interés y sus especies asociadas, se utilizó como herramienta el paquete de software Detrended Correspondence Analysis (DECORANA) (15), el cual ordenó a las especies en ejes, los cuales representan gradientes de variabilidad. DECORANA utilizó como punto de partida, la matriz de especies - muestras de los helechos de interés y de las especies del estrato arbóreo provenientes de COMPOSE. La salida del proceso computacional, fue interpretada organizando los valores de las ponderaciones de cada especie en un cuadro y, esquematizando la dispersión de éstos valores en una gráfica de dos dimensiones.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Composición florística y comunidades vegetales.

6.1.1. Composición florística de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.

En el área de estudio se encontraron 5 de las especies de helechos de interés; dos de ellas son de rizomas postrados y tres son arborescentes (cuadro 4). Tanto para Cyatheaceae como para Dicksoniaceae, fueron encontradas 2 especies, y para Lophosoriaceae, solamente una especie.

Cuadro 4. Lista de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, encontradas en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

No.	Familia	Especie	Hábito
1	Lophosoriaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i> var. <i>quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C.	Postrada
2	Dicksoniaceae	<i>Culcita conifolia</i> (Hook.) Maxon	Postrada
3		<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook	Arborescente
4	Cyatheaceae	<i>Alsophila salvinii</i> Hook	Arborescente
5		<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (Maxon) R.M.	Arborescente

Según Stolze (39), la familia Lophosoriaceae sólo tiene una especie reportada para Guatemala, la cual fue encontrada en el muestreo. Así mismo, para Dicksoniaceae reportan 3 especies, de las cuales dos fueron encontradas en el área de estudio, y la tercera (*Cibotium regale* Versch et Lem.), fue reportada por Vargas (44) en la parte central de la Sierra de las Minas. Por otro lado, las dos especies de Cyatheaceae representan el 16% del total de especies reportadas para Guatemala (12 especies), pero Vargas (44) menciona que en la totalidad del área que abarca la parte Oeste de la Sierra de las Minas, dentro del rango altitudinal de 1500 a 3000 m de elevación, se encuentra al menos el 50 % de las especies de ésta familia y, probablemente éste porcentaje pueda aumentar cuando se hagan estudios en la parte este.

6.1.2. Composición florística del estrato arbóreo.

De acuerdo al muestreo, la riqueza florística del estrato arbóreo se encuentra integrada por 33 familias, 46 géneros y 67 especies; y dentro de ésta Pinaceae, Podocarpaceae y Taxaceae, son los únicos taxa para Pinophyta (cuadro 5 y 6). En cuanto a la variabilidad de la flora, la mayoría de las familias están constituidas por 1 o 2 géneros y menos de 4 especies, a excepción de Lauraceae que es la única con 3 géneros y 6 especies. Esta misma variabilidad, también la muestra los bosques nublados ubicados en América del Sur, tal es el caso de la parte oriental de los Andes Peruvianos, en el que León *et al.*, (20) y Young (47), muestran que la riqueza arbórea está integrada por 30 familias, de las cuales el 12% son diferentes a las que se encuentran en la microcuenca "Río El Naranjo", debido a la ausencia de Fagaceae, Pinaceae y Taxaceae en Sur América.

Cuadro 5. Inventario de las familias, géneros y especies del estrato arbóreo y arbustivo de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

ESTRATO ARBOREO								ESTRATO ARBUSTIVO			
No.	Familia	Gen.	Esp.	No.	Familia	Gen.	Esp.	No.	Familia	Gen.	Esp.
1	Aquifoliaceae	1	3	23	Rutaceae	1	1	1	Araliaceae	1	1
2	Araliaceae	2	3	24	Sapindaceae	2	2	2	Arecaceae	1	1
3	Asteraceae	1	1	25	Saurauiaceae	1	2	3	Bromeliaceae	1	1
4	Betulaceae	1	1	26	Solanaceae	2	2	4	Celastraceae	1	1
5	Burseraceae	1	1	27	Staphylaceae	1	2	5	Cyathaceae	2	2
6	Celastraceae	1	2	28	Styracaceae	1	2	6	Dicksoniaceae	2	2
7	Chlorantaceae	1	1	29	Symplocaceae	1	4	7	Ericaceae	3	3
8	Clethraceae	1	1	30	Taxaceae	1	1	8	Lauraceae	2	2
9	Clusiaceae	1	1	31	Theaceae	3	3	9	Lophosoriaceae	1	1
10	Cunoniaceae	1	2	32	Winteraceae	1	1	10	Marattiaceae	1	1
11	Fagaceae	1	4	33	?	1	1	11	Melastomataceae	3	3
12	Flacourtiaceae	1	1		Total	46	67	12	Myrsinaceae	1	1
13	Hippocastanaceae	1	1					13	Myrtaceae	1	1
14	Lauraceae	3	6					14	Onagraceae	1	1
15	Melastomataceae	1	1					15	Piperaceae	1	1
16	Myrsinaceae	3	3					16	Poaceae	1	1
17	Myrtaceae	2	2					17	Solanaceae	1	1
18	Pinaceae	2	3					18	Rubiaceae	1	1
19	Podocarpaceae	1	1					19	?	1	1
20	Rhamnaceae	1	2					20	?	1	1
21	Rosaceae	2	4					21	Urticaceae	1	1
22	Rubiaceae	2	2						Total	28	28

Cuadro 6. Lista de especies arbóreas encontradas en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo, en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

X = especie presente; 0 = especie ausente; * bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita comifolia*; ** bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvini*; *** presente también en el límite inferior de la comunidad contraria; **** presente también en el límite superior de la comunidad contraria.

No	FAMILIA	ESPECIE	Nombre común	*	**	No	FAMILIA	ESPECIE	Nombre común	*	**
1	Aquifoliaceae	<i>Ilex brandegeana</i> Loes.	P. Blanco	x	0	35	Pinaceae	<i>Abies guatemalensis</i> Rehder	Pinabete	x	0
2	Aquifoliaceae	<i>Ilex discolor</i> Hemsl.	Palo blanco	x	x	36	Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenberg	Pino blanco dulce	x	x
3	Aquifoliaceae	<i>Ilex</i> sp.	Palo blanco	x	x	37	Pinaceae	<i>Pinus montezumae</i> var. <i>rudis</i> (Endl.) Shaw	Pino cocote	x	x
4	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Dcne. & Planch.	Palo blanco	x	x	38	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don in Lambert	Podocarpus	0	x
5	Araliaceae	<i>Oreopanax echinops</i> Dcne. & Planch.	Mano de león	0	x	39	Rhamnaceae	<i>Rhamnus discolor</i> Rose	Pinta caja	x	x
6	Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> (HBK.) Dcne. & Planch.	Mano de león	x	0	40	Rhamnaceae	<i>Rhamnus nelsonii</i> Rose	Duraznillo	x	x
7	Asteraceae	<i>Vernonia</i> sp.		x	0	41	Rosaceae	<i>Photinia microcarpa</i> Standl.	Encinillo	x	x
8	Betulaceae	<i>Osrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i> Macbride	Gamuso	0	x	42	Rosaceae	<i>Prunus barbata</i> Koehne ***	Pimientillo	0	x
9	Brunelliaceae	<i>Brunellia mexicana</i> Standl.	Hoja de cuero	x	0	43	Rosaceae	<i>Prunus brachybotrya</i> Zucc. ***	Pimientillo	0	x
10	Celastraceae	<i>Microtropis guatemalensis</i> Sprague	Manzano	x	0	44	Rosaceae	<i>Prunus rhamnoides</i> Koehne	Pimientillo	x	x
11	Celastraceae	<i>Microtropis ilicina</i> Standl. & Steyerl.	Manzano	x	x	45	Rubiaceae	<i>Rondeletia laniflora</i> Benth.	Papelillo	0	x
12	Chlorantaceae	<i>Hedyosmum mexicanum</i> Cordemoy	Pata de chunto	x	x	46	Rubiaceae	<i>Randia</i> sp.	Granadillo	0	x
13	Clethraceae	<i>Clethra</i> sp.	Chucte	x	x	47	Rutaceae	<i>Zanthoxylum limoncello</i> Planch. & Oerst	Cualimón, limonaria	x	x
14	Cluseaceae	<i>Clusea</i> sp. ***	Mata palo	0	x	48	Sapindaceae	<i>Cupanea</i> sp.		0	x
15	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i> L.		x	0	49	Sapindaceae	<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britton ***	Diente de perro	0	x
16	Cunoniaceae	<i>Weinmannia tuerckheimii</i> Engler ***		0	x	50	Saurauaceae	<i>Saurauia oreophila</i> Hemsl.	Mielerito	x	x
17	Fagaceae	<i>Quercus acata</i> Muller	Roble	0	x	51	Saurauaceae	<i>Saurauia subalpina</i> Donn. Smith	Mielerito	x	0
18	Fagaceae	<i>Quercus acatenanguensis</i> Trelease	Encino	x	0	52	Solanaceae	<i>Solanum nigricans</i> Mart. & Gal.	Hediondillo	x	x
19	Fagaceae	<i>Quercus crispifolia</i> Trelease ****	Encino	0	x	53	Solanaceae	<i>Sx1</i> .		0	x
20	Fagaceae	<i>Quercus sapotaefolia</i> Liebm.	Roble	x	0	54	Staphylaceae	<i>Turpinia insignis</i> HBK.	Vara blanca	x	x
21	Flacourtiaceae	<i>Olmediella betschleriana</i> (Goeppl.) Loes. ***	Manzanote, morro	0	x	55	Staphylaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Swartz) G.		0	x
22	Hippocastanaceae	<i>Billia hippocastanum</i> Peyr.	Marabilla	0	x	56	Styracaceae	<i>Styrax argenteus</i> Presl.	Estoraque, cerezo	x	x
23	Lauraceae	<i>Licaria coriacea</i> (Lundell.) Kosterm.	Cortéz	x	0	57	Styracaceae	<i>Styrax conterminus</i> Donn. Smith	Patastillo, encinillo	0	x
24	Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate de mico	x	x	58	Symplocaceae	<i>Symplocos</i> aff. <i>vernica</i> L.	Jocotillo	0	x
25	Lauraceae	<i>Phoebe amplifolia</i> Mez. & Donn. Smith	Cacahuate	0	x	59	Symplocaceae	<i>Symplocos hartwegii</i> A.DC.	Jocotillo	0	x
26	Lauraceae	<i>Phoebe areolata</i> Lundell	Aguacate común	x	x	60	Symplocaceae	<i>Symplocos matudae</i> Lundell	Huele de noche	0	x
27	Lauraceae	<i>Phoebe salvini</i> (Mez.) Lundell	Aguacate triste	x	x	61	Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp. ***	Palo de agua	0	x
28	Lauraceae	<i>Phoebe</i> sp. ***	Aguacate de Mono	0	x	62	Taxaceae	<i>Taxus globosa</i> Schlecht ****	Cipresillo, tajo	x	0
29	Melastomataceae	<i>Miconia glaberrima</i> (Schlecht.) Naudin	Tinajo árbol	x	x	63	Theaceae	<i>Cleyera theaeoides</i> (S.W.) Choisy ****	Naranjo	x	0
30	Myrsinaceae	<i>Ardisia</i> sp.	Comida de pava	x	x	64	Theaceae	<i>Laplacea coriacea</i> L.	Carreto	0	x
31	Myrsinaceae	<i>Parathesis leptopa</i> Lundell	Capulín, guatitún	x	x	65	Theaceae	<i> Ternstroemia tepezapote</i> Schlecht. & Chan.	Cueruda ****	x	0
32	Myrsinaceae	<i>Rapanea juergensenii</i> Mez.	Capulín negro	x	x	66	Winteraceae	<i>Drimys granadensis</i> L.	Quina, chile	x	x
33	Myrtaceae	<i>Calyptanthus</i> sp. ***	Guayabo	0	x	67		<i>Sx2</i>	Naranjo raro	0	x
34	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Guayabo	0	x						

Con esto, es evidente que la mayoría de los bosques nublados de América tienen en común ciertas características, entre ellas la altitud y el tipo flora, ya que según Kappelle (19), Webster (46), León *et al.* (20); Young (47), la mayoría de estos se ubican entre 1500 y 3000 m de elevación, y las familias más representativas para las especies de árboles son Araliaceae, Aquifoliaceae, Budleiaceae, Cletraceae, Chlorantaceae, Cunoniaceae, Lauraceae, Meliaceae, Myrsinaceae, Pinaceae, Rosaceae y Symplocaceae. Nuestro caso es similar, ya que en un rango altitudinal de 1700 a 2900 m de elevación, la misma representatividad de flora se obtuvo al agrupar a las familias con 3 o más especies, las cuales fueron Araliaceae, Aquifoliaceae, Fagaceae, Lauraceae, Myrsinaceae, Pinaceae, Rosaceae, Symplocaceae y Theaceae. Lo anterior significa que el 49.25 % de las especies arbóreas de la microcuenca "Río El Naranjo", pertenecen a las 8 familias anteriores, y el otro 50.75 % se encuentra repartido entre las 24 familias restantes.

6.1.3. Composición florística del estrato arbustivo.

De acuerdo al muestreo, la riqueza florística del estrato arbustivo se encuentra integrada por 21 familias, 28 géneros y 28 especies (cuadro 5 y 7).

En cuanto a la variabilidad de la flora, la mayoría de familias están constituidas por 1 género y 1 especie, a excepción de Ericaceae y Melastomataceae con 3 especies cada una y, Cyatheaceae, Dicksoniaceae y Lauraceae con 2 especies. Con esto, las 5 familias anteriores abarcan el 46.46 % de la riqueza de especies arbustivas, mientras que el otro 54.54 % lo integran las 16 familias restantes.

En los Andes Peruvianos el caso anterior es similar, ya que León *et al.* (20), muestran que la riqueza de arbustos se agrupa en 22 familias, de las cuales Melastomataceae es una de las más ricas, mientras que Cyatheaceae y Dicksoniaceae, fueron las más diversas dentro de la categoría de Pteridófitas arborescentes.

6.1.4. Comunidades vegetales del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo".

Debido a que en un ecosistema natural el estrato arbóreo es el que influye principalmente sobre la estabilidad de las comunidades ubicadas por debajo de él (arbustos y hierbas), en éste trabajo se tomó como supuesto que: "un cambio en las especies y su distribución en las comunidades arbóreas, provoca

Cuadro 7. Lista de especies arbustivas encontradas en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".
X = especie presente; 0 = especie ausente

No.	FAMILIA	ESPECIE	Nombre común	B. Roble	B. Encino
1	Araliaceae	<i>Oreopanax echinops</i> (Schlecht & Cham.) Dene. & Planch.	Mano de león	0	x
2	Arecaceae	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.	Pacaya	x	x
3	Bromeliaceae	<i>Greigia steyermarkii</i> Engler	Piñuela	x	x
4	Celastraceae	<i>Euonymus enantiophylla</i> (Donn. Smith) Lundell	Punta de flecha	0	x
5	Cyatheaceae	<i>Alsophila salvinii</i> Hook	Helecho negro	0	x
6	Cyatheaceae	<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (Maxon) R.M	Chipe	x	x
7	Dicksoniaceae	<i>Culcita conifolia</i> (Hook.) Maxon		x	0
8	Dicksoniaceae	<i>Dicksonia selowiana</i> Hook	Helecho canche	x	x
9	Ericaceae	<i>Cavendishia guatemalensis</i> Loes.	Espanta tigre	x	x
10	Ericaceae	<i>Gaultheria odorata</i> Willd.	Cola de alacrán	x	0
11	Ericaceae	Sx5	Campanilla	x	0
12	Lauraceae	<i>Licaria coriacea</i> (Lundell) Kosterr.	Cortéz	0	x
13	Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> HBK.	Laurel	x	0
14	Lophosoriaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i> var. <i>quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C.		x	x
15	Marattiaceae	<i>Marattia excavata</i> Underw.	Casco de mula	0	x
16	Melastomataceae	<i>Clidemia capitellata</i> var. <i>neglecta</i> (D. Don.) L.	Flor blanca	0	x
17	Melastomataceae	<i>Miconia glaberima</i> (Schlecht.) Naudin.	Tinajillo	x	x
18	Melastomataceae	Sx8	Tinajillo fino	0	x
19	Myrsinaceae	<i>Gentlea vatteri</i> (Standl. & Steyer.) Lundell	Palo de pava	x	x
20	Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Guayabillo	x	x
21	Onagraceae	<i>Fuchsia</i> sp.	Fuchsia	x	0
22	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.	Cordoncillo	0	x
23	Poaceae	<i>Chusquea</i> sp.	Bambú	x	x
24	Rubiaceae	<i>Psychotria chrysocalymma</i> L.		x	0
25	Solanaceae	<i>Solanum nigricans</i> Mart. & Gal.	Hediondillo	0	x
26		Sx10	Hediondillo 2	x	x
27		Sx6	Naranjalito	0	x
28	Urticaceae	<i>Urera</i> sp.	Chichicastillo	0	x

también un cambio en las especies y su distribución en las comunidades arbustivas”; de tal manera que la delimitación de las comunidades arbóreas y arbustivas del área de estudio, así como el establecimiento de sus características, se basó en los resultados de la clasificación hecha para las especies del estrato arbóreo. Así mismo, para determinar la posible relación entre la distribución de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, con las comunidades arbustivas y arbóreas, fue necesario delimitar las comunidades de éstos helechos, y comparar su distribución con la de las anteriores.

6.1.4.1. Comunidades arbustivas y arbóreas.

El dendrograma de la figura 3, muestra los resultados de la clasificación de comunidades para el estrato arbustivo y arbóreo, hecha por TWINSPLAN. En dicha figura, el bosque nublado de la microcuenca “Río El Naranjo” se encuentra integrado principalmente por dos comunidades; una ubicada entre 2500 y 2900 m de elevación, la cual se llamó “bosque de *Quercus sapotaefolia* y *Abies guatemalensis*”, ya que tales especies son dominantes y exclusivas (indicadoras) para ésta comunidad. La otra comunidad se ubica entre 1700 y 2500 m de elevación, la cual se llamó “bosque de *Quercus crispifolia*, *Quercus aaata* y *Phoebe* sp.”, ya que estas son sus especies dominantes y exclusivas. La misma figura muestra que ambos bosques se dividen en dos comunidades más, de las cuales, algunas fueron identificadas por sus especies características; pero tales, no son comunidades florísticamente diferentes como las anteriores, sino que únicamente son el reflejo de la preferencia de ciertas especies a determinado piso altitudinal, por lo que fue preferible citarlas en otro inciso de éste trabajo (cuadro 3A).

6.1.4.2. Comunidades de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.

El dendrograma de la figura 4, muestra los resultados de la clasificación hecha por TWINSPLAN para las comunidades de helechos. En tal figura, se aprecia que en la microcuenca se distribuyen principalmente dos comunidades; una ubicada entre 2500 y 2900 m de elevación, la cual tiene como especie indicadora a *Calceola conifolia*. La otra comunidad se distribuye entre 1700 y 2500 m de elevación y, su especie indicadora es *Alsophila salvinii* (helecho negro). Al igual que en el caso anterior, ambas comunidades se pueden dividir en 2 comunidades más, las cuales también son reflejo de la preferencia de ciertas especies a determinados pisos altitudinales, siendo discutidas en otro inciso de éste trabajo (cuadro 4A).

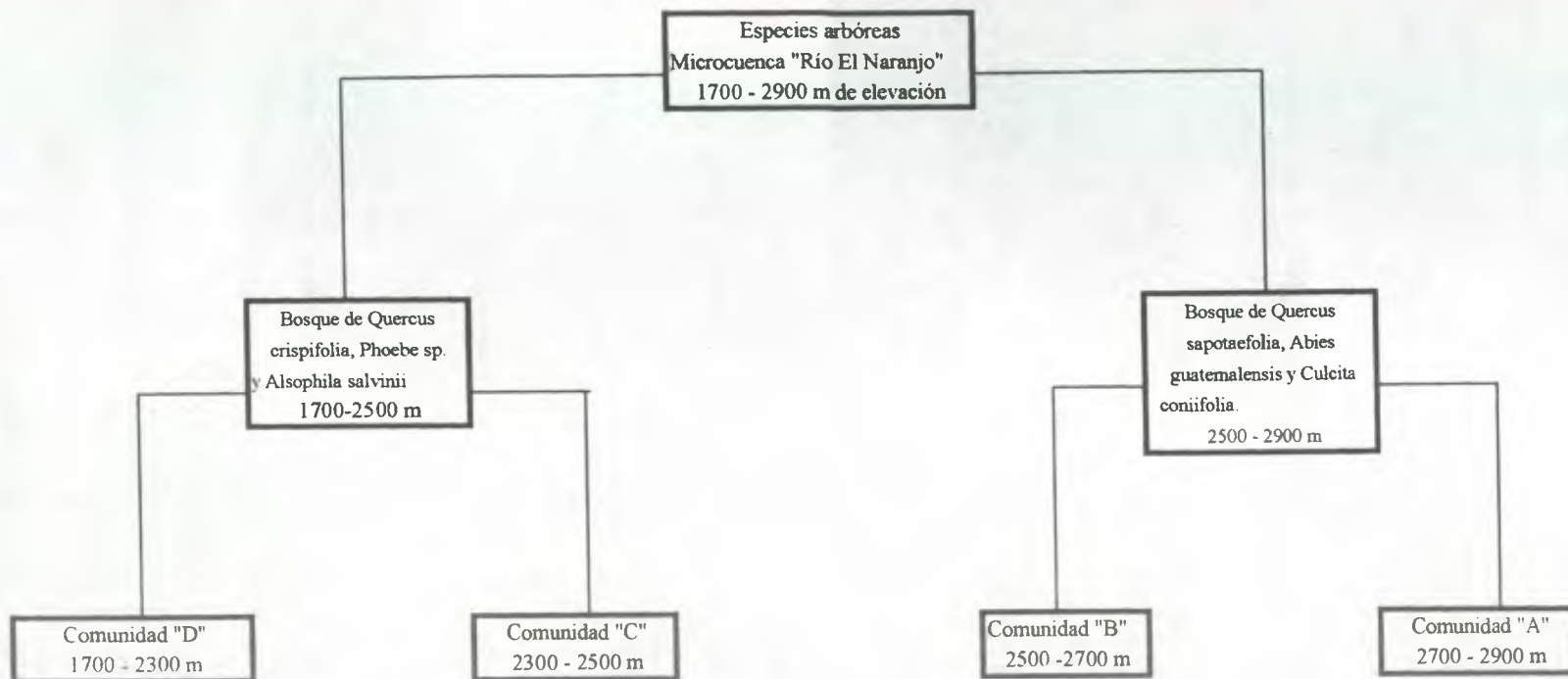


Figura 3. Dendrograma de la clasificación de comunidades arbustivas y arbóreas para el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

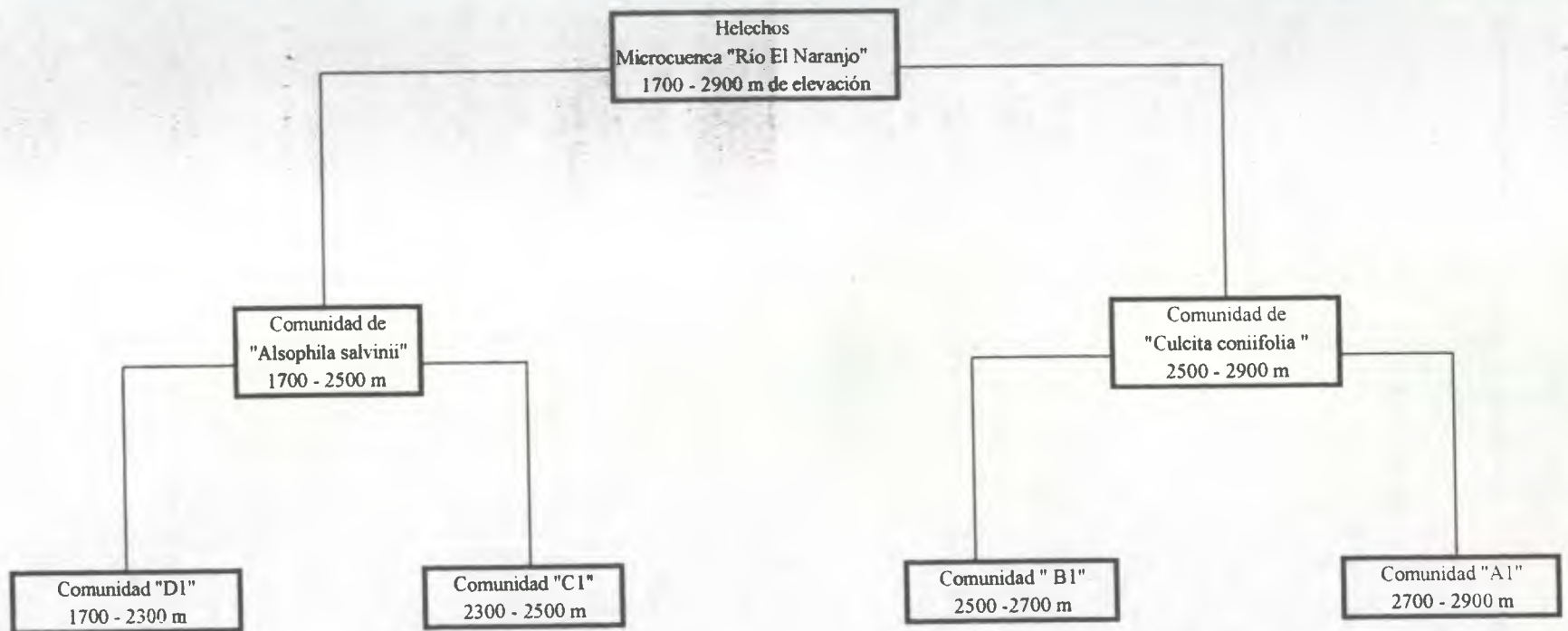


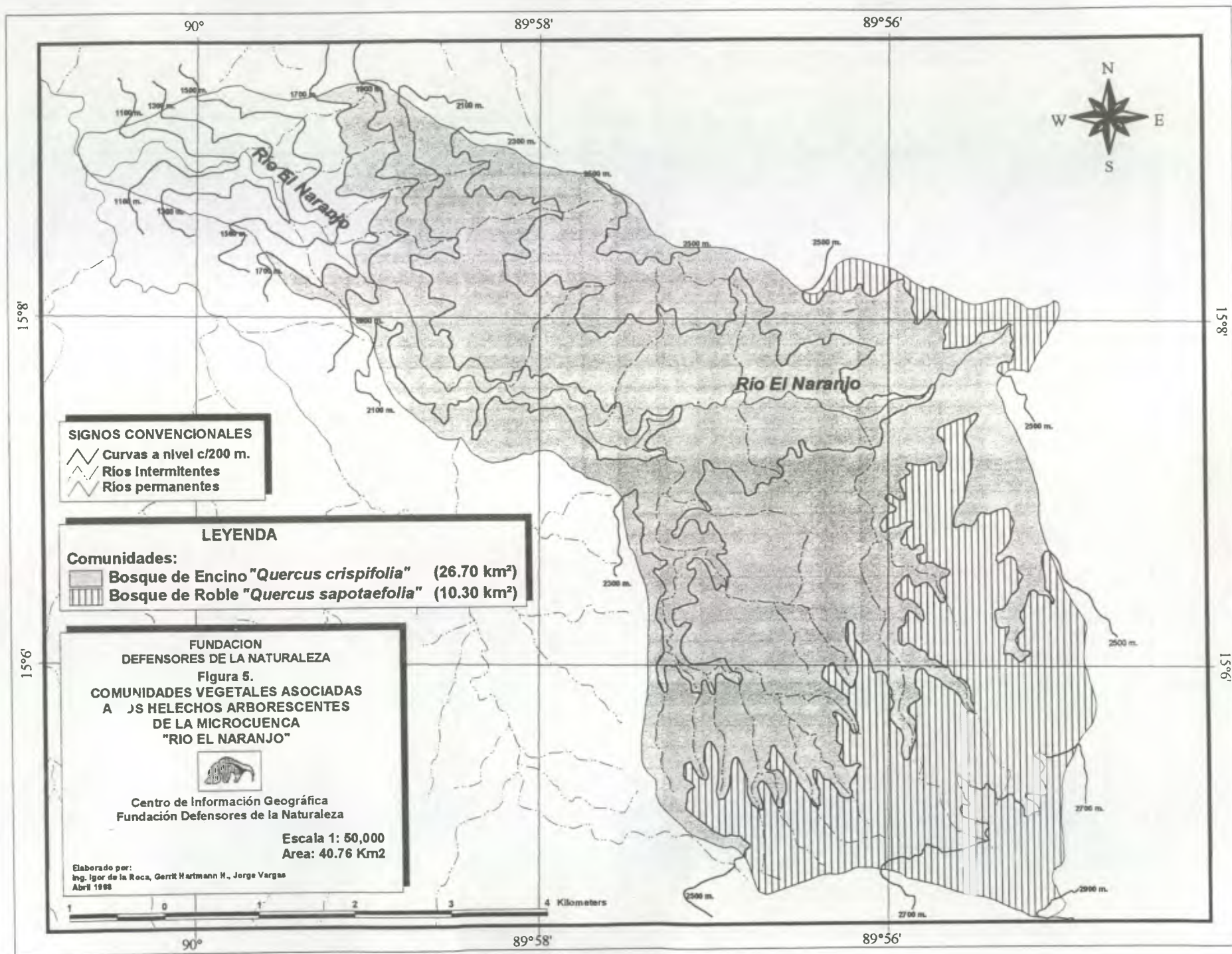
Figura 4. Dendrograma de la clasificación de comunidades para los helechos de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, en el bosque nublado de la microcuenca "Río En Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

La comparación entre ambos dendrogramas, muestra que la distribución de las comunidades arbustivas y arbóreas, y la de los helechos de interés, es la misma; ya que el bosque de *Quercus crispifolia* y *Phoebe* sp., se acopla a la comunidad de *Alsophila salvinii* y, el bosque de *Quercus sapotaefolia* y *Abies guatemalensis*, en la comunidad de *Calcita coniifolia*. Debido a lo anterior, se nombró a la comunidad ubicada entre 2500 y 2900 m de elevación “bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcita coniifolia*”; y a la ubicada entre 1700 y 2500 m de elevación “bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*”. El mapa de la figura 5, muestra la manera en que se encuentran distribuidas las comunidades anteriores, observándose que el límite altitudinal entre ambas comunidades se ubica a 2500 m de elevación, lo cual apoya los argumentos de Webster (46), en los cuales, los bosques nublados de áreas montañosas del neotrópico, se encuentran integrados por 2 zonas de vida, una entre 1500 y 2500 m de elevación, y la otra entre 2500 y 3000 m de elevación.

