



**Universidad de San Carlos
de Guatemala**



**Centro de Estudios
Conservacionistas**



**Centro de Datos
para la Conservación**



**Consejo Nacional de
Ciencia y Tecnología**



**Fondo Nacional de
Ciencia y Tecnología**

**Corredor Biológico
Mesoamericano**

**Mamíferos menores y entomofauna del bosque nuboso del área núcleo de la
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.**

**Centro de Datos para la Conservación -CDC-
Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-
Universidad de San Carlos de Guatemala.**

Avenida Reforma 0-63 zona 10, ciudad Guatemala. Tels: 3615451/3310904
Fax: 3347664 . Correo electrónico: cecon@usac.edu.gt



Editado por Nicté Ordóñez Garza

**Unidad Ejecutora: Centro de Datos para la Conservación
(CDC) / Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)**

PROYECTO 61-01:

**Mamíferos menores y entomofauna del bosque
nuboso del área núcleo de la Reserva de
Biosfera La Fraternidad, Guatemala.**

Ejecución Septiembre del 2002 a septiembre del 2003

Investigadora Principal:

Nicté Ordóñez Garza

Investigadores Asociados:

Byron René González Callejas

José Octavio Cajas

Salvador Lou Vega

UNIDAD EJECUTORA: Centro de Datos para la Conservación (CDC)
Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Nicté ordóñez Garza

**EQUIPO INVESTIGADOR FONDO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
(FONACYT)**

Nicté Ordóñez Garza	(4 horas/día, septiembre 2002 – junio 2003)
Byron René González Callejas	(4 horas/día, septiembre 2002 – junio 2003)
José Octavio Cajas	(4 horas/día, septiembre 2002 – junio 2003)
Salvador Lou Vega	(4 horas/día, septiembre 2002 – junio 2003)

EQUIPO INVESTIGADOR DE APOYO

Rafael Avila Santacruz	(4 horas/día, septiembre 2002 – junio 2003)
Vanesa Dávila	(1 horas/día, septiembre 2002 – junio 2003)

**EQUIPO INVESTIGADOR CENTRO DE DATOS PARA LA CONSERVACION
(CDC-CECON)**

Rebeca Orellana	(3 horas/día, (horas/día septiembre 2002 - junio 2003)
Marco Polo Castillo	(3 horas/día, (horas/día septiembre 2002 - junio 2003)
Claudia Burgos	(2 horas/día, (horas/día septiembre 2002 - octubre 2003)
Luis Villar	(2 horas/día, (horas/día septiembre 2002 - diciembre 2002)

Agradecimientos

En primer lugar queremos agradecer a la Licenciada Rebeca Orellana, de quien surgió la idea de la ejecución de este proyecto, ya que sin ella no hubiera sido posible hacer realidad este estudio. Por su valioso apoyo al trasladar equipo y personal de trabajo a la aldea La Cañada y permitimos usar su finca para pernoctar agradecemos al señor Hugo Nova, quien nos ayudo desde que llegamos a Concepción Las Minas y nos trasladó a Esquipulas en diferentes oportunidades. Al señor Enrique Ordóñez quien en dos oportunidades nos traslado a Esquipulas y a Concepción Las Minas, agradecemos todo el tiempo que invirtió en los viajes. Al señor Roberto Trigueros por conducir equipo y personal de trabajo a la aldea Las Crucitas, Concepción Las Minas. Al señor Amado Acevedo por guiarnos en las montañas de Los Planes, Concepción Las Minas así como también por ayudar con la apertura de brechas, mantenimiento del agua en el campamento y por su hospitalidad y amabilidad en todo momento. A la hija de Don Amado Acevedo por recibirnos después de largos días fríos en la montaña con el caldo de gallina que nos ayudo a seguir nuestra travesía de regreso a la capital. A la familia de la señora Morales, quien nos proporcionó refugio en nuestro camino hacia la parte más alta de las montañas de Concepción Las Minas y quien nos preparó café y amablemente nos prestó su cocina en nuestro viaje. Así mismo agradecemos a Eddin Morales quien siendo muy joven es el encargado del trabajo de su casa y quien nos llevó elotes cocidos al campamento cuando ya no teníamos comida. A todos los jóvenes de la Aldea Los Planes, Concepción Las Minas por ayudarnos a trasladar el equipo a las montañas, durante una tarde lluviosa de octubre. A las personas del proyecto ATRIDEST – Asociación Trinacional para el Desarrollo del Trifinio- con sede en Esquipulas por apoyar nuestra investigación en el Refugio de Montaña de la Aldea El Duraznal, especialmente a los señores Domingo Arita y César Recinos quienes nos guiaron por los caminos difíciles de las montañas y quienes nos proporcionaron linternas y acceso al refugio de montaña y al Ingeniero Juan Carlos Montúfar por su amabilidad y atención en todo momento. A todos los vecinos de la aldea El Duraznal que nos ayudaron a empujar los carros para llegar al refugio de montaña, especialmente al profesor Gustavo, al señor Javier Nova, al señor Teófilo Cortéz y al señor Benigno Trigueros quien nos prestó su carro para cargar la batería de nuestro carro. Así mismo agradecemos a la familia Duarte Peyes, quienes nos regalaron agua para poder sobrevivir en el Refugio de montaña y quienes amablemente nos prepararon tortillas y café durante los días más fríos de diciembre del 2002.

Agradecemos a los ingenieros Mario Aldana y Fernando Granados del Ministerio de Agricultura y Ganadería –MAGA- por su amable atención y colaboración para localizar los sitios de muestreo en mapas digitales. El contacto para llegar a la aldea La Granadilla se lo agradecemos a las licenciadas Carmen Lucia Yurrita y María Eunice Enríquez del Laboratorio de Entomología Aplicada –LENAP- de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala,

quienes nos proporcionaron los nombres de las personas a contactar en Esquipulas para realizar nuestro trabajo de campo. A los señores Odilio Herrera y Ronaldo Trigueros por llevarnos a la aldea La Granadilla antes de iniciar nuestro muestreo en las montañas de Esquipulas.

A la familia Solís de la Finca Las Nubes en la aldea La Granadilla, por su amabilidad al recibimos en su finca y por las molestias que les causamos con el teléfono, también por trasladarnos de Esquipulas a la aldea, especialmente a Marco Vinicio por trasladarnos al hotel cuando lo necesitamos, y a la señora de Solís por prepararnos café y regalarnos pan de Esquipulas en nuestro viaje de retorno a la capital.

Al señor Serafín Sosa de la aldea la Granadilla por tomarse el tiempo de encontrar animales de carga que nos ayudaron a trasladar el equipo de campo y a su esposa por prepararnos almuerzos. A los señores Orlando Hernández, Edwin Hernández, Daniel Calderón por encargarse del traslado del equipo de campo de la aldea La Granadilla hasta la Cumbre Montecristo. Al señor Ulises Hernández por acompañarnos en el campo y ayudarnos a obtener las muestras de la vegetación. Así mismo agradecemos a la señora Yoli Sosa de Hernández por brindarnos café, tortillas y su casa en nuestro camino a la cumbre Montecristo.

Al señor Mauro Hernández por proporcionarnos lugar para acampar, por permitirnos utilizar su cocina y sus animales de carga.

A nuestros compañeros biólogos de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos: Mónica Cajas, Oscar Hugo Machuca y Fernando Castillo por su gran ayuda en los viajes de campo.

En la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, agradecemos a Ph. D Jorge Erwin López y a M. Sc. Sergio Melgar del Proyecto de Investigación, Monitoreo y evaluación del Parque Nacional Laguna Lachua –PIMEL-, quienes nos facilitaron la utilización del equipo del laboratorio para procesar nuestras imágenes de la vegetación y trabajar con las bases de datos. A todo el personal del Laboratorio de Entomología Aplicada –LENAP- de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala por facilitarnos el uso de las instalaciones, reactivos y equipo para el montaje y determinación de los diferentes ectoparásitos colectados en el campo.

Al Lic. Fernando Díaz, de la Escuela de Biología por facilitarnos la utilización de reactivos para conservar especímenes y por su interés en colaborar con el proyecto.

En el Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos agradecemos a las siguientes personas por su importante contribución al desarrollo de este proyecto: Alva Alvarado, Marco Polo Castillo, Claudia Burgos, quienes nos apoyaron en todo momento. A Miguel Flores quien nos ayudó con la localización de las especies en mapas cartográficos para el Centro de Datos para la Conservación de Guatemala. A licenciado Ismael Ponciano por su apoyo en la calendarización de las salidas de campo y por sus consejos. A la licenciada Mercedes Barrios y al licenciado Jorge Ruiz por todo el apoyo brindado para la realización del proyecto. Por su

ayuda en la determinación de las muestras colectadas, por permitimos invadir el espacio del Herbario USCG y por sus consejos agradecemos al licenciado Julio Morales. Al licenciado Sergio Pérez del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala por ayudarnos a establecer la colonia de Derméstidos para la limpieza de los especímenes colectados. Agradecemos a M.Sc. Carlos Avendaño Mendoza por su participación y su tiempo en la interpretación de los análisis estadísticos empleados en la investigación. A la señora Elizabeth de Perdomo por ayudarnos en la preparación del transporte de especímenes para su estudio en Estados Unidos de América y por todo el tiempo invertido en los trámites del proyecto, al licenciado Eddy Perdomo por su valioso apoyo para la impresión del documento. Al licenciado Guillermo Godínez y al ingeniero Freddy Milán del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYT- por su ayuda en la orientación para poder desarrollar el proyecto y a todas las personas que colaboraron para la realización del proyecto, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible concluir con éxito esta empresa. .

CONTENIDO

0. RESUMEN EJECUTIVO	01
1. INTRODUCCION	02
2. PALABRAS CLAVE	03
3. ANTECEDENTES	03
3.1 Bosques Nubosos	03
3.2 Estudios biológicos en Bosques Nubosos de Guatemala	09
3.3 Reserva de Biosfera La Fraternidad	12
3.3.1 Localización	12
3.3.2 Aspectos físicos y de recursos naturales	12
3.3.3 Aspectos históricos	14
4. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo General	19
4.2 Objetivos Específicos	19
5. METODOLOGIA	20
5.1 Fase de gabinete	20
5.2 Fase de campo	20
5.2.1 Procedimiento para muestreo de mamíferos menores	22
5.2.2 Procedimiento para muestreo de ectoparásitos	23
5.2.3 Procedimiento para muestreo de microhabitats	24
6. ANALISIS DE DATOS	25
6.1 Análisis de datos de mamíferos menores	25
6.2 Análisis de datos de microhábitats	26
7. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	27
7.1 Mamíferos menores encontrados en la RBLF	27
7.2 Ectoparásitos encontrados en mamíferos menores de la RBLF	36
7.3 Microhabitats de la RBLF	42
7.3.1 Análisis descriptivo de la vegetación	42
7.3.2 Estructura de la vegetación	49
7.3.3 Relaciones geográficas de la vegetación	56
7.3.4 Análisis ecológico multivariante de la vegetación	57
8. CONCLUSIONES	61
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65
10. ANEXOS	73
11. INFORME FINANCIERO	

INDICE DE TABLAS

Tabla No.1:	
Sitios de muestreo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad	22
Tabla No.2:	
Esfuerzos de captura de mamíferos menores en la RBLF	26

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.1:	
Especies de mamíferos menores encontrados en la RBLF	27
Cuadro No.2:	
Familias y géneros del Orden Siphonaptera encontrados en la RBLF	37
Cuadro No.3:	
Géneros del Orden Siphonaptera (♀/♂) en mamíferos menores	38
Cuadro No.4:	
Géneros del Orden Siphonaptera (♀/♂) en <i>Peromyscus aztecus</i>	39
Cuadro No. 5:	
Géneros del Orden Siphonaptera (♀/♂) en <i>Habromys lophurus</i>	39
Cuadro No.6:	
Géneros del Orden Siphonaptera (♀/♂) en <i>Peromyscus mexicanus</i>	39
Cuadro No.7:	
Géneros del Orden Siphonaptera (♀/♂) en <i>Reithrodontomys mexicanus</i>	39
Cuadro No.8:	
Géneros del Orden Siphonaptera (♀/♂) en <i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	40
Cuadro No.9:	
Géneros del Orden Siphonaptera (♀/♂) en <i>Scotinomys teguina</i>	40
Cuadro No.10:	
Familias vegetales con mayor abundancia de generos en la RBLF	43
Cuadro No.11:	
Altura en metros de las especies arbóreas de la RBLF	50
Cuadro No. 12:	
Diámetro a la altura del pecho de especies vegetales de la RBLF	51
Cuadro No.13:	
Número de individuos del estrato arbóreo de diferentes sitios de la RBLF	52
Cuadro No. 14:	
Densidad de árboles por unidad muestral en la RBLF	53
Cuadro No.15:	
Densidad de géneros arbóreos con mayor abundancia en la RBLF	54
Cuadro No.16:	
Comparación de la riqueza de géneros de plantas de la RBLF	55
Cuadro No.17:	
Número de géneros compartidos por estrato vegetal en la RBLF	55
Cuadro No. 18:	
Géneros exclusivos y especies vegetales compartidas de la RBLF	56
Cuadro No. 19:	
Relaciones biogeográficas de géneros de plantas de la RBLF	57

INDICE DE FIGURAS

Figura No1: Proporción de especies de mamíferos menores en el Duraznal	30
Figura No.2: Proporción de especies de mamíferos menores en Concepción Las Minas	30
Figura No.3: Proporción de especies de mamíferos menores en Macizo Montecristo	31
Figura No.4: Proporción de especies de mamíferos menores en Cumbre Montecristo	31
Figura No.5: Número de especies de mamíferos menores en la RBLF	32
Figura No.6: Valor de diversidad del índice de Shannon para la RBLF	33
Figura No.7: Matriz de los coeficientes de similitud de Jaccard para mamíferos menores	34
Figura No.8: Valores promedio de altura de árboles de diferentes sitios de la RBLF	50
Figura No. 9: Valores promedio de DAP de árboles en diferentes sitios de la RBLF	51

RESUMEN EJECUTIVO

En la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Chiquimula, existe uno de los principales bosques nubosos de Guatemala, el cual es compartido con El Salvador y Honduras. La biodiversidad de los bosques nubosos es alta al compararlo con bosques lluviosos de tierras bajas, y funcionan como importantes captadores de agua.

La investigación se realizó con el objetivo de definir los patrones, causas y consecuencias de la variación espacial de la diversidad de especies de mamíferos menores y entomofauna relacionada, en el bosque nuboso del área núcleo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad. El informe incluye la descripción de la estructura de las comunidades vegetales, de mamíferos menores, y entomofauna asociada a ellos. Esta información es una contribución para el manejo de esta Reserva de Biosfera y permite conocer especies susceptibles a cambios debidos a la utilización de los recursos naturales del área. Se utilizó la metodología de Patrimonio Natural; dividida en fase de gabinete y fase de campo que incluye la recopilación bibliográfica y de campo registrada en una Base de Datos Biológica y una Evaluación Ecológica Rápida realizada en el campo.

Se registraron trece especies pertenecientes a ocho géneros, distribuidos en cuatro familias de mamíferos menores: Didelphidae, Soricidae, Heteromyidae y Muridae. La especie de mamífero menor con el valor de abundancia más alto es *Reithrodontomys mexicanus*. Se encontró un total de seis géneros de ectoparásitos del Orden Siphonaptera (pulgas). El 95% de las especies de roedores (Muridae) de la Reserva, presentaron al menos un género de pulga con excepción de la especie *Nyctomys sumichrasti*. Del total de pulgas encontradas el 60% correspondió a hembras y el 40% a machos.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques nubosos tropicales son importantes porque capturan y transportan agua, protegiendo el suelo contra la erosión. Estos bosques representan un ecosistema frágil debido a que los organismos que habitan en ellos son sensibles a pequeños cambios en la temperatura, humedad y a otras condiciones. La biodiversidad de estos bosques en términos de especies de árboles, arbustos, hierbas y epífitas es relativamente alta al compararlo con bosques lluviosos de tierras bajas, considerando su reducida superficie con relación a la selva tropical lluviosa, en la cual la riqueza específica se concentra en los árboles principalmente. En términos de especies nativas, bancos de genes y ecosistemas, los valores de diversidad de los bosques nubosos son altos. Eso se debe a que los ecosistemas de bosques nubosos actúan como islas, teniendo diversidad alta debido especialmente a la proporción de especies endémicas.

Como otros ecosistemas, los bosques nubosos tropicales, están amenazados, debido principalmente a su transformación en áreas para agricultura y ganado. En la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Chiquimula, existe uno de los principales bosques nubosos de Guatemala, este bosque está compartido con El Salvador y Honduras. Con el fin de contribuir con el estudio de la ecología de este bosque nuboso, se describió la estructura de las comunidades biológicas de mamíferos menores, entomofauna relacionada a estos mamíferos y comunidades vegetales. Como una contribución al manejo de esta Reserva de Biosfera, este proyecto permite conocer especies susceptibles a cambios debidos a la utilización de los recursos naturales del área.

Una mejor comprensión de los patrones biológicos de esta área, permitirá a los ecólogos hacer predicciones de cómo está cambiando la distribución de especies y comunidades como resultado de cambios inducidos por el hombre en bosques nubosos.

2. PALABRAS CLAVE

Biodiversidad, fauna, mamíferos, mamíferos menores, pulgas, bosques nubosos, Trifinio, Reserva de Biosfera La Fraternidad, Chiquimula, Guatemala.

3. ANTECEDENTES

3.1 Bosques nubosos

Esta definición aparentemente fue utilizada la primera vez por Miranda para describir una comunidad vegetal de la Cuenca del Balsas en México (Rzedowski 1994). Generalmente en la región de México y algunas partes de Centroamérica se le conoce al bosque nuboso con el término de bosque mesófilo de montaña. Este término define ampliamente un conjunto de asociaciones de vegetación que varían en composición florística y estructura de acuerdo a factores físicos y bióticos particulares (Rzedowski 1994). También se les conoce como bosques de ceja de montaña, por ser el remanente de vegetación nativa de las montañas y ha recibido otras denominaciones como selva nubosa, bosque nublado, nebliselva, bosque o selva andina y yunga (Kappelle y Brown 2001). En los trópicos húmedos, los bosques nubosos montanos se encuentran típicamente entre los 2,000 y los 3,500 msm (Hamilton 1995), aunque se han encontrado desde los 500 metros, siendo más frecuentes entre los 1,200 m y 2,500 msm (Doumenge *et al.* 1995). Ocurren en zonas altitudinales en donde la atmósfera se caracteriza por la presencia de un frecuente y persistente viento nuboso (Hamilton *et al.* 1995).

La formación de estos bosques se debe a la suficiente elevación, que tiene un efecto de enfriamiento del aire que asciende y a la exposición a vientos húmedos provenientes de los océanos. En la región meoamericana una fuente importante de humedad es el Caribe, que recibe agua de las corrientes del

Atlántico Ecuatorial del norte y es relativamente tibio. Esta corriente proporciona agua tibia a lo largo de las costas de Centro América y del Sur de México (Campbell 1982). Los vientos pasan a través de estas aguas levantando suficiente humedad y hacen contacto en la tierra (Campbell 1982).

El desarrollo de nubes o vientos nubosos, influye en la interacción atmosférica, permitiendo reducción de la radiación solar, déficit de vapor de agua, dosel mojado y en general una supresión de la evaporación (Hamilton *et al.* 1995). Las bajas temperaturas permiten la condensación del agua y bajas tasas evaporación, dando como resultado que el agua sea interceptada antes de que ocurra la precipitación directa (Carr 1950). La interceptación directa del agua de las nubes por la vegetación, aumenta las tasas de precipitación del bosque (Hamilton *et al.* 1995). Los movimientos de agua entre las superficies de la vegetación por condensación o por contacto directo con gotas de las nubes (precipitación horizontal) que ocurre en estos bosques, se ve influida por la altura de la vegetación, tamaño y estructura del dosel, biomasa, arreglo y propiedades físicas de las hojas y epífitas. También influyen factores climáticos como humedad, tamaño de las gotas, velocidad y dirección del viento con respecto a la orientación del bosque y la duración del proceso (Bruijnzeel *et al.* 1995). La precipitación horizontal de estos bosques permite que exista una reserva de agua durante el verano (Hamilton 1995), esto debido a que la interceptación del agua por epífitas puede ir desde el 50% al 80%, lo que permitirá que el agua que llegue al suelo contribuya al mantenimiento del caudal de quebradas, riachuelos y ríos (Kappelle y Brown 2001). Por lo que este sistema boscoso ha compartido con la humanidad una historia de uso y de oferta de recursos durante por lo menos la última decena de miles de años, de forma ininterrumpida (Kappelle y Brown 2001).

La humedad de estos bosques generalmente es cercana al punto de saturación (LaBastille y Pool 1978). El rango de precipitación anual varía desde 2,000 mm a más de 5,000 mm dependiendo de la latitud, dirección e intensidad de los vientos y de la distancia a los océanos (Campbell 1982).

Con el aumento de la altitud en bosques montanos tropicales ocurren cambios en la estructura y fisionomía del bosque (Bruijnzeel *et al.* 1995). A lo largo del gradiente altitudinal se encuentran diferentes gremios vegetales: árboles en todo el gradiente; arbustos y enredaderas disminuyen con la altura; epífitas de la familia Hymenophyllaceae son abundantes al inicio del gradiente. Epífitas méxicas como *Lycopodium* y musgos son más abundantes en las porciones altas del gradiente (Vásquez-García 1995). Un factor importante que determina la estructura de la vegetación es el grado de exposición al viento (LaBastille y Pool 1978).

Las principales asociaciones vegetales de bosques nubosos según la terminología de Carr (1950) son:

- 1. Asociación Ocotal:** Esta presenta pinos y encinos, gran cantidad de epífitas y arbustos dominados por representantes de la familia Melastomataceae.
- 2. Asociación Pinabetal:** Se caracteriza por presentar comunidades de pinos, epífitas y arbustos en grandes cantidades.
- 3. Asociación bosque nuboso maderable:** Son bosques méxicos, que presentan encinos. Dentro de esta asociación se reconocen tres zonas, la primera es una zona típica de encino-Lauraceae, con representantes de las familias Melastomataceae, Piperaceae, Hymenophyllaceae y Pteridofitas; la segunda es una zona de *Chamaerodea*-Pteridofitas, con líquenes abundantes; y la tercer zona esta caracterizada por presentar arbustos de peña expuestos al viento, presentando formas micrófilas-esclerófilas, principalmente de las familias Ericaceae, Myricaceae y Myrsinaceae.

El dosel exhibe árboles con ramas gruesas capaces de soportar el agua que queda entre las bromelias y presenta densas copas. Se caracteriza por

presentar una alta proporción de epífitas (briofitas, líquenes y representantes de la familia Hymenophyllaceae) y reducción de trepadoras (Hamilton *et al.* 1995). En los suelos de estos bosques se encuentran selaginelas, helechos, pequeñas palmas, líquenes, hepáticas, musgos, bromelias, orquídeas, representantes de las familia Liliacea y Aracea. Sobresalen helechos arborescentes de la familia Cyatheaceae que son especies indicadoras de este tipo de bosques (Campbell 1982). A mayor altura disminuye la altura de los árboles, se simplifica la estratificación, disminuye el tamaño de las hojas y se endurecen (xeromorfismo), aumenta la cantidad de epífitas, musgos y líquenes (Doumenge *et al.* 1995).