6.1.4.3. Composición florística del estrato arbóreo del bosque de “*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcita coniifolia*”, y del bosque de “*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*”.

De acuerdo al cuadro 8, el estrato arbóreo del bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcita coniifolia*, lo integran 23 familias, 33 géneros y 39 especies; de la misma manera, el bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*, está conformado por 30 familias, 41 géneros y 53 especies de árboles. Al revisar el cuadro 6, es evidente que ambas comunidades tienen en común una buena parte de sus especies arbóreas (60 y 45 % respectivamente), pero como se verá más adelante, la abundancia de éstas y principalmente las dominantes, cambia entre una comunidad y otra; lo cual explica en parte la diferencia entre los dos tipos de comunidades.

En ambas comunidades, la mayoría de familias están integradas por 1 o 2 géneros y cada uno de éstos con menos de 3 especies. Ahora bien, las familias con 3 o más especies fueron las de mayor representatividad; entre ellas, para el bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcita coniifolia* son: Aquifoliaceae, Lauraceae, Myrsinaceae y Pinaceae; para el bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii* son: Lauraceae, Myrsinaceae, Rosaceae y Symplocaceae.



Cuadro 8. Inventario de familias, géneros y especies del estrato arbóreo y arbustivo de las comunidades vegetales de la de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

ESTRATO ARBÓREO							
2500-2900*				1700-2500**			
No.	Familia	Gen.	Esp.	No.	Familia	Gen.	Esp.
1	Aquifoliaceae	1	3	1	Aquifoliaceae	1	2
2	Araliaceae	2	2	2	Araliaceae	2	2
3	Asteraceae	1	1	3	Betulaceae	1	1
4	Brunelliaceae	1	1	4	Celastraceae	1	1
5	Celastraceae	1	2	5	Chlorantaceae	1	1
6	Chlorantaceae	1	1	6	Clethraceae	1	1
7	Clethraceae	1	1	7	Cluseaceae	1	1
8	Cunoniaceae	1	1	8	Cunoniaceae	1	1
9	Fagaceae	2	2	9	Fagaceae	2	2
10	Lauraceae	3	4	10	Flacourtiaceae	1	1
11	Melastomataceae	1	1	11	Hippocastanaceae	1	1
12	Myrsinaceae	3	3	12	Lauraceae	2	5
13	Pinaceae	2	3	13	Melastomataceae	1	1
14	Rhamnaceae	2	2	14	Myrsinaceae	3	3
15	Rosaceae	2	2	15	Myrtaceae	2	2
16	Rutaceae	1	1	16	Pinaceae	1	2
17	Saurauiaceae	1	2	17	Podocarpaceae	1	1
18	Solanaceae	1	1	18	Rhamnaceae	2	2
19	Staphylaceae	1	1	19	Rosaceae	2	4
20	Styracaceae	1	1	20	Rubiaceae	2	2
21	Taxaceae	1	1	21	Rutaceae	1	1
22	Theaceae	2	2	22	Sapindaceae	2	2
23	Winteraceae	1	1	23	Saurauiaceae	1	1
				24	Solanaceae	2	2
				25	Staphylaceae	1	2
				26	Styracaceae	1	2
				27	Symplocaceae	1	4
				28	Theaceae	1	1
				29	Winteraceae	1	1
				30		1	1
Total		33	39	Total		41	53

ESTRATO ARBUSTIVO							
2500-2900*				1700-2500**			
No.	Familia	Gen.	Esp.	No.	Familia	Gen.	Esp.
1	Arecaceae	1	1	1	Araliaceae	1	1
2	Bromeliaceae	1	1	2	Arecaceae	1	1
3	Cyatheaceae	1	1	3	Bromeliaceae	1	1
4	Dicksoniaceae	2	2	4	Celastraceae	1	1
5	Ericaceae	3	3	5	Cyatheaceae	2	2
6	Lauraceae	1	1	6	Dicksoniaceae	1	1
7	Lophosoriaceae	1	1	7	Ericaceae	1	1
8	Melastomataceae	1	1	8	Lauraceae	1	1
9	Myrsinaceae	1	1	9	Marattiaceae	1	1
10	Myrtaceae	1	1	10	Melastomataceae	3	3
11	Onagraceae	1	1	11	Myrsinaceae	1	1
12	Poaceae	1	1	12	Myrtaceae	1	1
13	Rubiaceae	1	1	13	Piperaceae	1	1
14	?	1	1	14	Poaceae	1	1
				15	Solanaceae	1	1
				16	?	1	1
				17	Urticaceae	1	1
Total		17	17	Total		20	20

* comunidad "bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcuta conifolia*".

** comunidad "bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp., *Quercus aata* y *Alsophila salvinii*".

Con lo anterior, si se realiza la suma de la cantidad de especies que agrupan las familias más importantes de cada grupo (4 familias en cada uno), se obtiene que el 30 % de la riqueza florística del bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calceolaria conifolia* y, el 30 % de la del bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii* recaen sobre estas; mientras que el restante 67 y 70 % de las especies pertenece a las familias remanentes (19 y 26 familias respectivamente).

En lo que respecta a la preferencia de las especies, *Ilex brandegeana*, *Oreopanax xalapensis*, *Vernonia sp.*, *Brunelia mexicana*, *Microtropis guatemalensis*, *Weinmannia pinnata*, *Quercus acatenanguensis*, *Licaria coriacea*, *Saurauia subalpina*, se observan únicamente entre 2500 y 2900 m de elevación; mientras que *Taxus globosa*, *Cleyera theaeoides* y *Ternstroemia tepesapote*, se encuentran en el límite superior del bosque *Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*, pero prefieren distribuirse hacia arriba de este límite. La mayoría de las especies anteriores se ubican principalmente arriba de 2700 m de elevación, lo cual indica que las diferencias con la otra comunidad son más evidentes a partir de tal altitud.

De igual manera, *Oreopanax echinops*, *Ostrya virginiana* var. *guatemalensis*, *Quercus acata*, *Quercus crispifolia*, *Billia hippocastanum*, *Phoebe sp.*, *Eugenia sp.*, *Podocarpus oleifolius*, *Rondeletia laniflora*, *Randia sp.*, *Cupanea sp.*, *Sx1*, *Turpinia occidentalis*, *Styrax conterminus*, *Symplocos aff. vernicosa*, *Symplocos hartwegii*, *Symplocos matudae* y *Sx2*, se observan únicamente entre 1700 y 2500; mientras que *Clusea sp.*, *Weinmannia tuerckheimii*, *Olmediella betschleriana*, *Phoebe amplifolia*, *Calyptanthes sp.*, *Prunus barbata*, *Prunus brachybotrya*, *Matayba oppositifolia* y *Symplocos sp.*, se encuentran en el límite inferior del bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calceolaria conifolia*, pero prefieren distribuirse abajo de éste límite. La mayoría de las especies antes mencionadas se ubican principalmente por debajo de 2300 m de elevación, lo cual indica que las diferencias con el bosque antes mencionado son más evidentes a partir de ésta altitud.

6.1.4.4. Composición florística del estrato arbustivo del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita coniifolia*", y del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*".

De acuerdo al cuadro 8, la riqueza arbustiva del bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita coniifolia*, la integran 14 familias, 17 géneros y 17 especies; de igual manera, el bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*, está constituido por 17 familias, 20 géneros y 20 especies.

Respecto a la variabilidad genérica, en ambas comunidades la mayoría de las familias están conformadas por 1 género y éstos a su vez por 1 especie, existiendo muy pocas familias con 2 o 3 especies, siendo éstas Dicksoniaceae y Ericaceae, y Cyatheaceae y Melastomataceae, para el primero y segundo bosque respectivamente.

Con lo anterior es fácil deducir que sobre los 2500 m de elevación, Dicksoniaceae y Ericaceae son las familias más ricas, mientras que por debajo de tal altitud, Cyatheaceae y Melastomataceae son las de mayor riqueza florística. En cuanto a la individualidad florística de para ambas comunidades, *Culcita coniifolia*, *Gaultheria odorata*, Campanilla, *Litsea glaucescens*, *Fuchsia* sp., y *Psychotria chrysocalymma* se encuentran solamente en el bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita coniifolia*; por otro lado, *Oreopanax echinops*, *Euonymus enantiophylla*, *Alsophila salvinii*, *Licaria coriacea*, *Marattia excavata*, *Clidemia capitellata* var. *neglecta*, Sx8, *Solanum nigricans*, *Piper* sp., Sx6, y *Urera* sp., se distribuyen solamente por debajo de 2500 m de elevación.

6.1.5. Especies endémicas.

Dentro de la microcuenca "Río El Naranjo", se encontró un total de 13 especies reportadas como endémicas para Guatemala. La mayoría de reportes para estas especies en la Sierra de las Minas, hacen la observación de que éstas se encuentran en las áreas de bosque nublado ubicadas en el Volcán Santa Luisa (El Progreso), y el Río El Repollal (Zacapa). El cuadro 9, muestra la lista de tales especies y, las áreas donde fueron encontradas.

Como es de esperar, los muestreos únicamente ofrecen una aproximación de la riqueza florística de un lugar determinado, de tal manera que, en nuestro caso la riqueza de la familia Lauraceae dentro del área de estudio es mayor a la que aparece en el cuadro 6, ya que fuera de las parcelas de muestreo se encontraron dos especies más, siendo éstas *Persea sessilis* Standl & Steyer. y *Persea donnell-smithii* Mez. ex. Donn. Smith. Según Standley y Steyermark.(33), la primera es endémica del bosque nublado de la Sierra de las Minas, y la segunda, lo es también del bosque nublado de la Sierra de los Cuchumatanes. De la misma manera, *Phoebe salvinii* (Mez.) Lundell. (aguacate triste), es endémica para Guatemala, en los departamentos de El Progreso, Guatemala y Chimaltenango (cuadro 9).

Cuadro 9. Lista de especies endémicas encontradas en el bosque nublado de la microcuenca “Río El Naranjo”, en la Reserva de Biosfera “Sierra de las Minas”.

No.	Familia	Especie	S. M	S.C	Otros
1	Bromeliaceae	<i>Gregia steyermarkii</i> Engler.	x		
2	Celastraceae	<i>Euonymus enantiophylla</i> (Donn. Smith) Lundell	x	x	
3	Celastraceae	<i>Microtropis guatemalensis</i> Sprague	x	x	
4	Celastraceae	<i>Microtropis ilicina</i> Standl. & Steyer.	x	x	
5	Cunoniaceae	<i>Weinmannia tuerckheimii</i> Engler.	x		x
6	Lauraceae	<i>Persea donnell-smithii</i> Mez. ex Donn. Smith.	x	x	
7	Lauraceae	<i>Persea sessilis</i> Standl. & Steyer.	x		
8	Lauraceae	<i>Phoebe salvinii</i> (Mez.) Lundell	x	x	x
9	Rosaceae	<i>Prunus barbata</i> Koehne.	x		
10	Rosaceae	<i>Prunus rhamnoides</i> Koehne.	x	x	
11	Rubiaceae	<i>Psychotria chrysocalymma</i> L.	x		
12	Symplocaceae	<i>Symplocos hartwegii</i> A.DC.	x	x	
13	Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp.	x		

S.M: endémica del bosque nublado de la Sierra de las Minas

S.C: endémica del bosque nublado de la Sierra de los Cuchumatanes

Otros: endémica de otros lugares adicionales a los dos anteriores.

Las especies de Rosaceae, fueron un poco problemáticas tanto en la fase de campo como en su determinación en el Herbario. La dificultad para diferenciar las especies del género *Prunus* fue un poco compleja, ya que las mismas son similares en cuanto a su apariencia; más aún, todas llevan por nombre común “pimientillo”, por lo cual, es posible que la tabulación de los datos en el campo tengan cierto grado de confusión. Por otro lado, *Prunus barbata* Koehne, y *Prunus rhamnoides* Koehne, son reportadas como endémicas por Standley y Steyermark (33); la primera para el bosque nublado de la Sierra de las Minas, y la segunda, para el bosque nublado de la Sierra de las Minas y la Sierra de los Cuchumatanes. Ahora bien, *Photinia microcarpa* Standl., es una Rosaceae poco común en Guatemala y

también dentro del área de estudio, ya que solamente se encontraron dos individuos a 2500 m. de elevación.

La familia Symplocaceae (jocotillos), es una de las más relevantes en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", y puede que más del 60 % de su riqueza florística (7 especies), se encuentre en el bosque nublado de la "Sierra de las Minas". En el muestreo fueron encontradas 4 especies de las 11 reportadas para Guatemala por Standley y Williams (35); de estas, *Symplocos* sp. (especie controversial en la Flora de Guatemala) y *Symplocos hartwegii* A.D.C., están reportadas como endémicas de los bosques nublados de la Sierra de las Minas y la Sierra de los Cuchumatanes, y en especial la segunda, la cual, únicamente ha sido reportada para el lado oeste de la Sierra de las Minas.

De la familia Celastraceae, se encontraron 3 especies, las cuales son endémicas de los bosques nublados de la Sierra de las Minas y Sierra de los Cuchumatanes (34). *Microtropis ilicina* y *Microtropis guatemalensis*, fueron difíciles de diferenciar en el campo, ya que la única diferencia entre ambas es el ápice y tamaño de hoja, razón por la cual puede existir confusión en la tabulación de los datos.

Para la familia Cunoniaceae, *Weinmannia* es el único género, y éste tiene solamente dos especies, las cuales fueron encontradas en el muestreo; *Weinmannia tuerckheimii* Engler, es una de ellas, y se reporta como endémica de los bosques nublados de Alta Verapaz y la Sierra de las Minas (33). Para Rubiaceae, *Psychotria chrysocalymma* L. es un arbusto endémico de la Sierra de las Minas (36); también *Randia* sp. es un árbol pequeño poco común en el área de estudio, y del cual fueron encontrados únicamente dos individuos a 2100 m. de elevación.

Es necesario aclarar que a partir de ésta información no es posible hacer afirmaciones puntuales acerca del endemismo presente en el bosque nublado de la Sierra de las Minas; pero, en dicho bosque, las especies anteriores que son reportadas como endémicas, son tomadas como tales a partir del trabajo de Standley *et al.* eds. (37), ya que la "Flora de Guatemala", es hasta el momento el estudio más completo y la fuente de información más confiable para esto.

6.2. Dominancia relativa de las especies.

6.2.1. Dominancia relativa de las especies del estrato arbóreo.

A pesar de que en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", se cuenta aproximadamente con 67 especies de árboles, unas pocas de ellas presentan índices de importancia relativamente altos (10-22), siendo 9 las especies que tienen los tamaños más grandes, mayor agresividad para competir con el resto de especies, y mejor mayor adaptabilidad para distribuirse dentro de la totalidad del área de estudio; ejerciendo con esto, el dominio sobre los demás árboles y estratos del bosque nublado (arbustivo y herbáceo). El resto de las especies (58), poseen índices de importancia principalmente entre 0-5.

La figura 6, muestra los respectivos lugares de importancia de las 9 especies anteriores; de las cuales, *Quercus crispifolia* (encino), fue la de mayor índice con 22.06; esto es, debido a que es una especie con alta densidad de individuos y éstos a su vez se encuentran distribuidos en gran parte del área de muestreo; además, son árboles gran tamaño (30-40 m), teniendo fustes que en su totalidad abarcan el 14 % de la sumatoria del área basal para todas las especies (cuadro 10).

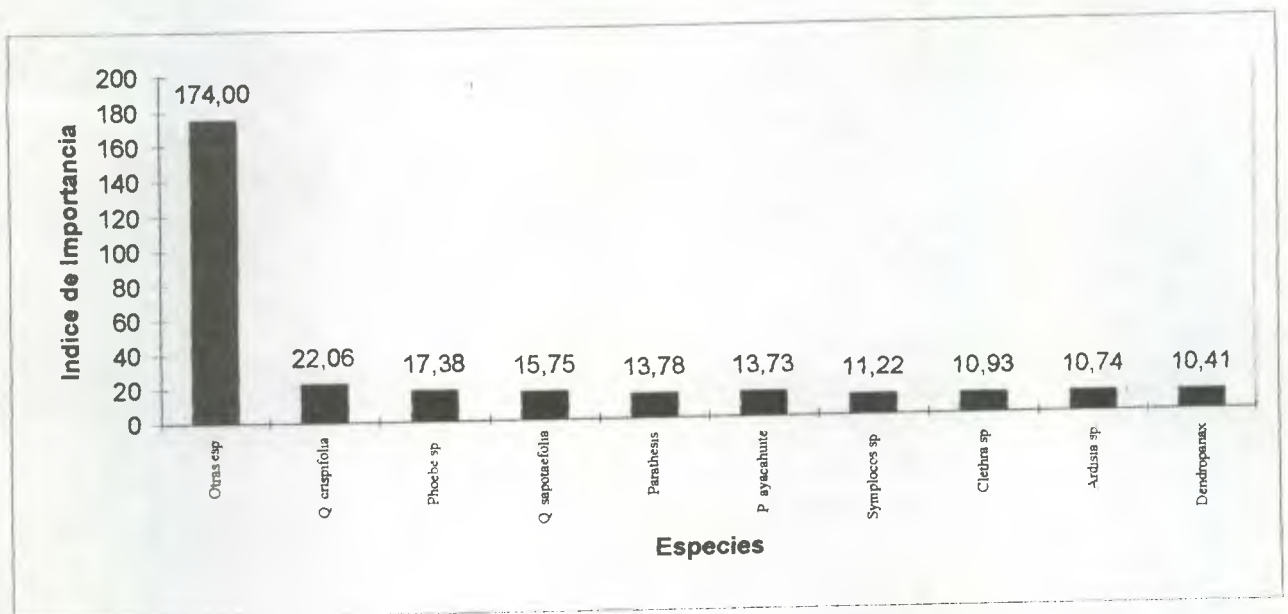


Figura 6. Gráfica de los índices de importancia para las especies arbóreas del bosque nublado de la microcuenca "Río EL Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

La segunda especie más importante es *Phoebe* sp. (aguacate de mono); la distribución, densidad, y tamaño de los individuos de ésta especie son muy similares a la anterior, pero el diámetro de sus fustes es más pequeño, por lo cual, la proporción de su área basal fue menor. Ahora bien, *Quercus sapotaefolia* (Roble), es muy frecuente de 2500 a 2900 m. de elevación y, evidentemente el área que abarca éste rango altitudinal, es menor a la de las 2 especies anteriores (1700 a 2700 m de elevación), lo cual hace que la frecuencia y densidad de sus individuos sea menor; pero en contraparte, el tamaño de éstos, en la mayoría de las veces, es superior al tamaño de aguacate de mono y encino, por lo cual, su importancia ocupa el tercer lugar.

Las 6 especies restantes tienen valores de importancia entre 10 y 14, siendo éstas en orden descendente: *Parathesis leptopa* (guatitún), con un índice de 13.79; *Pinus ayacahuite* (pino dulce), con 13.73; *Symplocos* sp. (palo de agua), con 11.22; *Clethra* sp. (chucte), con 10.93; *Ardisia* sp. (comida de pava), con 10.74 y; *Dendropanax arboreus* (palo blanco), con 10.41.

Cuadro 10. Valores de las variables para el índice de importancia de las especies arbóreas dominantes en el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

Especie	Fr	ABr	Dr	I.I.
<i>Quercus crispifolia</i> (encino)	3.07	14.05	4.93	22.06
<i>Phoebe</i> sp. (aguacate de mono)	3.56	9.47	4.35	17.38
<i>Quercus sapotaefolia</i> (roble)	1.78	11.56	2.42	15.75
<i>Parathesis leptopa</i> (guatitún)	3.56	1.94	8.28	13.78
<i>Pinus ayacahuite</i> (pino dulce)	3.24	9.01	1.48	13.73
<i>Symplocos</i> sp. (palo de agua)	3.40	1.41	6.41	11.22
<i>Clethra</i> sp. (chucte)	2.59	7.08	1.26	10.93
<i>Ardisia</i> sp. (comida de pava)	3.72	2.95	4.06	10.74
<i>Dendropanax arboreus</i> (palo blanco)	4.37	2.23	3.80	10.41
Subtotal	29.29	59.70	36.99	126.00
Otras especies	70.71	40.30	63.01	174.00
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Fr: Frecuencia relativa (%)

ABr: Área basal relativa (%)

Dr: Densidad relativa (%)

I.I.: Índice de importancia de Cottam = Fr + ABr + Dr

La frecuencia y distribución de éstas especies es similar a las anteriores, pero, *Parathesis leptopa* (guatitún) y *Symplocos* sp. (palo de agua), se encuentran abundantemente en toda el área de estudio, siendo relativamente las especies arbóreas de mayor densidad dentro de la microcuenca (8.28 % y 6.41 % respectivamente); y en el caso de *Pinus ayacahuite* y *Clethra* sp., el área basal mostró estar por encima de todas las especies, excepto de las tres primeras. Al contrario de las especies anteriores, *Ardisia* sp. y *Dendropanax arboreus*, tienen fustes de diámetros pequeños, por lo cual, su área basal está por debajo de la de éstas (2.95 % y 2.23 % respectivamente), ocupando el octavo y noveno lugar de importancia.

En general no existe una marcada diferencia entre los índices de importancia de éstas especies, sino que el área de estudio se encuentra dominada por *Quercus crispifolia* en asociación con las 8 especies restantes. Odum (27) afirma que el índice de importancia es un indicador de la fijación de la biomasa en un ecosistema; por lo tanto, la sumatoria del I.I. de las 9 especies anteriores (126), equivale aproximadamente al 43 % de la biomasa fijada en el estrato arbóreo, mientras que el otro 57 % (I.I. = 174), se distribuye en las 58 especies restantes (ver cuadro 5A).

6.2.2. Dominancia relativa de las especies del estrato arbustivo.

De las 28 especies de arbustos que constituyen el sotobosque del bosque nublado del área de estudio, 8 son las que tienen los índices de importancia más altos; por lo cual, son las que ejercen el dominio sobre los demás arbustos.

La figura 7, muestra los índices de importancia de las 8 especies más importantes del estrato arbustivo, de las cuales, *Alsophila salvinii* (helecho negro), fue la de mayor importancia (61.37), debido a que en las áreas donde se encuentra (regularmente cerca de la orilla de los ríos y las partes bajas de las cañadas), presenta alta densidad de individuos, y éstos a su vez, gran tamaño en sus frondas (3 m); con esto, la cobertura de sus hojas abarca casi la totalidad del sitio donde se ubica, lo cual equivale al 26.61 % de la cobertura total que ejercen los arbustos en el sotobosque (cuadro 11). Es importante mencionar que entre las 8 especies, ésta tiene el menor rango de distribución (1700 a 2300 m de elevación), y por lo tanto la menor frecuencia (6.12 %), pero como se mencionó anteriormente su dominancia depende de la cobertura y densidad.

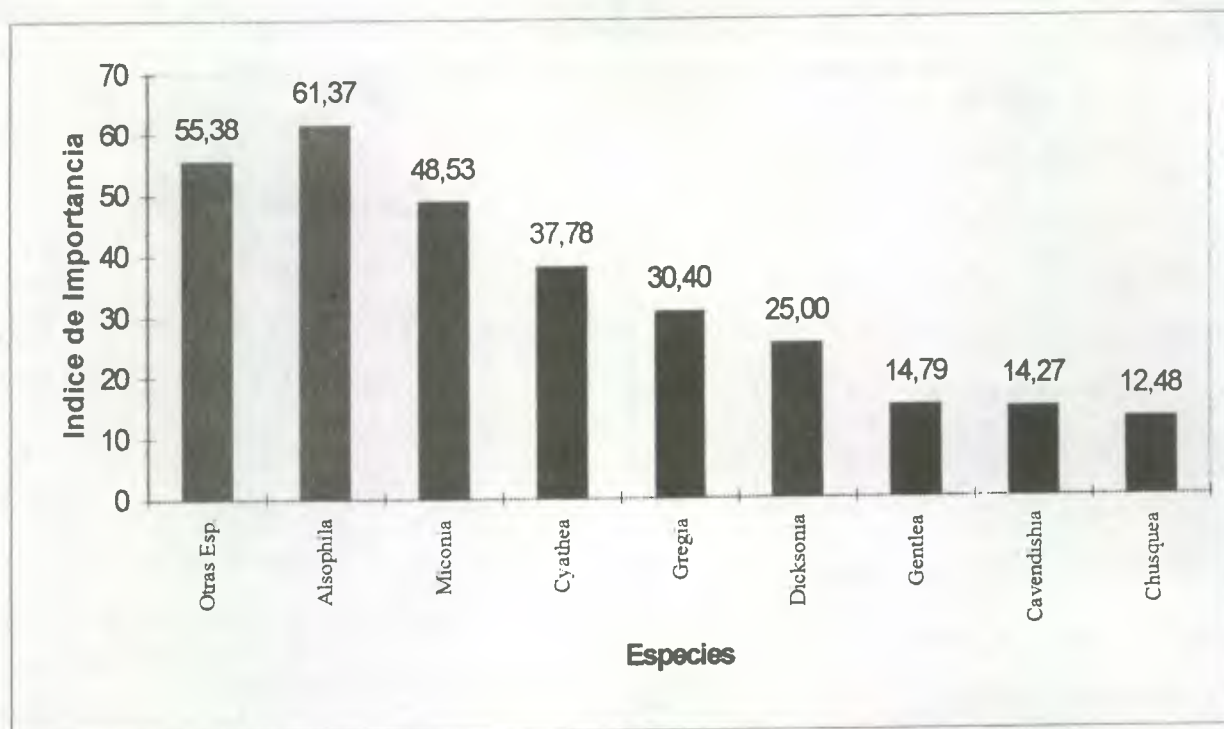


Figura 7. Gráfica de los índices de importancia para el estrato arbustivo del bosque nublado de la microcuenca “Río El Naranjo”, en la Reserva de Biosfera “Sierra de las Minas”.

Cuadro 11. Valores de las variables para el índice de importancia de las especies arbustivas dominantes en el sotobosque del bosque nublado de la microcuenca “Río El Naranjo”, en la Reserva de Biosfera “Sierra de las Minas”.

Especie	Fr	Cr	Dr	I.I.
<i>Alsophila salvinii</i> (helecho negro)	6.12	28.63	26.61	61.37
<i>Miconia glaberrima</i> (tinajillo)	13.78	13.62	21.13	48.53
<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (chipe)	14.80	14.92	8.07	37.78
<i>Gregia steyermarkii</i> (piñuelas)	8.67	4.33	17.39	30.40
<i>Dicksonia sellowiana</i> (helecho canche)	10.20	11.24	3.56	25.00
<i>Gentlea vatteri</i> (palo de pava)	6.63	3.03	5.13	14.79
<i>Cavendishia guatemalensis</i> (espante tigre)	7.14	5.00	2.13	14.27
<i>Chusquea</i> sp. (bambú)	2.55	9.30	0.63	12.48
Subtotal	69.89	90.07	84.65	244.62
Otras especies	30.11	9.93	15.35	55.38
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Fr: Frecuencia relativa (%)

Cr: Cobertura relativa (%)

Dr: Densidad Relativa (%)

I.I: Índice de importancia de Cottam = Fr + Cr + Dr

La segunda especie más importante es *Miconia glaberrima* con $I.I = 48.53$, la cual junto con *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, son las especies más frecuentes, ya que se distribuyen ampliamente en la totalidad del área de estudio, a excepción del área ubicada entre 2700 y 2900 m. de elevación, donde son ausentes, siendo ésta la característica para que la densidad y cobertura de *M. glaberrima* fuera también altas. Por otro lado, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (chipe), tiene el tercer lugar de importancia (37.78), ya que al mismo tiempo que es muy frecuente, el tamaño de sus frondas (3-4 m), ejerce importante influencia en la cobertura de la totalidad de especies, aunque sus individuos no se encuentren con la misma densidad que *A. salvinii*.

Ahora bien, *Gregia steyermarkii* es un arbusto poco frecuente y con poca cobertura respecto a las especies anteriores, pero cuando se le encuentra en las laderas de montaña, principalmente entre 2500 y 2700 m de elevación, es muy abundante, lo cual influyó a que tuviera el cuarto lugar de importancia. En lo respecta a *Dicksonia sellowiana*, tiene el quinto lugar de importancia, con poca densidad de individuos (3.53%), pero, ampliamente distribuida en el área de estudio (frecuencia de 10.20%); además, sus frondas son muy grandes (4-5 m), teniendo una importante participación en la cobertura total del sotobosque donde se distribuye (11.24 %).

Otros índices de importancia sobresalientes fueron para especies como *Gentlea vatteri* (palo de pava) con $I.I = 15$; la cual, obtuvo datos relativamente altos de cobertura y densidad (6.7 % y 5.0 %), ubicándola en el sexto lugar. Es valioso mencionar el efecto que ejerce la cobertura de especies como *Cavendishia guatemalensis* (espanta tigre) y *Chusquea* sp. (bambú), sobre las demás especies donde se encuentran, porque aún cuando no son muy frecuentes, la densidad por efecto de su hábito de crecimiento (arbusto epífita y rizoma caespitoso respectivamente), no permite el desarrollo de otras especies junto a ellas, razón por la que tienen índices de importancia de 14 y 12 respectivamente.

En resumen, las 8 especies anteriores acumulan el 81.54 % de la biomasa fijada en el estrato arbustivo, siendo equivalente a la sumatoria de sus índices de importancia (244.63 de un total de 300); el otro 18.46 % de la biomasa ($I.I = 55.37$), se distribuye en las 20 especies restantes (ver cuadro 6A).

6.2.3. Dominancia relativa de las especies del estrato arbóreo del bosque de “*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*” y del bosque de “*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*”.

En la lista del cuadro 6, se puede observar que el bosque de “*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*” y del bosque de “*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*”, tienen en común a la mayoría de especies arbóreas, dando la impresión de que no existen diferencias entre ambas comunidades; pero al estimar el índice de importancia para las especies de cada comunidad por separado, se observa claramente que en ambos tipos de bosque, existen diferencias en cuanto a la dominancia de sus especies.

En lo que respecta al bosque de “*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*”, de las 39 especies que conforman el estrato arbóreo, 7 de ellas son las que ejercen una notable dominancia sobre las demás (figura 8), siendo entre ellas la de mayor índice el Roble “*Quercus sapotaefolia*”, con un I.I = 40.05, ya que sus individuos además de que se encuentran distribuidos abundantemente en ésta área, son parte de los árboles más grandes de la comunidad (40-50 m. de altitud). La segunda especie dominante es *Parathesis leptopa* (guatitún), con I.I = 20.83; su dominancia no está en función del tamaño, como en el caso anterior, sino en su gran abundancia, siendo la especie de mayor densidad de individuos dentro de la comunidad (13.75 %) (cuadro 12).

Ahora bien, *Pinus ayacahuite* (pino dulce) y *Quercus crispifolia* (Encino), se encuentran con menor densidad de individuos, pero al igual que el Roble, son árboles muy grandes (40 m, a veces 60 m en el caso del pino), por lo que sus porcentajes de área basal fueron tan también grandes (10 %), ubicándolos en el tercer y cuarto lugar respectivamente. Es necesario aclarar que la dominancia de *Q. crispifolia* en esta comunidad puede causar confusión, ya que es una de las especies indicadoras del bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*, motivo por el que se esperaría que ésta sea exclusiva de dicha comunidad. La frecuencia de esta especie en ambas comunidades (1.43 y 3.91 % respectivamente) y las observaciones de campo, evidencian que se encuentra en la totalidad del bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*, y únicamente en el límite inferior del bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*; por lo cual, se le consideró como exclusiva o indicadora del segundo.

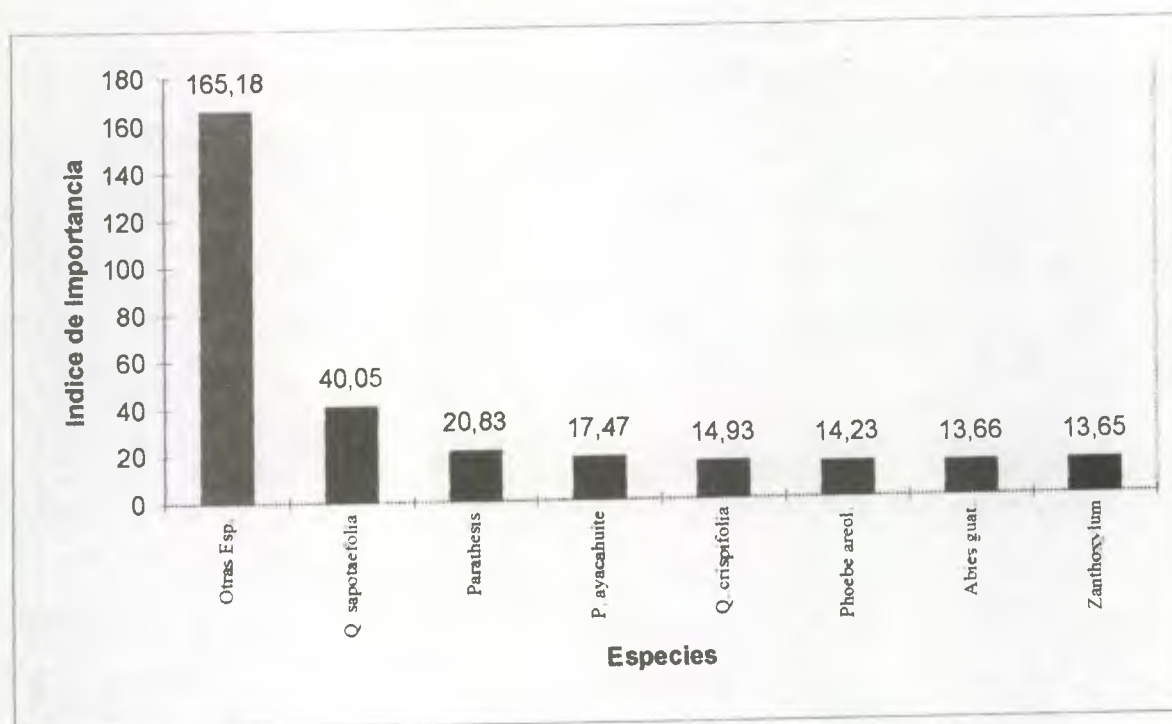


Figura 8. Gráfica de los índices de importancia para las especies del estrato arbóreo del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calceita conifolia*".

Cuadro 12. Valores de las variables para el índice de importancia de las especies arbóreas dominantes en el bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calceita conifolia*".

Especie	Fr	ABr	Dr	I.I.
<i>Quercus sapotaefolia</i> (roble)	3.83	30.94	5.28	40.05
<i>Parathesis leptopa</i> (guatitun)	3.83	3.25	13.75	20.83
<i>Pinus ayacahuite</i> (pino dulce)	4.31	10.84	2.33	17.47
<i>Quercus crispifolia</i> (encino)	1.43	10.54	2.93	14.93
<i>Phoebe areolata</i> (aguacate común)	3.83	3.57	6.84	14.23
<i>Abies sp.</i> (pinabete)	2.87	7.37	3.42	13.66
<i>Zanthoxylum limoncello</i>	4.78	3.04	5.83	13.65
Subtotal	24.88	69.55	40.38	134.82
Otras especies	75.12	30.35	57.62	165.18
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Fr: Frecuencia relativa %

ABr: Área basal relativa %

Dr: Densidad relativa %

I.I: Índice de importancia de Cottam = Fr + ABr + Dr

Las especies restantes son árboles entre 15 y 25 m de altura (hasta 40 m en el caso de *Abies guatemalensis*), abundantes y bien distribuidas dentro de esta comunidad, siendo estas *Phoebe areolata* (aguacate común), con un índice de importancia de 14.23; *Abies guatemalensis* (pinabete), con 13.66; y *Zanthoxylum limoncello* (limonaria), con 13.65. Las siete especies más importantes del bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*, fijan el 44.94 % de la biomasa del estrato arbóreo (I.I = 134.82), mientras que el resto (44 especies, ver cuadro 7A), fijan el otro 55.06 % de la biomasa.

En cuanto al bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*", de las 53 especies que conforman el estrato arbóreo, 8 de ellas son las que toman el rol de dominantes (Figura 9), y de ellas las dos más importantes son: *Quercus crispifolia* (Encino), con un índice de importancia de 26.29, y *Phoebe sp.* (aguacate de mono), con un índice de 24.20. La importancia de éstas especies radica en su amplia distribución y alta densidad dentro de la comunidad, además de que son árboles grandes (40 m de altura), por lo cual, sus áreas basales abarcan un porcentaje relativamente alto respecto a las demás especies (16.04 % y 14.10 % respectivamente) (cuadro 13).

Ahora bien, entre las especies codominantes con las dos anteriores están: *Symplocos sp.* (palo de agua), siendo la especie con mayor densidad de individuos dentro de la comunidad (9.48 %), característica que le da el tercer lugar de importancia con un índice de 15.30. *Clethra sp.* (chucte), tiene un índice similar al anterior (I.I. = 15.16); la diferencia entre ambas, consiste en que la segunda tiene individuos con fustes más grandes, teniendo una alta proporción en área basal (10.98 %).

El resto de las 8 especies tienen índices de importancia entre 14.5 y 11.5, siendo éstas en orden descendente (figura 9, cuadro 13): *Ardisia sp.* (comida de pava), con 14.55; *Quercus aaata* (roble), con 13.67; *Dendropanax arboreus* (palo blanco), con 13.48; y *Pinus ayacahuite* (pino dulce), con 11.54. Lo característico de *Ardisia sp.*, es que es un árbol pequeño (10 - 20 m. de altura), y bien distribuido en toda la comunidad; *Quercus aaata* es poco abundante debido a que se distribuye principalmente por debajo de 2100 m de elevación, pero sus individuos son grandes (30 m), por lo cual tiene un alto porcentaje de área basal (8.21 %). *Dendropanax arboreus* está distribuido con altas densidades en toda el área, pero la mayoría de sus individuos tienen fustes delgados, lo cual reflejó un bajo porcentaje de área basal (3.14%). Con *Pinus ayacahuite* sucede lo contrario a la especie anterior, ya que es poco frecuente, distribuyéndose con poca densidad sobre los filos de montaña a 2300 m de elevación, sus

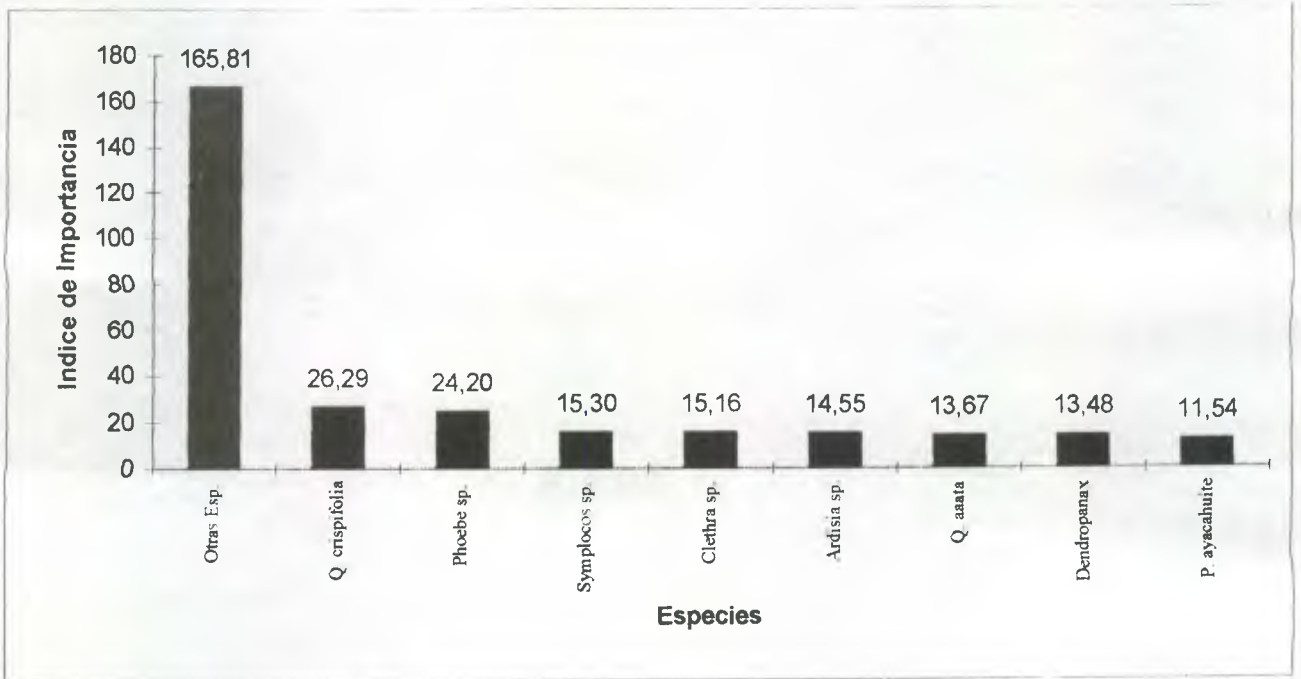


Figura 9. Gráfica del índice de importancia para las especies del estrato arbóreo del bosque de “*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*”.

Cuadro 13. Valores de las variables para el índice de importancia de las especies arbóreas dominantes del bosque de “*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*”.

Especie	Fr	ABr	Dr	I.I.
<i>Quercus crispifolia</i> (encino)	3.91	16.04	6.34	26.29
<i>Phoebe sp.</i> (aguacate de mono)	4.16	14.10	5.95	24.20
<i>Symplocos sp.</i> (palo de agua)	4.16	1.66	9.48	15.30
<i>Clethra sp.</i> (chucte)	2.69	10.98	1.49	15.16
<i>Ardisia sp.</i> (comida de pava)	4.16	4.55	5.84	14.55
<i>Quercus aaata</i> (Roble blanco)	3.42	8.21	2.04	13.67
<i>Dendropanax arbóreus</i>	4.89	3.14	5.46	13.48
<i>Pinus ayacahuite</i> (pino dulce)	2.69	7.97	0.88	11.54
Subtotal	30.08	66.65	37.48	134.19
Otras especies	69.92	33.35	62.52	165.81
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Fr: Frecuencia relativa (%)

ABr: Área basal relativa (%)

Dr: Densidad relativa (%)

I.I.: Índice de importancia de Cottam = Fr + ABr + Dr

sus individuos son grandes (hasta 60 m de altura), por lo cual su área basal abarca el 7.97 %, del total de todas las especies.

Con lo anterior, las 8 especies mencionadas abarcan el 134.19 del índice de importancia total, lo cual significa que dichas especies fijan aproximadamente el 44.73 % de la biomasa del estrato arbóreo de ésta comunidad, mientras que el restante 55.23 % lo fijan las 49 especies remanentes (ver cuadro 8A).

6.2.4. Dominancia relativa de las especies del estrato arbustivo del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita coniifolia*" y del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

Antes de observar los resultados de la dominancia de las especies del estrato arbustivo, es de esperar que el comportamiento de tales sea semejante al descrito para el estrato arbóreo; pero, si tomamos en cuenta que las características climáticas del estrato arbustivo son más estables a causa de la protección del dosel de árboles, entonces se podría pensar que el comportamiento de las especies es más homogéneo entre las dos comunidades estudiadas, ya que ambas pertenecen a una misma asociación atmosférica.

De las 17 especies constituyen el estrato arbustivo del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita coniifolia*", 6 son las que tienen la característica de dominantes; entre ellas las dos más importantes son: *Gregia steyermarkii* (piñuela), con un índice de importancia de 66.79 y *Miconia glaberrima* (tinajillo) con un índice de 62.78 (figura 10). Estas especies tienen alta densidad de individuos en casi toda la comunidad, por lo cual a pesar de tener poco follaje, el porcentaje de cobertura en ambas es alto (cuadro 14). Ahora bien, los helechos arborescentes *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (chipe) y *Dicksonia sellowiana* (helecho canche), tienen el tercer y cuarto lugar de dominancia (38.3 y 33.96 respectivamente), diferenciándose de las especies anteriores en que éstas tienen menor densidad de individuos, pero se encuentran igualmente distribuidas en toda la comunidad; también difieren, por el hecho de que sus frondas son muy grandes (3-5 m. de largo), lo cual repercute en que el porcentaje de sus coberturas sea el más alto entre todas las especies (19.11 y 19.29 % respectivamente).

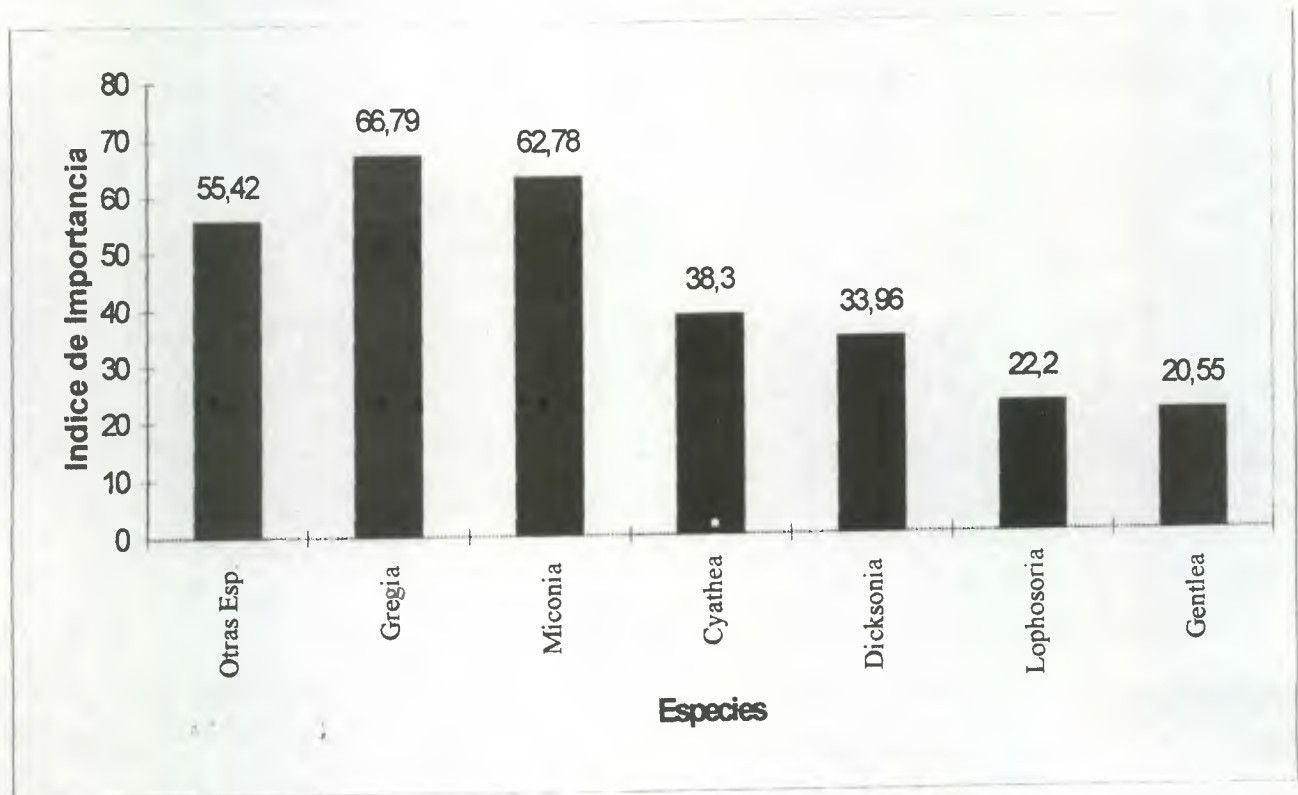


Figura 10. Gráfica de los índices de importancia para las especies del estrato arbustivo del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calceita conifolia*".

Cuadro 14. Valores de las variables para el índice de importancia de las especies dominantes del estrato arbustivo del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calceita conifolia*".

Especie	Fr	Cr	Dr	I.I.
<i>Gregia steyermarkii</i> (piñuela)	13.16	13.61	40.02	66.79
<i>Miconia glaberrima</i> (tinajo)	14.47	20.81	27.49	62.78
<i>C. divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (chipe)	11.84	19.11	7.34	38.30
<i>Dicksonia sellowiana</i> (helecho canche)	10.53	19.29	4.14	33.96
<i>L. quadripinnata</i> var. <i>quadripinnata</i>	14.47	4.34	3.39	22.20
<i>Gentlea vatteri</i> (palo de pava)	5.26	6.16	9.13	20.55
Subtotal	69.73	83.32	91.51	244.58
Otras especies	30.27	16.68	8.49	55.42
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Fr: Frecuencia relativa (%)

Cr: Cobertura relativa (%)

Dr: Densidad Relativa (%)

I.I.: Índice de importancia de Cottam = Fr + Cr + Dr

Por último, *Lophosoria quadripinnata* var. *quadripinnata* y *Gentlea vatteri* (palo de pava), tienen índices de 22.2 y 20.55 respectivamente, ubicándose en el quinto y sexto lugar de importancia. La primera, por el hecho de encontrarse distribuida en toda la comunidad, tiene un alto porcentaje de frecuencia (14.47 %); la segunda, se distribuye con menor frecuencia pero con mayor densidad que la especie anterior.

Por otro lado, si se hace la sumatoria de los índices de importancia para las 6 especies mencionadas (244.58 de un total de 300), se puede decir que éste equivale al 81.53 % de la biomasa fijada en el estrato arbustivo y, el restante 18.47 % de la biomasa, se encuentra repartido entre las 11 especies restantes (ver cuadro 9A).

Ahora bien, respecto al bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*, en ésta se encuentran 20 especies de arbustos; de los cuales, únicamente 4 son los que se caracterizan como dominantes. La especie más importante es *Alsophila salvinii* (helecho negro), con un índice de importancia de 92.01 (figura 11), lo interesante de ésta especie, es que a pesar de tener poca frecuencia, ya que se distribuye principalmente por debajo de 2300 m de elevación (200 m altitudinales abajo del límite superior), tiene un alto porcentaje de densidad y cobertura respecto a las demás especies dominantes (cuadro 15), ya que en los lugares donde se encuentra, la cobertura de sus frondas ocupa casi la totalidad del área.

El segundo y tercer lugar de importancia lo tienen *Miconia glaberrima* (tinajo) y *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (chipe), con un índice de importancia de 41.46 y 38.46 respectivamente; estas especies se caracterizan por tener altos porcentajes de frecuencia y cobertura, pero baja densidad; lo cual es un indicador de la amplia distribución de ambas.

Dicksonia sellowiana es la cuarta especie arbustiva más importante con 21.36 de importancia; ésta especie es menos frecuente y densa que las demás y su distribución es semejante a la de *A. salvinii*, sólo que ésta se encuentra por encima de 2300 m altitudinales (tiene un rango de distribución de 200 m altitudinales dentro de ésta comunidad), por tal motivo su porcentaje de frecuencia fue menor al de todas las especies anteriores. Por último, la sumatoria de los índices de importancia de las cuatro especies anteriores (193.39), sería equivalente al 64.46 % de la biomasa fijada en el sotobosque, y el 35.54 % restante se encuentra repartido en las 16 especies restantes (ver cuadro 10A).