Los árboles de estos bosques tienden a presentar reducida altura por el efecto Masseneshebung o efecto telescopio que no permite el crecimiento de los árboles (Bruijnzeel *et al.* 1995) y también incrementa la densidad de fustes y a medida que aumenta la altitud se observan con troncos y ramas torcidos, y copas reducidas (Hamilton 1995). Esto se explica por la frecuencia de nubes o neblina, que es el factor más importante que determina la estatura de los árboles en los bosques montanos (Bruijnzeel *et al.* 1995). A esta formación boscosa también se le denomina Bosque Lluvioso Montano Alto (Gentry 1990).

Los suelos se mantienen húmedos y frecuentemente retienen el agua, poseen una alta cantidad de materia orgánica en forma de humus e histosoles (Hamilton 1995). Presentan mal drenaje, lavado de nutrientes, bajas temperatura y son delgados (Carr 1950).

Los bosques nubosos son frágiles, los organismos que habitan en ellos son sensibles a pequeños cambios en la temperatura, humedad y otras condiciones (LaBastille y Pool 1978). Son importantes porque capturan y transportan agua, protegiendo el suelo contra la erosión. Los árboles interceptan la humedad de las nubes a través de las hojas y las ramas, lo que permite el goteo constante, a su vez esto incrementa de la precipitación como resultado de la presencia de estos árboles (Doumenge *et al.* 1995).

La biodiversidad de estos bosques en términos de especies de árboles, arbustos, hierbas y epífitas es relativamente alta al compararlo con bosques lluviosos de tierras bajas (Hamilton *et al.* 1995), considerando su reducida superficie con relación a la selva tropical lluviosa, en la cual la riqueza específica se concentra en los árboles principalmente (Kappelle y Brown 2001). En términos de especies nativas, bancos de genes y ecosistemas, los valores de diversidad son altos en estos bosques (Hamilton 1995). Eso se debe a que los ecosistemas de bosques nubosos actúan como islas, teniendo diversidad alta debido especialmente a la proporción de especies endémicas (Campbell 1999). El 32% de aves, mamíferos y anuros endémicos del Perú se encuentran en hábitats de bosques nubosos (Hamilton 1995). En Africa tropical, el centro de endemismo de aves coincide con rangos de montaña de bosque nuboso (Doumenge *et al.* 1995). En Suramérica áreas montanas fueron refugios durante períodos secos en períodos geológicos pasados y son centros prevalecientes de endemismo (Doumenge *et al.* 1995).

En el caso del género *Magnolia*, muestra un patrón de especiación alopátrica y un alto grado de endemismo en bosques nubosos de México y Mesoamérica (Vásquez-García 1995). En bosques nubosos de América Central el endemismo es alto, especialmente en las islas del Caribe (Doumenge *et al.* 1995).

En Mesoamérica existen 1,600 kilómetros de bosques nubosos (LaBastille y Pool 1978), localizándose desde Tamaulipas México hasta Panamá (Campbell 1982; Stuart 1966). Una de las áreas más importantes para la biodiversidad en bosques nubosos es el núcleo de Centroamérica, región de tierras altas comprendidas entre el istmo de Tehuantepec en México y la depresión de Nicaragua (Campbell 1999). En esta región existen bosques nubosos aislados geográficamente (La Bastille y Pool 1978), caracterizados por presentar bajas temperaturas y niveles altos de precipitación (Hamilton 1995).

El patrón de distribución de estos bosques en Mesoamérica es discontinuo, análogo al de un archipiélago o a una cadena de islas (Vásquez-García 1995).

Una de las regiones registradas con bosque nuboso es el Cerro de Montecristo (Campbell 1982), que forma parte de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, ubicada entre Guatemala, Honduras y El Salvador (IICA- OEA 1998).

En México se reportan 34 áreas de bosques nubosos (Vásquez-García 1995), las más extensas se encuentran al norte de Chiapas, en las tierras altas que se unen a la Sierra de Los Cuchumatanes en Guatemala. Otras regiones de bosques nubosos de Guatemala se encuentran en Alta Verapaz, en las Sierras de Pocolcha, Xucunub, Pansal y las tierras altas entre Cobán y el Río Negro (Campbell 1982). Otra región es la Sierra de Las Minas que se extiende desde el Cerro Quisis en hasta el Cerro Verde en el norte de Zacapa, una región aislada de bosque nuboso se encuentra en Las Montañas del Mico en Izabal y en la cadena volcánica. En El Salvador se encuentran bosques nubosos en el Cerro El Pital, algunos volcanes y las tierras altas de la región de Ahuachapán (Campbell 1982). En Honduras están registrados 31 áreas de bosques nubosos (Mejía y Hawkins 1993); las regiones más grandes son las de la Sierra de Omoa, Sierra del Espíritu Santo, Cerro Santa Bárbara, Sierra de Sulaco, Sierra de Nombre de Dios y Sierra de Agalta (Campbell 1982). La región de mayor altura en Honduras y en donde existe una formación de bosque nuboso es en el Parque Nacional Celaque, en la montaña del mismo nombre, ubicado en el departamento de Lempira (Cruz *et al.* 1993; Mejía y Hawkins 1993). En Nicaragua se encuentran bosques nubosos en la región norte del país, localizándose en las crestas de la Cordillera Isabela (Campbell 1982).

En la actualidad, el bosque nuboso es considerado uno de los ecosistemas más frágiles a escala mundial, debido a la inusual fuerza de los procesos de degradación por el uso excesivo y su conversión en sistemas agrícolas y campos de pastoreo (Kappelle y Brown 2001).

3.2 Estudios Biológicos en Bosques Nubosos de Guatemala

En Guatemala, durante los últimos años se ha realizado investigación biológica en zonas montañosas y algunas organizaciones se han dedicado a la administración de los recursos naturales y al financiamiento de proyectos de investigación especialmente con mamíferos, aves y vegetación (FIIT 1995-96). Los esfuerzos realizados por la Fundación Interamericana de Investigación Tropical –FIIT- a finales de los años 80, en áreas del suroccidente del país, han aportado datos importantes al conocimiento de grupos faunísticos de dichas regiones (FIIT 1994, Vannini 1989).

Estudios sobre la vegetación en bosques nubosos se han llevado a cabo desde 1989, el primero registrado es el trabajo de Catling y Lefkovitch (1989), que estudian las asociaciones de epífitas vasculares en una región con bosque nuboso en Sierra de las Minas, Zacapa. En este estudio se determina la ocurrencia de las epífitas en árboles clasificándolos en cuatro categorías de acuerdo al diámetro del árbol. Se reportan 68 especies de epífitas y las familias más abundantes: Orchidaceae y Polypodiaceae .

La Universidad de San Carlos de Guatemala a través del CECON lleva a cabo en 1993 una Evaluación Ecológica Rápida –EER- en la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas, que incluye los departamentos de El Progreso, Zacapa, Izabal y Baja Verapaz. Se emplean tres niveles de muestreo con el fin de caracterizar y localizar las comunidades biológicas del bosque nuboso de la región. En este estudio se mide biodiversidad a través de la caracterización de: vegetación, pasalidos, mamíferos menores, aves y mariposas diurnas. El estudio caracterizó las comunidades biológicas, determinó y comparó biodiversidad, ayudó a la zonificación de la reserva, y estableció un diagnóstico del área (Villar 1993).

En el área protegida Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal, Purulhá, Guatemala, durante 1997, Véliz lleva a cabo un inventario de epífitas. El estudio lo realiza en los bosques nubosos del Biotopo. Como resultado describe 82 géneros de epífitas distribuidos en 12 familias. Presenta además una estratificación vertical de las epífitas a través de perfiles de la vegetación.

García (1998) realiza un estudio del dosel del bosque nuboso del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal. El estudio se realiza con el objeto de determinar la composición florística de los diferentes estratos del bosque nuboso, definir los estratos verticales y representar gráficamente la estructura de la vegetación. García logra determinar las especies dominantes, densidades arbóreas, regeneraciones y finalmente estima la similitud que existe entre la vegetación a diferentes niveles altitudinales.

Durante 1998 el Centro de Datos para la Conservación –CDC- del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala –CECON- desarrolló el proyecto “Fauna en peligro de extinción: inventarios rápidos para la conservación”, en el cual se realizó un estudio en los diferentes biomas de Sierra de los Cuchumatanes, departamento de Huehuetenango, que incluyeron bosques nubosos. En 1999, el CDC desarrolló el proyecto “Fauna en peligro de extinción en Guatemala: Estudios de Biodiversidad”, con lo cual se inició el estudio de diferentes taxa en diferentes biomas de la cadena volcánica de Guatemala. Estos estudios se realizaron en los volcanes Suchitán, Atitlán, Tajumulco y en el Cerro Miramundo.

En 1999, Ordóñez realiza un estudio en diferentes bosques nubosos de la región del núcleo de Centroamérica. En dicho estudio hace un reconocimiento de las comunidades de mamíferos menores en los bosques nubosos. El estudio describe la estructura de estas comunidades a través de riqueza, abundancia relativa y dominancia de especies. Además compara la diversidad de mamíferos menores de los diferentes bosques nubosos muestreados y se presenta un

listado preliminar de estas especies para Guatemala. El informe reporta 21 especies de mamíferos menores distribuidos en 5 familias y 13 géneros.

Asimismo, en 1999, Hernández y Chinchilla, realizan una descripción general sobre la vegetación del bosque nuboso en la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.

En el año 2000 CDC, continuó con el estudio de la cadena volcánica y Sierra Madre, en Sierra de Parraxquim, Sololá, Cumbre María Tecún, Totonicapán, Astillero Municipal de San Marcos y en el volcán de Acatenango en Chimaltenango. Al mismo tiempo Schuster, Cano y Cardona (2000) realizaron un estudio para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala. El trabajo utiliza Pasalidos como organismos indicadores evaluando 32 bosques nubosos del país, dentro de los cuales se incluye la región conocida como El Trifinio, que forma parte de la Reserva de Biosfera La Fraternidad. En el estudio se sugieren siete sitios de muy alta prioridad y cinco sitios de alta prioridad para protección en Guatemala.

En 2001 Islebe y Véliz, describen los bosques nubosos de Guatemala, sus características físicas, biogeografía y distribución, estructura y diversidad florística así como la geografía humana y uso de la tierra en dichas regiones boscosas.

Existen entre otros estudios de bosques nubosos algunos realizados para la región Centroamericana. Pueden citarse los elaborados por Rzedowski (1994) sobre vegetación de México, Lieberman (1996) sobre estructura y composición sobre gradientes altitudinales en Costa Rica, Ramírez (2001) sobre diversidad florística del bosque mesófilo en el norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica.

3.3 Reserva de Biosfera La Fraternidad

3.3.1 Localización

Está ubicada entre los 88°45' y 89°50' de longitud Oeste y entre los 14°05' y 15°12' de latitud Norte, en la región fronteriza entre Guatemala, El Salvador y Honduras, en torno del Macizo de Montecristo. Ver Anexo No.1. Cubre 7,584 km² (3.1% de la superficie total de los tres países), de los que corresponden a Guatemala 3,392 km² (3.1%), a El Salvador 1,158 km² (5.5%) y a Honduras 3,034 km² (2.7%). La región está conformada por 45 municipios de los que corresponden 15 a Guatemala, 22 a Honduras y 8 a El Salvador. La población estimada de la región para 1992 es 608,764 habitantes de los cuales el 58% corresponde a Guatemala y el 80% habitan en el medio rural (IICA-OEA 1997). Para 1987 la densidad poblacional es de 75.4 personas por km². La mayor parte de la población está localizada en el área guatemalteca y la mayoría de ellos sometida a penosas carencias y marginación económica y social (IICA-OEA 1998).

3.3.2 Aspectos Físicos y de Recursos Naturales

La Reserva de Biosfera La Fraternidad, corresponde a la Región Neotropical, Provincia Mesoamericana de montaña (OEA 1800) llega a los 2420 msnm (Saunier 1987). Se destacan en la misma tres formas principales de relieve: montaña, pie de montaña y planicies y los sistemas hidrográficos: Motagua, Ulúa y Lempa. De éstos, los que presentan mayores problemas en el uso de las cuencas son: Lempa y Motagua. Las partes altas de estas dos últimas cuencas se encuentran en avanzado proceso de deforestación, con las consabidas secuelas de empobrecimiento de los suelos, erosión en los lugares más afectados y en las partes bajas, arrastre de volúmenes crecientes de sedimentos, inundaciones y en general, deterioro progresivo del medio ambiente y disminución de su capacidad para sostener la vida de las poblaciones asentadas en la región. Los segmentos de las partes altas de estas cuencas

contenidos en el área de la Reserva, participan de esta situación generalizada, la cual está agravada por tratarse de segmentos económicamente periféricos con relación a los centros políticos y de producción de los tres países participantes (IICA-OEA 1997).

Las precipitaciones pluviales medias anuales registradas en la Reserva son de 500 a 1600 mm, las temperaturas entre 06°C y 25°C y la humedad relativa media entre 70% y 88%. La topografía es montañosa, con más del 75% de los terrenos con pendientes mayores del 25%; los suelos susceptibles a la erosión, poco profundos y con afloramientos rocosos (IICA-OEA 1997).

En la Reserva existen yacimientos de bentonita, caolín, piedra de tallar, arena y grava de construcción, yeso, diatomita, óxido de hierro, arcillas y mármol, en volúmenes no cuantificados; de caliza en cantidades virtualmente inagotables; y de lignito en volumen no menor de 900,000 toneladas métricas. Esos yacimientos se encuentran bajo explotación de tipo artesanal, por productores sin ningún conocimiento de geología minera y sin asistencia técnica ni financiera alguna (IICA-OEA 1998).

La Reserva es un área susceptible a desastres naturales como inundaciones, avalanchas, deslizamientos e incendios en época de sequía; tiene escasa disponibilidad de suelo agrícola y mal uso del suelo no agrícola: sólo 8% tiene vocación agrícola, con fuertes limitaciones, y un 80% para uso forestal, no obstante lo cual, el 12% está bajo cultivos agrícolas y sólo el 18% está cubierto de bosque; el área cubierta de bosque es sólo el 18.4% de la superficie total. La presión de la demanda sobre el bosque, aunada a los limitados esfuerzos de reforestación, significa que, de no tomarse las medidas adecuadas, los bosques de la Región se agotarán en menos de 20 años (IICA-OEA 1997) y con ello se extinguirán las especies relacionadas (IICA-OEA 1998). La totalidad del área trinacional está cubierta por vegetación: predominantemente bosque secundario en la zona de Honduras, bosque secundario y matorral en la de Guatemala, y

matorral en la de El Salvador. En proporción muy pequeña respecto de las áreas totales, se encuentra bosque nuboso en los tres países, concentrado en la cumbre del Macizo de Montecristo, como núcleo de la Reserva de Biosfera. Existe un alto consumo de leña en la región, estimado en 70,000 m³ por año (IICA-OEA 1998).

En el bosque nuboso de Montecristo se encuentran formaciones naturales y comunidades vegetales singulares de carácter único a nivel internacional. El bosque y su área transicional, en conjunto, presentan una extensión de 11,984 ha en condiciones inalteradas. La comunidad natural del Trifinio alberga muchas especies de flora y fauna estrictamente endémicas de este sitio y otras consideradas en peligro de extinción absoluta. Además, contiene muestras representativas de otras comunidades naturales o zonas de vida típica de la región, no incluidas actualmente en los sistemas de áreas naturales protegidas de los tres países, tales como formaciones de bosque mixto de pino roble, liquidámbar, bosque seco tropical y bosque húmedo subtropical (IICA-OEA 1998).

3.3.3 Aspectos Históricos

El bosque nuboso que corona el macizo Montecristo, cuya parte más alta se considera el punto Trifinio, pues allí ocurren las tres fronteras de Guatemala, El Salvador y Honduras, fue objeto de atención de los gobiernos de estos países desde la década del setenta, por su gran valor ecológico y biodiversidad (IICA-OEA 1997). En 1971 el gobierno de El Salvador adquirió una propiedad en el Macizo de Montecristo y desarrolló obras de protección del bosque, los cuales simultáneamente protegen la actual ciudad de Metapán (IICA-OEA 1997).

En 1974, las delegaciones de El Salvador, Guatemala y Honduras, acordaron proponer la creación de un parque multinacional en el área. En 1975 el gobierno de Guatemala elaboró un plan de manejo preliminar para su zona y expresó

interés para elaborar un plan maestro trinacional. El gobierno de Honduras declaró prioritaria el área para estudios forestales y posteriormente la creación de un parque nacional. En 1982 el gobierno de El Salvador, propuso formalmente el establecimiento de una Reserva de la Biosfera denominada "La Fraternidad", en el área del Trifinio que corresponde al macizo Montecristo (IICA-OEA 1997). En 1983 el Consejo Regional de Cooperación Agropecuaria de Centroamérica –CORECA- solicitó al IICA la elaboración de un perfil de proyecto para el establecimiento de dicha Reserva de Biosfera y acordó buscar el apoyo técnico y financiero de otras agencias internacionales. En marzo de 1984 una misión del CORECA presentó a la Secretaría General de la OEA un perfil de manejo de la Reserva, elaborado como apoyo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza –CATIE- (IICA-OEA 1997).

El Departamento de Desarrollo Regional de la OEA gestionó el financiamiento para la elaboración del plan, sumándole el apoyo de la Comunidad Económica Europea –CEE- a través de un financiamiento parcial, no reembolsable (IICA-OEA 1997). A solicitud de los gobiernos de Guatemala, El Salvador y Honduras, en 1986 se realizó una misión conjunta OEA-IICA que elaboró una nueva propuesta, en la que se señaló la necesidad de inscribir el manejo de la Reserva en el marco de un Plan Regional Integral de Desarrollo del área del Trifinio, la cual fue aprobada por los gobiernos involucrados (IICA-OEA 1997).

En noviembre de 1986 se suscribió en Guatemala el "Acuerdo de Cooperación Técnica de los Gobiernos de las Repúblicas de Guatemala, Honduras y El Salvador con la secretaría General de la OEA y con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA- para la formulación de un Plan de Desarrollo de la Región Fronteriza de los tres países", financiado por aportes provenientes de cinco partes firmantes y por la CEE. En la misma fecha la OEA y el IICA suscribieron un "Acuerdo de Cooperación para la ejecución del Proyecto Plurinacional de Desarrollo de la Región Fronteriza de Guatemala, Honduras y El Salvador". Posteriormente la OEA y la CEE suscribieron un

“Acuerdo de administración de los recursos financieros aportados por la Comunidad para la elaboración del Plan” (IICA-OEA 1997). El objetivo de este plan sería el desarrollo de esa región, denominada Trifinio por el motivo indicado, por medio de la utilización racional de sus recursos naturales, con especial enfoque en la conservación del bosque nuboso en torno al Macizo de Montecristo y el área circundante, conjunto al que se ha definido como Reserva de la Biosfera "La Fraternidad". Se consideró como estrategia indispensable el desarrollo de la población local en la zona de influencia del proyecto y la delimitación de áreas con diferentes categorías de manejo: un área núcleo para la preservación del bosque; un área de amortiguamiento para el manejo de los recursos forestales; y un área de uso múltiple, en la que se consideren adecuadas prácticas culturales de carácter silvo-agro-pastoriles o de agroforestería. Esto último estaba sustentado en el hecho de que el desarrollo de las poblaciones circundantes al área núcleo y a las áreas de amortiguamiento requiere que las mismas tengan opciones de actividades y recursos para atender a sus familias (desarrollo agrícola, artesanal, industrial, comercial y de servicios) sin tener que recurrir como alternativa única a la extracción forestal para sobrevivir (IICA-OEA 1998).

En 1987, los vicepresidentes de Guatemala, El Salvador y Honduras, suscribieron la “Declaración de la Reserva de la Biosfera "La Fraternidad". Pero no es sino hasta 1995 cuando se desarrolló el “Plan Trifinio”, referente al área que incluye a la Reserva de Biosfera La Fraternidad. Este plan incluyó programas de crecimiento económico, infraestructura y desarrollo social y el programa de la Reserva de Biosfera de la Fraternidad es el conocido dentro del Plan Trifinio como componente T1. Este programa estuvo coordinado en tres países por la UICN, con el apoyo de las direcciones de parques u organizaciones equivalentes de cada país (Barrios 1995).

El origen del Plan Trifinio fue la preocupación de los tres países por la conservación del bosque nuboso de Montecristo, se llegó a la convicción de que

dicha conservación sólo es posible en la medida en que la población circundante tenga opciones que la liberen de la necesidad de explotar los recursos forestales como estrategia de supervivencia. Esto condujo a la inclusión de un área extensa en torno a la Reserva, como áreas de amortiguamiento y de usos múltiples, definiéndose finalmente como área del Plan una superficie de 7,584 km² constituida por la totalidad del departamento de Chiquimula y cuatro municipios del departamento de Jutiapa en Guatemala; cinco municipios del departamento de Santa Ana y tres del de Chalatenango en El Salvador y todo el departamento de Ocotepeque y seis municipios del de Copán en Honduras (IICA-OEA 1997).

El Plan Trifinio, fue revisado y actualizado en 1992 por la unidad técnica constituida por especialistas de la OEA y el IICA. En referencia a Protección ambiental, el plan se orientó hacia el proceso de deforestación, empobrecimiento y erosión del suelo, la depredación del patrimonio natural y contaminación del suelo, agua y aire. Dentro de los proyectos al nivel de perfil, se encuentra el Proyecto de Manejo de la Reserva de Biosfera "La Fraternidad" (IICA-OEA 1997). Como una contribución al manejo de esta Reserva de Biosfera, este proyecto pretende ser de importancia para permitir conocer especies que sean susceptibles a cambios debidos a la utilización de los recursos naturales del área.

Una de las acciones del Plan Trifinio es permitir la integración y aprovechamiento de las zonas de fragilidad ecológica, que son mayoritarias en la región, en busca de la sostenibilidad de los recursos naturales y del mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural (IICA-PNUD 1993). Para el desarrollo del plan Trifinio se creó la Unidad Técnica OEA-IICA, que en el capítulo de Recursos Naturales, ha generado información sobre las zonas de vida natural y ecosistemas especiales, suelos, recursos hídricos, recursos forestales, recursos geológico-mineros, trabajos de prospección y

explotación minera de la región, recursos energéticos y recursos turísticos (IICA-OEA 1997).

Con relación al Plan de Manejo de la Reserva de Biosfera "La Fraternidad", funcionarios de Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y The Nature Conservancy (TNC), elaboraron el documento "Planning and Management of Wildlife Resources in the Trifinio Border Region of Honduras, El Salvador, Guatemala, a proposal for International Assistance". Esta propuesta estaba orientada a desarrollar labores de planificación, manejo de flora y fauna, educación ambiental y adiestramiento. En 1992 el coordinador técnico regional y encargado de Áreas Protegidas y Biodiversidad de UICN, realizó una reunión para informar que UICN pensaba modificar la propuesta de ayuda internacional formulada en enero de 1990 y se estableció que UICN y el Plan Trifinio definirían las políticas y estrategias de manejo de la zona de influencia compartida (15 kilómetros de radio del punto Trifinial), estableciendo una clara delimitación de la Zona núcleo, Zona de amortiguamiento y Zona de uso múltiple y aprobada se presentó a la Agencia Sueca para el Desarrollo - ASDI- (IICA-OEA 1997).