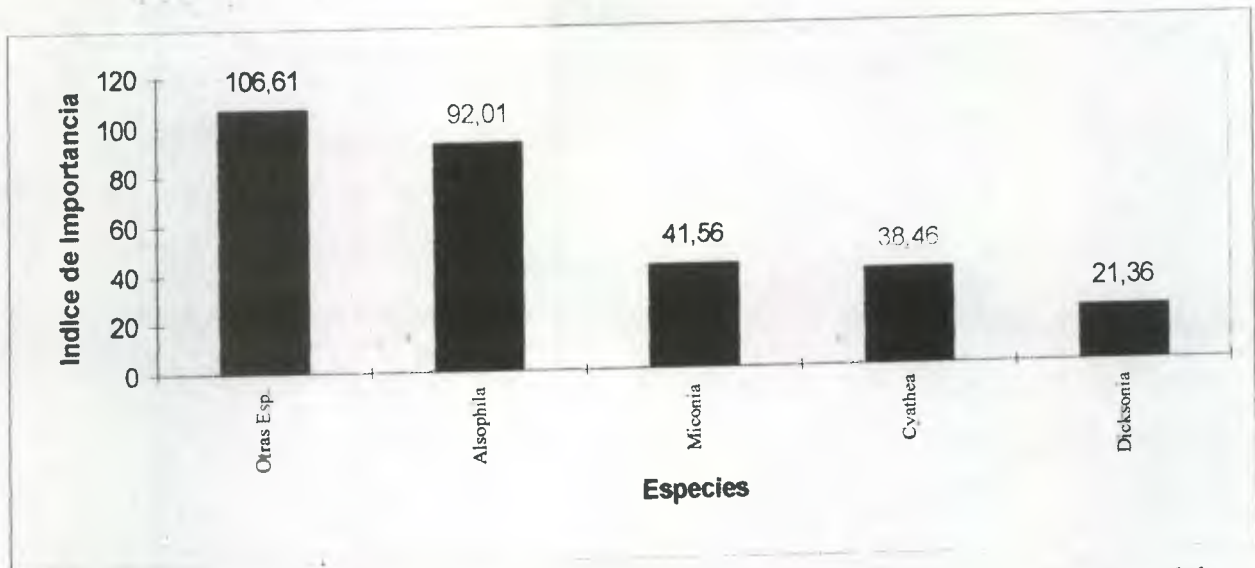


Figura 11. Gráfica de los índices de importancia para las especies del estrato arbustivo del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

Cuadro 12. Valores de las variables para el índice de importancia de las especies dominantes del estrato arbustivo del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

Especie	Fr	Cr	Dr	I.I.
<i>Alsophila salvinii</i> (helecho negro)	10.00	39.70	42.31	92.01
<i>Miconia glaberrima</i> (tinajillo)	13.33	10.85	17.38	41.56
<i>C. divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (chipe)	16.68	13.30	8.49	38.46
<i>Dicksonia sellowiana</i> (helecho canche)	10.00	8.14	3.22	21.36
Subtotal	50.01	71.99	71.40	193.39
Otras especies	49.99	28.01	28.60	106.61
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

Fr: Frecuencia relativa (%)

Cr: Cobertura relativa (%)

Dr: Densidad Relativa (%)

I.I.: Índice de importancia de Cottam = $Fr + Cr + Dr$

Con lo anterior, es confuso hacer una separación clara entre las especies dominantes del estrato arbustivo en ambos tipos de bosque, debido a que *Miconia glaberrima*, y los helechos *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* y *Dicksonia sellowiana* dominan en ambas comunidades, o sea, en el bosque nublado de la microcuenca, lo cual también se afirmó en el inciso 6.2.2. Por consiguiente, *Gregia steyermarkii*, *Gentlea vatteri* y el helecho *Lophosoria quadripinnata* var. *quadripinnata* dominan exclusivamente en el bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*", y el helecho *A. salvinii*, lo hace en el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

6.2.5. Importancia económica de las especies dominantes.

A partir de la riqueza florística de un área (lista de especies), es posible obtener algún tipo de información acerca de la importancia económica de sus especies, pero la tarea se vuelve un poco difícil cuando la mayoría de estas especies son nativas de una región no habitada y poco estudiada, como el caso del bosque nublado de la Sierra de las Minas; por lo tanto, en el cuadro 16 se citan solamente algunos usos de las especies dominantes del estrato arbóreo y arbustivo de las dos comunidades propuestas en este estudio, en base a Standley et al. eds. (37) y Vargas (44).

Cuadro 16. Importancia económica de las especies dominantes del estrato arbóreo y arbustivo, del bosque "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*" y del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", en la microcuenca "Río El Naranjo".

Familia	Especie	Importancia
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (palo blanco)	?
Bromeliaceae	<i>Gregia steyermarkii</i> (piñuela)	?
Clethraceae	<i>Clethra</i> sp. (chucte)	?
Cyatheaceae	<i>Alsophila salvinii</i> (helecho negro)	Ornamental
Cyatheaceae	<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (chipe)	Ornamental
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> (helecho canche)	Ornamental
Ericaceae	<i>Cavendishia guatemalensis</i> (espanta tigre)	Ornamental
Fagaceae	<i>Quercus crispifolia</i> (encino)	Leña, Madera
Fagaceae	<i>Quercus sapotaefolia</i> (roble)	Leña, Madera
Fagaceae	<i>Quercus aaata</i> (roble blanco)	Leña, Madera
Lauraceae	<i>Phoebe</i> sp. (aguacate de mono)	?
Lophosoriaceae	<i>Lophosoria quadripinnata</i> var. <i>quadripinnata</i>	Ornamental
Melastomataceae	<i>Miconia glaberrima</i> (tinajillo)	Leña
Myrsinaceae	<i>Parathesis leptopa</i> (guatitún)	?
Myrsinaceae	<i>Ardisia</i> sp. (comida de pava)	?
Myrsinaceae	<i>Gentlea vatteri</i> (palo de pava)	?
Pinaceae	<i>Pinus ayacahuite</i> (pino dulce)	Leña, Madera, Ornamental
Pinaceae	<i>Abies guatemalensis</i> (pinabete)	Leña, Madera, Ornamental
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp. (bambú)	Construcción, Artesanal
Rutaceae	<i>Zanthoxylum limoncello</i> (limonaria)	?
Symplocaceae	<i>Symplocos</i> sp. (palo de agua)	?

6.3. Diversidad de las comunidades del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo".

Según Brower (3) y Odum (27), la diversidad de especies es una característica única del nivel de organización biológica de una comunidad; también, agregan que la diversidad de especies tiene dos componentes: el primero, es la riqueza o variedad de especies y, el segundo, la uniformidad en la abundancia de todas las especies. Estos componentes se encuentran incluidos en el índice de diversidad de Shannon-Wiener y el índice de Equitatividad (evenness), de los cuales se muestran los resultados de los cálculos para las comunidades vegetales del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en el cuadro 16 (ver también los cuadros 11A y 12A)

Cuadro 17. Riqueza de especies, índice de diversidad de Shannon-Wiener e índice de Equitatividad para las comunidades del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo".

Comunidad	S	H'	E
Bosque de " <i>Quercus sapotaefolia</i> , <i>Abies guatemalensis</i> y <i>Calcuta conifolia</i> "	68	3.32	0.796
Bosque de " <i>Quercus crispifolia</i> , <i>Phoebe sp.</i> y <i>Alsophila salvinii</i> "	83	3.52	0.797

S = riqueza (número de especies arbóreas y arbustivas de la comunidad)

H_i = índice de diversidad de Shannon-Wiener

E = índice de Equitatividad o Heterogeneidad (evenness)

Rangos comparadores para el índice de Equitatividad: 0-0.25 = poco diverso; 0.25-0.50 = medianamente diverso; 0.50-0.75 = diverso; 0.75-1 = muy diverso.

El bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcuta conifolia*", muestra tener una riqueza de 68 especies, de las cuales 51 son árboles y 17 son arbustos. Así mismo, el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*", muestra tener una riqueza de 83 especies, entre las cuales 57 son árboles y 26 son arbustos (5 especies de árboles y 5 arbustos se distribuyen principalmente arriba del límite superior de ésta comunidad).

Es necesario aclarar que en el cuadro 6 fueron identificadas 12 especies de árboles que se distribuyen principalmente por debajo del límite inferior de ésta comunidad, por lo cual, en el inciso de la composición florística de las comunidades, tales especies fueron consideradas como parte de la otra comunidad, siendo un total de 39 especies de árboles.

En cuanto al índice de diversidad de Shannon-Wiener, el bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*, tiene un índice de 3.332, mientras que dicho índice para el bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*, es de 3.520; lo cual muestra que ambas comunidades son muy semejantes en cuanto a la diversidad de sus especies.

La explicación de estos índices puede hacerse de manera más fácil utilizando el índice de Equitatividad, ya que éste utiliza valores más cercanos a uno. El valor máximo de equitatividad es uno; por lo tanto, éste valor puede ser dividido en rangos, a manera de establecer comparadores, tal y como se muestra en el cuadro 16. Para Brower (3) y Odum (27), una comunidad se considera muy diversa, si casi todas sus especies son igualmente abundantes, lo cual es útil como una medida de su estabilidad y madurez. Por otro lado, al observar que el valor de equitatividad para el bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*, es de 0.796, es notable que las 68 especies que lo integran son muy similares en cuanto a su abundancia (densidad), de tal manera que se encuentran distribuidas con cierta homogeneidad. Así mismo, el valor del índice de Equitatividad para el bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*, es 0.797, indicando que al igual que en el caso anterior, esta comunidad es muy diversa y homogénea en cuanto a la abundancia de la mayoría de sus especies.

Los anterior demuestra que ambas comunidades son muy diversas; por lo cual, se podría pensar que el ecosistema al que pertenecen tiene un alto grado de estabilidad en cuanto a la producción y consumo de energía (3, 40).

6.4. Descripción de comunidades.

Debido a su complejidad florística y fisonómica, la mayoría de las comunidades boscosas de la región Tropical y Subtropical son muy difíciles de describir de tal forma que den un cuadro organizado y completo; por ello, Holdridge (17) afirma que es muy deseable tener ilustraciones gráficas para mostrar las relaciones de espacio y tamaño de las diferentes especies. Las figuras 12 y 13 son una representación gráfica e idealizada de las comunidades del bosque nublado de la microcuenca; estas gráficas se idealizaron debido a que las demás técnicas de perfiles provocan sesgo.

6.4.1. Descripción del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*".

El bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*", se ubica en la parte sur de la microcuenca, entre 2500 y 2900 m de elevación, siendo la parte más alta de la Sierra de las Minas; las pendientes oscilan principalmente en el 45 %; el estrato arbóreo alcanza una densidad de 749 individuos/ha, y un área basal de 59 m²/ha; el estrato arbustivo tiene una densidad de 845 individuos/ha, y una cobertura de 4313 m²/ha. Por otro lado, los estratos arbóreo y arbustivo dividen el bosque en 4 pisos verticales como sigue (figura 12): a) arbustos de 3-6 m de altura, en el cual las especies más frecuentes son *Gregia steyermarkii* (piñuela), *Miconia glaberrima* (tinajillo), *Cavendishia guatemalensis* (espanta tigre), *Lophosoria quadripinnata* var. *quadripinnata*, *Culcita conifolia*, los helechos arborescentes *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* y *Dicksonia sellowiana*; b) árboles de 10-20 m de alto entre los cuales se encuentran *Zanthoxylum limoncello* (limonaria), *Rhamnus discolor* (pinta caja), *Taxus globosa* (cipresillo), *Ardisia* sp. (comida de pava), *Miconia glaberrima* (tinajo árbol), *Phoebe areolata* (aguacate fino), *Ilex brandegeana* (palo blanco), *Drimys granadensis* (quina), *Parathesis leptopa* (guatitún) y *Rapanea juerguensenii* (capulín negro); c) árboles de 30-40 m, entre los cuales están *Pinus ayacahuite* (pino dulce), *Persea americana* (aguacate de mico) y *Quercus sapotaefolia* (roble); d) árboles mayores a 40 m de alto, entre los cuales está *Abies guatemalensis* (pinabete).

6.4.2. Descripción del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*".

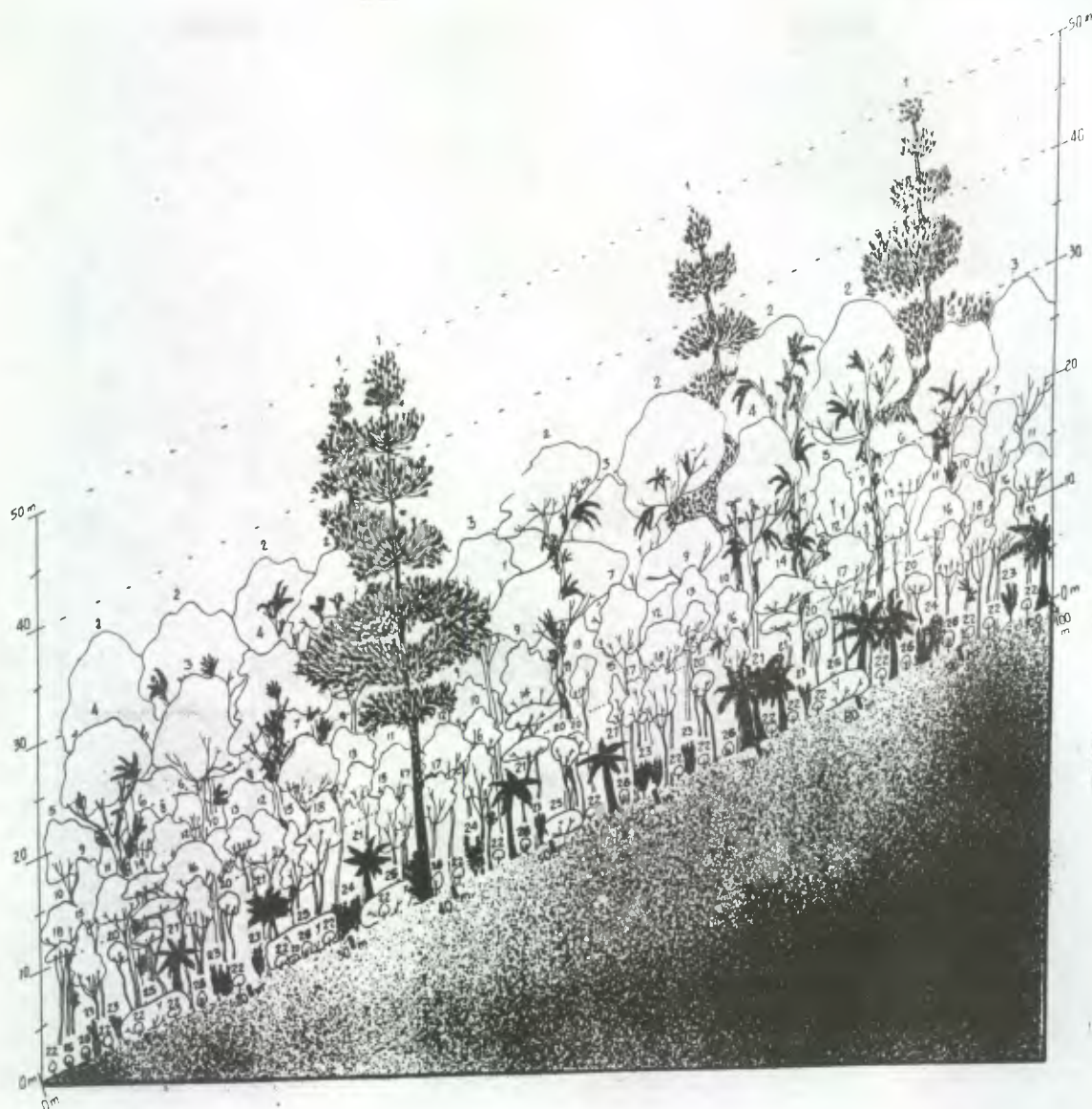
El bosque de Encino se ubica en toda la parte noroeste de la microcuenca, entre 1700 y 2500 m de elevación; las pendientes se encuentran alrededor del 50 %; el estrato arbóreo alcanza una densidad de 667 individuos/ha, y un área basal de 58 m²/ha; el estrato arbustivo tiene una densidad de 692 individuos/ha, y una cobertura de 11727 m²/ha. Por otro lado, los estratos arbóreo y arbustivo han dividido el bosque en 5 pisos verticales como sigue (figura 13): a) arbustos de 1-7 m de altura, entre los cuales las especies más frecuentes son *Miconia glaberrima* (tinajillo), *Gentlea vatteri* (palo de pava), *Cavendishia guatemalensis* (espanta tigre), los helechos arborescentes *Alsophila salvinii*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* y *Dicksonia sellowiana*; b) árboles de 10-20 m, donde se encuentran especies como *Persea americana* (aguacate de mico), *Matayba oppositifolia* (diente de perro), *Billia hippocastanum* (maravilla), *Drimys granadensis* (quina), *Calypthranthes* sp. (guayabo) y *Clethra* sp. (chucte); c) árboles de 20-30 m, siendo estos *Dendropanax arboreus* (palo blanco), *Prunus rhamnoides* (pimientillo), *Turpinia insignis* (vara blanca), *Symplocos* sp. (palo de agua) y *Styrax argenteus* (estoraque); d) árboles de 30-35 m, de los cuales se pueden mencionar *Quercus crispifolia* (encino), *Quercus auata* (roble) y *Phoebe* sp. (aguacate de mono); e) árboles de 50 m, de los cuales *Pinus ayacahuite* (pino dulce) es la única especie.

De los argumentos de Beard (1), Standmuller (38) y Webster (46), se puede deducir que los bosques nublados son semejantes en cuanto a su fisonomía, no importando su composición florística. En el área de estudio puede ser que ambas comunidades no tengan diferencias fisonómicas, ya que en tales la mayoría de árboles tienen alturas entre 10-20 m, sosteniendo una gran cantidad y riqueza de epífitas, siendo ésta una de las características que hace distintivo al bosque nublado; además, el aspecto de sotobosque es semejante debido a la dominancia de los helechos gigantes. Ahora bien, algunas diferencias en la fisonomía de ambos bosques, es que en el bosque de Encino pueden distinguirse mayor cantidad de árboles con alturas superiores a 20 m., mayor abundancia en la cobertura arbustiva debido a que principalmente por debajo de 2300 m de elevación existen muchas áreas donde la densidad de *Alsophila salvinii* (helecho negro) hace que el sotobosque esté totalmente cubierto por sus frondas, a simple inspección en el bosque de Roble la biomasa de epífitas es mayor, lo cual puede ser un indicador de mayor humedad.

Figura 12. Perfil idealizado del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calicia confertifolia*"

1. *Abies guatemalensis* Rehder
2. *Quercus sapotaefolia* Liemb. (roble)
3. *Pinus ayacahuite* Ehrenberg (pino dulce)
4. *Persea americana* Mill. (aguacate de mico)
5. *Phoebe areolata* Lundell (guatitun)
6. *Ilex brandegeana* Loes. (palo blanco)
7. *Drymys granadensis* L. (quina)
8. *Parathesis leptopa* Lundell (guatitun)
9. *Rapanea juerguensis* Mez. (capulín negro)
10. *Syrax argenteus* Presl. (estoraque)
11. *Dendropanax arboreus* L. (palo blanco)
12. *Oreopanax xalapensis* Dcne. & Planch. (mano de león)
13. *Phoebe salvinii* (Mez.) Lundell (aguacate triste)
14. *Prunus rhamnoides* Koehne (pimientillo)
15. *Zanthoxylum limoncello* Triana & Planch (limonaria)
16. *Ardisia* sp. (comida de pava)
17. *Rhamnus discolor* Rose (pinta caja)
18. *Taxus globosa* Schlecht. (cipresillo)
19. *Miconia glaberrima* (Schlecht.) Naudin (tinajo)
20. *Gregia steyermarkii* Engler (pituela)
21. *Miconia glaberrima* (Schlecht.) Naudin (tinajillo)
22. *Cyathia divergens* var. *tuercnheimii* R.M. (chipe)
23. *Dicksonia sellowiana* Maxon (huelcho canche)
24. *Calicia confertifolia* (Hook.) Maxon
25. *Lophosoria quadrifida* var. *quadrifida* C.
26. *Cavendishia guatemalensis* Loes. (espanta tigre)





1. *Pinus ayacahuite* Ehrenberg (pino dulce)
2. *Quercus crispifolia* Trelease (encino)
3. *Quercus aaata* Muller (roble)
4. *Phoebe* sp. (aguacate de mono)
5. *Dendropanax arboreus* Dcne & Planch. (palo blanco)
6. *Prunus rhamnoides* Koehne (pimientillo)
7. *Turpinia insignis* H.B.K. (vara blanca)
8. *Symplocos* sp. (palo de agua)
9. *Styrax argenteus* Presl. (estoraque)
10. *Persea americana* Mill. (aguacate de mico)
11. *Matayba oppositifolia* Britton (diente de perro)
12. *Billia hippocastanum* Peyr. (maravilla)
13. *Drimys granadensis* L. (quina, chile)

14. *Calythranthes* sp. (guayabo)
15. *Clethra* sp. (chucte)
16. *Saurauia oreophila* Hemsl (mielerito)
17. *Rapanea juerguensenii* Mez. (capulín negro)
18. *Parathesis leptopa* Lundell (guatitún)
19. *Clusea* sp. (mata palo)
20. *Ardisia* sp. (comida de pava)
21. *Cyathea divergens* var. *tuerckneimii* R.M. (chipe)
22. *Miconia glaberrima* (schlecht) Naudin (tinajillo)
23. *Alsophila salvinii* Hook (helecho negro)
24. *Dicksonia sellowiana* Hook (helecho canche)
25. *Cavendishia guatemalensis* Loes. (espanta tigre)
26. *Gentlea vatteri* Lundell (palo de pava)

Figura 13. Perfil idealizado del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*".

6.5. Indicadores vegetales y topográficos para delimitar el bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo".

Según Holdridge (17), una forma de establecer los límites de una comunidad dentro de un área determinada es a través del Índice de Complejidad, el cual intenta resumir en un simple cálculo matemático, la altura, área basal, número y densidad de las especies más representativas de una comunidad o zona de vida, permaneciendo inalterable en todo el ámbito de la comunidad, excepto en el caso que se cambie a una asociación de condiciones más favorables o más desfavorables. Otra forma de establecer los límites de una comunidad vegetal es la que utiliza Braun-Blanquet (2), por medio de la determinación de la distribución de sus especies vegetales características, y dentro de ellas, las que son exclusivas (indicadoras) y preferenciales.

6.5.1. Índice de complejidad.

Con la ayuda del estudio de Cruz (1982), se estableció que probablemente la microcuenca "Río El Naranjo", pertenezca a la zona de vida bosque pluvial montano bajo, en un rango altitudinal de 1700 a 2700 m de elevación. La figura 14, muestra el valor medio de los índices de complejidad por cada piso altitudinal del área de estudio (cuadro 13A). En tal gráfica, el área de máxima complejidad, o sea, el área con mayor densidad, riqueza y tamaño de especies arbóreas, se encuentra en el rango de 2300 a 2700 m de elevación, con un índice de complejidad de 666.

Para Holdridge (17) el índice de complejidad más alto es 270, manifestándose en condiciones pluviales; además, afirma que un índice de complejidad es constante en toda la zona de vida, excepto cuando se cambia a una asociación de condiciones más favorables o menos favorables. Si se toma en cuenta que en el área de estudio puede generarse alta humedad y baja temperatura a causa de la cobertura nubosa, se explica la existencia de un índice de complejidad tan alto. Por consiguiente, es importante mencionar que el rango de 2300 a 2700 m de elevación, también puede interpretarse como el área de mayor nubosidad, ya que en observaciones de campo, se estableció que el cinturón de nubes permanece entre 2300 y 2900 m de elevación, mientras que fuera de éstos límites, las nubes son menos constantes, por lo cual, dichas áreas probablemente sean más húmedas que nubladas, pudiendo existir una relación entre la humedad y complejidad del bosque.

Lo anterior concuerda con algunos comentarios hechos por Brown (4), para la cuenca del Río Hato ubicada al sur del área de estudio; además Webster (46), menciona que para los Andes en Sudamérica, la zona de mayor nubosidad se encuentra a 2500 m de elevación.

Por otro lado, a partir de 2300 m de elevación, el índice de complejidad baja su valor a 270, probablemente por la ausencia de nubes; mientras que de los 2100 m de elevación hacia abajo, éste valor tiende a subir a 363, quizá porque a partir de ésta altitud, la vegetación se encuentra cerca del cauce principal del río El Naranjo, por lo cual, la humedad y fertilidad del suelo, junto con el efecto llamado "de galería", pueden influir en el aumento del tamaño y abundancia de las especies.

Holdridge (17), establece entre las bases para su sistema de clasificación, que la temperatura disminuye respecto al aumento de la altitud, sirviéndole para establecer que el límite superior para el piso montano bajo en una temperatura basal de 12 °C se encuentra alrededor de 3000 m de elevación, y que sobre éste límite, se encuentra el piso altitudinal montano.

Spurr *et. Barnes* (32), y Daubenmire (6), explican que el efecto de las nubes de retener vapor de agua es directamente proporcional a la temperatura, por lo cual, la humedad proveniente de las nubes se precipita a causa del aumento en altitud. La figura 14, muestra que a partir de los 2700 m de elevación, el índice de complejidad disminuye a 297 y, sobre los 2900 m de elevación, a 247, lo cual probablemente sea una tendencia a un cambio de zona de vida, debido a la disminución, en el número y abundancia de las especies y la permanencia de nubes, a causa del aumento en la elevación y el concomitante descenso de temperatura. La disminución del índice de complejidad en ambos extremos altitudinales de la gráfica, puede explicar que ciertas especies tanto del estrato arbóreo, como del arbustivo, sean preferentes a los sitios ubicados fuera del área de nubosidad permanente, o sea, arriba de 2700 m y por debajo de 2300 m.

Para Holdridge (17), las zonas de vida que pertenecen a los pisos altitudinales premontano y montano bajo, tienen un índice de complejidad de 90 en un ambiente húmedo, 180 en uno muy húmedo y, 270 en condiciones pluviales. La comparación entre éstos índices y, los calculados para los diferentes pisos altitudinales de la microcuenca, tomando en cuenta que ninguno ellos fue menor a 270, excepto el índice calculado para 2900 m de elevación, puede indicar que en el área de estudio se encuentran las zonas de vida bosque pluvial premontano entre 1700 y 2500 m y, bosque pluvial

montano bajo entre 2500 y 2900, lo cual concuerda con el bosque de *Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii* y en bosque de *Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia* respectivamente. Esto es razonable si se toma en cuenta que tanto la clasificación para las especies de las familias objeto de estudio, como para las especies del estrato arbóreo, separaron la microcuenca en 2 comunidades florísticamente diferentes a 2500 m de elevación.

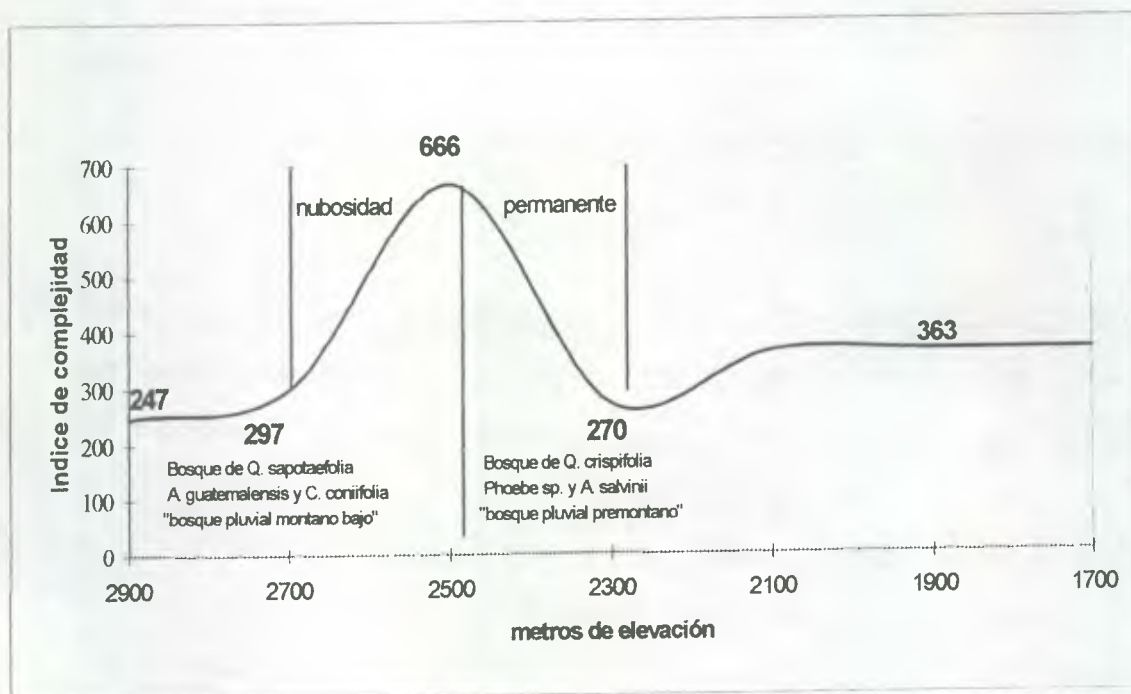


Figura 14. Gráfica de los valores medios de los índices de complejidad para los diferentes pisos altitudinales de la microcuenca "Río El Naranjo".

6.5.2. Distribución de las especies características.

El dendrograma de la figura 3 (pagina 45), muestra la separación que hace la clasificación en dos tipos de comunidades: bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*" y bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* *Alsophila salvinii*". En la misma figura la primer comunidad se encuentra dividida por dos comunidades más; una de ellas se distribuye entre 2500 y 2700 m de elevación (Comunidad "B"), y la otra entre 2700 y 2900 m (comunidad "A"). La segunda comunidad también se encuentra dividida en dos comunidades, una entre 2300 y 2500 m de elevación (comunidad "C"), y la otra, entre 1700 y 2300 m de elevación (comunidad "D").

La figura 14 muestra que a 2500 m de elevación ocurre el índice de complejidad más alto (666), y las áreas ubicadas entre 2300 a 2500 y 2500 y 2700 m de elevación, pueden tener el mismo índice de complejidad, siendo climáticamente semejantes debido a la permanencia de nubes; sin embargo, el dendrograma de la figura 3 (pagina 45) muestra que estas comunidades pueden tener diferencias en cuanto a la preferencia de las especies hacia uno y otro piso altitudinal. Aparte de esto, los pisos altitudinales ubicados de 1700 a 2300 m y 2700 a 2900 m, son climáticamente diferentes, ya que en ellos la permanencia de las nubes es irregular, la ubicación altitudinal es diferente y los índices de complejidad son desiguales; por lo cual, tienden a ser florísticamente diferentes.

6.5.2.1. Especies características del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*".

Braun-Blanquet (2) y Hill (16), consideran que la separación que hace la clasificación en dos tipos de bosque y éstos a su vez en comunidades, se debe principalmente a la existencia de especies que pueden ser más o menos abundantes en varias de éstas comunidades, pero tienen mejor vitalidad en una de ellas; a tales especies se les denomina "preferenciales", y ya que se utilizan para diferenciar o definir comunidades a manera de hacer una separación, son llamadas también diferenciales. Además de esto, las especies características y entre ellas las preferenciales, reaccionan ante modificaciones extremadamente sutiles del ecosistema, por lo que son importantes indicadores ecológicos para determinar la individualidad florística, condiciones ecológicas, estado de desarrollo y distribución de una comunidad.

El cuadro 17, muestra la manera en que el proceso de clasificación colocó a las especies del estrato arbóreo, arbustivo y helechos de las familias objeto de estudio como especies exclusivas (indicadoras), preferenciales e indiferentes en los diferentes pisos altitudinales que constituyen el bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*" y el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

Las especies indicadoras de todo el ámbito del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia* son: para el estrato arbóreo, *Brunelia mexicana*, *Cleyera theaeoides* (naranja), *Abies guatemalensis* (pinabete), *Quercus sapotaefolia* (roble), *Taxus globosa* (cipresillo), *Weinmannia pinnata*, *Microtropis guatemalensis*, *Oreopanax xalapensis* (mano de león), *Ternstroemia*

Cuadro 18. Lista de especies características para el estrato abóreo y arbustivo del bosque de "Quercus sapotaefolia, Abies guatemalensis y Culcita conifolia", y del bosque de Quercus crispifolia, Phoebe sp. y Alsophila salvinii". 73

		Bosque de "Quercus crispifolia, Phoebe sp. y Alsophila salvinii"		Bosque de "Quercus sapotaefolia, Abies guatemalensis y Culcita conifolia"	
Característica	Estrato	1700 - 2500 m de elevación		2500-2900 m de elevación	
Exclusiva (indicadora)	Arbóreo	Phoebe sp., Symplocos sp., Calytrantes sp., Quercus anaeta, Olmediella betschleriana, Weinmannia tuerckheimii, Prunus barbata Quercus crispifolia, Symplocos aff. vernicosa, Matayba oppositifolia, Podocarpus oleifolius Phoebe amplifolia, Billia hoppecastanum, Clusea sp., Laplacea coriacea, Ostrya virginiana var. guatemalensis, Prunus brachybotrya, Styx conterminus, Turpinia occidentalis.		Brunelia mexicana, Cleyera theacoides, Abies guatemalensis, Quercus sapotaefolia, Taxus globosa, Weinmannia pinnata, Microtropis guatemalensis, Oreopanax xalapensis, Ternstroemia tepesapote, Ilex brandegeana, Vernonia sp., Quercus acatenanguensis, Saurauia subalpina, Photinia microcarpa	
	Arbustivo	Oreopanax echinops, Euonimus enantiophylla, Licaria coriacea, Marattia excavata, excavata, Clidemia capitellata var. neglecta Sx8, Solanum nigricans, Sx6, Urera sp. y Piper sp.		Gaultheria odorata, Litsen glaucescens, Gregia steyermarkii	
	Helechos	Alsophila salvinii		Culcita conifolia, Lophosoria quadripinnata var. quadripinnata	
Característica	Estrato	1700-2300	2300-2500	2500-2700	2700-2900
Preferentes	Arbóreo	Hedyosmum mexicanum, Calytrantes sp., Symplocos aff. vernicosa, Matayba oppositifolia, Podocarpus oleifolius, Phoebe amplifolia, Billia hippocastanum, Clusea sp., Quercus anaeta, Laplacea coriacea, Prunus barbata, Naranja raro, Styx conterminus, Ostrya virginiana var. guatemalensis.	Olmediella betschleriana, Turpinia occidentalis	Ilex brandegeana, Vernonia sp., Quercus acatenanguensis, Licaria coriacea, Abies guatemalensis, Saurauia subalpina, Photinia microcarpa	Brunelia mexicana, Cleyera theacoides, Rhamnus nelsonii, Weinmannia pinnata, Taxus globosa, Microtropis guatemalensis, Oreopanax xalapensis, Ternstroemia tepesapote
	Arbustivo	Euonimus enantiophylla, Alsophila salvinii, Licaria coriacea, Marattia excavata, Sx6, Sx 8, Clidemia capitellata var. neglecta.	Oreopanax echinops, Urera sp., Solanum nigricans, Piper sp.	Clusquea sp., Gregia steyermarkii,	Campanilla, Litsen glaucescens, Fuchsia sp.
	Helechos	Alsophila salvinii		Culcita conifolia	Lophosoria quadripinnata var. quadripinnata
Indiferentes	Arbóreo	Ilex discolor, Ilex sp., Dendropanax arboreus, Microtropis ilicina, Clethra sp., Drimys granadensis, Persea americana, Phoebe areolata, Phoebe salvinii, Miconia glaberrima, Ardisia sp., Prunus leptocarpa, Rapanca juergensenii, Rhamnus discolor, Pinus montezumae var. rudis, Pinus ayacahuite, Rhamnus nelsonii, Prunus rhamnoides, Zanthoxylum limoncello, Saurauia oreophila, Solanum nigricans, Turpinia insignis, Styx argenteus y Drimys granadensis.			
	Arbustivo	Miconia glaberrima, Eugenia sp., Chamaedorea pinnatifrons, Sx 10, Gentlea vatterii, Miconia glaberrima y Cavendishia guatemalensis			
	Helechos	Dieksonia sellowiana y Cyathea divergens var. tuerckheimii			

tepesapote (cueruda), *Ilex brandegeana* (palo blanco), *Vernonia sp.*, *Quercus acatenanguensis* (encino), *Saurauia subalpina* (mielero) y *Photinia microcarpa*; para el estrato arbustivo, *Gaultheria odorata*, *Litsea glaucescens* (laurel) y *Gregia steyermarkii* (piñuela); para los helechos de interés, *Culcita conifolia* y *Lophosoria quadripinnata* var. *quadripinnata*.

De las especies anteriores, las que prefieren distribuirse en el rango de 2500 a 2700 m de elevación son: para el estrato arbóreo, *Ilex brandegeana* (palo blanco), *Vernonia sp.*, *Quercus acatenanguensis* (encino), *Licaria coriacea* (cortéz), *Abies guatemalensis* (pinabete), *Saurauia subalpina* (mielero) y *Photinia microcarpa*; para el estrato arbustivo, *Gregia steyermarkii* (piñuela) y *Chusquea sp.* (bambú); y para los helechos *Culcita conifolia*. Las especies que prefieren distribuirse en la parte más alta de la microcuenca, sobre el rango de 2700 a 2900 m de elevación, son las siguientes: para el estrato arbóreo, *Brunelia mexicana*, *Cleyera theaeoides* (naranja), *Rhamnus nelsonii*, *Weinmannia pinnata*, *Taxus globosa* (cipresillo), *Microtropis guatemalensis*, *Oreopanax xalapensis* (mano de león) y *Ternstroemia tepesapote* (cueruda); para el estrato arbustivo, *Campanilla*, *Gaultheria odorata*, *Fuchsia sp.*; mientras que de los helechos solamente *Lophosoria quadripinnata* var. *quadripinnata*.

6.5.2.2. Especies características del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

La especies indicadoras de todo el ámbito del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*" son: para el estrato arbóreo, *Phoebe sp.* (aguacate de mono), *Calyptanthus sp.* (guayabo), *Quercus acata* (roble), *Olmediella betschleriana* (manzanote), *Weinmannia tuerckheimii*, *Prunus barbata* (pimientillo), *Quercus crispifolia* (encino), *Symplocos aff. vernicosa*, *Matayba oppositifolia*, *Podocarpus oleifolius*, *Phoebe amplifolia* (cacahuate), *Billia hippocastanum* (maravilla), *Clusea sp.* (mata palo), *Laplacea coriacea* (carreto), *Ostrya virginiana* var. *guatemalensis* (gamuso), *Prunus brachybotrya* (pimientillo), *Styrax conterminus* (patastio) y *Turpinia occidentalis* (frijolillo); entre los arbustos, *Oreopanax echinops* (mano de león), *Euonimus enantiophylla* (punta de flecha), *Licaria coriacea* (cortéz), *Marattia excavata* (casco de mula), *Clidemia capitellata* var. *neglecta*, Sx8, *Solanum nigricans*, Sx6, *Urera sp.* y *Piper sp.* (cordoncillo); entre los helechos de interés *Alsophila salvinii* (helecho negro).

De las especies anteriores, las que prefieren distribuirse en el rango de 1700 a 2300 m de elevación son: para el estrato arbóreo, *Hedyosmum mexicanum* (pata de chunto), *Calyptranthes* sp. (guayabo), *Symplocos* aff. *vernica*, *Matayba oppositifolia* (diente de perro), *Podocarpus oleifolius*, *Phoebe amplifolia* (cacahuate), *Billia hippocastanum* (maravilla), *Clusea* sp. (mata palo), *Quercus aata* (roble), *Laplacea coriacea* (carreto), *Prunus barbata* (pimientillo), Naranja raro, *Styrax conterminus* (patastio) y *Ostrya virginiana* var. *guatemalensis* (gamuso); para el estrato arbustivo, *Euonimus enantiophylla* (punta de flecha), *Licaria coriacea* (cortéz), *Marattia excavata* (casco de mula), Sx6, Sx8 y *Clidemia capitellata* var. *neglecta*; para los helechos de interés, *Alsophila salvinii* (helecho negro). Las especies que prefieren distribuirse sobre el rango de 2300 a 2500 m de elevación, son las siguientes: *Olmediella betschleriana* (manzanote) y *Turpinia occidentalis* (frijolio); para el estrato arbustivo, *Oreopanax echinops* (mano de león), *Urera* sp. (chichicastío), *Solanum nigricans* (hediondillo) y *Piper* sp. (cordoncillo); para los helechos de interés no se encontraron especies preferentes a este rango altitudinal.

Las especies indiferentes para ambos tipos de bosque y que se encuentran distribuidas ampliamente en toda la microcuenca, pueden ser útiles como indicadoras para todo este bosque nublado; dichas especies son: para el estrato arbóreo, *Ilex discolor* (palo blanco), *Ilex* sp. (palo blanco), *Dendropanax arboreus* (palo blanco), *Microtropis ilicina*, *Clethra* sp. (chucte), *Drimys granadensis* (quina), *Persea americana* (aguacate de mico), *Phoebe areolata* (aguacate fino), *Phoebe salvinii* (aguacate triste), *Miconia glaberrima* (Tinajo), *Ardisia* sp. (comida de pava), *Parathesis leptopa* (guatitún), *Rapanea juerguense* (capulín negro), *Rhamnus discolor* (pinta caja), *Pinus montezumae* var. *rudis* (pino de ocote), *Pinus ayacahuite* (pino dulce), *Rhamnus nelsonii*, *Prunus rhamnoides* (pimientillo), *Zanthoxylum limoncello* (limonaria), *Saurauia oreophila* (mielerito), *Solanum nigricans* (hediondillo), *Turpinia insignis* (vara blanca), *Styrax argenteus* (estoraque) y *Drimys granadensis* (quina); para el estrato arbustivo, *Miconia glaberrima* (tinajillo), *Eugenia* sp. (guayabío), *Chamaedorea pinnatifrons* (pacayita), *Cavendishia guatemalensis* (espanta tigre), *Gentlea vatteri* (palo de pava) y Sx 10; entre los helechos de interés, *Dicksonia sellowiana* (helecho canche) y *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (chipe).

Es interesante mencionar que el límite superior para la distribución de *C. divergens* var. *tuerckheimii*, *D. sellowiana* y *C. conifolia*, se encuentra a 2700 m de elevación, mientras que *L. quadripinnata* var. *quadripinnata*, es la única que continúa hasta 2900 m, lo cual puede indicar que a tal altitud empiezan a ocurrir cambios climáticos que preestablecen el paso a otra zona de vida o comunidad. Por otro lado, el límite inferior de distribución para *C. divergens* var. *tuerckheimii*, *D. sellowiana* y *A. salvinii*, se encuentra a 1700 m de elevación, lo cual también puede ser considerado como el límite inferior en la distribución de éste bosque nublado.

6.6. Relaciones en la distribución de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, con sus especies vegetales asociadas.

Para establecer la relación entre las especies vegetales y sus comunidades es necesario auxiliarse de herramientas como la ordenación a través de análisis multivariantes; para tal efecto, únicamente se expondrán los resultados de la ordenación hecha para los helechos de las familias de interés y las especies del estrato arbóreo, ya que los resultados de la ordenación del estrato arbustivo fueron muy confusos.

6.6.1. Ordenación para los helechos de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.

El cuadro 18, muestra la salida del proceso computacional para la ordenación de las especies de los helechos de estudiados. Para tal ordenación, el largo del gradiente fue de 1.32 (éste valor es adimensional); así mismo, la mayor variabilidad de éste gradiente se encuentra sobre el eje 1 de variación, con un Eigen valor de 0.488, por lo cual, éste gradiente representa al factor principal, del cual depende la distribución de los helechos en todo el ámbito de la microcuenca. El eje 2, tiene el segundo lugar en variabilidad, con un Eigen valor de 0.029, siendo mucho más pequeño que el anterior, por lo cual se menospreció en éste estudio. Los ejes de variación 3 y 4, tienen Eigen valores iguales a cero, motivo por el que fueron ignorados.

Cuadro 19. Resumen de las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.

Largo del gradiente 1.32		Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
Nº	Especie	Eig=0.488	Eig=0.029	Eig=0.000	Eig=0.000
1	<i>Lophosoria quadripinnata</i> var. <i>quadripinnata</i>	254	105	107	45
2	<i>Dicksonia sellowiana</i>	140	166	-84	234
3	<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i>	160	0	84	0
4	<i>Culcita conifolia</i>	256	88	233	45
5	<i>Alsophila salvinii</i>	-60	177	32	161

El máximo valor de las medias ponderadas para las especies del eje 1, se encuentra entre 254 y 256, el cual pertenece a *Culcita conifolia* y *Lophosoria quadripinnata* var. *quadripinnata*, siendo éstas las especies exclusivas para el rango de 2500 a 2900 m de elevación. Los valores medios de las ponderaciones se encuentran entre 140 y 160, los cuales pertenecen a *Dicksonia sellowiana* y *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*, las cuales se distribuyen en todo el ámbito de la microcuenca. El valor mínimo del eje, le corresponde a *Alsophila salvinii*, siendo la especie indicadora del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", en el rango de 1700 a 2500 m de elevación.

Otra forma de observar éstos resultados es a través de la gráfica de la figura 15, donde se muestra la dispersión de los valores ponderados para los ejes de variación 1 y 2. Dicha gráfica muestra que el grupo I representa a las especies con las ponderaciones más altas, las cuales son *L. quadripinnata* var. *quadripinnata* y *C. conifolia*. El grupo II, a las especies indiferentes al bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*" y el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", siendo estas *D. sellowiana* y *C. divergens* var. *tuerckheimii*. Es oportuno mencionar que no conviene menospreciar ésta indiferencia, ya que a causa de que éstas especies se distribuyen en toda la microcuenca, se convierten en importantes indicadoras de la distribución del bosque nublado del área de estudio. Por último, el grupo III representa a *Alsophila salvinii*, la cual es indicadora para el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*".

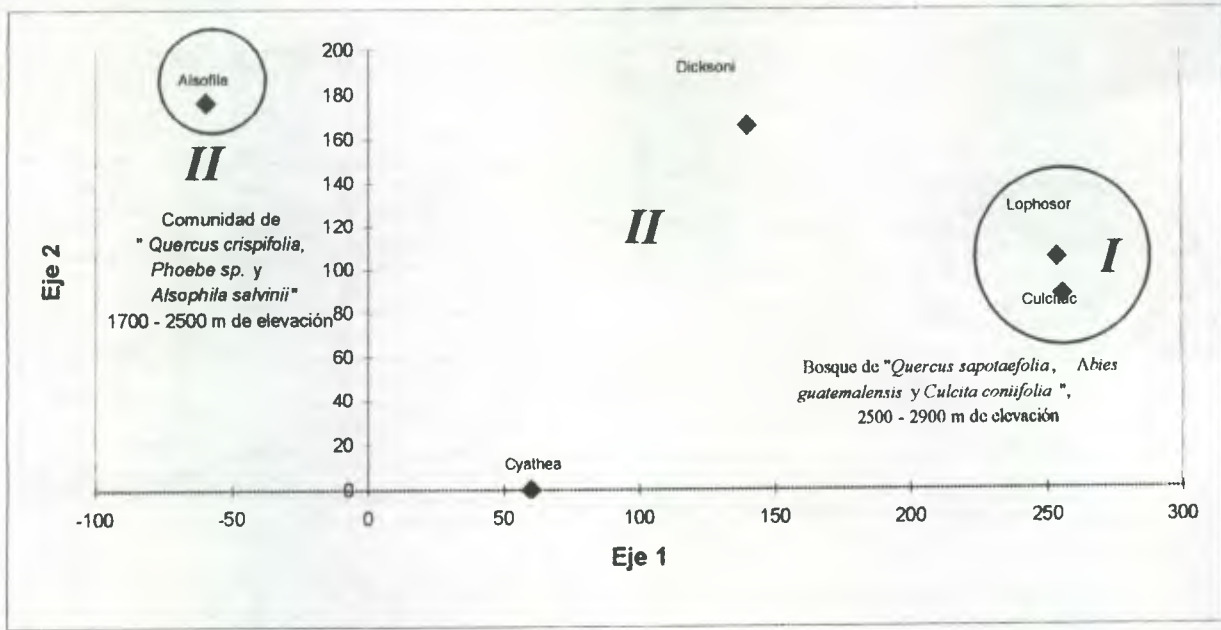


Figura 15. Dispersión de los valores ponderados para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de las especies de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae.

Lo anterior ayuda a establecer que éstas especies están siguiendo un patrón altitudinal en su distribución, lo cual indica de manera indirecta que tal distribución obedece principalmente a la variación en el gradiente de temperatura que se genera al ascender o descender en la microcuenca. Además, las mismas especies muestran dos rangos importantes de distribución; uno entre 1700 y 2500 m de elevación, y el otro, de 2500 a 2900 m de elevación.

6.2.2. Ordenación para las especies del estrato arbóreo.

El cuadro 19 muestra los resultados de la ordenación de las especies arbóreas que conforman el bosque nublado del área de estudio. El largo del gradiente mide 2.16, del cual la mayor variabilidad se encuentra sobre el eje de variación 1, con un Eigen valor de 0.752, por lo que a éste eje se le consideró como el gradiente principal del cual depende en mayor grado la distribución de las especies arbóreas en todo el ámbito de la microcuenca. El eje 2 de variación, con el segundo lugar en variabilidad, tiene un Eigen valor de 0.429, siendo el factor secundario que influye en la distribución de las especies arbóreas. Los ejes de variación 3 y 4, fueron menospreciados debido a que en comparación con los dos primeros, tienen Eigen valores muy bajos.

Cuadro 20. Resumen de las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación de las especies del estrato arbóreo de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas". 79

No.	Especie	Eje 1		Eje 2		Eje 3		Eje 4	
		sp	Eig = 0.752	sp	Eig = 0.429	sp	Eig = 0.230	sp	Eig = ----
1	Bruncelia mexicana	20	531	37	331	66	506	2	334
2	Cleyera theaeoides	24	531	15	324	62	359	61	308
3	Ilex discolor	40	523	17	302	50	312	60	297
4	Zanthoxylum limoncello	37	512	36	272	35	299	11	284
5	Pinus ayacahuite	14	511	4	264	61	281	6	271
6	Abies sp.	15	507	6	262	19	268	1	268
7	Pinus rudis	26	500	39	212	28	268	59	264
8	Quercus sapotaefolia	8	494	28	211	4	263	66	245
9	Rhamnus nelsonii	13	481	63	211	53	261	32	243
10	Taxus globosa	17	467	64	211	30	259	3	241
11	Weinmannia pinnata	19	457	19	206	58	258	7	239
12	Ardisia sp.	6	452	35	202	36	250	47	230
13	Microtropis ilicina	15	420	2	201	52	246	57	222
14	Oreopanax xalapensis	11	419	34	200	18	240	14	211
15	Ternstroemia toposante	2	418	16	197	31	232	44	202
16	Phoebe arcolata	10	412	51	182	48	224	33	191
17	Phoebe salvinii	4	406	56	178	65	214	50	186
18	Drimys granadensis	16	391	22	171	26	213	42	181
19	Ilex brandegeana	30	364	62	168	39	212	43	176
20	Licaria coriacea	18	326	32	165	47	201	37	172
21	Miconia glaberrima	5	316	55	157	45	193	10	166
22	Hedyosmum mexicanum	28	313	41	155	56	193	27	164
23	Prunus rhamnoides	44	286	5	151	17	189	15	161
24	Sx1.	7	283	33	151	16	185	29	158
25	Turpinia insignis	21	268	66	148	8	175	20	154
26	Vernonia sp.	29	259	11	144	21	162	24	154
27	Persea americana	23	243	52	141	29	124	40	154
28	Rapanea juerguensei	48	242	9	138	44	121	23	153
29	Styrax argenteus	59	230	49	138	12	117	25	148
30	Parathesis leptopa	38	227	38	135	3	113	58	147
31	Dendropanax arboreus	45	224	53	135	37	110	63	146
32	Rhamnus discolor	36	220	50	133	49	107	64	146
33	Saurauia subalpina	43	212	42	131	40	101	52	139
34	Phoebe sp.	31	200	58	131	13	97	9	136
35	Clethra sp.	10	191	1	129	34	95	67	134
36	Symplocos sp.	39	187	12	118	15	92	12	133
37	Quercus acatenanguensis	25	186	46	107	20	92	38	133
38	Photinia microcarpa	63	184	67	107	24	92	16	132
39	Calyptanthus sp.	64	184	23	103	33	82	54	120
40	Saurauia oreophila	32	169	31	100	10	80	36	118
41	Solanum nigricans	65	168	29	96	43	72	21	115
42	Quercus asata	27	165	48	95	27	71	13	112
43	Olmediefla botschleriana	34	162	33	90	67	63	18	110
44	Symplocos hartwegii	49	162	3	82	5	61	39	104
45	Weinmannia taerckheimii	47	150	7	82	25	40	41	104
46	Prunus barbata	56	131	54	81	32	39	35	100
47	Quercus crispifolia	22	126	27	80	41	39	51	95
48	Symplocos vernicosa	46	125	45	79	23	32	31	91
49	Matayba oppositifolia	61	124	57	72	22	28	8	83
50	Podocarpus oleifolius	55	121	47	62	14	21	5	77
51	Phoebe amplifolia	42	115	59	58	46	17	53	71
52	Billia hippocastanum	53	109	43	52	57	15	55	69
53	Clusea sp.	62	103	61	48	59	13	30	61
54	Oreopanax echinops	51	100	25	46	6	9	46	57
55	Laplacea coriacea	3	93	60	45	51	8	17	48
56	Ostrya virginiana var. guatemalensis	54	80	30	43	42	42	62	37
57	Symplocos matudae	57	58	44	28	9	-1	4	17
58	Prunus brachybotrya	33	30	10	0	60	-10	28	-3
59	Dex sp.	33	26	21	-3	38	-14	49	-19
60	Microtropis guatemalensis	66	26	10	-5	54	-21	34	-30
61	Rondeletia laniflora	52	24	8	-29	63	-23	22	-56
62	Sx2.	58	10	40	-40	64	-23	26	-75
63	Randia sp.	50	13	26	-42	7	-40	19	-95
64	Eugenia sp.	9	-7	13	-47	35	-47	56	-114
65	Styrax confertinus	41	-15	14	-51	1	-112	65	-150
66	Cupanea sp.	12	-33	20	-71	11	-112	45	-181
67	Turpinia occidentalis	67	-37	24	-71	2	-114	48	-472

Por otro lado, el valor máximo de ponderación para las especies en el eje 1 se encuentra entre 400 y 531; entre tales especies se encuentran las especies preferenciales del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*", principalmente al rango de 2700 a 2900 m de elevación, o sea, la parte más alta de la microcuenca. Los valores medios de ponderación se muestran entre 260 y 160, cuyas especies son las preferenciales del rango altitudinal entre 2300 y 2700 m de elevación (área de máxima nubosidad, figura 14). Los valores mínimos de éste eje están entre 100 y -37, los cuales pertenecen a las especies preferenciales del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", principalmente en el rango de 1700 a 2300 m de elevación.

La figura 16, muestra la dispersión de los valores ponderados de los ejes de variación 1 y 2. El grupo I, representa a las especies preferenciales entre 2500 y 2700 m de elevación; el grupo IV, a las especies preferenciales entre 2700 y 2900 m; el grupo II, a las que se distribuyen entre 2300 y 2700 m y el grupo III, a las de 1700 a 2300 m. Con esto, es más fácil determinar que el eje 1 de variación está representando la respuesta de las especies a la variación altitudinal de la microcuenca, y con esto, al gradiente de temperatura que se genera a todo lo largo de ésta.