Tanto El Salvador como Guatemala y Honduras han declarado al Macizo de Montecristo área protegida. Sin embargo, hasta la fecha no existe un plan de manejo trinacional aprobado para el conjunto de la Reserva, y sólo en la parte Salvadoreña el gobierno ha realizado acciones de conservación y establecido un sistema de vigilancia del bosque, así como el mantenimiento del único camino de acceso al núcleo. Pero ocurre que hay sectores del área de la Reserva en los que existe población asentada, numerosa en el lado de El Salvador, que ejerce presión sobre el bosque para la utilización de la leña y sobre la tierra para actividades agrícolas; amenazando constantemente la integridad de la Reserva. Este problema no se puede resolver mientras no se establezca un plan trinacional, con participación de esa misma población asentada y circundante, a

condición de que sus problemas familiares de supervivencia se encuentren atendidos por medio de fuentes de trabajo alternativas (IICA-OEA 1997).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

- Definir los patrones, causas y consecuencias de la variación espacial de la diversidad de especies de mamíferos menores y entomofauna relacionada, en el bosque nuboso del área núcleo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad.

4.2 Objetivos Específicos

- Describir la estructura de las comunidades biológicas (Mamíferos menores y la entomofauna relacionada) de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, encontrando riqueza y presencia de especies.
- Definir las áreas biogeográficas a las que corresponde cada especie encontrada en la Reserva de Biosfera La Fraternidad.
- Definir la relación entre las poblaciones de mamíferos menores de la Reserva de Biosfera La Fraternidad y la entomofauna relacionada.
- Caracterizar y analizar la vegetación de los estratos arbóreo, arbustivo, epífita del bosque nuboso de la Reserva de Biosfera La Fraternidad.

5. METODOLOGIA

5.1 Fase de gabinete

Este trabajo se realiza en el CDC, desde 1995 y se hace simultáneamente al trabajo de campo, para mantener información actual en la base de datos referente a información biológica de Guatemala. Para el efecto, se utilizó un formulario de Localización de Elemento –LE-, que se llena en forma manual y se almacena en una base de datos computarizada, que recopila la información de distribución de las especies en el sitio de estudio correspondiente.

Los datos que se recopilaron en el campo para cada especie son: nombre científico, nombre común, departamento de la localización, municipio de la localización, nombre del sitio donde se localiza, elevación del sitio, coordenadas de localización, nombre y código del mapa donde se localiza (escala 1:50,000), ecorregión, cuenca, datos generales de abundancia, rango de jerarquización, localidad tipo/hábitat, comentarios generales de protección y manejo del área, amenazas y bibliografía o referencia de donde se puede obtener más información de la especie.

Una vez lleno el formulario, los datos de cada especie se localizaron cartográficamente en mapas a escala 1:50,000.

5.2 Fase de Campo

La fase de campo se realizó en la Reserva de Biosfera La Fraternidad, que se encuentra localizada en las tierras altas del Departamento de Chiquimula, Guatemala. El área de estudio oscila entre 1600 y 2400 msnm, con temperaturas entre 9° C y 15° C y con humedad relativa de 70 a 90%.

El terreno en el área de muestreo posee numerosos riachuelos, se encuentra localizado en una zona con muchas pendientes, afloramientos rocosos y abundantes raíces que impiden en algunas partes observar el suelo.

En el área se observó gran diversidad de hongos, musgos, hepáticas, helechos y líquenes sobre el suelo descubierto, rocas y cobertura vegetal. El sotobosque se presenta compuesto por plantas de diferentes hábitos como herbáceas, leñosas, trepadoras y rastreras, existiendo gran cantidad de regeneración arbórea. Además presenta abundantes helechos arborescentes de aproximadamente 5 mts de altura. La mayor parte de la vegetación presenta hojas latifoliadas con abundante presencia de epifitas de las familias Bromeliaceae, Orchidaceae, Araceae, Piperaceae, además de musgos, hepáticas y helechos y en menor abundancia representantes de la familia Cactaceae. En la mayor parte del área, el dosel permite la entrada de poca luz, sin embargo en algunos lugares se observa la constante caída de árboles como producto de la fuerza del viento, que permiten la entrada de gran cantidad de luz al bosque.

En las riberas de los ríos y riachuelos de la región, hay especies herbáceas como gramíneas y abundantes arbustos de las familias Melastomaceae, Solanaceae y Rubiaceae. En algunos ríos se encontró especies acuáticas no sumergidas en su totalidad y representantes de la familia Zingiberaceae de rápida propagación.

Se realizaron cuatro salidas de campo, en donde se trabajó con los diferentes grupos taxonómicos que incluyen mamíferos menores, pulgas y vegetación (para el estudio de microhabitats). Durante cada uno de los cuatro viajes de campo se seleccionó una unidad muestral a diferente altitud: 1600, 1800, 2100 y 2400 msnm. La topografía accidentada del área precisó que la selección de cada una de las unidades muestrales estuviera sujeta a consideraciones logísticas como accesibilidad al sitio. El muestreo se realizó durante los meses de octubre y diciembre del año 2002, y durante marzo y junio del año 2003.

En cada uno de los muestreos la región presentó distintos rangos climáticos de humedad, temperatura y precipitación, prevaleciendo las condiciones de baja temperatura y alta humedad en todos los sitios visitados.

Tabla No.1: sitios de muestreo dentro de la Reserva de Biosfera La Fraternidad.

Sitio No.	Fecha	Lugar	Aldea/Municipio	Coordenadas	Altitud msnm
1	6 – 17 Octubre 2002	Concepción Las Minas	Los Planes, aldea Cañada, Concepción Las Minas. Ref: Montecristo 2359 IV	14° 25' 37.5" N 89° 21' 55.0" O	1900 – 2400
2	1 – 13 Diciembre 2002	EL Duraznal	El Duraznal, aldea Santa Rosalía Esquipulas. Ref: Esquipulas 2359 IV	14° 30' 21.1" N 89° 23' 17.6" O	1648 - 2019
3	10 – 20 Marzo 2003	Cumbre Montecristo	Aldea La Granadilla, Esquipulas Ref: Esquipulas 2359 IV	14° 25' 9.73" N 89° 21 '21.6" O	2400 – 2418
4	16 – 27 Junio 2003	Macizo Montecristo	Aldea La Granadilla, Esquipulas Ref: Esquipulas 2359 IV	14° 26' 21" N 89° 21' 55.2" O	2100 – 2400

5.2.1 Procedimiento para muestreo de mamíferos menores

En los distintos lugares de muestreo, se emplearon distintos tipos de trampas para la captura de los mamíferos menores. Las trampas que se utilizaron son de los tipos: Museum Special, Victor Rat Trap, Sherman de aluminio y trampas caseras. Estas trampas son las apropiadas para piso y bajo dosel (Brace *et al.* 2000). Estas se colocaron en transectos de aproximadamente 1000 metros de distancia cada uno. Para la disposición de las trampas se eligieron lugares de potencial éxito como huecos de árboles, ramas, cerca de rocas o en troncos caídos y entre huecos hechos por raíces.

Al momento de colocar las trampas, éstas se marcaron con banderas plásticas para evitar la pérdida de las mismas. Al mismo tiempo estas marcas se numeraron para llevar los registros de trampas efectivas por noche de muestreo. Las trampas se colocaron en estaciones separadas por 10 metros cada una, con dos trampas en cada estación. Las trampas se instalaron el primer día de colecta, se revisaron y cebaron todos los días de muestreo. Los mamíferos encontrados en las trampas se se colectaron cada día de muestreo. El cebo que se utilizó es una mezcla de hojuelas de avena, mantequilla de maní y pasas, en proporción 2:1:1 respectivamente.

A cada individuo capturado se le etiquetó y numeró, además se registró especie, sexo, edad, peso y se tomaron medidas somáticas (longitud total, largo de pata trasera derecha, largo de oreja derecha y longitud de cola). Las medidas se registraron en milímetros y el peso en gramos. Para la identificación de los especímenes en el campo se utilizó la guía de Reid 1997. En el laboratorio se prepararon los individuos para su identificación, (se les extrajo el cráneo y se les colocó en alcohol etílico al 95%). Los cráneos de los mamíferos se colocaron en el Dermestario del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el fin de que estuvieran limpios (sin restos musculares o nerviosos) para su posterior análisis. Se utilizaron las claves de Hall (1982), para la identificación de los especímenes.

5.2.2 Procedimiento para muestreo de ectoparásitos

Para recolectar los ectoparásitos de mamíferos menores (pulgas), se cepillaron los mamíferos capturados sobre una superficie limpia y blanca, con el fin de que los ectoparásitos cayeran a esta superficie. Posteriormente los insectos se recogieron con pinzas delgadas y se almacenaron en frascos de vidrio de dos pulgadas con alcohol Etílico al 95%.

Los frascos se etiquetaron con el número correspondiente al mamífero hospedero. Posteriormente estos frascos se trasladaron al Laboratorio de Entomología Aplicada de la Universidad de San Carlos de Guatemala –LENAP–, en donde se procedió a realizar los montajes de cada ectoparásito en portaobjetos y la identificación de cada uno hasta género, con la ayuda de claves y asesoría de profesionales entomólogos.

5.2.3 Procedimiento para muestreo de microhábitats (vegetación)

Para el muestreo de microhábitats de la Reserva, se realizó un análisis de la vegetación. En cada sitio de muestreo se midió una parcela de 25 x 100 mts (parcela modificada de Whitaker). La parcela se utilizó como unidad muestral. Dentro de los límites de cada una de las unidades muestrales se elaboraron 6 transectas lineares de 2 x 100 mts y con una separación entre ellas de 5 mts. Se elaboraron subparcelas de 1 x 1 mts en las esquinas de la unidad muestral y en el centro de la misma se elaboró otra subparcela de 10 x 25 mts. Por último, dentro de cada unidad se muestreó la vegetación presente en un árbol caído.

Dentro de cada una de las parcelas elaboradas se muestrearon los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífita. Para el estrato arbóreo y arbustivo se determinó el diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, abundancia, forma de la copa y distancia del punto inicial de la transecta, así como la identidad de cada uno de los árboles. Para el estrato herbáceo se determinó la identidad y la abundancia (algunos casos en porcentaje de abundancia) para cada uno de los individuos. En el estrato epífita se determinó la identidad y el número de individuos por especie de las que fue posible ser colectadas. Dentro de este estudio no fueron consideradas las especies arbóreas en regeneración. Como datos complementarios se colectaron muestras hepáticas, briofitas y líquenes.

Las muestras vegetales colectadas durante los viajes fueron procesadas y determinadas por Rafael Avila Santa Cruz y el Lic. Julio Enrique Morales Can en el Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Dichas muestras vegetales fueron depositadas en el mencionado Herbario para formar parte de la colección del mismo.

6. Análisis de Datos

6.1 Análisis de Datos de mamíferos menores

Para comparar la estructura de la comunidad de mamíferos menores en los diferentes sitios de muestreo de la Reserva, se validaron los datos calculando el esfuerzo de captura por noche para cada sitio de muestreo. El cálculo se hizo contando cada trampa de cada noche muestreada. A las trampas cebadas y activas se les asignó un valor de 1; a las trampas cebadas pero no activas se les asignó un valor de 0.5; a las trampas sin cebo y activas se les asignó un valor de 0.5 y a las trampas sin cebo y no activas se les asignó un valor de 0. Se asignan los valores de 0.5 asumiendo que las trampas a las cuales les faltó cebo o estaban cerradas trabajaron durante la mitad de la noche, pues no se sabe con precisión la hora en que dejaron de funcionar. Después se sumaron los valores para cada línea de muestreo por noche y se hizo el cálculo para cada sitio de muestreo.

Posteriormente se calculó el número de noches muestreadas y se homogenizó a número de trampas por noche. Estos datos pueden observarse en la tabla No.2. Los esfuerzos de captura son lo suficientemente altos para hacer válidas las comparaciones entre sitios (J. O. Matson, com. pers.).

Tabla No.2: Esfuerzos de captura expresados en trampas/noche

	El Duraznal	Concepción Las Minas	Cumbre Montecristo	Macizo Montecristo
Esfuerzo de captura	605.5	831.5	634.5	466
Número de noches	8	5	5	6
Trampas/noche	75.7	166.3	128.7	77.7

Para determinar la estructura de las comunidades se encontró riqueza y abundancia de especies.

6.2 Análisis de datos de microhábitats

Se preparó un listado general de las plantas colectadas en la región que incluye todas las colectas sistemáticas (de cada unidad muestral) y las colectas no sistemáticas (orilla de ríos, senderos, veredas, etc.). Las colectas no sistemáticas no influyen en los resultados presentados pues no fueron utilizados para los cálculos realizados. Con los datos obtenidos durante los muestreos sistemáticos y no sistemáticos en la Reserva, se elaboró una base de datos en el programa Excel. Los datos obtenidos de los muestreos sistemáticos fueron analizados a través de análisis multivariante: análisis cluster, que es una técnica analítica para desarrollar subgrupos significativos de especies (Hair *et.al.*, 1999). Se realizaron análisis cluster con datos cuantitativos (abundancias, estructura: diámetro a la altura de pecho y altura total de los individuos). Este tipo de análisis clasifica en grupos mutuamente excluyentes basándose en similitud y disimilitud entre las especies y su ambiente.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1 Mamíferos menores de la Reserva de Biosfera La Fraternidad

Durante el muestreo se encontró un total de trece especies de ocho géneros, distribuidos en cuatro familias de mamíferos menores: Didelphidae, Soricidae, Heteromyidae y Muridae. En el cuadro No. 1 puede observarse la distribución de las especies en los diferentes sitios de muestreo.

Cuadro No. 1: Especies de mamíferos menores encontradas en la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.

No	Especie	Familia Subfamilia	El Duraznal	Concepción Las Minas	Macizo Montecristo	Cumbre Montecristo
1	<i>Cryptotis goodwini</i> Jackson 1933	Soricidae: Soricinae		X	X	
2	<i>Habromys lophurus</i> Osgood 1904	Muridae: Sigmodontinae	X			
3	<i>Heteromys desmarestianus</i> Gray 1868	Heteromyidae: Heteromyinae	X	X	X	
4	<i>Marmosa mexicana</i> Merriam 1897	Didelphidae: Didelphinae	X			
5	<i>Nyctomys suchrasti</i> Saussure 1860	Muridae: Sigmodontinae	X			
6	<i>Peromyscus aztecus</i> Saussure 1860	Muridae: Sigmodontinae	X	X	X	X
7	<i>Peromyscus mexicanus</i> Saussure 1860	Muridae: Sigmodontinae	X	X	X	X
8	<i>Reithrodontomys mexicanus</i> Saussure 1860	Muridae: Sigmodontinae	X	X	X	X
9	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i> Saussure 1861	Muridae: Sigmodontinae	X	X	X	X
10	<i>Scotinomys teguina</i> apricus (Bangs)	Muridae: Sigmodontinae	X	X		
11	<i>Peromyscus</i> sp. 1	Muridae: Sigmodontinae	X			
12	<i>Reithrodontomys</i> sp. 1	Muridae: Sigmodontinae	X			
13	<i>Reithrodontomys</i> sp. 2	Muridae: Sigmodontinae			X	

De las trece especies encontradas en los cuatro hábitats muestreados, la única representante del orden Didelphimorphia, *Marmosa mexicana* Merriam 1897 se encontró únicamente en el sitio El Duraznal a 1600 msnm.

El género *Marmosa* es de origen tropical y se encuentra desde el sur de México hasta el sur de Brasil (Archer 1987).

Del orden Insectivora, se encontró únicamente la especie *Cryptotis goodwini* Jackson 1933, posiblemente la subespecie *C. goodwini magnimana* que según Woodman y Timm (1999) está distribuida en el Oeste de Honduras.

Del orden Rodentia, se encontraron 11 representantes de dos familias: Heteromyidae y Muridae. De la familia Heteromyidae se encontró la especie *Heteromys desmarestianus* Gray 1868, distribuida desde los 1600 hasta los 2100 msnm, es decir desde el sitio de muestreo El Duraznal hasta El Macizo Montecristo, el único lugar en donde no se observó la especie es en el sitio de muestreo más alto en la Cumbre Montecristo a 2400 msnm.

De la familia Muridae, subfamilia Sigmodontinae, se encontraron 10 especies. La primera de ellas, *Habromys lophurus* Osgood 1904, se encontró distribuida únicamente en la localidad de El Duraznal a 1600 msnm, según Carleton (1989), esta especie esta restringida a las tierras altas de Chiapas, México, Guatemala y el bosque común entre El Salvador y Guatemala. Esta especie es exclusiva de la región Mesoamericana.

La especie *Nyctomys sumichrasti* Saussure 1860, es otra de las especies exclusivas del sitio El Duraznal, pero a diferencia de *H. lophurus*, la especie *N. sumichrasti* esta ampliamente distribuida en la región comprendida entre México y Panamá (Hall 1981).

Se encontraron tres especies del género *Peromyscus*, *P. aztecus*, *P. mexicanus* y otra especie no determinada del mismo género. Las dos primeras especies se encontraron distribuidas en todos los sitios de muestreo, mientras que la especie no identificada se encontró solamente en el sitio El Duraznal a 1600 msnm. Las poblaciones de *Peromyscus aztecus*, en la región mesoamericana son las más diversas fenéticamente y ecológicamente, por lo que se puede encontrar gran

variación en el color y tamaño en regiones cercanas en su distribución (Kirkland y Layne 1989), por lo que podría ser que la especie no identificada pertenezca a este grupo. *Peromyscus mexicanus* Saussure 1860, es la otra especie del género encontrada en todos los sitios de muestreo. Esta especie es la de mayor distribución geográfica y altitudinal entre el grupo de *Peromyscus* (Carleton 1989).

Durante el muestreo se encontraron cuatro especies del género *Reithrodontomys* : *R. mexicanus*, *R. sumichrasti* y dos especies del género que no han podido ser identificadas. Las primeras dos especies se encontraron en todos los sitios de muestreo, a diferencia de las otras dos especies, las cuales se encontraron separadas, una en el sitio El Duraznal a 1600 msnm y la otra en el sitio Macizo Montecristo a 2100 msnm.

El género *Scotinomys* está restringido a Mesoamérica tropical (Buchanan y Howell 1967), en el muestreo se encontró la especie *Scotinomys teguina* en los sitios El Duraznal y Concepción Las Minas , es decir entre los 1600 y los 1800 msnm.

Debido a que el esfuerzo de captura (número de trampas noche) varió en todos los lugares de muestreo, las comparaciones se hacen entre las proporciones por especie. La especie con el valor de abundancia más alto es *Reithrodontomys mexicanus* que en los sitios mas altos del muestreo en el Macizo Montecristo (2100 msnm) y en la Cumbre Montecristo o Trifinio (2400 msnm) representa el 50% y el 47% respectivamente. En cuanto a los otros sitios de muestreo, el sitio El Duraznal que es el que presenta mayor riqueza de especies, la comunidad esta mejor representada por *Peromyscus aztecus* y en el sitio de muestreo Concepción Las Minas, la comunidad está mejor representada por *P. mexicanus*. Las proporciones de individuos por especie en cada sitio de muestreo se pueden observar en las siguientes figuras:

Figura No. 3: Proporción de especies de mamíferos menores en el sitio de muestreo Macizo Montecristo, Reserva de Biosfera La Fraternidad, 2100 msnm.

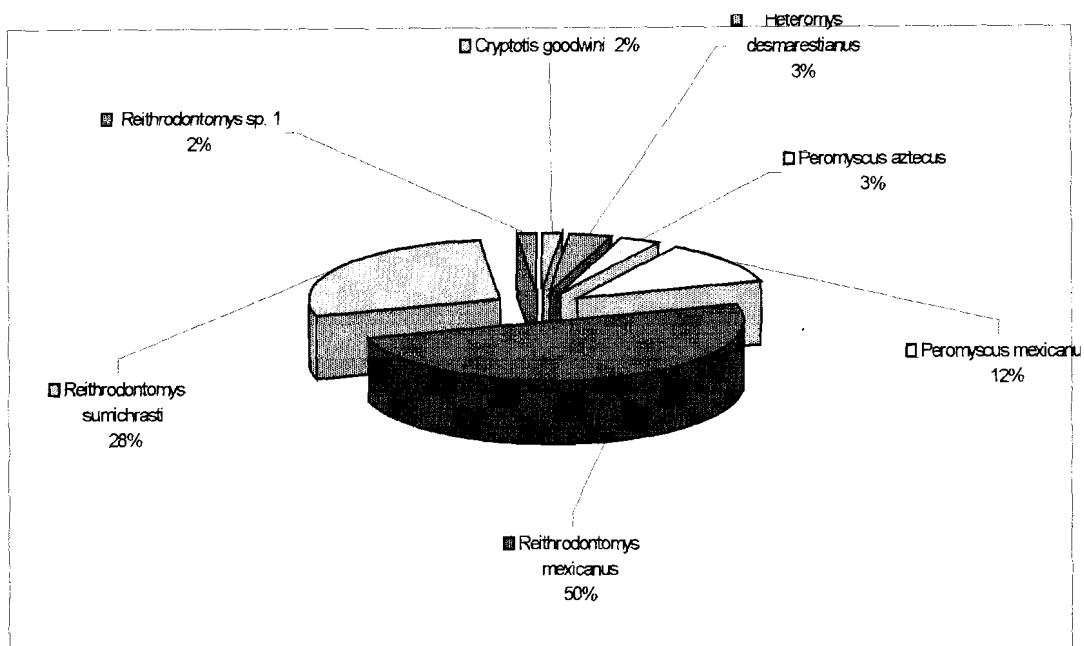
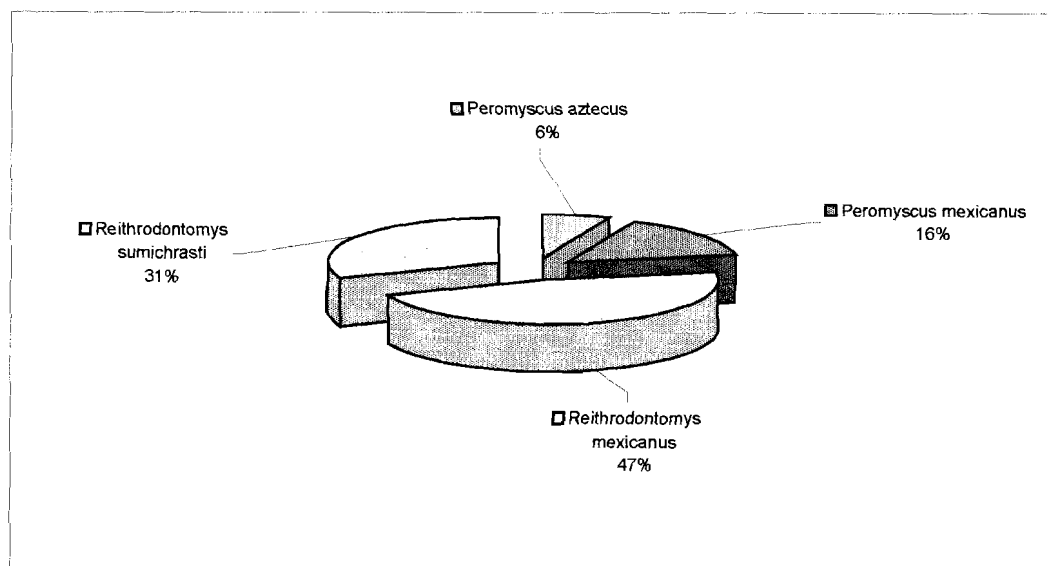
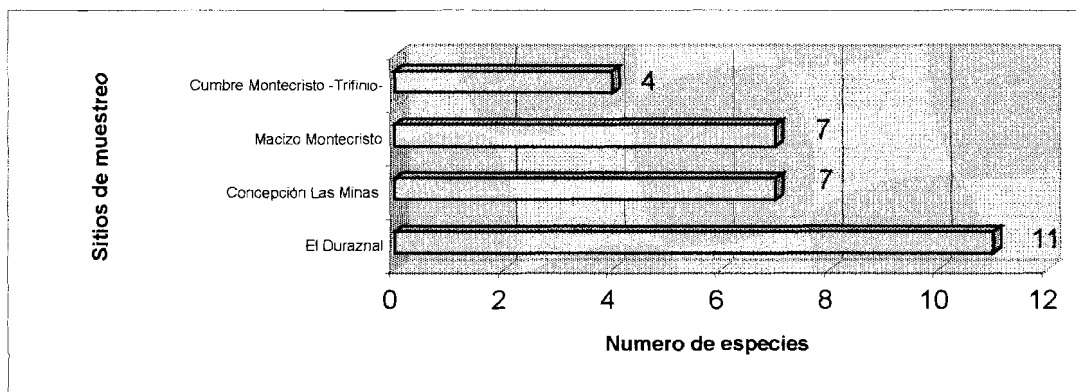


Figura No.4: Proporción de especies de mamíferos menores en el sitio de Cumbre Montecristo –Trifinio-, Reserva de Biosfera,La Fraternidad, 2400 msnm.



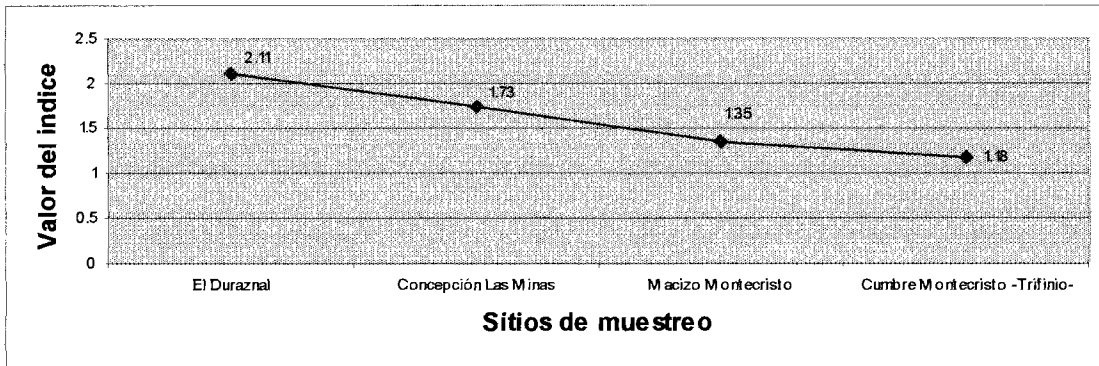
Las comunidades de mamíferos menores tienen mayor número de individuos y número de especies en el sitio de menor altura, que es El Duraznal ubicado a 1600 msnm, que está compuesto por 11 especies, le siguen en número de especies el sitio Concepción Las Minas a 1800 msnm con 7 especies y el sitio Macizo Montecristo a 2100 msnm con 7 especies, a diferencia del sitio de mayor altura que está compuesto por 4 especies, de las cuales es más dominante el grupo de ratones del género *Reithrodontomys*. Estas diferencias pueden observarse en la figura No 5.

Figura No. 5: Número de especies de mamíferos menores encontradas en cada sitio de muestreo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.



Al comparar la diversidad de los cuatro sitios de muestreo utilizando el índice de diversidad de Shannon, se obtuvo el valor más alto para la comunidad de El Duraznal, con un valor de 2.11 a diferencia de los otros sitios de muestro en los cuales los valores van disminuyendo con la altitud. Esto puede observarse en la figura No. 6.

Figura No. 6: Valor de diversidad del índice de Shannon encontrado en los sitios de muestreo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.



La matriz de los coeficientes de similitud de Jaccard se muestran a continuación en la figura No. 9. Lo que nos indica es que los sitios más similares son el Macizo Montecristo y Concepción Las Minas con un valor de 0.75, sitios que comparten seis especies. Estos valores de similitud están relacionados con el número de especies que comparten los sitios, en el caso del sitio Cumbre Montecristo, este comparte las mismas cuatro especies con los sitios Concepción Las Minas y Macizo Montecristo, sin embargo las diferencias en similitud se deben a que ambos sitios presentan siete especies aunque no son las mismas, pero el valor del índice es cuantitativo, es decir se basa en el número de especies compartidas. Como puede observarse los sitios menos similares son El Duraznal (1600 msnm) y la Cumbre Montecristo (2400 msnm), que son similares un valor de 0.38, esto debido a que solo comparten las cuatro especies que están presentes en el sitio Cumbre Montecristo.

Figura No. 7: Matriz de los coeficientes de similitud de Jaccard encontrado en los sitios de muestreo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.

	El Duraznal 1600m	Concepción Las Minas 1800m	Macizo Montecristo 2100m	Cumbre Montecristo 2400m
El Duraznal	1	0.5	0.38	0.36
Concepción Las Minas		1	0.75	0.57
Macizo Montecristo			1	0.57
Cumbre Montecristo -Trifinio-				1

Un aspecto importante en las comunidades de mamíferos menores es su afinidad biogeográfica, es decir en donde se originó el grupo y en donde lo encontramos en la actualidad. En la comunidad de mamíferos menores de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, encontramos que la comunidad está dominada principalmente por especies que se diversificaron en la región Mesoamericana, entre estas especies encontramos: *Cryptotis goodwini*, *Heteromys desmarestianus*, *Habromys lophurus*, *Nyctomys sumichrasti*, *Reithrodontomys mexicanus*, *Reithrodontomys sumichrasti* y *Scotimomys teguina*, especies que están restringidas a la región y que se cree se han especiado a partir del Istmo de Tehuantepec en México, como es el caso de el género *Reithrodontomys* (Sánchez 1993).

Entre las especies con afinidad norte encontramos a las especies *Peromyscus aztecus* y *Peromyscus mexicanus* y la afinidad menor representada es la afinidad sur con la especie *Marmosa mexicana*. Esto significa que en esta comunidad de mamíferos menores tiene pocas especies con afinidad del sur como *Marmosa mexicana* que solo se encontró en la parte más baja (1600

msnm), pero también comparte un número elevado de individuos de poblaciones de origen norteño como el caso de las especies del género *Peromyscus*. Las especies de este género las encontramos en los cuatro sitios de muestreo, en cantidades considerables entre los 1600 y los 1800 msnm y en cantidades bajas en las partes más elevadas de la Reserva entre los 2100 y los 2400 msnm, lugares en donde dominan las especies del género *Reithrodontomys*.

Los roedores Cricétidos de Suramérica se han distribuido desde hace 12 millones de años y las especies del norte se han distribuido hacia Centroamérica desde hace 3.6 millones de años, sin embargo el intercambio entre norte y suramérica se llevó a cabo hace 2.5 millones de años durante el Pleistoceno y continuó por un millón de años (Webb y Rancy 1996). Durante este período, cambios climáticos que involucraron fluctuaciones en el clima y por consecuencia fluctuaciones en la vegetación, como explican Woodman y Timm (1999), permitieron que algunas especies como las musarañas del género *Cryptotis* se dispersaran a través del Istmo de Tehuantepec en el norte, debido a que el clima frío, permitió que las zonas vegetales climáticas descendieran y por lo tanto se estableció un corredor de vegetación que permitió la exitosa distribución de las poblaciones especies en el sur. Debido a oscilaciones en el clima los hábitat se fragmentaron y se separaron las poblaciones en las montañas, este efecto vicariante del clima, indujo a que las poblaciones se separaran y se diferenciaron como en el caso del género *Peromyscus* (Carleton 1989).

Debido a estos eventos de expansión, retracción y aislamiento de los hábitat, las poblaciones de diversas especies han sufrido procesos evolutivos que determinan los patrones taxonómicos y distributivos actuales (Sánchez 1993). En la actualidad el bosque nuboso de la Reserva de Biosfera La Fraternidad actúa como una isla para especies propias de bosques nubosos, si este hábitat se fragmenta por razones antropogénicas, las poblaciones se separarían y se

correría el riesgo de la pérdida de especies, debido a que el tiempo para adaptarse a otras condiciones u otros hábitats es lento –en términos humanos–.

Otro factor importante es que las diferentes especies de mamíferos menores son huéspedes de especies de ectoparásitos de diferentes clases, incluyendo pulgas, garrapatas y piojos. Estos parásitos pueden proporcionar información importante sobre las comunidades de mamíferos en las que viven y como parte de las comunidades biológicas, son parte de la cadena trófica que involucra a otros insectos que controlan a las poblaciones de ectoparásitos. Si se pierden las poblaciones de mamíferos en la región también se pierde una cantidad a la fecha desconocida de otras especies valiosas en estos frágiles ecosistemas.

7.2 Ectoparásitos encontrados en mamíferos menores de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala

En los mamíferos de la Reserva, se colectaron un total de seis géneros de ectoparásitos del Orden Siphonaptera (pulgas), los cuales están registrados para Centroamérica. El 95% de las especies de ratones de la Reserva, presentaron al menos un género de pulga con excepción de *Nyctomys sumichrasti* (Cuadro No.1).

De todos los géneros de pulga encontrados *Pleochaetis* fue el que presentó mayor abundancia y se encontró en todas las especies de mamíferos menores, tanto en machos como en hembras obteniéndose un porcentaje de 67% del total de los especímenes de pulgas. Los géneros *Jellisonia* y *Strepsylla* fueron los más raros con un 2.12% y 1.41% respectivamente del total de pulgas y fueron encontrados solo en dos especies de ratones: *Peromyscus aztecus* y *Reithrodonthomys mexicanus*. También el género *Ceratophyllus* presentó una abundancia de 1.41%, encontrándose el mismo en las especies de mamíferos menores *Reithrodontomys sumichrasti* y *Habromys lophurus*.

En los cuadros No. 2 al No.9 se especifica la cantidad de pulgas encontrada por roedor y en que especie de roedor se encontró.

Cuadro No.2 Familias y géneros del Orden Siphonaptera (pulgas) encontradas en los mamíferos menores colectados en la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.

Orden Siphonaptera (Familia)	Orden Siphonaptera (Género)	Orden Rodentia (Especie)
Ceratophyllidae	<i>Ceratophyllus</i>	<i>Habromys lophurus</i> <i>Reithrodontomys mexicanus</i> <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> <i>Scotimonys teguina</i>
	<i>Jellisonia</i>	<i>Peromyscus aztecus</i> <i>Reithrodontomys mexicanus</i>
	<i>Kolshia</i>	<i>Habromys lophurus</i> <i>Peromyscus aztecus</i> <i>Peromyscus mexicanus</i> <i>Reithrodontomys mexicanus</i> <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> <i>Scotimonys teguina</i>
	<i>Pleochaetis</i>	<i>Habromys lophurus</i> <i>Heteromys desamarestianus</i> <i>Peromyscus aztecus</i> <i>Peromyscus mexicanus</i> <i>Reithrodontomys mexicanus</i> <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> <i>Scotimonys teguina</i>
Ctenophthalmidae	<i>Ctenophthalmus</i>	<i>Peromyscus aztecus</i> <i>Peromyscus mexicanus</i> <i>Reithrodontomys mexicanus</i> <i>Reithrodontomys sumichrasti</i> <i>Scotimonys teguina</i>
Hystriechopsyllidae	<i>Strepsilla</i>	<i>Peromyscus aztecus</i> <i>Reithrodontomys mexicanus</i> <i>Reithrodontomys sumichrasti</i>

Cuadro No. 3 Cantidad de géneros de pulgas (macho y hembra) por especie de mamífero en la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.

	<i>P. aztecus</i>	<i>P. mexicanus</i>	<i>R. mexicanus</i>	<i>R. sumichrasti</i>	<i>H. lophurus</i>	<i>S. teguina</i>	<i>H. desmarestianus</i>
Ceratophylus ♀	0	0	0	1	2	0	0
Ceratophylus ♂	0	0	0	0	0	1	0
Ctenophthalmus ♀	16	4	1	1	0	1	0
Ctenophthalmus ♂	7	4	0	1	0	0	0
Jellisonia ♀	2	0	4	0	0	0	0
Jellisonia ♂	0	0	0	0	0	0	0
Kohlsia ♀	3	5	1	6	0	4	0
Kohlsia ♂	8	3	3	2	2	5	0
Pleochaetis ♀	15	27	35	34	1	5	0
Pleochaetis ♂	13	21	29	8	0	3	1
Strepsylla ♀	0	0	1	2	0	0	0
Strepsylla ♂	1	0	0	0	0	0	0

Del total de pulgas encontradas el 60% correspondió a hembras y el 40% a machos. Las especies de mamíferos menores que presentaron mas pulgas son: *Reithrodonthomys mexicanus* y *R. sumichrasti*, sin embargo hay que considerar que estas especies fueron las más abundantes durante el muestreo.

Cuadro No.4 Géneros de Siphonaptera (pulgas) machos y hembras encontrados en la especie *Peromyscus aztecus*: Muridae: Sigmodontinae.

	Ceratophylus ♀	Ceratophylus ♂	Ctenophtalmus ♀	Ctenophtalmus ♂	Jellisonia ♀	Jellisonia ♂	Kohlsia ♀	Kohlsia ♂	Pleochaetis ♀	Pleochaetis ♂	Strepsylla ♀	Strepsylla ♂
<i>P. aztecus</i> ♂	0	0	15	4	2	0	1	4	13	14	0	2
<i>P. aztecus</i> ♀	0	0	1	1	0	0	2	4	13	7	0	0

Cuadro No.5 Géneros de Siphonaptera (pulgas) machos y hembras encontrados en la especie *Habromys lophurus*: Muridae: Sigmodontinae.

	Ceratophylus ♀	Ceratophylus ♂	Ctenophtalmus ♀	Ctenophtalmus ♂	Jellisonia ♀	Jellisonia ♂	Kohlsia ♀	Kohlsia ♂	Pleochaetis ♀	Pleochaetis ♂	Strepsylla ♀	Strepsylla ♂
<i>H. lophurus</i> ♂	2	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
<i>H. lophurus</i> ♀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro No.6 Géneros de Siphonaptera (pulgas) machos y hembras encontrados en la especie *Peromyscus mexicanus*: Muridae: Sigmodontinae.

	Ceratophylus ♀	Ceratophylus ♂	Ctenophtalmus ♀	Ctenophtalmus ♂	Jellisonia ♀	Jellisonia ♂	Kohlsia ♀	Kohlsia ♂	Pleochaetis ♀	Pleochaetis ♂	Strepsylla ♀	Strepsylla ♂
<i>P. mexicanus</i> ♂	0	0	2	0	0	0	2	3	16	12	0	0
<i>P. mexicanus</i> ♀	0	0	2	4	0	0	3	0	11	9	0	0

Cuadro No.7 Géneros de Siphonaptera (pulgas) machos y hembras encontrados en la especie *Reithrodonthomys mexicanus*: Muridae: Sigmodontinae.

	Ceratophylus ♀	Ceratophylus ♂	Ctenophtalmus ♀	Ctenophtalmus ♂	Jellisonia ♀	Jellisonia ♂	Kohlsia ♀	Kohlsia ♂	Pleochaetis ♀	Pleochaetis ♂	Strepsylla ♀	Strepsylla ♂
<i>R. mexicanus</i> ♂	0	0	1	0	3	0	0	3	29	19	1	0
<i>R. mexicanus</i> ♀	0	0	0	0	1	0	1	0	6	10	0	0

Cuadro No.8 Géneros de Siphonaptera (pulgas) machos y hembras encontrados en la especie *Reithrodonthomys sumichrasti*: Muridae: Sigmodontinae.

	Ceratophylus ♀	Ceratophylus ♂	Ctenophtalmus ♀	Ctenophtalmus ♂	Jellisonia ♀	Jellisonia ♂	Kohlsia ♀	Kohlsia ♂	Pleochaetis ♀	Pleochaetis ♂	Strepsylla ♀	Strepsylla ♂
<i>R. sumichrasti</i> ♂	0	0	0	0	0	0	0	1	17	7	0	0
<i>R. sumichrasti</i> ♀	1	0	1	1	0	0	6	1	17	1	0	0

Cuadro No. 9 Géneros de Siphonaptera (pulgas) machos y hembras encontrados en la especie *Scotimomys teguina*: Muridae: Sigmodontinae.

	Ceratophylus ♀	Ceratophylus ♂	Ctenophtalmus ♀	Ctenophtalmus ♂	Jellisonia ♀	Jellisonia ♂	Kohlsia ♀	Kohlsia ♂	Pleochaetis ♀	Pleochaetis ♂	Strepsylla ♀	Strepsylla ♂
<i>S. teguina</i> ♂	0	1	1	0	0	0	3	5	4	2	0	0
<i>S. teguina</i> ♀	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0

De las 283 pulgas encontradas, sólo el 4% se encontró en todos los individuos juveniles de los roedores. Los especímenes juveniles de *Peromyscus mexicanus* presentaron la mayor cantidad de géneros e individuos de pulgas (36% de las pulgas encontradas en juveniles). Las hembras de siphonapta encontrados en juveniles, presentaron una mayor abundancia que los machos.

Los parásitos proveen información acerca de la evolución y la ecología de ellos mismos y de sus hospederos, así como de su distribución pasada y presente (Hernández, *et. al.* 2001) porque son el producto de un ambiente inmediato y de una larga historia de ancestría que refleja asociaciones de hace millones de años (Mantler 1966 citado por Hernández, *et. al.* 2001). Además son elementos reguladores de las poblaciones de hospederos, contribuyendo con ello al equilibrio e integridad de los ecosistemas (Hernández, *et. al.* 2001).

Los parásitos también pueden ser utilizados como indicadores de la estructura trófica dentro de los ecosistemas, de manera que conocer la composición específica de parásitos en una especie dada de hospedero provee una

herramienta muy útil para determinar la naturaleza y amplitud de las interacciones tróficas de esa especie de hospedero (Hernández, *et. al.* 2001). Información sobre especies endémicas de parásitos puede dar evidencia de posibles migraciones o desplazamientos de las poblaciones de hospederos y evidencias para considerar el tipo de especies que existen en una región sujeta a conservación (Hernández, *et. al.* 2001). Los parásitos han sido considerados como parte del desarrollo histórico de la estructura de las comunidades y han demostrado tener importancia en la biología poblacional de sus hospederos, como marcadores de movimientos, sitios de reproducción y estructura social (Hernández, *et. al.* 2001).

Los parásitos se distribuyen de una forma amplia y predecible en los ecosistemas, indicando la manera en que se establecen las interacciones tróficas entre los hospederos que ocupan diferentes nichos, por ello pueden actuar como indicadores muy sensibles de cambios sutiles en los ecosistemas (Hernández, *et. al.* 2001). Esto implica que la pérdida repentina de una especie de parásito que ocurre frecuentemente en una especie de vertebrado, puede ser claramente el resultado de la desaparición previa de una parte de la fauna y por el contrario un aumento considerable en la abundancia de una población de parásitos, puede ser producto del deterioro ambiental, mismo que favorece el incremento poblacional del hospedero intermediario. Conforme algunos hospederos se extinguen, es probable que sus parásitos tengan el mismo destino (Hernández, *et. al.* 2001).

A la fecha solamente se reportan los géneros de pulgas encontrados en los mamíferos menores de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, sin embargo con los datos obtenidos no puede definirse una relación de coevolución entre los mamíferos y este grupo, por lo que se deben hacer análisis más profundos en cuanto a ectoparásitos y hospederos. Como indican Clayton y Johnson (2003) muchos parásitos hospedero-específicos están restringidos a un rango limitado de especies huésped debido a barreras ecológicas que impiden la

dispersión y el establecimiento exitoso. Con más estudios podrá encontrarse la especificidad de los hospederos (pulgas) en especies huésped.

7.3 Microhábitats de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala

7.3.1 Análisis descriptivo de la vegetación

Para determinar los microhábitats de la Reserva, se colectaron un total de 1035 plantas en muestreos sistemáticos (útiles para realizar análisis estadísticos) y no sistemáticos. Además se hicieron perfiles de la vegetación en cada sitio de muestreo (Ver Anexo No.3). Del total de plantas colectados 600 (58%) se obtuvieron dentro de las unidades muestrales y, fueron los utilizados para los análisis de la región estudiada. El resto de individuos colectados, 435 (42%) se obtuvieron fuera de muestreos sistemáticos: senderos, veredas, orillas de ríos y árboles caídos dentro de la unidad muestral.

Las especies vegetales útiles para los análisis, se distribuyeron en 54 familias, de las cuales 11 presentan la mayor abundancia en el muestreo, ocupando dos estratos. El estrato arbóreo con siete (7) familias: Cyatheaceae, Araliaceae, Clusiaceae, Melastomataceae, Chlorantaceae, Myrsinaceae y Rubiaceae y el estrato epífita con cuatro (4) familias: Araceae, Orchidaceae, Piperaceae y Polypodiaceae. Debido a las características en estructura los helechos arborescentes fueron incluidos dentro del estrato arbóreo.

Debido a la ausencia de estructuras reproductivas en algunas de las muestras colectadas, no todas pudieron ser identificadas a género. El cuadro No.1 muestra las familias con mayor abundancia de géneros, especies e individuos no determinados, de estas familias, 10 pertenecen al estrato arbóreo y 4 al estrato epífita.

Cuadro No.10 Familias vegetales con mayor abundancia de géneros, especies e individuos no determinados de la Reserva de Biosfera La Fraternidad.

Familia	Géneros	Especies	IND
Araceae *	2	3	7
Aspleniaceae	1	1	2
Begoniaceae	1	0	3
Clusiaceae	1	0	2
Ericaceae	1	1	3
Lauraceae	0	0	3
Liliaceae *	2	2	0
Melastomataceae	1	0	2
Myrsinaceae	1	0	5
Orchidaceae *	7	2	1
Pineraceae	2	4	0
Poaceae **	0	0	3
Polypodiaceae *	10	9	8
Rubiaceae	2	0	9

* Familias con hábito epífito.