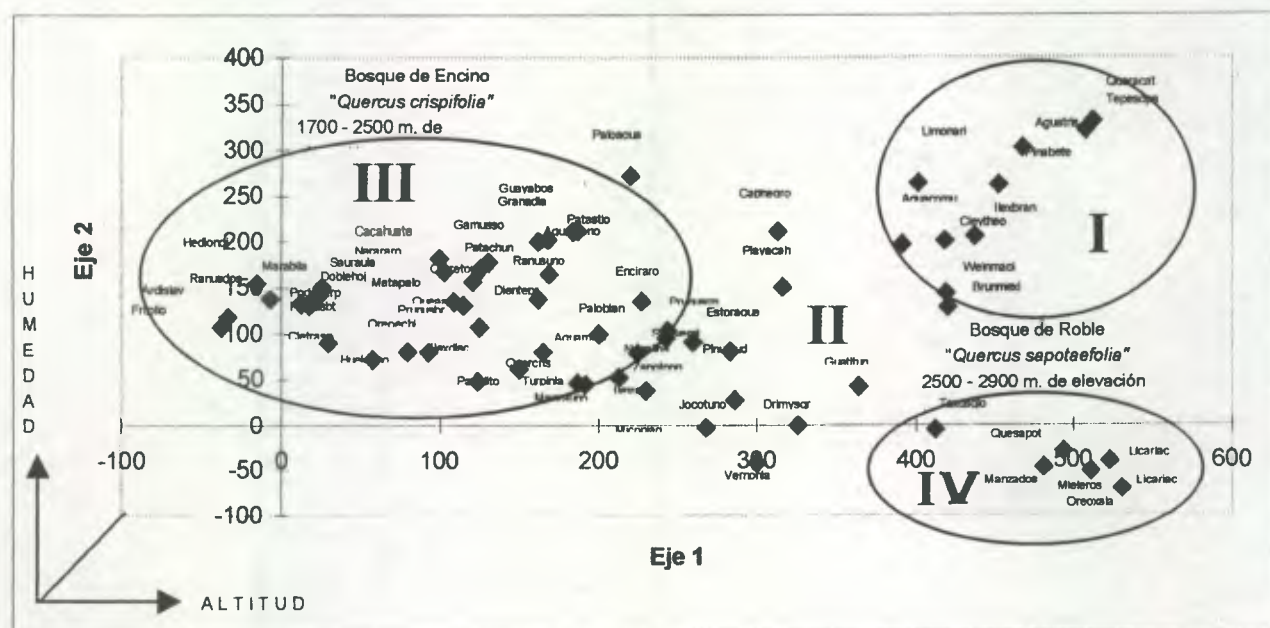


Figura 16. Dispersión de los valores ponderados para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de las especies del estrato arbóreo.

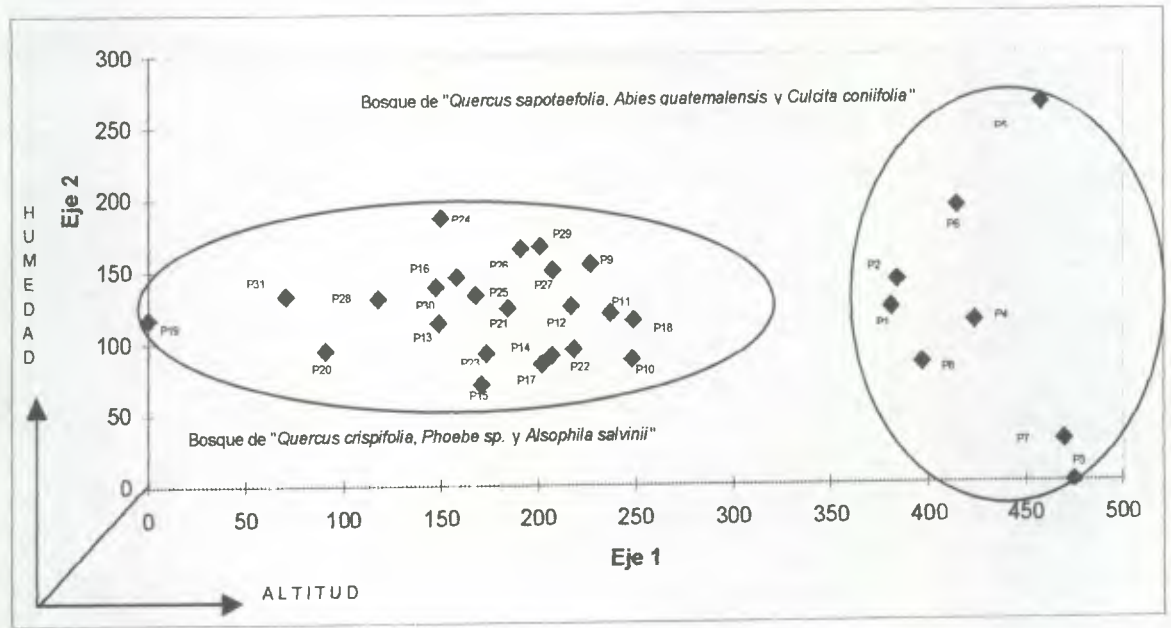


Figura 17. Dispersión de los valores ponderados para los ejes de variación 1 y 2, en la ordenación de las unidades de muestreo.

La disposición de las especies sobre el eje 2 de variación, representa la preferencia de éstas a la fisiografía del lugar, ya que la dirección del gradiente es hacia los puntos de muestreo donde la humedad es mayor. La figura 17 explica mejor lo anterior, ya que la ordenación de las unidades de muestreo para el estrato arbóreo (cuadro 14 A), muestra que los puntos colocados en el extremo superior de la gráfica, son las parcelas de muestreo ubicadas, ya sea, en la parte inferior de la microcuenca, o hacia dentro de las cañadas (figura 2, página 20); las cuales, son más húmedas debido a que se encuentran cerca del cauce principal del "Río El Naranjo", o de sus ríos tributarios. Así mismo, las unidades de muestreo que se observan en la parte inferior de la gráfica, son las que se sitúan principalmente sobre los filos de montaña, siendo afectadas por la erosión eólica, ya que se encuentran expuestas al viento.

La interpretación de la ordenación, tanto para las especies de los helechos estudiados como para las especies del estrato arbóreo, indica que éstas responden principalmente a los cambios altitudinales del área de estudio, y a la posición fisiográfica donde se encuentren; lo cual es una forma indirecta de expresar su respuesta al gradiente de temperatura y humedad. Otro aspecto importante de mencionar, es que el cambio en la distribución de los helechos acompaña al cambio en la distribución de las especies del estrato arbóreo. Esto se deduce, ya que al mismo tiempo que *A. salvinii* llega a su límite de distribución altitudinal a 2500 m de elevación, las especies arbóreas preferenciales del bosque de

“*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*”, también llegan al límite de su distribución; de la misma manera, cuando *Calceolaria conifolia*, comienza su distribución a 2500 m de elevación, las especies arbóreas preferenciales del bosque de “*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calceolaria conifolia*”, siguen el mismo patrón de distribución altitudinal.

VII. CONCLUSIONES

7.1. La riqueza florística de los helechos estudiados está constituida por 5 especies, las cuales son:

Lophosoria quadripinnata var. *quadripinnata* (J.F. Gmel) C.

Culcita conifolia (Hook.) Maxon

Dicksonia sellowiana Hook

Alsophila salvinii Hook

Cyathea divergens var. *tuerckheimii* (Maxon) R.M.

7.2. La composición florística del estrato arbóreo está integrada por 33 familias, 46 géneros y, 67 especies; siendo las familias más representativas: Araliaceae, Aquifoliaceae, Fagaceae, Lauraceae, Myrsinaceae, Pinaceae, Rosaceae, Symplocaceae y, Theaceae, las cuales abarcan el 49.25 % de las especies de éste estrato.

7.3. La composición florística del estrato arbustivo está integrada por 21 familias, 27 géneros y 28 especies; siendo las familias más representativas: Ericaceae, Melastomataceae, Dicksoniaceae, Cyatheaceae y, Lauraceae, las cuales abarcan el 46.46% de las especies de éste estrato.

7.4. En la microcuenca "Río El Naranjo", el estrato arbóreo y arbustivo se encuentran integrados por dos comunidades florísticamente diferentes. La primera llamada bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*", se distribuye desde 2500 a 2900 m de elevación; y la segunda llamada bosque "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", se distribuye desde 1700 a 2500 m de elevación.

7.5. Tanto el bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*", como el de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", concuerdan con la distribución de *Culcita conifolia* y *A. salvinii* respectivamente, considerárseles como parte integral de las misma comunidad. Además, la exclusividad de éstas hacia sus comunidades las convierte también en indicadoras.

7.6. Dentro de la riqueza florística del área de estudio, se encuentran al menos 13 especies reportadas como endémicas para la Sierra de las Minas y la Sierra de los Cuchumatanes, siendo estas: *Gregia steyermarkii* (piñuela), *Euonymus enantiophylla* (punta de flecha), *Microtropis ilicina*, *Microtropis guatemalensis*, *Weinmannia tuerckheimii*, *Persea donnell-smithii*, *Persea sesilis*, *Phoebe salvinii* (aguacate triste), *Prunus barbata* (pimientillo), *Prunus rhamnoides* (pimientillo), *Psychotria chrysocalymma*, *Symplocos hartwegii* (jocotillo) y *Symplocos sp.* (palo de agua).

7.7. La composición florística del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*" la integran en el estrato arbóreo 23 familias, 33 géneros y 39 especies, y en el estrato arbustivo 14 familias, 17 géneros y 17 especies; mientras que la del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*", la integran en el estrato arbóreo 23 familias, 33 géneros y 39 especies, y en el estrato arbustivo 14 familias, 20 géneros y 20 especies. Siendo las familias más ricas y comunes en ambos bosques: en el estrato arbóreo, Araliaceae, Aquifoliaceae, Fagaceae, Lauraceae, Myrsinaceae, Pinaceae, Rosaceae, Symplocaceae y Theaceae; en el estrato arbustivo Dicksoniaceae, Ericaceae, Cyatheaceae y Melastomataceae.

7.8. De las 67 especies que constituyen el estrato arbóreo de la microcuenca, *Quercus crispifolia* es la especie dominante (I.I = 22.06), en asociación con *Phoebe sp.* (aguacate de mono), con I.I = 17.38, *Quercus sapotaefolia* (roble), con I.I = 15.75, *Parathesis leptopa* (guatitún), con I.I, *Pinus ayacahuite* (pino dulce), con I.I = 13.73, *Symplocos sp.* (palo de agua), con I.I = 11.22, *Clethra sp.* (chucte), con I.I = 10.93, *Ardisia sp.* (comida de pava), con I.I 10.74 y, *Dendropanax arboreus* (palo blanco), con I.I = 10.41.

7.9. De las 28 especies que constituyen el estrato arbustivo de la microcuenca, *Alsophila salvinii* es la especie dominante (I.I 67.37), en asociación con *Miconia glaberrima* (tinajillo), con I.I = 48.53, *Cyathea divergens var. tuerckheimii* (chipe), con I.I = 37.78 %, *Gregia steyermarkii* (piñuela), con I.I = 30.40; *Dicksonia sellowiana* (helecho canche), con I.I = 25, *Gentlea vatteri* (palo de agua), con I.I = 14.19, *Cavendishia guatemalensis* (espanta tigre), con I.I = 14.27 y, *Chusquea sp.* (bambú), con I.I = 12.48.

7.10. La dominancia de las especies arbóreas del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcuta coniifolia*", se presentó de la siguiente manera: *Quercus sapotaefolia* (roble), es la especie dominante con I.I = 40.05; la dominancia de dicha especie se encuentra asociada con *Parathesis leptopa* (guatitún), con I.I = 28.83, *Pinus ayacahuite* (pino dulce), con I.I = 17.47, *Quercus crispifolia* (encino), con I.I = 14.93, *Phoebe areolata* (aguacate fino), con I.I 14.23, *Abies guatemalensis* (pinabete), con I.I= 13.66 y, *Zanthoxylum limoncello* (limonaria), con I.I= 13.65.

7.11. La dominancia de las especies arbustivas del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcuta coniifolia*", se presentó de la siguiente manera: *Gregia steyermarkii* (piñuela), es la especie dominante con un I.I = 66.79%; la dominancia de dicha especie se encuentra asociada con *Miconia glaberrima* (tinajillo), con I.I = 62.78, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (chipe), con I.I 38.30, *Dicksonia sellowiana* (helecho canche), con I.I = 33.96, *L. quadripinnata* var. *quadripinnata*, con I.I = 22.20 y; *Gentlea vatteri* (palo de pava), con I.I = 20.55.

7.12. La dominancia de las especies arbóreas del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", se encuentra distribuida principalmente entre las siguientes especies: *Quercus crispifolia* (encino), con un índice de importancia de 26.29; *Phoebe* sp. (aguacate de mono), con 24.20; *Symplocos* sp. (palo de agua), con 15.30; *Clethra* sp. (chucte), con 15.16; *Ardisia* sp. (comida de pava), con 14.55; *Quercus aaata* (roble blanco), con 13.67; *Dendropanax arboreus* (palo blanco), con 13.48 y, *Pinus ayacahuite* (pino dulce), con 11.54.

7.13. Las especies arbustivas dominantes en el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", se encuentra distribuida principalmente entre las siguientes especies: *Alsophila salvinii* (helecho negro), con un índice de importancia de 92.01, *Miconia glaberrima* (tinajillo), con I.I = 41.56, *C. divergens* var. *tuerckheimii* (chipe), con I.I = 38.46 y, *Dicksonia sellowiana* (helecho canche), con I.I = 21.36.

7.14. La dominancia relativa de las especies demostró que *Lophosoria quadripinnata* var. *quadripinnata*, *Dicksonia sellowiana*, *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* y *Alsophila salvinii*, las cuales son de las familias de interés, tienen un peso muy importante en la dominancia de ambas comunidades.

7.15. El estrato arbóreo y arbustivo de ambas comunidades en la microcuenca son homogéneos en cuanto a la dominancia de la mayoría de sus especies, por lo cual, éstos estratos son muy diversos y el ecosistema al que pertenecen se encuentra probablemente en la etapa de madurez en el proceso de sucesión ecológica.

7.16. La estructura fisonómica del estrato arbustivo y arbóreo, el bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*", está constituida por 4 pisos verticales, de los cuales, el de 30-40 m y mayor a 40 m son los dominantes; el de 10-20 m es el que tiene la mayor cantidad de árboles, y el de 3-6 m es donde se encuentran las especies arbustivas. Ahora bien, el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvinii*", está constituido por 5 pisos verticales, de los cuales el de 30-35 m y 50 m, son los dominantes, el de 20-30 m es el que tiene la mayor cantidad de individuos, y el de 1-7 m es donde se encuentran todas las especies arbustivas.

7.17. Según los cálculos de los índices de complejidad estimados para la microcuenca y, la clasificación para zonas de vida de Holdridge, en el área de estudio se encuentran las siguientes zonas de vida: bosque pluvial premontano, de 1700-2500 m elevación y bosque pluvial montano bajo de 2500-2900 m de elevación; existiendo la probabilidad que entre 2900 y 3000 m de elevación, comience el "bosque montano".

7.18. Los valores de los índices de complejidad aumentaron su valor al reflejar la presencia de la zona de nubosidad permanente, lo cual no significa que en ésta área ocurran comunidades o zonas de vida florísticamente diferentes a las anteriores, sino que en el área que abarca tal nubosidad, ambas zonas de vida o bosques alcanzaron mayor densidad, riqueza y tamaño de especies.

7.19. Según el análisis de la clasificación de comunidades, las especies indicadoras en todo el ámbito del bosque nublado de la microcuenca son : para el estrato arbóreo, *Pinus ayacahuite* (pino dulce), *Ardisia* sp. (comida de pava), *Persea americana* (aguacate de mico), *Turpinia insignis* (vara blanca), *Rapanea juerguensenii* (capulín negro), *Styrax argenteus* (estoraque), *Parathesis leptopa* (guatitún), *Dendropanax arboreus* (palo blanco), *Saurauia oreophila* (mielerito), *Phoebe* sp. (aguacate de mono), *Clethra* sp. (chucte) y *Symplocos* sp. (palo de agua); para el estrato arbustivo, *Miconia glaberrima* (tinajillo), *Eugenia* sp. (guayabío) y *Chamaedorea pinnatifrons* (pacayita); para los helechos, *Dicksonia sellowiana* (helecho canche), *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (chipe).

7.20. Las especies indicadoras del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*" son: para el estrato arbóreo *Brunelia mexicana*, *Cleyera theaeoides* (naranja), *Abies guatemalensis* (pinabete), *Quercus sapotaefolia* (roble), *Taxus globosa* (cipresillo), *Weinmannia pinnata*, *Microtropis guatemalensis*, *Oreopanax xalapensis*, *Ternstroemia tepesapote*, *Ilex brandegeana*, *Vernonia* sp., *Quercus acatenanguensis*, *Saurauia subalpina*, *Photinia microcarpa*. Para el estrato arbustivo, *Gaultheria odorata*, *Litsea glaucescens* y *Gregia steyermarkii*.

7.21. Las especies indicadoras para el bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe* sp. y *Alsophila salvini*" son: en el estrato arbóreo, *Phoebe* sp. (aguacate de mono), *Symplocos* sp. (palo de agua), *Calyptanthes* sp., *Quercus aaata* (roble), *Olmediella betschleriana* (manzanote), *Weinmannia tuerckheimii*, *Prunus barbata* (pimientillo), *Quercus crispifolia* (encino), *Symplocos* aff. *vernica*, *Matayba oppositifolia* (diente de perro), *Podocarpus oleifolius*, *Phoebe amplifolia* (cacahuete), *Billia hippocastanum* (maravilla), *Clusea* sp. (mata palo), *Laplacea coriacea* (carreto), *Ostrya virginiana* var. *guatemalensis*, *Prunus brachybotrya*, *Styrax conterminus* y *Turpinia occidentalis*; para los arbustos, *Oreopanax echinops* (mano de león), *Euonymus entiophylla*, *Licaria coriacea* (cortéz), *Marattia excavata* (casco de mula), *Clidemia capitellata* var. *neglecta*, Sx8, *Solanum nigricans*, Sx6, *Urera* sp. y *Piper* sp.

7.22. Las especies que se mostraron indiferentes en todo el ámbito de la microcuenca, o por lo menos en la mayoría de ésta fueron: *Ilex discolor* (palo blanco), *Ilex* sp. (palo blanco), *Dendropanax arboreus* (palo blanco), *Microtropis ilicina*, *Clethra* sp. (chucte), *Drimys granadensis* (quina), *Persea americana* (aguacate de mico), *Phoebe areolata* (aguacate fino), *Phoebe salvinii* (aguacate triste), *Miconia glaberrima* (tinajo), *Ardisia* sp. (comida de pava), *Parathesis leptopa* (guatitún), *Rapanea juerguensenii* (capulín negro), *Rhamnus discolor* (pinta caja), *Pinus montezumae* var. *rudis* (pino de ocote), *Pinus ayacahuite* (pino dulce), *Rhamnus nelsonii*, *Prunus rhamnoides* (pimientillo), *Zanthoxylum limoncello* (limonaria), *Saurauia oreophila* (mielerito), *Solanum nigricans* (hediondillo), *Turpinia insignis* (vara blanca) y *Styrax argenteus* (estoraque). Para el estrato arbustivo las especies que se mostraron indiferentes a las dos comunidades fueron: *Miconia glaberrima* (tinajillo), *Eugenia* sp. (guayabillo), *Chamaedorea pinnatifrons* (pacayita), Sx 10, *Gentlea vatteri* (palo de pava), y *Cavendishia guatemalensis* (espanta tigre); y para los helechos de las familias de interés *Dicksonia sellowiana* (helecho canche) y *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (chipe).

7.23. Según la distribución de los helechos objeto de estudio, el límite inferior del bosque nublado de la microcuenca se encuentra aproximadamente a 1700 m de elevación, el cual representa el límite inferior de distribución para *Alsophila salvinii* (helecho negro), *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii* (chipe) y *Dicksonia sellowiana* (helecho canche). El límite superior del bosque nublado del área de estudio se encuentra aproximadamente a 2700 m de elevación, pudiendo extenderse hasta 2900 m, lo cual representa el límite superior de distribución para *Culcita conifolia*, *Dicksonia sellowiana* y *Cyathea divergens* var. *tuerckheimii*.

7.24. La ordenación de las especies del estrato arbóreo y de las especies de los helechos de las familias de interés, muestran la existencia de una estrecha relación en la distribución de sus comunidades, ya que en tales existe una respuesta paralela a los cambios climáticos (temperatura principalmente), los cuales se dan a través de la altitud de la microcuenca.

7.25. Algo casi único en Guatemala, y a la vez de importancia para el bosque nublado de la Reserva, es que probablemente la única población de *Abies guatemalensis* en la Sierra de las Minas, se encuentre dentro del área de estudio y cuencas vecinas, las cuales forman parte de la Zona Núcleo de la Reserva, siendo una de las pocas áreas donde tal especie se encuentra protegida.

VIII. RECOMENDACIONES

8.1. Para que los estudios ecológicos puedan ser más precisos, es recomendable establecer estaciones meteorológicas permanentes en puntos estratégicos de la Reserva, ya que esto facilitaría el establecimiento de una zonificación de las zonas de vida presentes.

8.2. Los resultados de este estudio muestran que los helechos de las familias de interés son de gran importancia ecológica dentro del bosque nublado de la Sierra de las Minas, y es muy probable que lo sean también para la mayoría de bosques nublados de Guatemala; por lo cual, la protección de estas áreas como hábitat de tales especies se hace necesario, no sólo porque se encuentran en peligro de extinción debido a su valor socioeconómico, sino porque en Guatemala cada año el área con bosque nublado es menor debido al cambio de uso de la tierra.

8.3. Para efectos de manejo por parte de la administración de la Reserva, el área ubicada en el rango altitudinal de 2300 a 2700 m de elevación, podría considerarse como la de mayor fragilidad tanto dentro de la microcuenca como en las microcuencas adyacentes, ya que allí es donde se da la máxima complejidad de las comunidades vegetales presentes, a causa del efecto de la nubosidad permanente.

8.4. Debido a que en el presente estudio no fue posible trabajar con la flora epífita y herbácea, las cuales están representadas en gran manera por una amplia diversidad de helechos y orquídeas, sería útil realizar el estudio de ésta flora, ya que esto complementaría aún más el inventario y la colección de la flora del bosque nublado de la Sierra de las Minas.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. **BEARD, J. S.** 1978. The classification of tropical american vegetation types. *In* PHYTOSOCIOLOGY. Ed. by Robert P. McIntosh. Stroudsburg, Pennsylvania, EE.UU, Dowden, Hutchinson y Ross. Benchmark Papers in Ecology no. 6, p. 184-195.
2. **BRAUN-BLANQUET, J.** 1950. Sociología vegetal: estudio de las comunidades vegetales. Trad. P.L. Digilio y Marta M. Grassi. Buenos Aires, Argentina, Acme Agency. 444 p.
3. **BROWER, J.; ZAR, J.; VON-ENDE, C.** 1990. Field and laboratory methods for general ecology. 3 ed. United States, Wm. C. Brown Publishers. 237 p.
4. **BROWN, M. et al.** 1996. Un análisis del valor del bosque nuboso en la protección de cuencas: Reserva de Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala y Parque Nacional Cusuco, Honduras. Guatemala, Centro RARE para la Conservación Tropical. 148 p.
5. **CRUZ, J.R. DE LA.** 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. **DAUBENMIRE, R.F.** 1988. Ecología vegetal: tratado de autoecología. Trad. Gabriela Berrondo de Benavides. México, Limusa. 188 p.
7. **DEFENSORES DE LA NATURALEZA (Gua.).** 1992. Plan maestro para la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas". Guatemala. 54 p.
8. **FLORA MESOAMERICANA: Psilotaceae a Salviniaceae.** 1995. Ed. by Gerrit Davidse, Mario Sousa S., Sandra Knapp. Trad. Manuel Ugarte *et al.* México, Universidad Nacional Autónoma de México. v.1, 450 p.
9. **GAUCH, H.G.** 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge, EE.UU. Cambridge University Press. 298 p.
10. **GENTRY, A.** 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forest. *In* Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests (1., 1995, New York, EE.UU.). Proceedings. Ed. by Steven P. Churchill, *et al.* New York, EE.UU., The New York Botanical Garden. p. 103-126.

11. **GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL.** 1967. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja cartográfica El Cimientito, no. 2261 III. Guatemala. Esc. 1: 50000. Color.
12. _____. 1967. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja cartográfica San Jerónimo, no. 2161 II. Guatemala. Esc. 1: 50000. Color.
13. **HAMILTON, L.; JUBIK, L.; SCATENA, F.** 1993. The Puerto Rico tropical cloud forest symposium: introduction and workshop synthesis. *In Tropical Montane Cloud Forest* (1., 1995, San Juan, Puerto Rico). Proceedings. Hawaii, EE.UU., East-West Center. p. 1-16.
14. **HANSON, H. C.; CHURCHILL, E.D.** 1964. The plant community. New York, EE.UU. Reinhold Publishing Corporation. 218 p.
15. **HILL, M.O.** 1979. DECORANA: detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ithaca, EE.UU., Cornell University. 36 p.
16. _____. 1979. TWINSpan: a fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca, EE.UU., Cornell University. 60 p.
17. **HOLDRIDGE, L.** 1982. Ecología: basada en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez Saa. San José, C.R., IICA. 216 p.
18. **JONES, S.; LUCHSINGER, A.** 1979. Plant systematics. EE.UU., McGraw-Hill. 388 p.
19. **KAPPELLE, M.** 1996. Los bosques de roble (*Quercus*) de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. Heredia, C.R., Instituto Nacional de Biodiversidad-Universidad de Amsterdam. 336 p.
20. **LEON, B.; YOUNG, K.; BRAKO, L.** 1992. Análisis de la composición florística del bosque montano oriental del Perú. *In Memorias del Museo de Historia Natural (Perú)* no. 21:141-154.
21. **MATTEUCCI, S.; COLMA, A.** 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C., EE.UU., O.E.A. 168 p.

22. **MICKEL, J.** 1977. Rare and endangered Pteridophytes in New World and their prospects for the future. *In* Symposium held at The New York Botanical Garden (1976, New York, EE. UU.). Proceedings. Ed. by T. Prance, Thomas S. Elias. New York, EE.UU., The New York Botanical Garden . p. 323-328.

23. **MOHLER, C.L.** 1987. COMPOSE: a program for formatting and editing data matrices. Ithaca, EE.UU., Cornell University. 58 p.

24. **MORAN, R.** 1995. The importance of the mountains to Pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests. *In* Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests (1., 1995, New York, EE.UU.). Proceedings. Ed. by Steven P. Churchill, *et al.* New York, EE.UU., The New York Botanical Garden. p. 359-363.

25. **MULLER-DOMBOIS, D; ELLEMBERG, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York, U.S.A., John Wiley. 547 p.

26. **MURILLO, M.T.** 1983. Usos de los helechos en Sur América con especial referencia a Colombia. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales. Biblioteca José Jerónimo Triana, no. 5. 85 p.

27. **ODUM, E.P.** 1988. Ecología. Trad. Carlos Gerthard Ottenwaelder. México, Interamericana. 639 p.

28. **PEREZ-GARCIA, B.; RIBA, R.** 1982. Germinación de esporas de Cyatheaceae bajo diversas temperaturas. *Biotrópica* (EE.UU.) 14 (4): 281-287.

29. **RIBA, R.** 1981. Cyatheaceae. Veracruz, México, Universidad Autónoma de México, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Flora de Veracruz, no 17. 42 p.

30. **SEILER, R.** 1980. Una guía taxonómica para los helechos de El Salvador. El Salvador, Ministerio de Educación. 58 p.

31. **SIMMONS, CH.; TARAMO, J.M.; PINTO, J.H.** 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.

32. **SPURR, S.; BARNES, B.** 1982. Ecología forestal. Trad. Carlos Luis Raigorodsky Z. México. A.G.T. Editores. 690 p.

33. **STANDLEY, P.; STEYERMARK, J.** 1946. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany, v.24. pt. 4. p. 432-483.
34. _____. 1949. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany, v.24. pt. 6. p. 205-210.
35. **STANDLEY, P.; WILLIAMS, L.** 1967. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany, v.24. pt. 8. p. 251-258.
36. _____. 1975. Flora de Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany, v.24. pt. 11: 1-3. p. 148.
37. **STANDLEY, P. et al.** eds. 1946-1976. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany, v. 24. pt. 1-12.
38. **STANDMULLER, T.** 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Costa Rica, CATIE. 85 p.
39. **STOLZE, R.** 1976. Ferns and fern allies of Guatemala: Ophioglossaceae through Cyatheaceae. EE.UU., Chicago Field Museum of Natural History. v 39. pt. 1, 129 p.
40. **SUTTON, B.; HARMON, P.** 1979. Fundamentos de ecología. México, Limusa. 293 p.
41. **TOBIAS, H.** 1997. Génesis de los suelos de Guatemala. *In* Criterios para recomendar el manejo de la fertilidad del suelo (1., 1997, Guatemala.). Primer Curso Nacional de Post-Grado. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, Subarea de Manejo de Suelo y Agua. p. 75-85.
42. _____. 1997. Suelos de Guatemala según la clasificación FAO-UNESCO. *In* Criterios para recomendar el manejo y la fertilidad del suelo (1., 1997, Guatemala.). Primer Curso Nacional de Post-Grado. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, Subarea de Manejo de Suelo y Agua. p. 75-85.
43. **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA. CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS.** 1993. Evaluación ecológica rápida de la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas". Guatemala. 57 p.