** Familias con hábito herbáceo.

Los resultados presentados permiten establecer una idea de la vegetación presente en la zona, sin embargo no es posible generalizar en la distribución, estructura y composición del sitio pues debido a diversos factores de realización del estudio no fue posible llevar a cabo replicas de las unidades muestrales a la misma altitud de las ya elaboradas.

El número de transectas por cada unidad muestral permite ver a profundidad la estructura vertical y horizontal de cada unidad (ver perfiles de vegetación, en Anexo No.3). Cada diagrama de perfil fue elaborado asumiendo un terreno plano, es decir que la pendiente en cada unidad muestral fue omitida, en parte por la dificultad de tomar el dato en un terreno altamente accidentado.

A pesar de que en Guatemala este tipo de formación vegetal (bosque nuboso) no ha sido estudiada con mucho énfasis, si es claro que conforma un sistema único y que aporta gran parte de la biodiversidad de nuestro país. Los altos

valores de biodiversidad, composición y estructura hacen de este tipo de bosque una formación vegetal identificable en un rango altitudinal entre 1200 y 2400 a 2600 msnm en las regiones montañosas de Guatemala (Islebe *et. al.*, 2001 en Kappelle *et. al.*, 2001). Muchos de los estudios realizados en los bosques nubosos de América reportan que existe una gran diversidad florística en esta región (Engwald, *et. al.* 1998).

El estudio realizado presenta resultados semejantes a otros realizados en bosques nubosos de Guatemala, este estudio reporta la presencia de 54 familias identificadas como producto del muestreo en 24 transectas lineales (0.4 hectáreas). García (1998), reporta para el bosque húmedo del Biotopo del Quetzal, Baja Verapaz, Guatemala, la presencia de 88 familias vegetales identificadas en 71 transectas elaboradas. Reporta además que las familias mas representadas son Orchidaceae, Polypodiaceae, Rubiaceae, Bromeliaceae, Asteraceae y Piperaceae. Islebe *et. al.* (2001), cita que según Flora de Guatemala (1924-48), las familias mejor representadas en estos bosques incluyen Asteraceae, Bromeliaceae, Melastomáceae, Lauraceae, Myrsinaceae, Orchidaceae y Piperaceae. La comparación entre los tres estudios permite preciar que existe una coincidencia en las familias reportadas como "mejor representadas" para el tipo de bosque. El estudio que se presenta coincide en describir a 6 de las familias presentadas como más abundantes en la región: Polypodiaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Myrsinaceae, Melastomaceae y Rubiaceae. Esta comparación se basa en el número de individuos para cada una de las familias.

Con base en el número de géneros presentes por cada familia este estudio reporta, a excepción de la familia Bromeliaceae, la totalidad de familias "mejor representadas" por los otros dos estudios en regiones similares, lo que puede sugerir que las condiciones orogénicas y climáticas presentes en esta región permiten la presencia de especies similares en esta región, ver cuadro No.10. Este estudio puede asociarse además al realizado en el bosque mesófilo del

norte de Chiapas, México (Ramírez, 2001), en el que se reporta a las familias Rubiaceae y Ericaceae como importantes en su aporte a la biodiversidad vegetal de la zona, al igual que en el presente estudio.

Varios de los estudios para bosques nubosos reportan un número limitado de géneros que predominan el estrato arbóreo. La estructura vertical se ve determinada por la altura general de los árboles predominantes (Vásquez y Givnish 1998). Al comparar las medias de las alturas en las cuatro unidades muestrales de la Reserva, se observa una tendencia de disminución de altura en las unidades de mayor elevación, presentando estas por consiguiente los individuos con menor talla. A pesar de la existencia de árboles realmente elevados, su promedio se ve superado por los individuos de altitudes más bajas. Esta tendencia ya fue descrita con anterioridad, en estudios fisonómicos de los bosques nubosos descritos para Rancho Grande, México (Huber, 1986) y Loma de Hierro, México (Monedero, 1998) describen a los árboles de altitudes elevadas mucho más pequeños que los presentes en los bosques tropicales de tierras bajas. Se ha descrito una marcada reducción en la altura de los árboles con el incremento en la altitud en las zonas montañosas tropicales (Monedero, 1998).

El decremento en la altitud ha sido también señalado como causa del efecto Masseneshebung (Bruijnzeel *et al.* 1995) y explicado por la presencia permanente de nubes en la región. Una tendencia similar aunque en menor grado ocurre con el número de las especies (Vásquez *et al.* 1998), sin embargo esta tendencia es notoria aún más con especies herbáceas, arbustos, lianas y enredaderas. Al comparar densidades del estrato arbóreo podemos apreciar esta tendencia, pues el sitio más alto presentó la menor densidad de individuos arbóreos. Aunque para nuestro caso, pudo deberse entre otros factores, a una situación de muestreo, ya que basándonos en lo descrito por Vásquez *et al.* (1998) debería observarse un mayor número de individuos a una menor altitud,

situación no presente en nuestra región y a una altura de 2100 msnm (Macizo Montecristo) se presenta la mayor densidad arbórea.

No se reportan patrones específicos para la estructura horizontal de acuerdo al diámetro a la altura del pecho –DAP- de las especies arbóreas, sin embargo en esta ocasión los resultados reflejan que al incrementarse la altitud los valores promedios de DAP disminuyen. El crecimiento secundario de cada individuo tiene influencia debida a diversos factores y a tendencias que hacen aumentar o disminuir el diámetro de los individuos (Givnish, 1999). La fertilidad de los suelos, el incremento en la humedad y precipitación que limitan la estacionalidad de una región, entre otras determina el aumento en el diámetro de los individuos (Kappelle y Brown 2001). Tomando en consideración las variables recomendadas que deben medirse para establecer patrones en la variación del DAP para este tipo de bosque, no es posible asegurar que la tendencia presentada para este estudio es la que predomina para esta región, pues debe aumentarse el muestreo en la misma. Sin embargo, el sitio Cumbre Montecristo, que presenta el promedio más bajo de diámetro arbóreo, presenta también el promedio más bajo en términos de abundancia arbórea.

Los resultados obtenidos de riqueza de géneros en cada una de las unidades muestrales, nos indican que el punto El Duraznal a 1800 msnm presenta los valores más altos (78 géneros). En los resultados de estructura y composición, se aprecia que el punto El Duraznal, tiene los valores más altos en la mayoría de caracteres que describen cada localidad: DAP, altura arbórea, densidad de individuos, etc. Estudios más detallados sobre las condiciones presentes a esta altitud pueden elucidar lo reflejado en el muestreo.

En comparación con los resultados encontrados, para el presente estudio existe una relación baja en cuanto a similitud de géneros dominantes, pues únicamente se reportan como tales a *Quercus* y *Podocarpus* y ambos no presentan las densidades más altas. Para el Biotopo del Quetzal se reporta además al árbol

“mano de león” como importante en número. En el mismo estudio se menciona a *Drymis* como dominante, en contraste con el estudio presentado pues el mismo género solo se reporta en una unidad muestral y en baja densidad. Es importante notar que en ninguno de los estudios revisados se reporta al género *Hedyosmum* como parte de un estrato arbóreo dominante, sin embargo en esta región se le encuentra con una densidad tan alta y con características estructurales que lo hacen formar parte del dosel dominante. Caso contrario ocurre en los reportes del sotobosque arbustivo, en el que dominan géneros como *Alsophila* de la familia Cyatheaceae y otros de las familias Melastomáceae y Rubiaceae (Islebe *et. al*, 2001; Ramírez, 2001). Para este caso, el estudio reporta altos índices de densidad para las tres familias en el mismo estrato.

Debido a las condiciones climáticas que imperan en este tipo de formación vegetal, se ha determinado en muchos estudios que es una región óptima para el desarrollo de una gran variedad de epífitas. El patrón de alta diversidad y abundancia de epífitas se ve repetido en estas zonas. Todos los estudios revisados y el presentado, coinciden en la alta presencia de orquídeas pertenecientes a los géneros *Maxillaria*, *Pleurothallis*, *Lephantes* y *Epidendrum*. De la misma forma todos los estudios reportan la presencia de géneros de la familia Polypodiaceae que incluyen *Elaphoglossum*, *Peltapteris*, *Grammitis*, *Vittaria* y *Cochlidium*. De acuerdo con Brown (1990), debido a la gran cantidad de epífitas es posible clasificarlas de acuerdo a la altura en que se desarrollan. Aunque la totalidad de individuos colectados no ha sido determinada, si es posible mencionar que a la región en estudio pueden acoplarse los cinco grupos ecológicos descritos por Brown (1990), pues los géneros que se indican como representantes de cada grupo son reportados.

Con los datos obtenidos durante el muestreo, no es posible predecir cual es el género arbóreo que presenta la mayor cantidad de epífitas en tronco y ramas. Sin embargo, en un estudio en Costa Rica se pudo comprobar que el género *Clusia* fue cubierto totalmente por epífitas (Nadkarni, 1984), para la región estudiada dicho género esta bien representado por lo que es posible pensar que

puede ser uno de los árboles más poblados por estos organismos. De igual forma pudo notarse que las epífitas colonizan cualquier árbol sin importar el diámetro que este posea, sin embargo depende de la especie esta puede adaptarse o no al árbol. Ciertas especies de orquídeas y un género de helecho (*Peltapteris*) pueden adaptarse a árboles con diámetro muy reducido, por el contrario la mayoría de helechos se presentan en árboles con un diámetro superior a los 5 cm (Catling y Lefkovitch 1989).

A diferencia de los estudios realizados en otras zonas de bosque nubosos, se reportan aquí dos géneros de la familia Araceae. Este tipo de plantas son frecuentes en géneros arbóreos con diámetro superior a 10 cm. El género *Anthurium* fue colectado solamente en los sitios con mayor altitud, mientras que el otro género de esta familia *Monstera*, solo se reporto en los sitios más bajos. Por otro lado se encontró una especie vegetal saprofita *Monotropa coccinea*, la cual es reportada en los bosques nubosos del Biotopo del Quetzal (García 1998) Según Rzedowski (1994), los endemismos a nivel de género son escasos en este tipo de bosque, pero el número de especies de distribución restringida no es despreciable. En la región estudiada (dentro de las unidades muestrales) se determinaron dos especies endémicas, una de ellas epífita: *Anthurium subcordatum* descrita solamente en una unidad muestral y a la altitud más elevada (2400 msnm) y la segunda, es una especie arbórea y se presenta únicamente en altitudes de 1600 msnm: *Daphnopsis monocephala*.

En relación a la presencia de géneros comunes en las unidades muestrales, puede decirse que el estrato que más géneros comparte es el epífita (15), dentro de este estrato se incluyen orquídeas, helechos y enredaderas. Las condiciones de la región permiten que estos organismos se distribuyan en la mayor parte de árboles y a casi todas las alturas del mismo. El estrato arbóreo comparte 14 géneros en al menos dos de los sitios muestreados. Se encontró un género de palma (*Chamaedorea*) y es compartido en los sitios a altitud más elevada. Por

último, el helecho arborescente característico de estas formaciones vegetales (Rzedowski, 1994) fue reportado en las cuatro unidades muestrales.

Los orígenes geográficos de la flora son variados, la región presenta en mayor o menor grado diversidad en dicho aspecto, de tal forma se presenta para cada categoría al menos un género. Rzedowski (1978, citado por Ramírez, 2001) propone que los bosques nubosos (ó mesófilos de montaña) son producto de una historia de colonización de grupos de especies de diversos orígenes y que han divergido secuencialmente hacia su conformación actual a partir de cambios climáticos ocurridos en el pasado. Observando la distribución en las distintas categorías establecidas la región apoya lo propuesto por Rzedowski (1994). Será necesario elevar el muestreo en la región para establecer patrones de orígenes geográficos y determinar de que región proviene la mayor cantidad de diversidad vegetal de la zona.

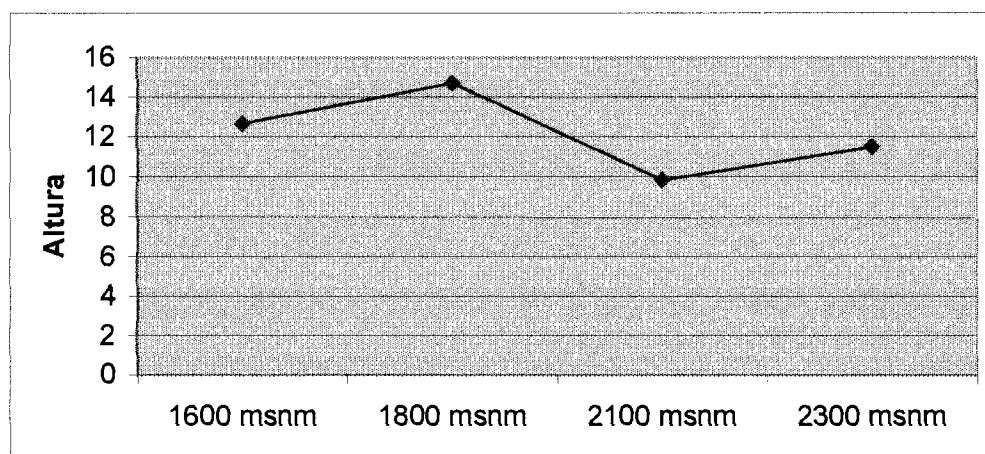
7.3.2 Estructura de la vegetación

La estructura vertical en cada unidad muestral dentro de la Reserva, se ve determinada por la presencia de especies arbóreas. El número de especies arbóreas y su altura en el bosque nuboso, refleja un dosel aparentemente uniforme. El cuadro No.11 muestra las medias de las alturas de las especies arbóreas en las cuatro unidades muestrales. Aunque el promedio de las alturas en estos sitios refleje valores relativamente bajos, en cada uno de los sitios muestreados existen especies que alcanzan hasta los 26 metros de altura, como es el caso del género *Quercus* y la especie *Hedyosmum mexicanum*. El promedio de altura de las especies incluye los valores alcanzados por los helechos arborescentes, que a pesar de alcanzar el Diámetro a la altura del pecho –DAP- necesario para ser incluidos en el estrato arbóreo (> 10 cm) no alcanzan alturas tan elevadas como ellos. La figura No. 8 muestra la variación de la altura de los árboles en los diferentes sitios de muestreo.

Cuadro No. 11 Altura en metros de especies arbóreas (media y desviación estándar) en los diferentes sitios de muestreo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad

	El Duraznal 1600 msnm	Concepción Las Minas 1800 msnm	Macizo Montecristo 2100 msnm	Cumbre Montecristo 2400 msnm
\bar{X}	12.65	14.70	9.83	11.50
DST	7.42	8.02	5.23	5.01

Figura No. 8 Valores promedio de la variación de la altura en los árboles de los diferentes sitios de muestreo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad



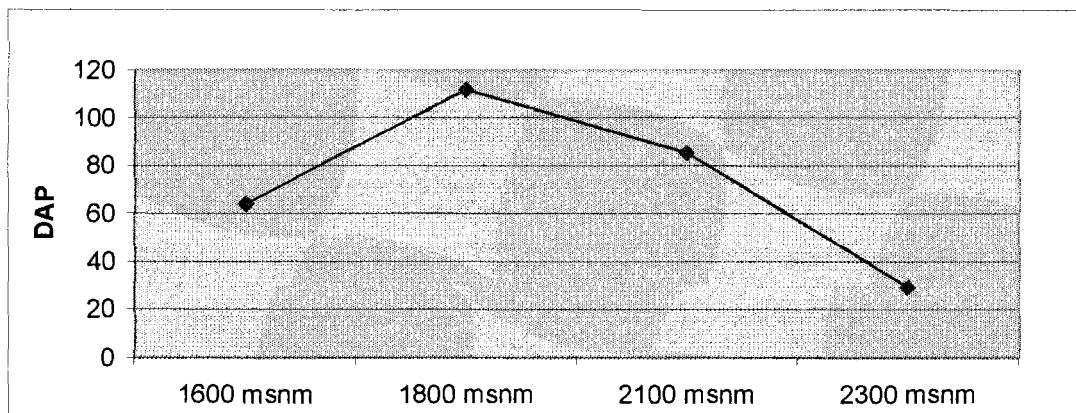
El cuadro No.12 muestra las medias por unidad muestral del diámetro a la altura del pecho –DAP- tomada para cada individuo del estrato arbóreo. La variación de las medidas en el diámetro de los árboles puede suponer que la Cumbre Montecristo no presenta individuos con un diámetro alto, sin embargo los valores en este sitio alcanzan hasta los 121 cm (rango 9-121 cms). La figura No.2, muestra los diferentes valores de DAP encontrados a diferentes altitudes.



Cuadro No. 12 Valores promedio de la variación del DAP en centímetros en los diferentes sitios de muestreo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad

	El Duraznal 1600 msnm	Concepción Las Minas 1800 msnm	Macizo Montecristo 2100 msnm	Cumbre Montecristo 2400 msnm
\bar{X}	63.90	111.92	85.35	29.62
DST	45.98	105.45	92.08	19.79

Figura No. 9 Valores promedio de la variación del DAP en centímetros en los diferentes sitios de muestreo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad



Cuadro No. 13 Número de individuos del estrato arbóreo por unidad muestral

	Transecto 1	Transecto 2	Transecto 3	Transecto 4	Transecto 5	Transecto 6	TOTAL
El Duraznal 1600 msnm	15	19	18	16	20	18	103
Concepción Las Minas 1940 msnm	26	24	19	26	23	23	141
Macizo Montecristo 2100 msnm	26	25	27	23	32	16	149
Cumbre Monrechristo 2400 msnm	15	18	14	11	23	17	98
							491

La densidad de las especies dominantes (árboles) es uno de los factores que determina la estructura del bosque. En el cuadro No.13 se presenta el número de individuos arbóreos por unidad muestral y en el cuadro No.5 se presenta las densidades calculadas matemáticamente para cada unidad. De los cálculos elaborados se puede determinar que los sitios Concepción Las Minas (1800 msnm) y Macizo Montecristo (2100 msnm) son los que presentan la mayor cantidad de árboles por hectárea. Con las densidades calculadas para cada unidad se determina además que la media para el total de terreno muestreado (0.4 hectáreas) es de 491 árboles por hectárea.

Cuadro No.14 Densidad de árboles por unidad muestral en la Reserva de Biosfera La Fraternidad.

Sitio Altitud (msnm)	Individuos/parcela (0.25 Ha)	Densidad por sitio Individuos/Hectárea
El Duraznal 1600 msnm	103/0.25	412
Concepción Las Minas 1800 msnm	141/0.25	564
Macizo Montecristo 2100 msnm	149/0.25	596
Cumbre Montecristo 2400 msnm	98/0.25	392

Del muestreo total se puede establecer que los géneros arbóreos con mayor densidad son en su orden: *Hedyosmum*: Chloranthaceae (30), *ND*: Myrsinaceae (21), mano de león: Araceae (17), *Clusia*: Clusiaceae (17), *Ardisia*: Myrsinaceae (17), *Quercus*: Fagaceae (16), *Symplocos*: Symplocaceae (10), *ND*: Rubiaceae (10), palo amarillo (9) y *Podocarpus*: Podocarpaceae (7). El arbusto con mayor densidad pertenece al género *Miconia* (28) y entre las epífitas el género *Peperomia* y *Elaphoglossum* presentan las abundancias mayores. La densidad de las especies arbóreas en cada una de las unidades muestrales pueden apreciarse en el Cuadro No. 6 y figura No. 6. El género *Alsophila*, es un helecho arborescente, que no se incluye dentro del cuadro No.6, presenta una alta densidad (16) y no se reporta únicamente en el sitio Concepción Las Minas, teniendo una densidad máxima en el sitio Macizo Montecristo.

Cuadro No. 15 Densidad de géneros arbóreos con mayores valores de abundancia en la Reserva de Biosfera La Fraternidad

Género / Familia	El Duraznal 1600 msnm	Concepción Las Minas 1800 msnm	Macizo Montecristo 2100 msnm	Cumbre Montecristo 2400 msnm
<i>Hedyosmum</i> / Chloranthaceae	3	0	21	6
ND / Myrsinaceae	2	0	18	1
Mano de león / Araliaceae	0	0	14	3
<i>Clusia</i> / Clusiaceae	2	0	13	2
<i>Ardisia</i> / Myrsinaceae	0	0	17	0
<i>Quercus</i> / Fagaceae	1	0	10	2
<i>Symplocos</i> / Symplocaceae	10	0	0	0
ND / Rubiaceae	5	2	2	1
Palo amarillo	0	0	9	0
<i>Podocarpus</i> / Podocarpaceae	2	2	2	1

Realizando una comparación entre los cuadros No.5 y No.6, se puede observar que el sitio Macizo Montecristo (2100 msnm) presenta la mayor densidad de árboles y de igual forma presenta la mayor densidad de géneros arbóreos. Estos resultados indican que el sitio en mención puede catalogarse como más homogéneo. En relación a la diversidad de géneros en las unidades muestrales, el Cuadro No.7 nos indica que el sitio Concepción Las Minas presenta los valores más altos (78 géneros exclusivos y compartidos), seguido en su orden por el sitio Macizo Montecristo (69). Los valores de los sitios El Duraznal y Cumbre Montecristo, pueden indicarnos que ambos presentan gran similitud en relación a la presencia de géneros.

Cuadro No. 16 Comparación de la Riqueza de géneros de plantas en la Reserva de Biosfera La Fraternidad

El Duraznal 1600 msnm	Concepción Las Minas 1800 msnm	Macizo Montecristo 2100 msnm	Cumbre Montecristo 2400 msnm
64	78	69	63

No todos los géneros de plantas se reportan para las cuatro unidades muestrales. La cantidad de especies vegetales compartidas en al menos dos sitios asciende a 31, valor que incluye individuos compartidos del estrato arbóreo, arbustivo, epífita y herbáceo, esto puede observarse en el cuadro No.8. El número de individuos que se reportan para un solo sitio (especies exclusivas) puede apreciarse en el cuadro No.9.

Cuadro No. 17 Número de géneros compartidos por estrato vegetal en la Reserva de Biosfera La Fraternidad

Estrato Vegetal	Géneros
Epífitas (helechos, trepadoras, piperáceas)	15
Árboles	14
Palmas	01
Helechos arborescentes	01

Cuadro No. 18 Distribución de géneros exclusivos y especies compartidos por unidad muestral en la Reserva de Biosfera La Fraternidad

Sitio	Exclusivos	Compartidos
El Duraznal 1600 msnm	46 (20.44 %)	79.56%
Concepción Las Minas 1800 msnm	59 (26.22 %)	73.78%
Macizo Montecristo 2100 msnm	44 (19.56 %)	80.44%
Cumbre Montecristo 2400 msnm	48 (21.33 %)	78.67%
Todos los sitios		31 (13.78 %)

7.3.3 Relaciones geográficas de la Vegetación

Se analizaron 21 géneros determinados de las especies arbóreas y algunas herbáceas para determinar las relaciones de su distribución geográfica, las cuales pueden observarse en el cuadro No.10. Las categorías de distribución geográfica empleadas fueron las utilizadas por Kapelle (1995) y Mabberley (1997), ambos citados por Ramírez (2001). Las categorías que más géneros aportan son las que incluyen los representativos de la región de México y Centro América, con la categoría que agrupa los de origen austral-antártico. La categoría que incluye géneros de origen pantropical y la que incluye los de origen malayo-americanos se presentan también como las que presentan valores altos de aporte de géneros. De las especies colectadas dentro de las unidades muestrales se identificaron solamente dos especies endémicas:

Daphnopsis monocephala Dam. Sm. de la familia Thymelaeaceae; y, una epífita *Anthurium subcordatum* Schott. Oesterr de la familia Araceae.

Cuadro No. 19 Relación de géneros por categoría de distribución geográfica.

AU = austral-antártica, MC = México y Centroamérica, PA = pantropical, AA = afro-americana, AD = amplia distribución (cosmopolitas), MA = meridional andina, NA = neotropical amazónica, HO = holártica, EA = malayo-americana.

AU	MC	PA	AA	AD	MA	NA	HO	EA
<i>Podocarpus</i>	<i>Rondeletia</i>	<i>Piper</i>	<i>Miconia</i>	<i>Solanum</i>	<i>Daphnopsis</i>	<i>Clusia</i>	<i>Quercus</i>	<i>Symplocos</i>
<i>Drymis</i>	<i>Randia</i>	<i>Begonia</i>		<i>Rubus</i>	<i>Cavendishia</i>			<i>Saurauia</i>
<i>Fucsia</i>	<i>Chamaedorea</i>	<i>Ardisia</i>						<i>Hedyosmum</i>
<i>Eugenia</i>	<i>Kohleria</i>							

7.3.4 Análisis ecológico multivariante de la Vegetación

El primer análisis con la matriz general de datos relaciona todas las muestras vegetales determinadas de acuerdo a la composición y abundancia en las cuatro unidades muestrales. Este análisis refleja que en base a las variables mencionadas existe una estrecha relación (similitud) entre los sitios El Duraznal a 1600 msnm y Concepción Las Minas a 1800 msnm respectivamente). El subgrupo formado por estos sitios se relaciona con el sitio Cumbre Montecristo a 2400 msnm. El análisis muestra, por último que el sitio Macizo Montecristo a 2100 msnm, comparte muy pocas especies (determinadas) con los otros sitios, por lo que se aprecia aislado y sin ninguna relación con los demás sitios.

El segundo análisis cluster muestra las tendencias obtenidas al analizar solamente las especies arbóreas de cada unidad muestral, pues solamente las especies arbóreas presentan valores que caracterizan la estructura de cada sitio. Este análisis relaciona las medias aritméticas de los aspectos (diámetro a la altura del pecho y altura total de los árboles) que caracterizan la estructura de cada unidad. El resultado del análisis sigue presentando al sitio Macizo Montecristo a 2400 msnm, como muy diferente al resto de sitios dentro de la

Reserva, de tal suerte que lo mantiene aislado y sin ninguna relación con los demás. En esta ocasión se refleja que los sitios Concepción Las Minas a 1800 msnm y Cumbre Montecristo 2400 msnm son muy parecidos en estructura a tal punto que forman un subgrupo bien definido. El subgrupo formado tiende a relacionarse muy de cerca con el sitio El Duraznal a 1600 msnm, que si bien no presentan una estrecha relación, sus datos son parecidos ya que los relaciona en un porcentaje arriba de 75.

Se analizaron los datos obtenidos mediante la extrapolación de especies a través del análisis de Jackknife de primer orden (ver Anexo No.3), el cual muestra el porcentaje especies colectadas durante la investigación y las especies que, realizando el mismo esfuerzo de muestreo, esperaríamos haber encontrado. El porcentaje de especies encontradas es reportada para el total de la región muestreada, que abarca 0.4 hectáreas y se detalla a continuación:

Número de especies observada: 224

Estimación Jackknife de primer orden: 366.5

% de especies colectadas: $224.0 / 366.5 = 61.12\%$

El análisis de Jackknife muestra que del total de géneros o individuos colectados en la región muestreada (0.4 hectáreas) fue colectado el 61.12% realizando el mismo esfuerzo en cada una de las unidades. Aunque pareciera que se obtuvo mas de la mitad de individuos que pudieron haber sido colectados, como se ha indicado diversos factores tales como el número de unidades elaboradas, la carencia de replicas de las unidades a altitudes determinadas y la intensidad del muestreo, no puede generalizarse el resultado obtenido para toda el área de bosque nuboso en la Reserva de Biosfera La Fraternidad. De tal forma la interpretación de los análisis deben tomarse como tentativos respecto a las relaciones entre cada una de las unidades muestrales.

La tendencia mostrada refleja la formación de dos grupos: el primero reúne a las localidades El Duraznal, Concepción Las Minas y Cumbre Montecristo y el segundo muestra a la localidad Macizo Montecristo. Dentro del primer subgrupo

se produce una variación de similitudes, las dos primeras localidades reflejan una asociación muy estrecha, es decir que muestran una similitud de especies y abundancias a tal grado que se muestran unidas en un porcentaje muy alto. Estas dos localidades se presentan a altitudes de 1600 y 1800 msnm. Es interesante notar que estas dos localidades se relacionan (aunque no estrechamente) con la tercera localidad a 2400 msnm. Tomando en consideración que estudios han demostrado que la composición florística varía continuamente con la altitud y que el número de las especies declinan con la altitud (Vásquez *et. al.* 1998; Ludica *et. al.* 1998; Smith y Killeen 1998; Lieberman *et. al.* 1996), es necesario analizar las razones de la estrecha relación entre estas tres localidades con aproximadamente 500 metros de diferencia altitudinal.

El muestreo realizado reporta que estas tres localidades presentan un porcentaje relativamente alto de especies compartidas. Si bien las abundancias entre dichas especies no son elevadas, la sola presencia de estas, provoca que los análisis construidos en relación a los índices de similitud los agrupen en un grupo. La localidad Cumbre Montecristo se une a las localidades El Durazanal y Concepción Las Minas arriba de un 50% de similitud. En este punto la abundancia de cada uno de los géneros juega un papel crucial pues las relaciones se establecen en abundancias compartidas no mayores a 2 individuos y de allí que el porcentaje de unión no sea tan elevado como en las primeras dos localidades. Ahora bien, la localidad Mazico Montecristo que no se une a estas tres localidades, aun estando a una altitud (2100 msnm) que sugiere que debería estar mas estrechamente relacionada que la localidad a altitud superior, no presenta un alto número de especies compartidas, además las especies que comparte tienden a presentar amplias diferencias en términos de abundancia. Es importante señalar aquí que debido a la época de muestreo muchas de las colectas no presentaban estructuras reproductivas necesarias para la determinación de las mismas, esto puede influir en que al no determinar los géneros y solo conocer la familia los análisis de similitud no los relacionen y por

lo tanto los separen en el análisis Cluster o de agrupamiento. Este fenómeno se ocurrió durante los primeros meses de colecta, ya que las muestras no presentaban estructuras reproductoras. De igual forma es necesario ampliar el muestreo pues debido a la diversidad de especies en la región es posible que en el sitio seleccionado no se encontraran especies que se comparten con las demás unidades de muestreo.

Como resultado de la relación de los valores promedio de estructura arbórea entre las unidades muestrales o entre la variabilidad conforme la altitud, se puede apreciar cierta tendencia en cambios de altitud, en los cuales incrementan o decrecen ciertos valores de las especies de árboles (Ludica y Schlichter 1998; Lieberman *et. al.* 1996; Vázquez y Givnish 1998). Se aprecia que el sitio Cumbre Montecristo no está relacionado con las otras localidades. Atendiendo las propuestas de los autores es válido decir que el sitio más alto presentará características estructurales distintas a sitios con menor altitud.

La distancia relativa euclidiana que une a las localidades El Duraznal, Concepción Las Minas y Macizo Montecristo se presenta por arriba de 2.15 que equivale a un poco más del 75% de similitud entre las localidades. La estrecha relación presentada entre los sitios Concepción Las Minas y Macizo Montecristo, se debe en parte a que si bien sus valores promedios de altura no son tan semejantes sí poseen valores extremos que los asemejan, de igual forma estos dos sitios poseen los valores promedio de diámetro a la altura de pecho más elevados de los cuatro analizados.

8. CONCLUSIONES

- Durante el muestreo se encontró un total de trece especies de ocho géneros, distribuidos en cuatro familias de mamíferos menores: Didelphidae, Soricidae, Heteromyidae y Muridae.
- La especie de mamífero menor con el valor de abundancia más alto es *Reithrodontomys mexicanus* que en los sitios más elevados del muestreo en el Macizo Montecristo (2000 msnm) y en la Cumbre Montecristo o Trifinio (2300 msnm) representa el 50% y el 47% respectivamente.
- El sitio El Duraznal (1600m) es el que presenta mayor riqueza de especies de mamíferos menores, la comunidad esta mejor representada por *Peromyscus aztecus*.
- Las comunidades de mamíferos menores tienen mayor número de individuos y número de especies en el sitio de menor altura, que es El Duraznal ubicado a 1600 msnm, que está compuesto por 11 especies, le siguen en número de especies el sitio Concepción Las Minas a 1800 msnm con 7 especies y el sitio Macizo Montecristo a 2000 msnm con 7 especies, a diferencia del sitio de mayor altura que está compuesto por 4 especies, de las cuales es más dominante el grupo de ratones del género *Reithrodontomys*.
- La matriz de los coeficientes de similitud de Jaccard nos indica que los sitios más similares en cuanto a mamíferos menores son el Macizo Montecristo y Concepción Las Minas con un valor de 0.75, sitios que comparten seis especies.
- Los sitios menos similares son El Duraznal (1600 msnm) y la Cumbre Montecristo (2300 msnm), que son similares un valor de 0.38, esto debido a que solo comparten las cuatro especies que están presentes en el sitio Cumbre Montecristo.

- La comunidad de mamíferos menores en la Reserva de Biosfera La Fraternidad está dominada principalmente por especies que se diversificaron en la región Mesoamericana, entre estas especies encontramos: *Cryptotis goodwini*, *Heteromys desmarestianus*, *Habromys lophurus*, *Nyctomys sumichrasti*, *Reithrodontomys mexicanus*, *Reithrodontomys sumichrasti* y *Scotimomys teguina*, especies que están restringidas a la región y que se cree se han especiado a partir del Istmo de Tehuantepec en México.
- En la actualidad el bosque nuboso de la Reserva de Biosfera La Fraternidad actúa como una isla para especies propias de bosques nubosos, si este hábitat se fragmenta por razones antropogénicas, las poblaciones se separarían y se correría el riesgo de la pérdida de especies, debido a que el tiempo para adaptarse a otras condiciones u otros hábitats es lento –en términos humanos- .
- En los mamíferos menores de la Reserva se encontró un total de seis géneros de ectoparásitos del Orden Siphonaptera (pulgas).
- El 95% de las especies de roedores (Muridae) de la Reserva, presentaron al menos un género de pulga con excepción de la especie *Nyctomys sumichrasti*.
- De todos los géneros del orden Siphonaptera (pulgas), encontrados en mamíferos menores, el género *Pleochaetis* fue el que presentó mayor abundancia y se encontró en todas las especies de mamíferos menores, tanto en machos como en hembras, obteniéndose un porcentaje de 67% del total de los especímenes de pulgas.
- Los géneros del orden Siphonaptera (pulgas), *Jellisonia* y *Strepsylla* fueron los más raros con un 2.12% y 1.41% respectivamente del total de pulgas y fueron encontrados solo en dos especies de ratones: *Peromyscus aztecus* y *Reithrodonthomys mexicanus*.

- Del total de pulgas encontradas el 60% correspondió a hembras y el 40% a machos.
- Las especies de mamíferos menores que presentaron más pulgas son: *Reithrodonthomys mexicanus* y *R. sumichrasti*.
- Existe una gran diversidad florística en el bosque nuboso de la Reserva. Se realizaron 600 colectas sistemáticas y el total de individuos se distribuyó en 54 familias vegetales. Siendo las predominantes: Polypodiaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Orchidaceae, Myrsinaceae, Melastomáceae, Chloranthaceae, Clusiaceae y Araliaceae.
- La estructura vertical del bosque muestra que en las localidades El Duraznal y Concepción Las Minas el estrato dominante o arbóreo tiene los géneros con mayores valores promedios de altura. Las localidades Cumbre Montecristo y Macizo Montecristo, presentan valores promedios más bajos en este parámetro aún en su estrato dominante.
- La densidad de individuos vegetales por hectárea refleja que la localidad Macizo Montecristo presenta los valores más altos. Los valores de densidad más bajos fueron presentados por la localidad Cumbre Montecristo, a 2300 msnm.
- Las especies arbóreas con densidad más alta pertenecen a las familias Chloranthaceae y Myrsinaceae. Estos géneros presentan abundancias altas en la localidad Cumbre Montecristo en las especies: *Hedyosmum mexicanum* y *Ardisia spp.*
- La gran diversidad y abundancia de especies epífitas en la región refleja que estos organismos presentan valores más altos de especies compartidas en al menos dos de las cuatro unidades muestrales (15 géneros), seguida por el estrato arbóreo que comparte en al menos dos sitios 14 géneros.

- La totalidad de géneros vegetales compartidos en al menos dos localidades es de 31, estos géneros son de los estratos arbóreo, arbustivo, epífita y herbáceo. Por otro lado, los valores que presenta cada localidad en relación a géneros sin compartir varía entre un rango de 44 a 59.
- El análisis geográfico de los géneros vegetales determinados refleja que el mayor porcentaje de individuos tiene orígenes en la región denominada México y Centroamérica, así como la Austral-Antártica. Sin embargo, debido a la no determinación de todos los géneros el origen general de la vegetación de la zona debe quedar como de interpretación tentativa.
- El análisis jackknife de primer orden indica que realizando el mismo esfuerzo en la colecta de especímenes vegetales dentro de las cuatro unidades muestrales (0.4 hectáreas) se ha podido recolectar el 61.12 % del total de individuos posibles para el área indicada.
- De acuerdo con el análisis cluster de las especies vegetales, puede decirse que existe una estrecha relación en términos de presencia y abundancia de géneros entre las localidades El Duraznal y Concepción Las Minas, uniéndose por 0.881 del valor de la distancia euclidiana relativa. Estas mismas localidades se unen en menor grado con la localidad Cumbre Montecristo y no presentan afinidad con la localidad Macizo Montecristo. La localidad Cumbre Montecristo presenta un grado muy bajo de afinidad con la localidad Macizo Montecristo que se establece por arriba de la distancia relativa 3.065 que equivale a un porcentaje menor que 5.
- Las relaciones establecidas por el análisis cluster sobre la estructura arbórea de las cuatro localidades refleja una relación estrecha de similitud entre las éstas: Concepción Las Minas y Macizo Montecristo, y en menor grado con El Duraznal, que se unen en un porcentaje por arriba del 75 %. Para esta relación de estructura la localidad Macizo Montecristo se presenta aislada de las tres anteriores, reflejando que sus valores promedios de estructura difieren en grandes proporciones con las anteriores de altitudes mas bajas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Archer, M. (ed.) 1987. Possums and Opossums: Studies in evolution. Volume I. Surrey Beatty and sons: Australia. 400 pp.

Avendaño, C. 2002. Diversidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un paisaje tropical de la Región Lachuá, Guatemala. Tesis de maestría. El Colegio de la Frontera Sur. México.

Barrios, A. R. 1995. Cincuenta áreas de interés especial para la Conservación en Guatemala. Centro de Estudios para la Conservación -CECON- de la Universidad de San Carlos de Guatemala y The Nature Conservancy -TNC-.

Brown, A. 1990. El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional "El Rey", Argentina: Composición florística y patrón de distribución. Rev. Biología Tropical, 38(2 A): 155-166.

Bruijnzeel, L. A y J. Proctor. 1995. Hydrology and Biogeochemistry of Tropical Montane Cloud Forest: what do really know? Pages 38-76. In: Hamilton, L.S; J. O. Juvik y F. N. Scatena (eds.) 1995. Tropical Montane Cloud Forest. Ecological Studies 110. Springer-Verlang. 407 pp.

Buchanan, D. M. y T. R. Howell. 1967. Zoogeography of *Scotinomys* in Middle America, with the description of a new species from Nicaragua. Journal of Mammalogy. 48 (3): 414-419.

Campbell, J. A. & L. S. Ford. 1982. Phylogenetic relationships of the colubrid snakes of the genus *Adelphicos* in the highlandas of Middle America. Occasional papers, University of Kansas, No. 100:1-22.

Campbell, J. A. 1982. The Biogeography of the Cloud Forest Herpetofauna of Middle America, with special reference to the Sierra de las Minas of Guatemala. Dissertation of Ph. D. University of Kansas. 322 pp.

Campbell, J. A. & J. P. Vannini. 1988. A new species of beaded lizard, *Heloderma horridum*, from the Motagua Valley of Guatemala. *Journal of Herpetology* 22 (4): 457-468.

Campbell, J. A. 1999. Distribution Patterns of Amphibians in Middle America. Pages: 111-209. In: Duellman, W. E. (Ed). *Distribution Patterns of Amphibians: A Global Perspective*. The Johns Hopkins University Press.

Carleton, M. D. 1989. Systematics and evolution, pages 7-141, in: Kirkland, G. L. y J. N. Layne (eds.) *Peromyscus* (Rodentia). Texas Tech University Press.

Carr, A. F. 1950. Outline for a classification of Animal Habitats in Honduras. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 94: 567-594.

Catling, P. y L. Lefkovitch. 1989. Associations of Vascular Epiphytes in a Guatemalan Cloud Forest. *Rev. BIOTROPICA* 21(1): 35-40. USA.

Centro de Datos para La Conservación. 1999. Fauna en Peligro de Extinción de Guatemala: Inventarios Rápidos para la Conservación. Informe Final. CDC, CECON, CONCYT, Guatemala. 102 pp.

Clayton, D y K. Johnson. 2003. Linking coevolutionary history to ecological process: Doves and Lice. *Evolution* 57 (10): 2335-2341.

Cruz, G. A; A. Nagelhout y T. Hawkins. 1993. El decreto 87-87 Ley de los bosques nublados: Base legal para la conservación de los bosques nublados de Honduras. Serie Miscelánea CONSEFORH. Num. 23-5/93.

DIGI. 1996. Acuerdos de Paz. Universidad de San Carlos de Guatemala. Editorial Universitaria, 54pp.

Doumenge, C; D. Gilmour; M. Ruiz y J. Blockhus. 1995. Tropical Montane Cloud Forest: Conservation status and management issues: Pages 24-37. In: Hamilton, L.S; J. O. Juvik y F. N. Scatena (eds.) 1995. Tropical Montane Cloud Forest. Ecological Studies 110. Springer-Verlang. 407 pp.

Engstrom *et.al.* 1993. New records of two small mammals from Guatemala. The Southwestern Naturalist 38(1): 80-82.

FIIT. 1994. Caracterización de la región de Tres Volcanes. Fundación Interamericana de Investigación Tropical, Guatemala.

Engwald, S., V; Schmit y W. Barthlott. 1998. Epiphytes in rain forest of Venezuela – diversity and dynamics of a biocenosis. Pages: 425-434.

Garcia, B. 1998. Estudio del dosel de la selva nublada del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Lic. Mario Dary Rivera”. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Gentry, A. H. (Ed.). 1990. Four Neotropical Rainforest. Yale University Press. United States of America. 627 pp.

Gentry, A. H. 1991. Vegetación del bosque de niebla. Pp 22-51. En: C. Uribe, ed. Bosques de niebla de Colombia. Banco de Occidente, Santa Fe, Bogotá.

Givnish, T. 1999. On the causes of gradients in tropical tree diversity. Journal of Ecology 87: 193-210. British Ecological Society.

Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. 2 nd. ed. John Wiley & Sons. New York. 600 + 90 pp.

Hamilton, L. S. 1995. Mountain cloud forest conservation and research: A synopsis. Mount. Research & Devel. 15(3): 259-266.

Hamilton, L.S; J. O. Juvik y F. N. Scatena (eds.) 1995. The Puerto Rico Tropical Cloud Forest symposium: Introduction and workshop synthesis. Pages 1-23. In: Hamilton, L.S; J. O. Juvik y F. N. Scatena (eds.) 1995. Tropical Montane Cloud Forest. Ecological Studies 110. Springer-Verlang. 407 pp.

Hair, J; R. Anderson, R. Tatham; W. Black. 1999. Análisis Multivariante. Quinta Edición. Prentice-Hall Iberia. España.

Hernández, J. y C. Chinchilla. 1999. Estudio de la Flora en la Reserva de la Biosfera La Fraternidad (El Salvador, Guatemala y Honduras). Informe de consultoría, Fundación para el desarrollo de los ecosistemas Mayas. 40 pp.

Hernández, H. , A. García, F. Alvarez y M. Ulloa (comp). 2001. Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad. Instituto de Biología. UNAM. México. pp 245-289.

Huber, O. 1986. Las selvas nubladas de Rancho Grande: observaciones sobre su fisonomía, estructura y fenología. Venezuela.

IICA. 1987. Plan Trifinio: Convenio Guatemala-El Salvador-Honduras-O.E.A.-IICA. Estrategia de desarrollo integral de la región trinacional del Trifinio. 71 pp.

IICA. 1993. Apoyo a proyectos de desarrollo fronterizo: Plan Trifinio. 22 pp + Anexos.

IICA-OEA. 1997. Memoria del Plan Trifinio: Gobiernos de Guatemala, El Salvador, Honduras. Publicación de OEA. 123 pp.

IICA-OEA. 1998. Plan de desarrollo regional integral del Trifinio. Publicación OEA. 160pp.

IICA-PNUD. 1993. Proyecto de desarrollo rural sostenible de zonas de fragilidad ecológica en la región del Trifinio. Proyecto CAM/89/005. Anexos: 1-7

Islebe, G & M. Véliz. 2001. Guatemala: Bosques nublados del Neotrópico. En: Kappelle, M. y A. Brown. (eds.) 2001. Bosques nublados del Neotropico. INBIO. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 698 pp.

Jongman, R; C. Ter y O. Van. 1995. Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge University Press. Great Britain.

Kappelle, M. 1996. Los bosques de Roble (*Quercus*) de la cordillera de Talamanca, Costa Rica: biodiversidad, ecología, conservación y desarrollo. Instituto Nacional de Biodiversidad, Universidad de Amsterdam. 336 pp.

Kappelle, M. y A. Brown. (eds.) 2001. Bosques nublados del Neotropico. INBIO. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 698 pp.

Kirkland, G. L. y J. N. Layne (eds.) 1989. *Peromyscus* (Rodentia). Texas Tech University Press. 366 pp.

LaBastille, A. y D. Pool. 1978. On the Need for a System of Cloud Forest Parks in Middle America and the Caribbean. The Foundation for Environmental Conservation, Switzerland. Environmental Conservation. 5(3): 183-191.

Lieberman, D., M. Lieberman; R. Peralta y G. Hartshorn. 1996. Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. Journal of Ecology 84: 137-152. British Ecological society.

Ludica, C. y T. Schlichter. 1998. Structure and composition in a subtropical montane rain forest of Northwestern Argentina. In: Forest biodiversity in north, central and south America and the Carribean: Research and Monitoring. Volume 21. Parthenon Publishing. USA.