44. **VARGAS, J.** 1998. Diagnóstico de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, en el bosque nublado de la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas". Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 26 p.
45. **VELIZ, M.** 1989. Caracterización de la comunidad de canac (*Chirantodendron pentadactylon* Larreategui.), en el volcán de Acatenango. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 121 p.
46. **WEBSTER, G.** 1995. The panorama of cloud forest. In Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests (1., 1995, New York, EE.UU.). Proceedings. Ed. by Steven P. Churchill *et al.* New York, EE.UU., The New York Botanical Garden. p. 53-77.
47. **YOUNG, K.R.** 1991. Floristic diversity on the eastern slopes of the Peruvian Andes. *Candollea* (Genevé) 46 (1):125-143.

Vl. Bo. Rolando Parrios



X. APENDICES

Cuadro 1A. Boletas para la tabulación de los datos de las parcelas de muestreo.

ESTRATO ARBOREO

Fecha:

Número de parcela:

Ubicación de la parcela:

Exposición:

Pendiente (%):

Altitud (MSNM):

Observaciones (clima, topografía u otros): _____

Especie	Altura (m)	DAP (m)	Densidad	Ancho de Copa (m)

ESTRATO ARBUSTIVO

Fecha:

Número de parcela:

Ubicación de la parcela:

Exposición:

Pendiente (%):

Altitud (MSNM):

Observaciones (clima, topografía u otros): _____

Especie	Altura (m)	Densidad	Ancho de copa

Cuadro 2A. Fórmulas para la estimación de los valores relativos del índice de importancia (21).

Frecuencia relativa (fr):

$$fr = (fi / \Sigma fi) * 100$$

de donde:

fi = probabilidad de encontrar a la especie i en una unidad muestral.

$$fi = (mi / M) * 100$$

mi = cantidad de unidades muestrales en las que aparece la especie i .

M = número total de unidades muestrales.

Densidad relativa (dr):

$$dr = (ni / nt) * 100$$

de donde:

ni = sumatoria del número de individuos de la especie i para todas las parcelas de muestreo.

nt = número total de individuos de todas las especies en todas las parcelas de muestreo.

Area basal relativa (abr):

$$abr = (bi / b) * 100$$

de donde:

bi = sumatoria del área basal de todos los individuos de la especie i en todas las parcelas de muestreo.

b = sumatoria de todas las áreas basales de todos los individuos de todas las especies, en todas

las parcelas de muestreo.

Cobertura relativa (cr):

$$cr = (Xi / x) * 100$$

de donde:

Xi = sumatoria de la cobertura de la especie i en todas las parcelas de muestreo.

Los valores de área basal se obtienen de los valores de DAP para los árboles, con la siguiente fórmula:

$$\text{Area basal (ab)} = pi * D^2 / 4 ; pi = 3.1416; D = \text{diámetro en metros.}$$

Cuadro 3A. Matriz arreglada por TWINSPAN para la clasificación de las especies del estrato arbóreo del bosque nublado de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

		22223231111122111112212		
		4678190361235450780299157468312		
56	GAMMUSSO	--1-111-1-----		000000
63	GRANADIA	-1-----		000000
64	MIRTODOS	-1-----		000000
65	PATASTIO	-1-1111-----		000000
66	DOBLEHOJ	--11-----		000000
55	CARRETON	-111111-11-----1-----		000001
62	NARARARO	--11-1-----1-----		000001
58	PRUNUSBT	--1-11-1-----1-----		000001
39	GUAYABOS	11--11-111111-----1-----		000010
48	SYMVERNI	-11--11--1-11-----		000110
49	DIENTEPR	-111-11111111-1-----		000110
50	PODOCARP	-1111--1-11-----		000110
51	CAHUATE	111-----11-1-1-----1-----		001110
53	MATAPALO	111111111-11111-----		000110
61	PAPELITO	-----1-----		000110
52	MARABILA	-----1-111-111-----		001000
46	PRUNUSBR	1-----11-11-11111-1-----		001000
54	OREOECHI	-----1-----1-----		001000
57	HUELEDNO	-----1-1-----1-----		001000
36	PALOAGUA	1111-11111111111111-11-----		001001
41	HEDIONDI	11--1-----11-----		001001
42	QUEAAAATA	-1111111--1--1--11-111-----		001001
47	QUERCRIS	-1111--111111111111-11-----		001001
27	AGUAMICO	1-----11111111-1111-111-1-----		00101
34	AGUAMONO	111111111-111--11111111-----1-----		00101
43	ZAPOTONN	-----1-----1--1111-----		00110
67	FRIJOLIO	-----11-----		00110
44	JOCOTUNO	-----1-----		00111
59	IEXUNO	-----1-----		00111
60	MANZAUNO	-----1-----		00111
12	ARDISIAV	11111-1111111--1-111111-1-11--1		0100
29	ESTORAQE	--11-11-11111111111111-1111--		0100
31	PALOBLAN	11111111111111111111-1111--		0100
33	SAURAUJA	11-----111-----1-----111--11-----		0100
25	TURPINIA	11--1-11-1--1--1--1-11--111--		0101
28	CAPNEGRO	--1111111--1111111111--11111--		0101
30	GUATITUN	1-111--1-11111111-11111111--		0101
35	CLETRASP	1-111--1-11111111-11111111--		0101
22	PATACHUN	111-1--11-----1-----11--		011
3	ILEXDISC	-----1-----1111-1-----11		100
7	PINUSRUD	-----111111-----11		100
23	PRUNUSRM	---1-1111--11111111-1--1-11--		100
16	AGUACOMU	---1-----1-1111111-111111--		101
18	DRIMYSGR	-----1-11111111111111--		101
32	RANUSUNO	-----11--111-1--11111-111--		101
5	PIAYACAH	-111-11--1111--11-111--11-11-11		110
4	LIMONARI	-----1-11-1111111--11111111		1110
17	AGUATRIS	-----111--1111-11--		1110
21	MICONIAG	11-1-----1111111111--		1110
38	ENCIRARO	-----1-----1-----		1110
1	BRUNMEXI	-----11-----		111100
2	CLEYTHEO	-----11--1--11		111100
8	QUESAPOT	-----11-----1-----11111111		111100
9	RANUSDOS	1-----1-----1-11--111		111100
11	WEINMAPI	-----11-----		111100
15	TEPESAPO	-----1-----11-----1		111100
10	TAXUSGLO	-----1-1-----111-111		111101
13	MANZADOS	-----1-----11--1-1		111101
6	PINABETE	-----1111--11		111110
37	QUERACAT	-----11-1-----		111110
40	MIELEROS	-----1-----		111110
14	OREOXALA	-----11111-1		111111
19	ILEXBRAN	-----1-----1-111111--		111111
20	LICARIAC	-----1-----		111111
24	SOLANACEE	-----1-----		111111
26	VERNONIA	-----1-1-----		111111

0000000000000000000000000011111111
 00000000000000111111111100000011
 00000001111110000000111000001
 01111110011110011111 00111
 011111 01111
 00011

Cuadro 4A. Matriz arreglada por TWINSpan para la clasificación de las especies de los helechos de las familias Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

```

122221121112222 1133 112
1024527103636788580139499124567

2 DICKSONI -----111111 111111 11111--1- 11 0
3 CYATHEAD 11111111111111111111111111111111--1111 0
5 ALSOFILA ----1 11 11---1 111 11 1----- 0
1 LOPHOSOR -----1 1 1 111 11 111 1 1
4 CULCITAC - ---- - - - - - - - - - - - - - - - - 1 1 1 1 1

00000000000000000000000000000000111111111111
0000000011111111111111111111111111111111111111
0000011100000001111111111111111111111111111

```

Cuadro 5A. Cálculos para el Índice de Importancia de Cottam para el estrato arbóreo de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

No.	Clave	f	ab	d	Fr	ABr	Dr	V.I	No.	Clave	f	ab	d	Fr	ABr	Dr	V.I
1	AGUACOMU	15	5.805	125	2,427	2.271	4.030	8.728	37	NARARARO	4	1.161	26	0.647	0.454	0.838	1.940
2	AGUAMICO	18	4.754	58	2,913	1.860	1,870	6,642	38	NOGALIOS	7	0.462	29	1.133	0,181	0,935	2.248
3	AGUAMONO	22	24.2	135	3,560	9.466	4,352	17,378	39	OREOECHI	2	0.139	5	0,324	0,054	0,161	0,539
4	AGUATRIS	9	0,259	13	1,456	0,101	0,419	1,977	40	OREOXALA	6	0,454	14	0,971	0,178	0,451	1,600
5	ARDISIAV	23	7.547	126	3,722	2,952	4,062	10,736	41	PALOAGUA	21	3,603	199	3,398	1,409	6,415	11,223
6	BRUNMEXI	2	0,184	20	0,324	0,072	0,645	1,040	42	PALOBLAN	27	5,711	118	4,369	2,234	3,804	10. 57
7	CACAUATE	8	0,149	18	1,294	0,058	0,580	1,933	43	PAPELITO	1	0,019	3	0,162	0,007	0,097	0,266
8	CAPNEGRO	22	2,209	98	3,560	0,864	3,159	7,583	44	PATACHUN	9	0,587	45	1,456	0,230	1,451	3,137
9	CARRETON	9	1,8	27	1,456	0,704	0,870	3,031	45	PASTATIO	5	0,401	14	0,809	0,157	0,451	1,417
10	CLETRASP	16	18,111	39	2,589	7,084	1,257	10,931	46	PLAYACAH	20	23,042	46	3,236	9,013	1,483	13,732
11	CLEYTHEO	5	3,104	79	0,809	1,214	2,547	4,570	47	PINABETE	6	6,842	44	0,971	2,676	1,418	5,066
12	DIENTEPR	12	2,856	51	1,942	1,117	1,644	4,703	48	PINUSRUD	8	8,464	19	1,294	3,311	0,613	5,218
13	DOBLEHOJ	2	0,394	11	0,324	0,154	0,355	0,832	49	PODOCARP	7	7,002	15	1,133	2,739	0,484	4,355
14	DRIMYSGR	17	3,1284	75	2,751	1,224	2,418	6,392	50	PRUNUSBR	11	1,414	33	1,780	0,553	1,064	3,397
15	ENCIRARO	2	0,195	2	0,324	0,076	0,064	0,464	51	PRUNUSBT	5	0,994	19	0,809	0,389	0,613	1,810
16	ESTORAQE	23	2,544	132	3,722	0,995	4,255	8,972	52	PRUNUSRM	17	5,198	78	2,751	2,033	2,515	7,209
17	FRUJOLIO	3	0,826	6	0,485	0,323	0,193	1,002	53	QUEAAATA	14	13,375	37	2,265	5,232	1,193	8,690
18	GAMMUSSO	5	1,86	17	0,809	0,728	0,548	2,085	54	QUERACAT	3	6,181	19	0,485	2,418	0,613	3,516
19	GRANADIA	1	0,002	2	0,162	0,001	0,064	0,227	55	QUERCERIS	19	35,924	153	3,074	14,052	4,932	22,089
20	GUAITTUN	22	4,96	257	3,560	1,940	8,285	13,785	56	QUESAPOT	11	29,544	75	1,780	11,556	2,418	15,754
21	GUAYABOS	11	1,79	62	1,780	0,700	1,999	4,479	57	RANUSDOS	7	0,709	38	1,133	0,277	1,225	2,635
22	HEDIONDI	5	0,177	19	0,809	0,059	0,613	1,491	58	RANUSUNO	14	0,982	31	2,265	0,384	0,999	3,649
23	HUELEDNO	3	0,313	21	0,485	0,122	0,677	1,285	59	SALRAULA	11	0,607	32	1,780	0,237	1,032	3,049
24	IEXBRAN	8	2,743	71	1,294	1,073	2,289	4,656	60	SOLANACE	1	0,037	2	0,162	0,014	0,064	0,241
25	IEXDISC	8	0,723	39	1,294	0,283	1,257	2,835	61	SYMVERNI	7	0,344	29	1,133	0,135	0,935	2,202
26	IEXSUNO	3	0,204	16	0,485	0,080	0,516	1,081	62	TAXUSGLO	8	0,267	16	1,294	0,104	0,516	1,915
27	JOCOTUNO	1	0,013	1	0,162	0,005	0,032	0,199	63	TEPESAPO	4	0,326	18	0,647	0,128	0,580	1,358
28	LICARIAC	1	0,013	1	0,162	0,005	0,032	0,199	64	TURPENIA	13	1,03	57	2,104	0,403	1,838	4,344
29	LIMONARI	18	3,321	98	2,913	1,299	3,159	7,371	65	VERNONIA	2	0,051	8	0,324	0,020	0,258	0,601
30	MANZADOS	5	0,457	17	0,809	0,179	0,548	1,536	66	WEINMAPI	2	0,918	53	0,324	0,359	1,709	2,391
31	MANZAUNO	1	0,024	6	0,162	0,009	0,193	0,365	67	ZAPOTONN	6	0,356	11	0,971	0,139	0,355	1,465
32	MARABILA	11	2,379	45	1,780	0,931	1,451	4,161		Total	618	255,7	3102	#jREF!	#jREF!	#jREF!	#jREF!
33	MATAPALO	14	1,129	64	2,265	0,442	2,063	4,770									
34	MICONIAG	13	0,282	58	2,104	0,110	1,870	4,084									
35	MELEROS	1	0,062	1	0,162	0,024	0,032	0,218									
36	MIR TODOS	1	0,994	6	0,162	0,389	0,193	0,744									

Cuadro 6A. Cálculos para el índice de importancia de Cottam, para el estrato arbustivo de la microcuenca "Río El Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

No.	Clave	f	c	d	Fr	Cr	Dr	V.I
1	ALSOFILA	12	5174,260	762	6,122	28,633	26,615	61,371
2	CAMPANLL	1	51,840	6	0,510	0,287	0,210	1,007
3	CASCODEM	2	49,480	7	1,020	0,274	0,244	1,539
4	CHICHICA	1	3,140	1	0,510	0,017	0,035	0,563
5	CHUSQUEA	5	1681,020	18	2,551	9,302	0,629	12,482
6	CORDONCI	1	18,850	24	0,510	0,104	0,838	1,453
7	CULCITAC	4	129,590	42	2,041	0,717	1,467	4,225
8	CYATHEAD	29	2695,430	231	14,796	14,916	8,068	37,780
9	DICKSONI	20	2031,610	102	10,204	11,243	3,563	25,009
10	ESPANTAT	14	903,890	61	7,143	5,002	2,131	14,275
11	FLORBLAN	4	37,710	13	2,041	0,209	0,454	2,704
12	FUCHSIAA	1	19,630	1	0,510	0,109	0,035	0,654
13	GAULTERI	2	8,640	11	1,020	0,048	0,384	1,452
14	GUAYABIO	7	474,110	64	3,571	2,624	2,235	8,430
15	GUAYABOS	1	6,280	2	0,510	0,035	0,070	0,615
16	HEDIODOS	1	17,120	15	0,510	0,095	0,524	1,129
17	HEDIONDO	6	107,990	23	3,061	0,598	0,803	4,462
18	LICACORI	5	189,280	65	2,551	1,047	2,270	5,869
19	LITZEAGL	1	3,930	2	0,510	0,022	0,070	0,602
20	LOPHOSOR	12	258,370	45	6,122	1,430	1,572	9,124
21	MICONGLA	27	2461,700	605	13,776	13,623	21,132	48,530
22	NARANJAL	1	5,300	3	0,510	0,029	0,105	0,644
23	OREOECHI	1	18,210	13	0,510	0,101	0,454	1,065
24	PACAYITA	5	270,750	69	2,551	1,498	2,410	6,459
25	PALODEPA	13	547,220	147	6,633	3,028	5,134	14,795
26	PIÑUELAS	17	782,100	498	8,673	4,328	17,394	30,396
27	PSICHOTR	1	6,280	2	0,510	0,035	0,070	0,615
28	PUNTAFILE	1	35,340	5	0,510	0,196	0,175	0,880
29	TINAJOFI	1	81,680	26	0,510	0,452	0,908	1,870
	Total	196	18070,75	2863,00	100,00	100,00	100,00	300,000

Cuadro 7A. Cálculos para el Índice de Importancia de Cottam, para el estrato arbóreo del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*".

No.	N. Común	f	ab	d	Fr	ABr	Dr	I.I
1	01BRUNMEXI	2	0,184	20	0,957	0,198	1,554	2,709
2	02CLEYTHEO	4	3,099	78	1,914	3,339	6,061	11,314
3	03ILEXDISC	4	0,335	19	1,914	0,361	1,476	3,751
4	04LIMONARI	10	2,82	75	4,785	3,039	5,828	13,651
5	05PLAYACAH	9	10,057	30	4,306	10,837	2,331	17,475
6	06PINABETE	6	6,842	44	2,871	7,373	3,419	13,662
7	07PINUSRUD	4	4,265	12	1,914	4,596	0,932	7,442
8	08QUESAPOT	8	28,716	68	3,828	30,944	5,284	40,055
9	09RANUSDOS	5	0,117	34	2,392	0,126	2,642	5,160
10	10TAXUSGLO	7	0,157	13	3,349	0,169	1,010	4,529
11	11WEINMAPI	2	0,918	53	0,957	0,989	4,118	6,064
12	12ARDISIAV	6	0,129	20	2,871	0,139	1,554	4,564
13	13MANZADOS	4	0,374	15	1,914	0,403	1,166	3,482
14	14OREOXALA	6	0,454	14	2,871	0,489	1,088	4,448
15	15TEPESAPO	3	0,311	17	1,435	0,335	1,321	3,091
16	16AGUACOMU	8	3,311	88	3,828	3,568	6,838	14,233
17	17AGUATRIS	6	0,227	9	2,871	0,245	0,699	3,815
18	18DRIMYSGR	8	1,8384	30	3,828	1,981	2,331	8,140
19	19ILEXBRAN	6	2,396	63	2,871	2,582	4,895	10,348
20	20LICARIAC	1	0,013	1	0,478	0,014	0,078	0,570
21	21MICONIAG	7	0,101	36	3,349	0,109	2,797	6,255
22	22PATACHUN	2	0,012	9	0,957	0,013	0,699	1,669
23	23PRUNUSRM	6	0,777	25	2,871	0,837	1,943	5,651
24	24SOLANACE	1	0,037	2	0,478	0,040	0,155	0,674
25	25TURPINIA	4	0,167	12	1,914	0,180	0,932	3,026
26	26VERNONIA	2	0,051	8	0,957	0,055	0,622	1,633
27	27AGUAMICO	5	0,623	16	2,392	0,671	1,243	4,307
28	28CAPNEGRO	7	0,752	37	3,349	0,810	2,875	7,035
29	29ESTORAQE	7	0,633	44	3,349	0,682	3,419	7,450
30	30GUATITUN	8	3,019	177	3,828	3,253	13,753	20,834
31	31PALOBLAN	7	0,597	19	3,349	0,643	1,476	5,469
32	32RANUSUNO	6	0,189	16	2,871	0,204	1,243	4,318
33	33SAURAUJA	2	0,092	7	0,957	0,099	0,544	1,600
34	34AGUAMONO	5	1,232	27	2,392	1,328	2,098	5,818
35	35CLETRASP	5	0,213	12	2,392	0,230	0,932	3,554
36	36PALOAGUA	4	0,902	27	1,914	0,972	2,098	4,984
37	37QUERACAT	3	6,181	19	1,435	6,661	1,476	9,572
38	38ENCIRARO	1	0,029	1	0,478	0,031	0,078	0,587
39	39GUAYABOS	2	0,282	4	0,957	0,304	0,311	1,572
40	40MIELEROS	1	0,062	1	0,478	0,067	0,078	0,623
41	43ZAPOTONN	1	0,005	1	0,478	0,005	0,078	0,562
42	45NOGALIOS	1	0,1	16	0,478	0,108	1,243	1,829
43	46PRUNUSBR	2	0,172	4	0,957	0,185	0,311	1,453
44	47QUERCERIS	3	9,779	38	1,435	10,538	2,953	14,926
45	49DIENTEPR	1	0,006	1	0,478	0,006	0,078	0,563
46	51CACAUATE	1	0,003	1	0,478	0,003	0,078	0,559
47	53MATAPALO	1	0,008	2	0,478	0,009	0,155	0,642
48	55CARRETON	1	0,018	1	0,478	0,019	0,078	0,576
49	58PRUNUSBT	1	0,038	1	0,478	0,041	0,078	0,597
50	59ILEXSUNO	2	0,158	14	0,957	0,170	1,088	2,215
51	60MANZAUNO	1	0,024	6	0,478	0,026	0,466	0,971
	Total	209	92,8254	1287	100	100	100	300

Fr = frecuencia relativa

ABr = área basal relativa

Dr = densidad relativa

I.I = Índice de importancia de Cottam

I.I = Fr + Dr + ABr

Cuadro 8A. Cálculos para el Índice de Importancia de Cottam para el estrato arbóreo del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

No.	N. común	f	ab	d	Fr	ABr	Dr	II	No.	N. común	f	ab	d	Fr	ABr	Dr	II
1	02CLEYTHEO	1	0,005	1	0,244	0,003	0,055	0,303	35	44JOCOTUNO	1	0,013	1	0,244	0,008	0,055	0,308
2	03ILEXDISC	4	0,388	20	0,978	0,238	1,102	2,318	36	45NOGALIOS	6	0,362	13	1,467	0,222	0,716	2,405
3	04LIMONARI	8	0,501	23	1,956	0,307	1,267	3,531	37	46PRUNUSBR	9	1,242	29	2,200	0,762	1,598	4,560
4	05PIAYACAH	11	12,985	16	2,689	7,966	0,882	11,537	38	47QUERCRI	16	26,145	115	3,912	16,040	6,336	26,288
5	07PINUSRUD	4	4,199	7	0,978	2,576	0,386	3,940	39	48SYMVERNI	7	0,344	29	1,711	0,211	1,598	3,520
6	08QUESAPOT	3	0,828	7	0,733	0,508	0,386	1,627	40	49DIENTEPR	11	2,85	50	2,689	1,748	2,755	7,193
7	09RANUSDOS	2	0,592	4	0,489	0,363	0,220	1,073	41	50PODOCARP	7	7,002	15	1,711	4,296	0,826	6,834
8	10TAXUSGLO	1	0,11	3	0,244	0,067	0,165	0,477	42	51CACAUATE	7	0,146	17	1,711	0,090	0,937	2,738
9	12ARDISIAV	17	7,418	106	4,156	4,551	5,840	14,548	43	52MARABILA	11	2,379	45	2,689	1,460	2,479	6,628
10	13MANZADOS	1	0,083	2	0,244	0,051	0,110	0,406	44	53MATAPALO	13	1,121	62	3,178	0,688	3,416	7,282
11	15TEPESAPO	1	0,015	1	0,244	0,009	0,055	0,309	45	54OREOECHI	2	0,139	5	0,489	0,085	0,275	0,850
12	16AGUACOMU	7	2,494	37	1,711	1,530	2,039	5,280	46	55CARRETON	8	1,782	26	1,956	1,093	1,433	4,482
13	17AGUATRIS	3	0,032	4	0,733	0,020	0,220	0,974	47	56GAMMUSSO	5	1,86	17	1,222	1,141	0,937	3,300
14	18DRIMYSGR	9	1,29	45	2,200	0,791	2,479	5,471	48	57HUELEDNO	3	0,313	21	0,733	0,192	1,157	2,083
15	19ILEXBRAN	2	0,347	8	0,489	0,213	0,441	1,143	49	58PRUNUSBT	1	0,17	5	0,244	0,104	0,275	0,624
16	21MICONIAG	6	0,181	22	1,467	0,111	1,212	2,790	50	59ILEXSUNO	1	0,046	2	0,244	0,028	0,110	0,383
17	22PATACHUN	7	0,575	36	1,711	0,353	1,983	4,048	51	61PAPELITO	1	0,019	3	0,244	0,012	0,165	0,421
18	23PRUNUSRM	11	4,421	53	2,689	2,712	2,920	8,322	52	62NARARARO	4	1,161	26	0,978	0,712	1,433	3,123
19	25TURPINIA	9	0,863	45	2,200	0,529	2,479	5,209	53	63GRANADIA	1	0,002	2	0,244	0,001	0,110	0,356
20	27AGUAMICO	13	4,131	42	3,178	2,534	2,314	8,027	54	64MIRTODOS	1	0,994	6	0,244	0,610	0,331	1,185
21	28CAPNEGRO	15	1,457	61	3,667	0,894	3,361	7,922	55	65PATASTIO	5	0,401	14	1,222	0,246	0,771	2,240
22	29ESTORAQE	16	1,911	88	3,912	1,172	4,848	9,933	56	66DOBLEHOJ	2	0,394	11	0,489	0,242	0,606	1,337
23	30GUATITUN	14	1,941	80	3,423	1,191	4,408	9,021	57	67FRUJOLIO	3	0,826	6	0,733	0,507	0,331	1,571
24	31PALOBLAN	20	5,114	99	4,890	3,137	5,455	13,482	58	68PRUNUSBC	3	0,786	13	0,733	0,482	0,716	1,932
25	32RANUSUNO	8	0,793	15	1,956	0,487	0,826	3,269		Total	409	162,83	1815	100	100	100	300
26	33SAURAUJA	9	0,515	25	2,200	0,316	1,377	3,894									
27	34AGUAMONO	17	22,968	108	4,156	14,091	5,950	24,198									
28	35CLETRASP	11	17,898	27	2,689	10,980	1,488	15,157									
29	36PALOAGUA	17	2,701	172	4,156	1,657	9,477	15,290									
30	38ENCIRARO	1	0,166	1	0,244	0,102	0,055	0,401									
31	39GUA YABOS	9	1,508	58	2,200	0,925	3,196	6,321									
32	41HEDIONDI	5	0,177	19	1,222	0,109	1,047	2,378									
33	42QUEAAATA	14	13,375	37	3,423	8,206	2,039	13,667									
34	43ZAPOTONN	5	0,351	10	1,222	0,215	0,551	1,989									

Fr = frecuencia relativa
 Abr = área basal relativa
 Dr = densidad relativa
 II = Índice de importancia de Cottam
 $II = Fr + Abr + Dr$

INSTITUTO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 BIBLIOTECA CENTRAL

Cuadro 9A. Índice de importancia de Cottam, para el estrato arbustivo del bosque de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Culcita conifolia*".

No.	N. científico	f	c	d	Fr	Cr	Dr	V.I
1	ESPANTAT	6	366,55	12	7,895	7,280	1,130	16,305
2	PACAYITA	1	5,3	3	1,316	0,105	0,282	1,704
3	CHUSQUEA	2	229,24	3	2,632	4,553	0,282	7,467
4	CUI.CITAC	4	129,59	42	5,263	2,574	3,955	11,792
5	CYATHEAD	9	962,11	78	11,842	19,108	7,345	38,295
6	DICKSONI	8	971,14	44	10,526	19,288	4,143	33,957
7	CAMPANLL	1	51,84	6	1,316	1,030	0,565	2,910
8	GUAYABIO	1	0,5	1	1,316	0,010	0,094	1,420
9	FUCHSIAA	1	19,63	1	1,316	0,390	0,094	1,800
10	GAULTERI	2	8,64	11	2,632	0,172	1,036	3,839
11	PALODEPA	4	310,04	97	5,263	6,158	9,134	20,555
12	PIÑUELAS	10	685,5	425	13,158	13,615	40,019	66,791
13	LITZEAGL	1	3,93	2	1,316	0,078	0,188	1,582
14	LOPHOSOR	11	218,31	36	14,474	4,336	3,390	22,199
15	MICONGLA	11	1047,8	292	14,474	20,810	27,495	62,779
16	PSICHOTR	1	6,28	2	1,316	0,125	0,188	1,629
17	HEDIONDO	3	19,64	7	3,947	0,390	0,659	4,997
	Total	76	5036,04	1062	100	100	100	300

Cuadro 10A. Índice de importancia de Cottam, para el estrato arbustivo del bosque de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

No.	N. científico	f	c	d	Fr	Cr	Dr	V.I
1	ALSOFILO	12	5174,26	762	10	39,696	42,310	92,006
2	ESPANTAT	8	537,34	49	6,667	4,122	2,721	13,510
3	PACAYITA	4	265,45	66	3,333	2,036	3,665	9,034
4	CHUSQUEA	3	1451,78	15	2,500	11,138	0,833	14,471
5	FLORBLAN	4	37,71	13	3,333	0,289	0,722	4,344
6	CYATHEAD	20	1733,32	153	16,667	13,298	8,495	38,460
7	DICKSONI	12	1060,47	58	10,000	8,136	3,220	21,356
8	GUAYABIO	5	406,85	53	4,167	3,121	2,943	10,231
9	GUAYABOS	1	6,28	2	0,833	0,048	0,111	0,993
10	PUNTAFLA	1	35,34	5	0,833	0,271	0,278	1,382
11	PALODEPA	8	230,9	42	6,667	1,771	2,332	10,770
12	PIÑUELAS	7	96,6	73	5,833	0,741	4,053	10,628
13	GUAYABIO	1	66,76	10	0,833	0,512	0,555	1,901
14	LICACORI	5	189,28	65	4,167	1,452	3,609	9,228
15	LOPHOSOR	1	40,06	9	0,833	0,307	0,500	1,640
16	CASCODEM	2	49,48	7	1,667	0,380	0,389	2,435
17	MICONGLA	16	1413,9	313	13,333	10,847	17,379	41,560
18	OREOECHI	1	18,21	13	0,833	0,140	0,722	1,695
19	PALODEPA	1	6,28	8	0,833	0,048	0,444	1,326
20	CORDONCI	1	18,85	24	0,833	0,145	1,333	2,311
21	HEDIONDO	3	88,35	16	2,500	0,678	0,88	4,066
22	NARANJAL	1	5,3	3	0,833	0,041	0,167	1,041
23	HEDIODOS	1	17,12	15	0,833	0,131	0,833	1,798
24	TINAJOFI	1	81,68	26	0,833	0,627	1,444	2,904
25	CHICHICA	1	3,14	1	0,833	0,024	0,056	0,913
	Total	120	13034,71	1801	100	100	100	300

Cuadro 11A. Índice de diversidad de Shannon-Wiener e índice de Equitatividad, para la comunidad de "*Quercus sapotaefolia*, *Abies guatemalensis* y *Calcita conifolia*".

No.	Codigo	d	Dr	pi	Hi	No.	Codigo	d	Dr	pi	Hi
1	01BRUNMEXI	20	0,851	0,009	0,041	36	36PALOAGUA	27	1,149	0,011	0,051
2	02CLEYTHEO	78	3,321	0,033	0,113	37	37QUERACAT	19	0,809	0,008	0,039
3	03ILEXDISC	19	0,809	0,008	0,039	38	38ENCIRARO	1	0,043	0,000	0,003
4	04LIMONARI	75	3,193	0,032	0,110	39	39GUAYABOS	4	0,170	0,002	0,011
5	05PIAYACAH	30	1,277	0,013	0,056	40	40MIELEROS	1	0,043	0,000	0,003
6	06PINABETE	44	1,873	0,019	0,075	41	43ZAPOTONN	1	0,043	0,000	0,003
7	07PINUSRUD	12	0,511	0,005	0,027	42	45NOGALIOS	16	0,681	0,007	0,034
8	08QUESAPOT	68	2,895	0,029	0,103	43	46PRUNUSBR	4	0,170	0,002	0,011
9	09RANUSDOS	34	1,447	0,014	0,061	44	47QUERCRIS	38	1,618	0,016	0,067
10	10TAXUSGLO	13	0,553	0,006	0,029	45	49DIENTEPR	1	0,043	0,000	0,003
11	11WEINMAPI	53	2,256	0,023	0,086	46	51CACAUATE	1	0,043	0,000	0,003
12	12ARDISIAV	20	0,851	0,009	0,041	47	53MATAPALO	2	0,085	0,001	0,006
13	13MANZADOS	15	0,639	0,006	0,032	48	55CARRETON	1	0,043	0,000	0,003
14	14OREOXALA	14	0,596	0,006	0,031	49	58PRUNUSBT	1	0,043	0,000	0,003
15	15TEPESAPO	17	0,724	0,007	0,036	50	59ILEXSUNO	14	0,596	0,006	0,031
16	16AGUACOMU	88	3,746	0,037	0,123	51	60MANZAUNO	6	0,255	0,003	0,015
17	17AGUATRIS	9	0,383	0,004	0,021	52	ESPANTAT	12	0,511	0,005	0,027
18	18DRIMYSGR	30	1,277	0,013	0,056	53	PACAYITA	3	0,128	0,001	0,009
19	19ILEXBRAN	63	2,682	0,027	0,097	54	CHUSQUEA	3	0,128	0,001	0,009
20	20LICARIAC	1	0,043	0,000	0,003	55	CULCITAC	42	1,788	0,018	0,072
21	21MICONIAG	36	1,533	0,015	0,064	56	CYATHEAD	78	3,321	0,033	0,113
22	22PATACHUN	9	0,383	0,004	0,021	57	DICKSONI	44	1,873	0,019	0,075
23	23PRUNUSRM	25	1,064	0,011	0,048	58	CAMPANLL	6	0,255	0,003	0,015
24	24SOLANACE	2	0,085	0,001	0,006	59	GUAYABIO	1	0,043	0,000	0,003
25	25TURPINIA	12	0,511	0,005	0,027	60	FUCHSIAA	1	0,043	0,000	0,003
26	26VERNONIA	8	0,341	0,003	0,019	61	GAULTERI	11	0,468	0,005	0,025
27	27AGUAMICO	16	0,681	0,007	0,034	62	PALODEPA	97	4,129	0,041	0,132
28	28CAPNEGRO	37	1,575	0,016	0,065	63	PIÑUELAS	425	18,093	0,181	0,309
29	29ESTORAQE	44	1,873	0,019	0,075	64	LITZEAGL	2	0,085	0,001	0,006
30	30GUATITUN	177	7,535	0,075	0,195	65	LOPHOSOR	36	1,533	0,015	0,064
31	31PALOBLAN	19	0,809	0,008	0,039	66	MICONGLA	292	12,431	0,124	0,259
32	32RANUSUNO	16	0,681	0,007	0,034	67	PSICHOTR	2	0,085	0,001	0,006
33	33SAURAUJA	7	0,298	0,003	0,017	68	HEDIONDO	7	0,298	0,003	0,017
34	34AGUAMONO	27	1,149	0,011	0,051		Total	2349	100,00	1,000	3,332
35	35CLETRASP	12	0,511	0,005	0,027						E
											0,790

d = densidad de la especie i, en 0.1 ha

Dr = densidad relativa de la especie i

Hi = índice de diversidad de Shannon-Wiener

E = índice de equitatividad (evenness)

Nota: para utilizar los códigos de las especies usar el

Cuadro 12A. Índice de diversidad de Shannon-Wiener e índice de Equitatividad, para la comunidad de "*Quercus crispifolia*, *Phoebe sp.* y *Alsophila salvinii*".

No.	Código	d	Dr	pi	Hi	No.	Código	d	Dr	pi	Hi	No.	Código	d	Dr	pi	Hi
1	02CLEYTHEO	1	0,028	0,000	0,002	36	45NOGALIOS	13	0,360	0,004	0,020	71	GUAYABIO	10	0,277	0,003	0,016
2	03ILEXDISC	20	0,553	0,006	0,029	37	46PRUNUSBR	29	0,802	0,008	0,039	72	LICACORI	65	1,798	0,018	0,072
3	04LIMONARI	23	0,636	0,006	0,032	38	47QUERCUS	115	3,180	0,032	0,110	73	LOPHOSOR	9	0,249	0,002	0,015
4	05PLAYACAH	16	0,442	0,004	0,024	39	48SYMVERNI	29	0,802	0,008	0,039	74	CASCODEM	7	0,194	0,002	0,012
5	07PINUSRUD	7	0,194	0,002	0,012	40	49DIENTEPR	50	1,383	0,014	0,059	75	MICONGLA	313	8,656	0,087	0,217
6	08QUESAPOT	7	0,194	0,002	0,012	41	50PODOCARP	15	0,415	0,004	0,023	76	OREOECHI	13	0,360	0,004	0,020
7	09RANUSDOS	4	0,111	0,001	0,008	42	51CACAUATE	17	0,470	0,005	0,025	77	PALODEPA	8	0,221	0,002	0,014
8	10TAXUSGLO	3	0,083	0,001	0,006	43	52MARABILA	45	1,244	0,012	0,055	78	CORDONCI	24	0,664	0,007	0,033
9	12ARDISIAV	106	2,931	0,029	0,103	44	53MATAPALO	62	1,715	0,017	0,070	79	HEDIONDO	16	0,442	0,004	0,024
10	13MANZADOS	2	0,055	0,001	0,004	45	54OREOECHI	5	0,138	0,001	0,009	80	NARANJAL	3	0,083	0,001	0,006
11	15TEPESAPO	1	0,028	0,000	0,002	46	55CARRETON	26	0,719	0,007	0,035	81	HEDIODOS	15	0,415	0,004	0,023
12	16AGUACOMU	37	1,023	0,010	0,047	47	56GAMMUSSO	17	0,470	0,005	0,025	82	TINAJOFI	26	0,719	0,007	0,035
13	17AGUATRIS	4	0,111	0,001	0,008	48	57HUELEDNO	21	0,581	0,006	0,030	83	CHICHICA	1	0,028	0,000	0,002
14	18DRIMYSGR	45	1,244	0,012	0,055	49	58PRUNUSBT	5	0,138	0,001	0,009		Total	3616	100,00	1,000	3,520
15	19ILEXBRAN	8	0,221	0,002	0,014	50	59ILEXSUNO	2	0,055	0,001	0,004						E
16	21MICONIAG	22	0,608	0,006	0,031	51	61PAPELITO	3	0,083	0,001	0,006						0,797
17	22PATACHUN	36	0,996	0,010	0,046	52	62NARARARO	26	0,719	0,007	0,035						
18	23PRUNUSRM	53	1,466	0,015	0,062	53	63GRANADIA	2	0,055	0,001	0,004						
19	25TURPINIA	45	1,244	0,012	0,055	54	64MIRTODOS	6	0,166	0,002	0,011						
20	27AGUAMICO	42	1,162	0,012	0,052	55	65PATASTIO	14	0,387	0,004	0,022						
21	28CAPNEGRO	61	1,687	0,017	0,069	56	66DOBLEHOJ	11	0,304	0,003	0,018						
22	29ESTORAQE	88	2,434	0,024	0,090	57	67FRIJOLIO	6	0,166	0,002	0,011						
23	30GUATITUN	80	2,212	0,022	0,084	58	68PRUNUSBC	13	0,360	0,004	0,020						
24	31PALOBLAN	99	2,738	0,027	0,099	59	ALSOFLA	762	21,07	0,211	0,328						
25	32RANUSUNO	15	0,415	0,004	0,023	60	ESPANTAT	49	1,355	0,014	0,058						
26	33SAURAUJA	25	0,691	0,007	0,034	61	PACAYITA	66	1,825	0,018	0,073						
27	34AGUAMONO	108	2,987	0,030	0,105	62	CHUSQUEA	15	0,415	0,004	0,023						
28	35CLETRASP	27	0,747	0,007	0,037	63	FLORBLAN	13	0,360	0,004	0,020						
29	36PALOAGUA	172	4,757	0,048	0,145	64	CYATHEAD	153	4,231	0,042	0,134						
30	38ENCIRARO	1	0,028	0,000	0,002	65	DICKSONI	58	1,604	0,016	0,066						
31	39GUAYABOS	58	1,604	0,016	0,066	66	GUAYABIO	53	1,466	0,015	0,062						
32	41HEDIONDI	19	0,525	0,005	0,028	67	GUAYABOS	2	0,055	0,001	0,004						
33	42QUEAAAATA	37	1,023	0,010	0,047	68	PUNTAFLA	5	0,138	0,001	0,009						
34	43ZAPOTONN	10	0,277	0,003	0,016	69	PALODEPA	42	1,162	0,012	0,052						
35	44JOCOTUNO	1	0,028	0,000	0,002	70	PIÑUELAS	73	2,019	0,020	0,079						

d = densidad de la especie i, en 0.1 ha

Dr = densidad relativa de la especie i

Hi = índice de diversidad de Shannon-Wiener

E = índice de equitatividad (evenness)

Nota: para utilizar los códigos de las especies usar el cuadro XA.

Cuadro 13 A. Valores medios de los índices de complejidad para los pisos altitudinales 2,100, 2300, 2500, 2700 y 2900, en la microcuenca "Río El Naranjo".

msnm	Alt	AB	D	S	I.Comp	Media
2900	30	6,06	116	8	168,71	
2900	30	8,46	128	10	324,86	246,79
2700	40	7,42	53	15	235,96	
2700	40	2,83	73	14	115,69	
2700	42	8,03	100	16	539,62	297,09
2500	35	5,63	96	22	416,17	
2500	30	11,48	78	17	456,67	
2500	45	11,53	123	16	1021,10	
2500	40	19,44	157	20	2441,66	
2500	54	8,43	88	18	721,07	
2500	30	6,71	70	21	295,91	
2500	30	5,93	58	20	206,36	
2500	45	8,49	121	17	785,88	
2500	20	10,59	144	19	579,48	
2500	30	8,08	60	17	247,25	
2500	40	4	68	14	152,32	665,81
2300	40	5,33	63	16	214,91	
2300	30	8	68	16	261,12	
2300	30	2,8	60	11	55,44	
2300	25	5,27	56	13	95,91	
2300	25	6,41	65	13	135,41	
2300	30	1,95	83	19	92,25	
2300	30	8,96	99	20	532,22	
2300	35	7,76	69	16	299,85	
2300	35	6,15	158	18	612,17	
2300	35	6,65	94	15	328,18	
2300	30	7,06	96	17	345,66	270,28
2100	35	9,93	56	19	369,79	
2100	30	5,75	77	18	239,09	
2100	25	11,76	94	17	469,81	
2100	25	9,42	83	19	371,38	362,52

I.C = índice de complejidad = $(Alt \cdot Ab \cdot D \cdot S) / 1000$

Alt = altura media por parcela de 0.1 ha

Ab = área basal ($m^2/0.1ha$).

D = densidad de especies arbóreas en 0.1 ha

S = número de especies abóreas en 0.1 ha

Cuadro 14 A. Resumen de las ponderaciones hechas por DECORANA, para la ordenación de las unidades de muestreo ubicadas en la microcuenca "Río EL Naranjo", en la Reserva de Biosfera "Sierra de las Minas".

Parcela	Largo del gradiente 2.165			
	Eje 1 Eig. 0.752	Eje 2 Eig. 0.429	Eje 3 Eig. 0.230	Eje 4 Eig. 0.161
1	386	123	11	195
2	384	142	5	201
3	475	0	169	87
4	424	113	148	118
5	458	265	141	125
6	415	193	87	175
7	470	29	173	81
8	397	84	170	64
9	227	154	86	83
10	248	88	141	144
11	237	120	148	10
12	217	125	141	130
13	149	116	112	173
14	207	91	148	178
15	171	71	160	210
16	158	146	158	68
17	202	85	143	188
18	249	115	110	132
19	0	117	107	134
20	91	95	0	124
21	164	124	102	107
22	218	95	167	169
23	173	93	176	167
24	150	187	100	0
25	168	133	155	92
26	196	165	73	61
27	208	130	161	73
28	118	131	238	146
29	201	167	145	11
30	148	139	62	101
31	71	133	242	148

Cuadro 15A. Traducción de las claves utilizadas para las especies arbóreas de la microcuenca "Río El Naranjo".

No	ESPECIE	CLAVE	NOMBRE COMUN	ALTITUD	No.	ESPECIE	CLAVE	NOMBRE COMUN	ALTITUD
1	<i>Ilex brandegeana</i> Loes.	ILEXBRAN	Palo blanco	2300-2700	36	<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenberg.	PIAYACAH	Pino blanco, dulce	2000-2900
2	<i>Ilex discolor</i> Hemsl.	ILEXDISC		2300-2700	37	<i>Pinus montezumae</i> var. <i>rudis</i> (Endl.) Shaw.	PINUSRUD	Pino de ocote	2500-2900
3	<i>Ilex</i> sp1.	ILEXUNO	Mario	2300-2700	38	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don in Lambert.	PODOCARP		2100-2600
4	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Dcne. & Planch.	PALOBLAN	Palo blanco	1900-2700	39	<i>Rhamnus discolor</i> Rose.	RANUSUNO	Pirta caja	2100-2700
5	<i>Oreopanax echinops</i> (Schlecht. & Cham.) Dcne. & Planch.	OREOECHI	Mano de león	2500-2700	40	<i>Rhamnus nelsonii</i> Rose	RANUSDOS	Duraznillo	2500-2900
6	<i>Oreopanax xalapensis</i> (HBK.) Dcne. & Planch.	OREOXALA	Mano de león	2500-2900	41	<i>Photinia microcarpa</i>	ENCIRARO	Encino raro	2100-2700
7	<i>Vernonia</i> sp.	VERNONIA		2700	42	<i>Prunus barbata</i> Koehne.	PRUNUSBR	Pimientillo	2500-2700
8	<i>Ostrya virginiana</i> var. <i>guatemalensis</i> (Winkl) Macbride.	GAMMUSSO	Gamuso	1700-2100	43	<i>Prunus brachybotrya</i> Zucc.	PRUNUSBC	Pimientillo, oblonga	2300
9	<i>Brunellia mexicana</i> Standl.	BRUNMEXI	Hoja de cuero	2000	44	<i>Prunus rhamnoides</i> Koehne.	PRUNUSRM	Pimientillo	2000-2700
10	<i>Microtropis guatemalensis</i> Sprague.	MANZAUNO	Manzano	2500-2700	45	<i>Rondelatia laniflora</i> Benth.	PAPELITO	Papelillo	2100-2400
11	<i>Microtropis ilicina</i> Standl. & Steyerl.	MANZADOS	Manzano	2500-2700	46	Sx3.	GRANADIA	Granadillo	2300-2700
12	<i>Hedyosmum mexicanum</i> Cordemoy.	PATACHUN	Pata de chunto	2000-2700	47	<i>Zanthoxylum limoncello</i> Planch. & Oerst.	LIMONARI	Cualimon, limonaria	2100-2700
13	<i>Clethra</i> sp.	CLETRASP	Chucte	2100-2700	48	<i>Cupanea</i> sp.	DOBLEHOJ	Upay, doble	1900-2100
14	<i>Clusaa</i> sp.	MATAPALO	Mata palo	1900-2700	49	<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britton.	DIENTEPR	Diente de perro	2000-2500
15	<i>Weinmannia pinnata</i> L.	WEINMAPI	Jaboncillo	2300-2900	50	<i>Saurauia oreophila</i> Hemsl.	SAURAUIA	Mielerito	2000-2700
16	<i>Weinmannia tuerckheimii</i> Engler.	NOGALIOS	Nogalillo	2300-2500	51	<i>Saurauia subalpina</i> Donn. Smith.	MIELEROS	Mielero	1800-2400
17	<i>Quercus eaata</i> Muller.	QUEAAATA	Roble	1900-2100	52	<i>Solanum nigricans</i> Mart. & Gal.	HEDIONDI	Hediondillo	2300-2700
18	<i>Quercus ecatenanguensis</i> Trelease.	QUERACAT	Encino	2000-2700	53	Sx1.	SOLANACE		2300
19	<i>Quercus crispifolia</i> Trelease.	QUERCRI	Encino	2500-2700	54	<i>Turpinia insignis</i> HBK.	TURPINIA	Vara blanca	1900-2700
20	<i>Quercus sapotaefolia</i> Liebm.	QUESAPOT	Roble	2500-2700	55	<i>Turpinia occidentalis</i> (Swartz) G.	FRIJOLIO	Frijolillo	1900-2300
21	<i>Olmediella betschleriana</i> (Goepp.) Loes.	ZAPOTONN	Morro	2000-2700	56	<i>Styrex argenteus</i> Presl.	ESTORAQE	Estoraque, cerezo	2000-2700
22	<i>Billia hippocastanum</i> Peyr.	MARABILA	Marabilla	1900-2700	57	<i>Styrex conterminus</i> Donn. Smith.	PATASTIO	Patastillo, encinillo	2000-2400
23	<i>Licaria coriacea</i> (Lundell.) Kosterm.	LICACORI	Cortéz	2100-2500	58	<i>Symplocos aff. vernicosa</i> L.	CEREZO--	Cerezo	2500
24	<i>Persea americana</i> Mill.	AGUAMICO	Aguacate de mico	2000-2700	59	<i>Symplocos hartwegii</i> A.DC.	JOCOTIO	Jocotillo	2500-2700
25	<i>Phoebe amplifolia</i> Mez. & Donn. Smith. ex Donn. Smith	CACAUATE	Cacahuate	2000-2700	60	<i>Symplocos metudae</i> Lundell.	HUELEDNO	Huele de noche	2500-2700
26	<i>Phoebe areolata</i> Lundell.	AGUACOMU	Aguacatio común	2300-2700	61	<i>Symplocos</i> sp.	PALOAGUA	Palo de agua	2000-2700
27	<i>Phoebe salvinii</i> (Mez.) Lundell.	AGUATRIS	Aguacate triste	2700-2900	62	<i>Taxus globosa</i> Schlecht.	TAXUSGLO	Cipresillo, tajo	2200-2900
28	<i>Phoebe</i> sp.	AGUAMONO	Aguacate de Mono	2500-2700	63	<i>Cleyera theaeoides</i> (S.W.) Choisy	CLEYTHEO	Naranjo	2400-2900
29	<i>Miconia glaberrima</i> (Schlecht.) Naudin.	MICONIAG	Tinajo árbol	2100-2700	64	<i>Laplacea coriacea</i> L.	CARRETON	Carreto	2100-2500
30	<i>Ardisia</i> sp.	PALODEPA	Comida de pava	1900-2700	65	<i>Temstroemia tepezapote</i> Schlecht. & Chan.	TEPESAPO	Cueruda	2400-2900
31	<i>Parathesis leptopa</i> Lundell.	GUATITUN	Capulin, guatitún	1900-2700	66	<i>Drimys granadensis</i> L.	DRIMYSGR	Quina, chile	2000-2700
32	<i>Rapanea juergensenii</i> Mez.	CAPNEGRO	Capulin negro	2000-2700	67	Sx2	NARARARO	Naranjo raro	2300
33	<i>Calyptanthes</i> sp.	GUAYABOS	Guayabo	2000-2700					
34	<i>Eugenia</i> sp.	MIRTODOS	Mirto	2100					

Cuadro 16A. Traducción de las claves utilizadas para los arbustos de la microcuenca "Río El Naranjo".

No.	ESPECIE	CLAVE	Nombre común	Altitud
1	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i> (Jacq.) Oerst.	PACAYITA	Pacaya	1900-2300
2	<i>Greigia steyermarkii</i> Engler.	PINUELAS	Piñuela	2500-2700
3	<i>Euonymus enantiophylla</i> (Donn. Smith) Lundell.	PUNTAFLA	Punta de flecha	2300-2500
4	<i>Alsophila salvinii</i> Hook.	ALSOFLA	Helecho negro	1900-2300
5	<i>Cyathea divergens</i> var. <i>tuerckheimii</i> (Maxon) R.M.	CYATHEAD	Chipe	1900-2700
6	<i>Culcita conifolia</i> (Hook.) Maxon.	CULCITAC		2500-2700
7	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	DICKSONI	Helecho canche	1900-2700
8	<i>Cavendishia guatemalensis</i> Loes.	ESPANTAT	Espanta tigre	2000-2900
9	<i>Gaultheria odorata</i> Willd.	GAULTERI	Cola de alacrán	2500-2900
10	Sx5	CAMPANLL	Campanilla	2900
11	<i>Licaria coriacea</i> (Lundell.) Kosterm.	LICACORI	Cortéz	2100-2500
12	<i>Litsea</i> sp.	LITZEAGL	Laurel	2900
13	<i>Lophosoria quadripinnata</i> var. <i>quadripinnata</i> (J.F. Gmel.) C.	LOPHOSOR		2300
14	<i>Marattia excavata</i> Underw.	CASCODEM	Casco de mula	2300-1900
15	<i>Clidemia capitellata</i> var. <i>neglecta</i> (D. Don.) L.	FLORBLAN	Flor blanca	2300-1900
16	<i>Miconia glaberrima</i> (Schlecht.) Naudin.	MICONGLA	Tinajillo	2000-2700
17	Sx8	TINAJOFI	Tinajillo fino	2300
18	<i>Gentlea vatteri</i> (Standl. & Steyerl.) Lundell.	PALODEPA	Palo de pava	2300-2700
19	<i>Eugenia</i> sp.	GUAYABIO	Guayabillo	2300-2700
20	<i>Fuchsia</i>	FUCHSIAA	Fuchsia	2900
21	<i>Piper</i> sp.	CORDONCI	Cordoncillo	2300-1900
22	<i>Chusquea</i> sp.	CHUSQUEA	Bambú	2500-2600
23	<i>Psychotria chrysocalymma</i> L.	PSICHOTR		2300-2700
24	<i>Solanum nigricans</i> Mart. & Gal.	HEDIONDO	Hediondillo	2300-2700
25	Sx10	HEDIODOS	Hediondillo 2	2300
26	Sx6	NARANJAL	Naranja lito	2300
27	<i>Urera</i> sp.	CHICHICA	Chichicastillo	2500



FACULTAD DE AGRONOMIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, CENTROAMÉRICA

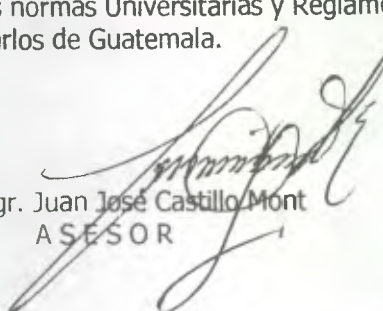
LA TESIS TITULADA: "CARACTERIZACION DE LAS COMUNIDADES VEGETALES ASOCIADAS A LAS FAMILIAS Lophosoriaceae, Dicksoniaceae y Cyatheaceae, EN EL BOSQUE NUBLADO DE LA MICROCUENCA "RIO EL NARANJO", EN LA SIERRA DE LAS MINAS.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JORGE MARIO VARGAS PONCE

CARNET No: 9117904

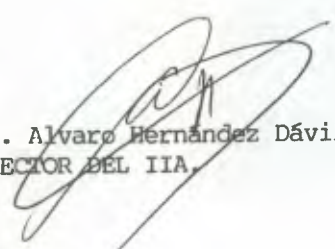
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Luis F. Ortíz Castillo
Ing. Agr. José Vicente Martínez Arévalo
Ing. Agr. Manuel Martínez Ovalle
Inga. Agra. Myrna E. Herrera Sosa

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
ASESOR


Ing. Agr. M.Sc. César Castañeda Salguero
ASESOR


Dra. Margareth Dix
ASESORA


Ing. Agr. M.Sc. Alvaro Hernández Dávila
DIRECTOR DEL IIA.

IMPRIMASE


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
DECANO