Mejía D. A. y J. Hawkins. 1993. Los bosques nublados de Honduras. Serie Miscelanea de CONSEFORH. Num. 42-24/93. 45 pp.

Monedero, G. 1998. Quantitative analysis of the arboreal structure in a tropical cloud forest: ramal interior of the Cordillera de la Costa, Loma de Hierro (Estado Aragua), Venezuela. In: Forest biodiversity in north, central and south America and the Caribbean: Research and Monitoring. Volume 21. Parthenon Publishing. USA.

Ordóñez, N. 1999. Diversidad de mamíferos menores en cuatro bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. 71 pp.

Ramírez, N. 2001. Diversidad florística del bosque mesófilo en el norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. Revista Bol. Soc. Bot. México 69: 63-76.

Reid, F. 1997. A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, New York. 334 pp.

Rzedowski, J. 1994. Vegetación de México. Limusa, Noriega Editores. Cuarta Edición. México.

Sánchez, O. 1993. Análisis de algunas tendencias ecogeográficas del género *Reithrodontomys* (Rodentia:Muridae) en México. Páginas: 25-44. En: Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales, Vol I. Asociación Mexicana de Mastozoología. A, C, México.

Saunier, R. 1987. Plan Trifinio: Convenio Guatemala-El Salvador-Honduras – OEA-IICA. Informe ambiental de la región del Trifinio. Documento Trifinio No.2. 85pp.

Smith, D. y T. Killeen. 1998. A comparison of the structure and composition of montane and lowland tropical forest in the Serranía Pilon Lajas, Beni, Bolivia. In: Forest biodiversity in north, central and south America and the Caribbean: Research and Monitoring. Volume 21. Parthenon Publishing. USA.

Stadmuller, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. University of the United Nations (Tokyo) and Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza –CATIE– (Turrialba). Costa Rica. 85 pp.

Stuart, L. C. 1966. The environment of the Central American Cold-blooded vertebrate fauna. COPEIA: 684-699.

Schuster, J; E. Cano y C. Cardona. 2000. Un método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 80: 197-209.

Vannini, J.P. 1989. Neotropical Raptors and Deforestation: Notes on Diurnal Raptors at finca El Faro, Quetzaltenango. J. Raptors Res. 23 (2): 27-38.

Vásquez, J. A. 1995. Cloud Forest Archipiélagos: Preservation of fragmented Montane ecosystems in Tropical America. Pages 315-332. In: Hamilton, L. S., J. O. Juvik y F. N. Scatena (Eds.) 1995. Tropical Montane Cloud Forest. Ecological Studies 110. Springer-Verlag. 407 pp.

Vásquez, J y T. Givnish. 1998. Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manatlán. Journal of Ecology 86: 999-1020. British Ecological Society.

Villar, L. M. (Ed). 1993. Evaluación Ecológica Rápida de la Reserva de la Biósfera Sierra de la Minas. CDC, CECON, USAC, Guatemala. 57pp.

Webster, G. L. 1995. The panorama of neotropical cloud forest Pp 53-77. En S. P. Churchill, H. Baalslev, E. Forero y J. L. Luteyn, eds. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden, Bronx. New York.

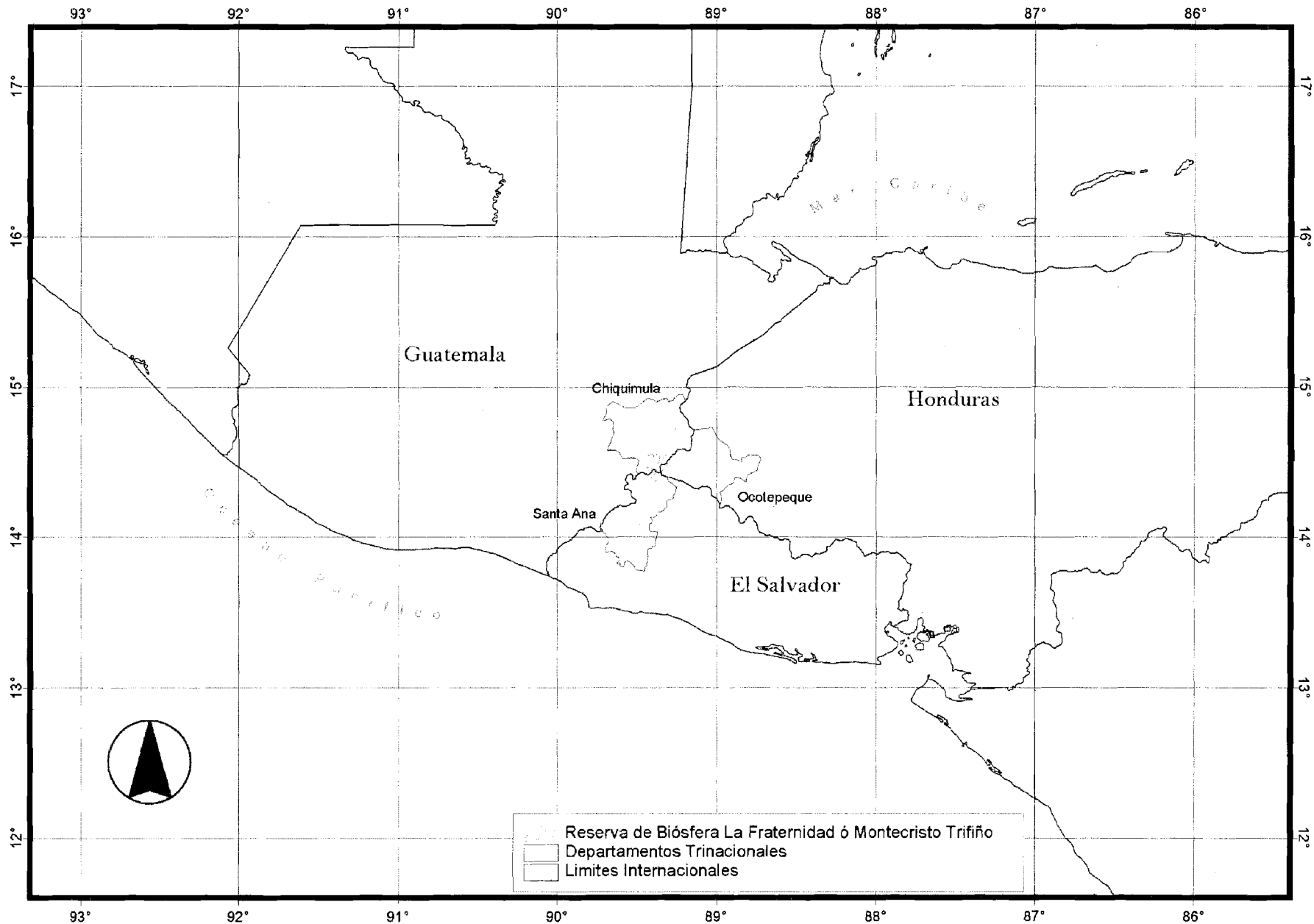
Weeb, S. D. y A. Racy. 1996. Classification and evolution of *Rhinochenus* Lucas (Coleoptera:Circulionidae: Cryptorhynchinae), and Quaternary Middle American Zoogeography. *Quaestiones Entomologicae*. 12: 188-201.

Woodman, N. y M. Timm. 1999. Geographic variation and evolutionary relationships among broad-clawed shrews of the *Cryptotis golmani* group (Mammalia: insectivora: Soricidae). *Fieldiana Zoology, New Series*, No, 91. Field Museum of Natural History. 35pp.

COMUNICACIONES PERSONALES

Matson, J. O. 2003. Department of Biological Sciences, San Jose State University of California. California, United States of America.

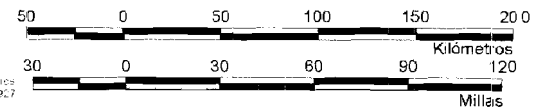
ANEXOS



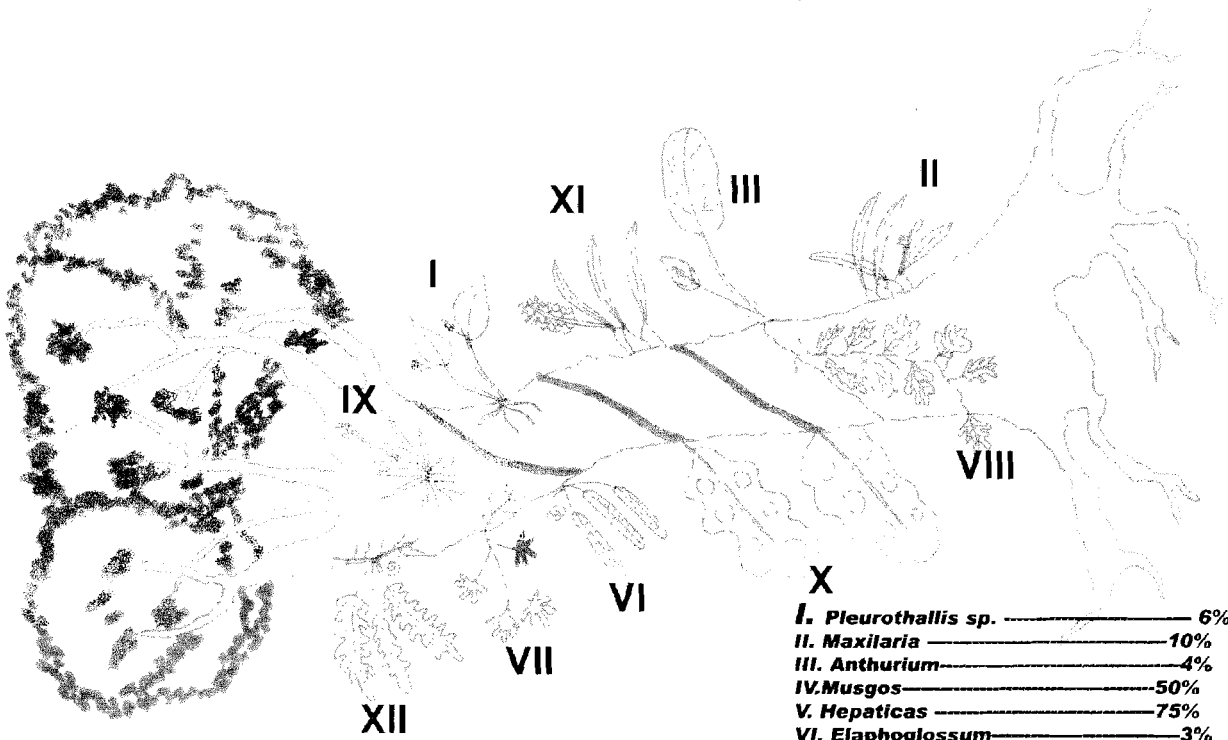
**Ubicación Geográfica de la
Reserva de Biósfera Trinacional
La Fraternidad ó Montecristo-Trifiño**



Proyección Universal
Tránsito de Mercator
Zona 15 Norte
Unidades Geográficas: Metros
Datum Norteamericano de 1917



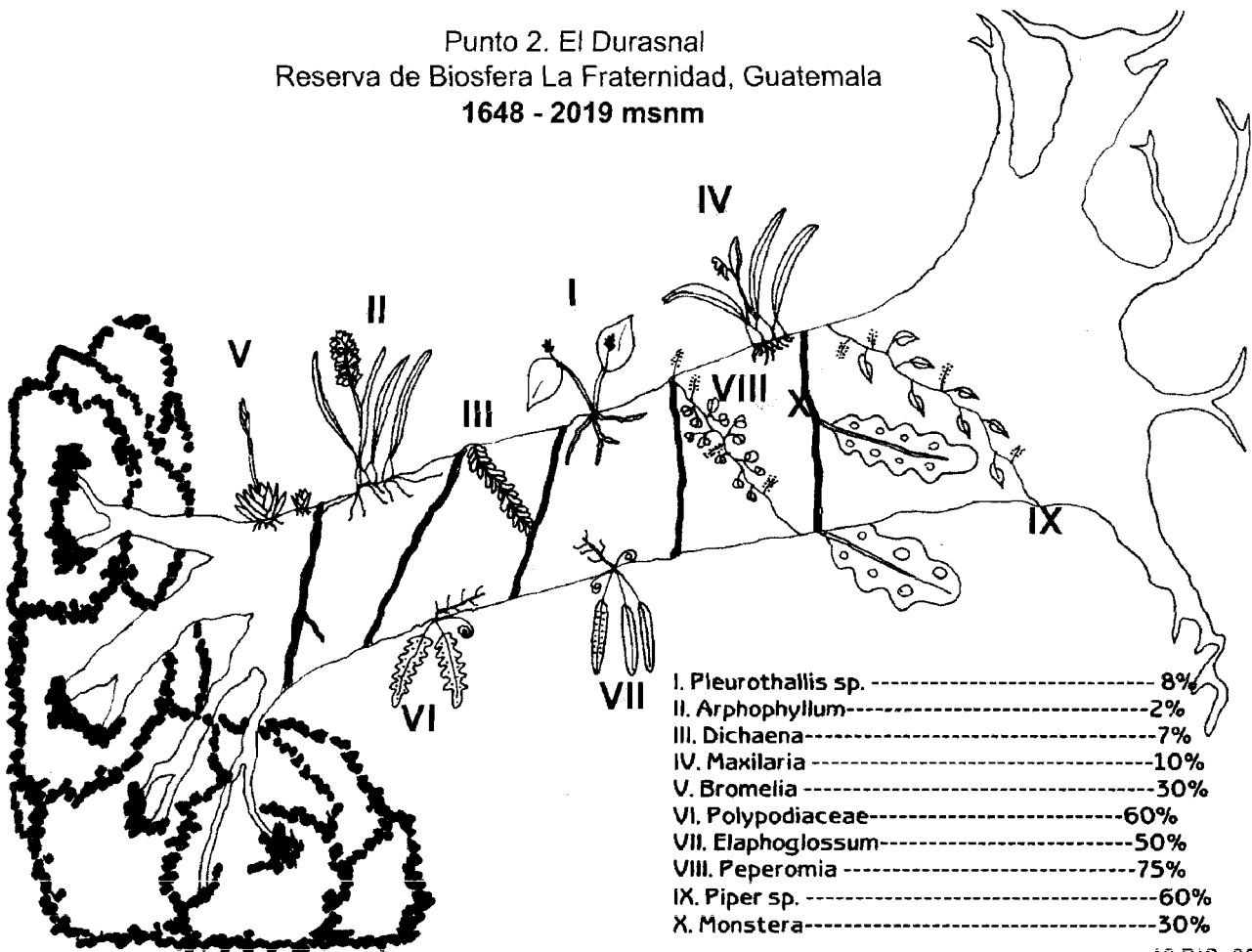
Punto 1. Concepción Las Minas
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala



1900 - 1050 msnm
12 OCT 2002

I.	<i>Pleurothallis</i> sp.	6%
II.	<i>Maxilaria</i>	10%
III.	<i>Anthurium</i>	4%
IV.	Musgos	50%
V.	<i>Hepaticas</i>	75%
VI.	<i>Elaphoglossum</i>	3%
VII.	<i>Peltapteris</i>	12%
VIII.	<i>Hymenophyllum</i>	8%
IX.	Bromelias	30%
X.	<i>Monstera</i>	10%
XI.	<i>Arpophyllum</i>	5%
XII.	Polypodiaceae	1%

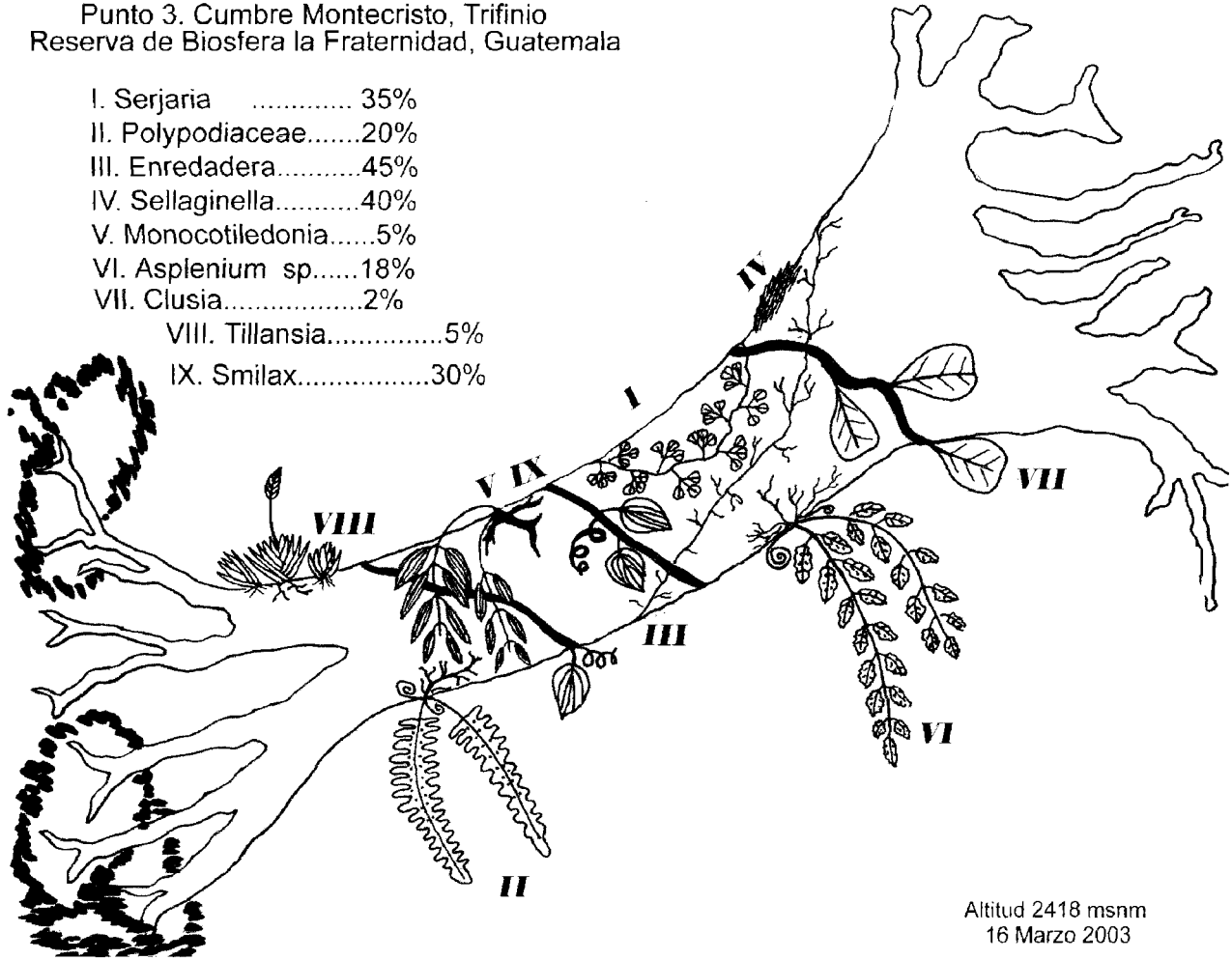
Punto 2. El Durasnal
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
1648 - 2019 msnm



I.	<i>Pleurothallis</i> sp.	8%
II.	<i>Arpophyllum</i>	2%
III.	<i>Dichaena</i>	7%
IV.	<i>Maxilaria</i>	10%
V.	<i>Bromelia</i>	30%
VI.	Polypodiaceae	60%
VII.	<i>Elaphoglossum</i>	50%
VIII.	<i>Peperomia</i>	75%
IX.	<i>Piper</i> sp.	60%
X.	<i>Monstera</i>	30%

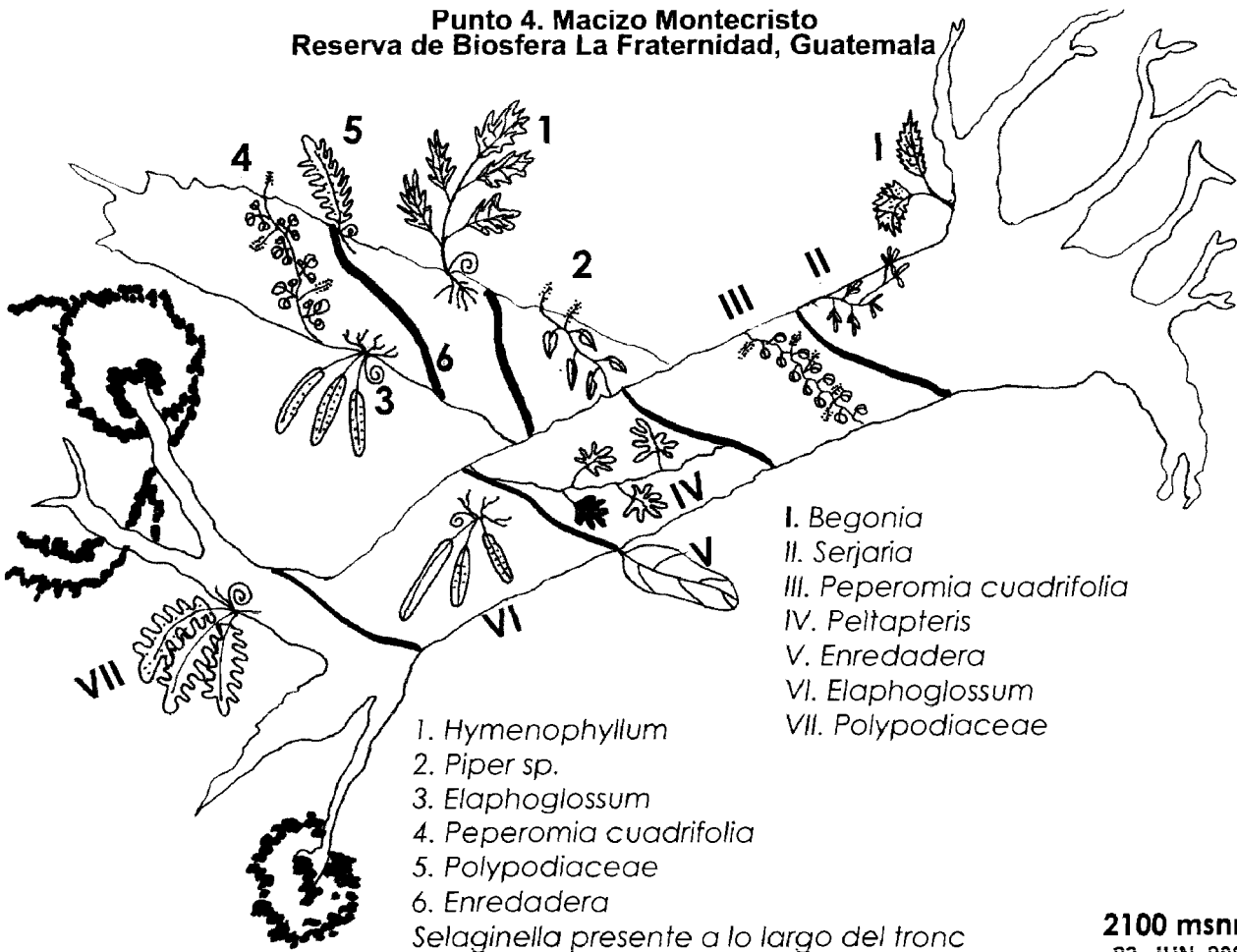
Punto 3. Cumbre Montecristo, Trifinio
Reserva de Biosfera la Fraternidad, Guatemala

- I. Serjaria 35%
- II. Polypodiaceae.....20%
- III. Enredadera.....45%
- IV. Sellaginella.....40%
- V. Monocotiledonia.....5%
- VI. Asplenium sp.....18%
- VII. Clusia.....2%
- VIII. Tillandsia.....5%
- IX. Smilax.....30%



Altitud 2418 msnm
16 Marzo 2003

Punto 4. Macizo Montecristo
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala



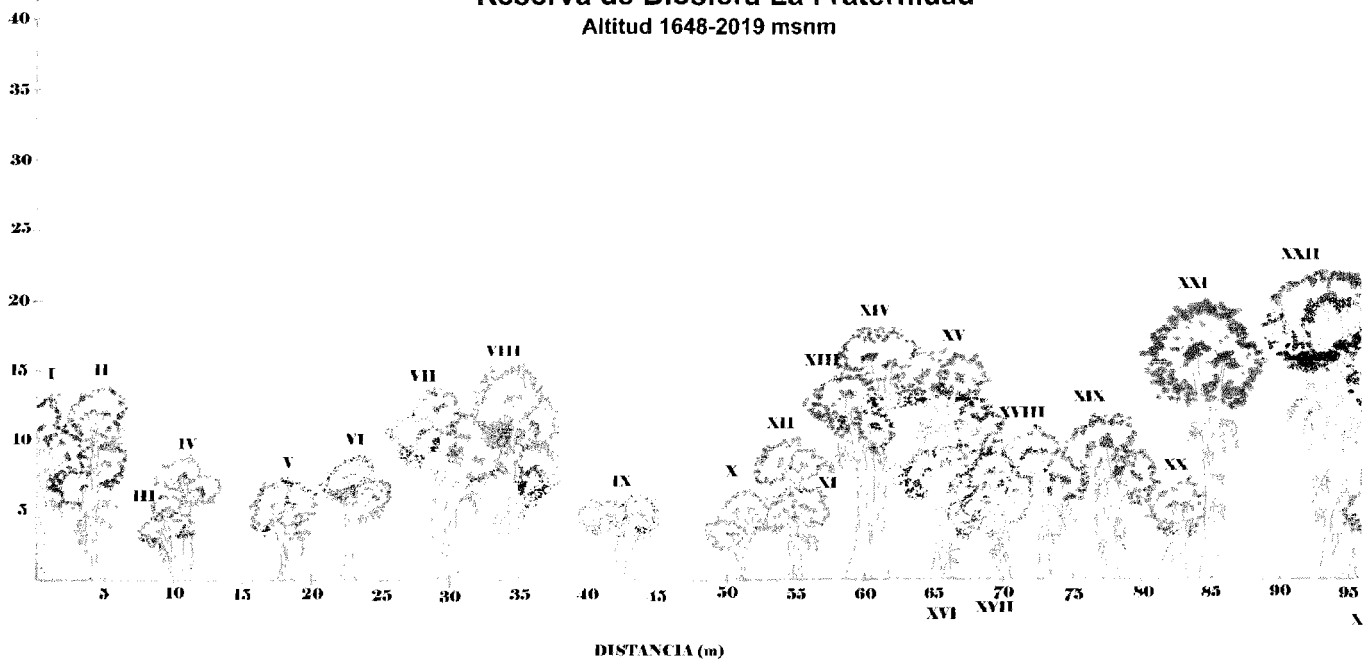
- 1. Hymenophyllum
- 2. Piper sp.
- 3. Elaphoglossum
- 4. Peperomia cuadrifolia
- 5. Polypodiaceae
- 6. Enredadera

- I. Begonia
- II. Serjaria
- III. Peperomia cuadrifolia
- IV. Peltapteris
- V. Enredadera
- VI. Elaphoglossum
- VII. Polypodiaceae

Selaginella presente a lo largo del tronco

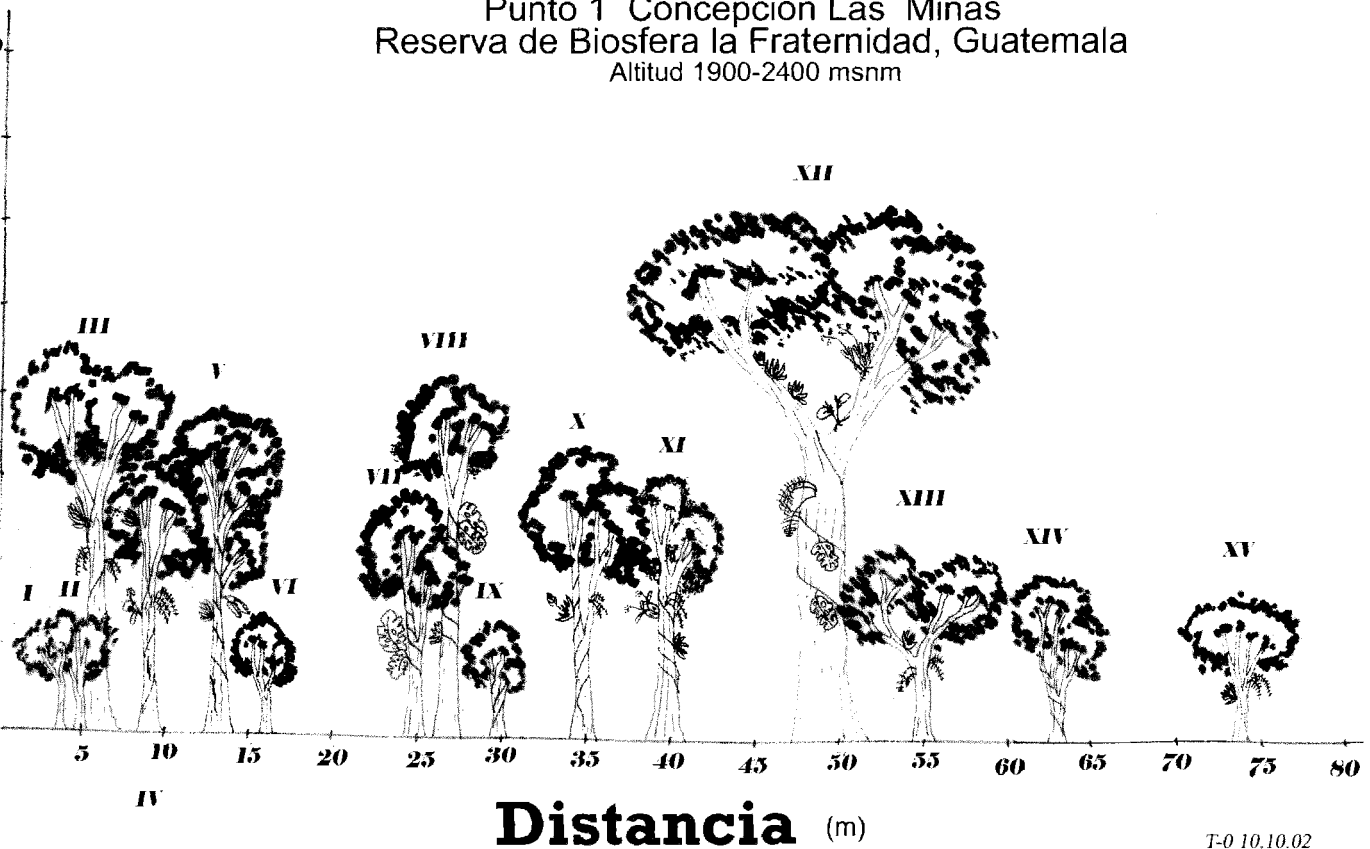
2100 msnm
23 JUN 2003

Punto 2. El Duraznal
Reserva de Biosfera La Fraternidad
Altitud 1648-2019 msnm



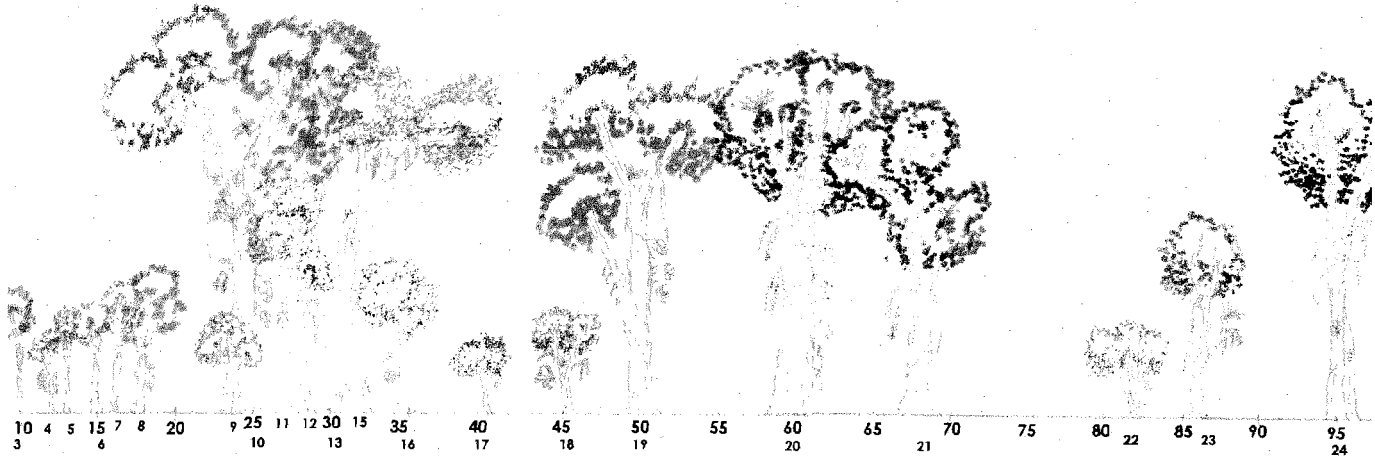
T-0 05.1

Punto 1 Concepción Las Minas
Reserva de Biosfera la Fraternidad, Guatemala
Altitud 1900-2400 msnm



T-0 10.10.02

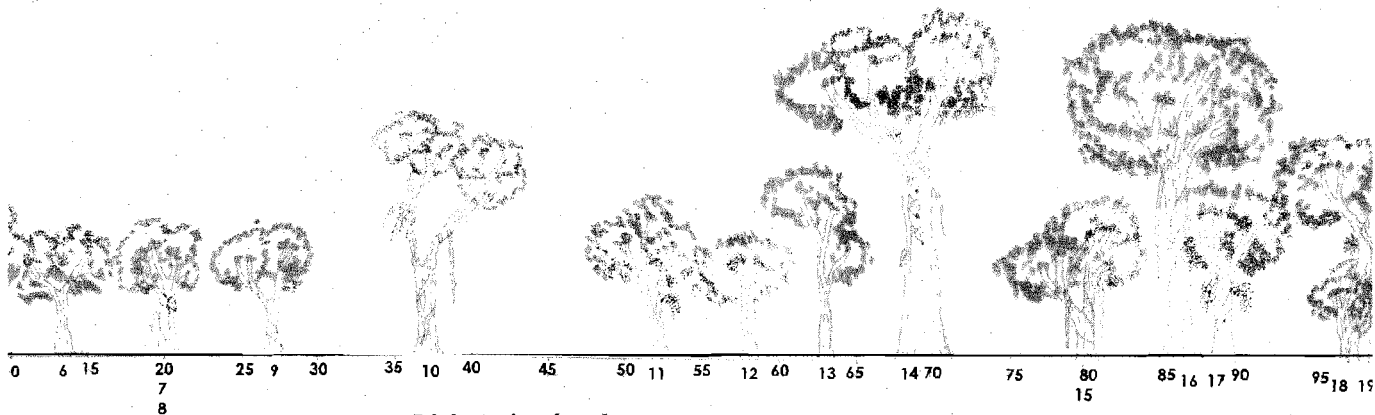
Punto 2. El Duraznal
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1648-2019 msnm



Distancia (m)

T-

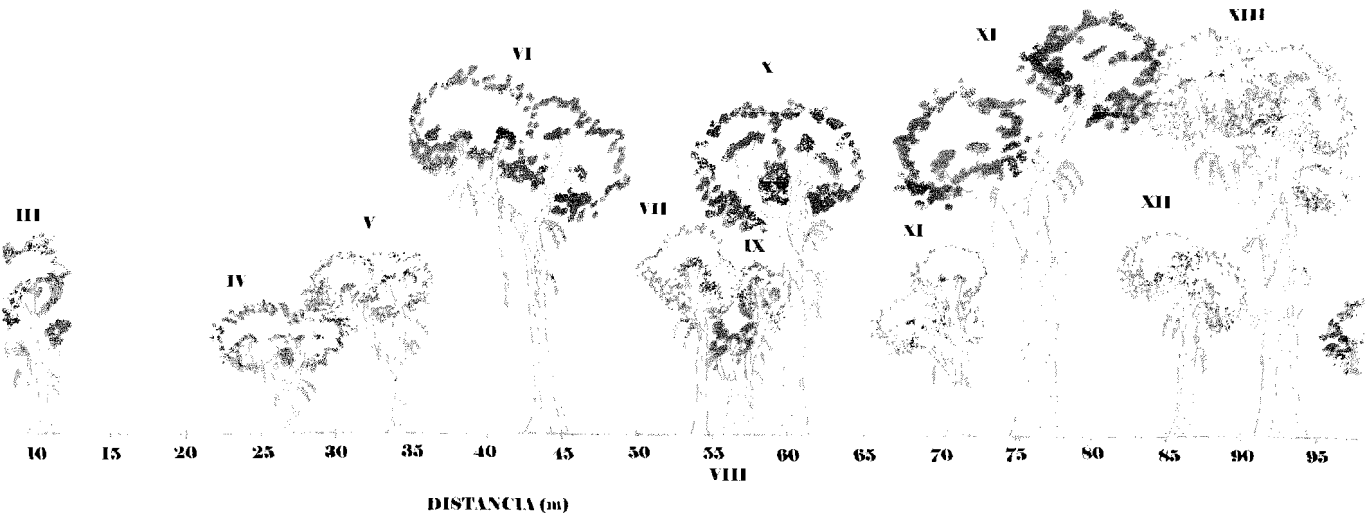
Punto 1 Concepción Las Minas
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1900-2400



Distancia (m)

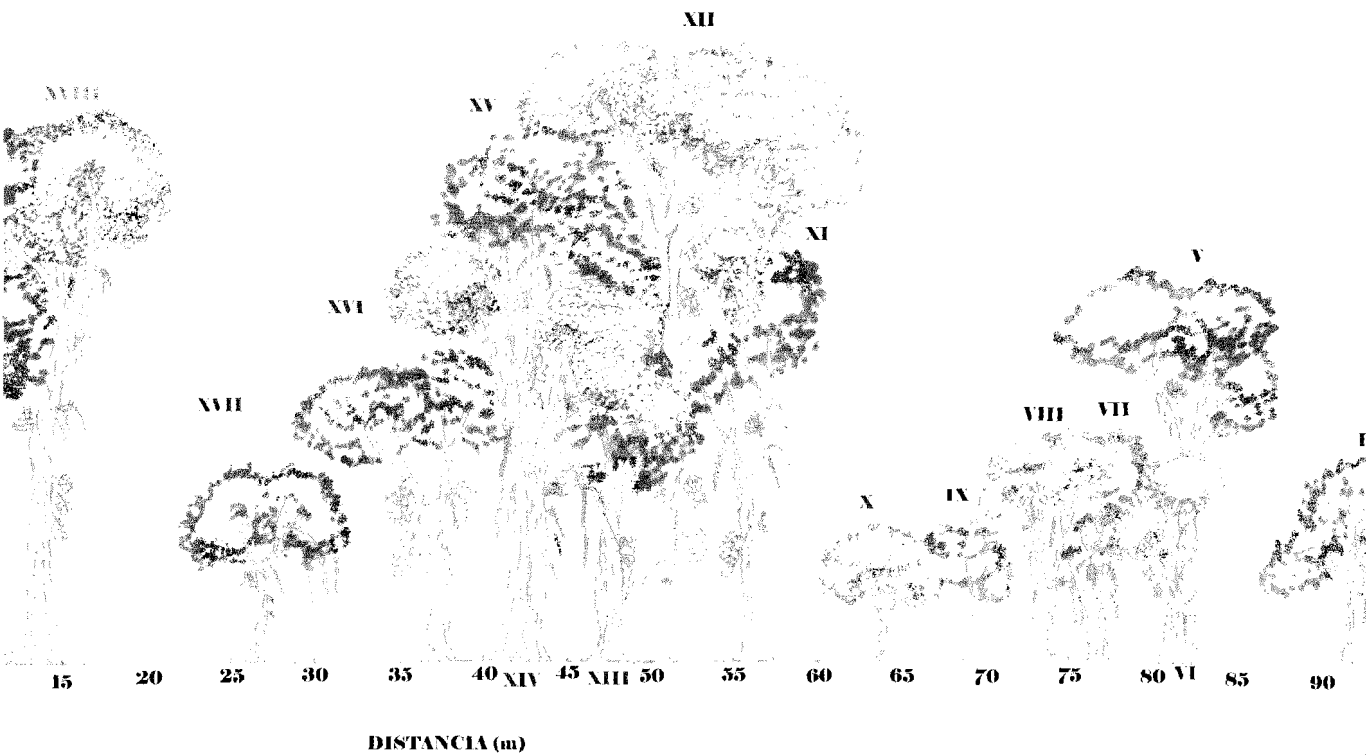
T-1 101002

Punto 3. Cumbre Montecristo, Trifinio
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
Altitud 2418

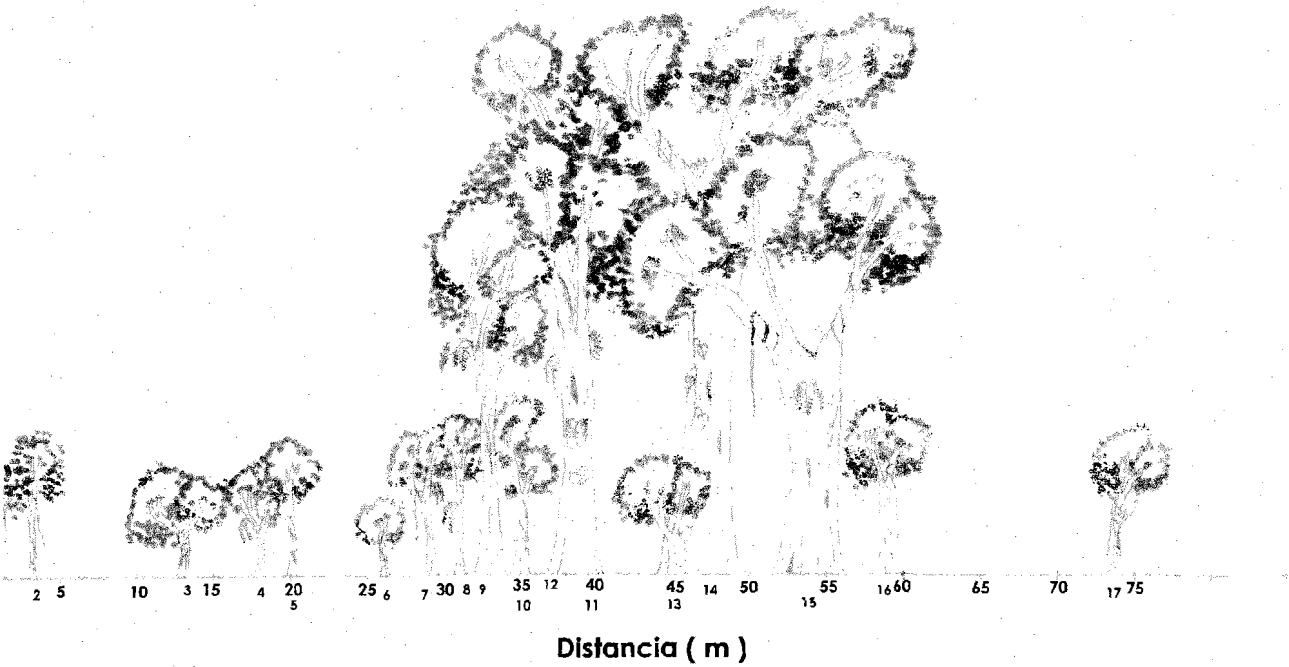


T-1 15.03.0

Punto 2. El Duraznal
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
Altitud 1648-2019 msnm

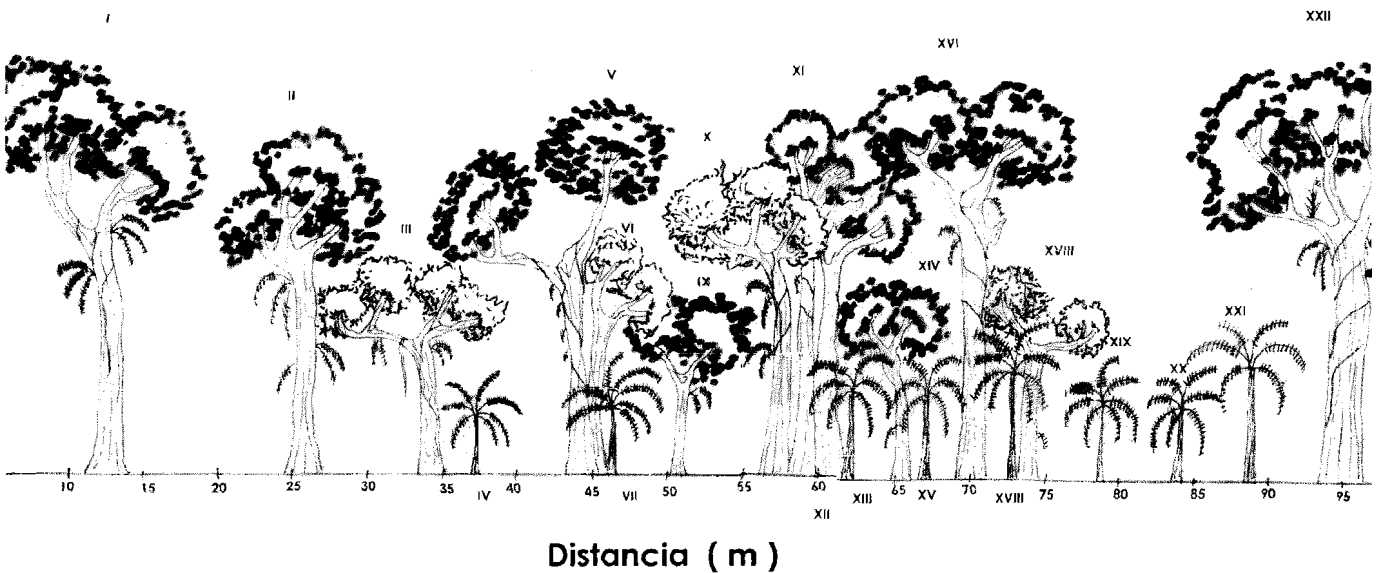


Punto 1. Concepción Las Minas
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1900-2400 msnm



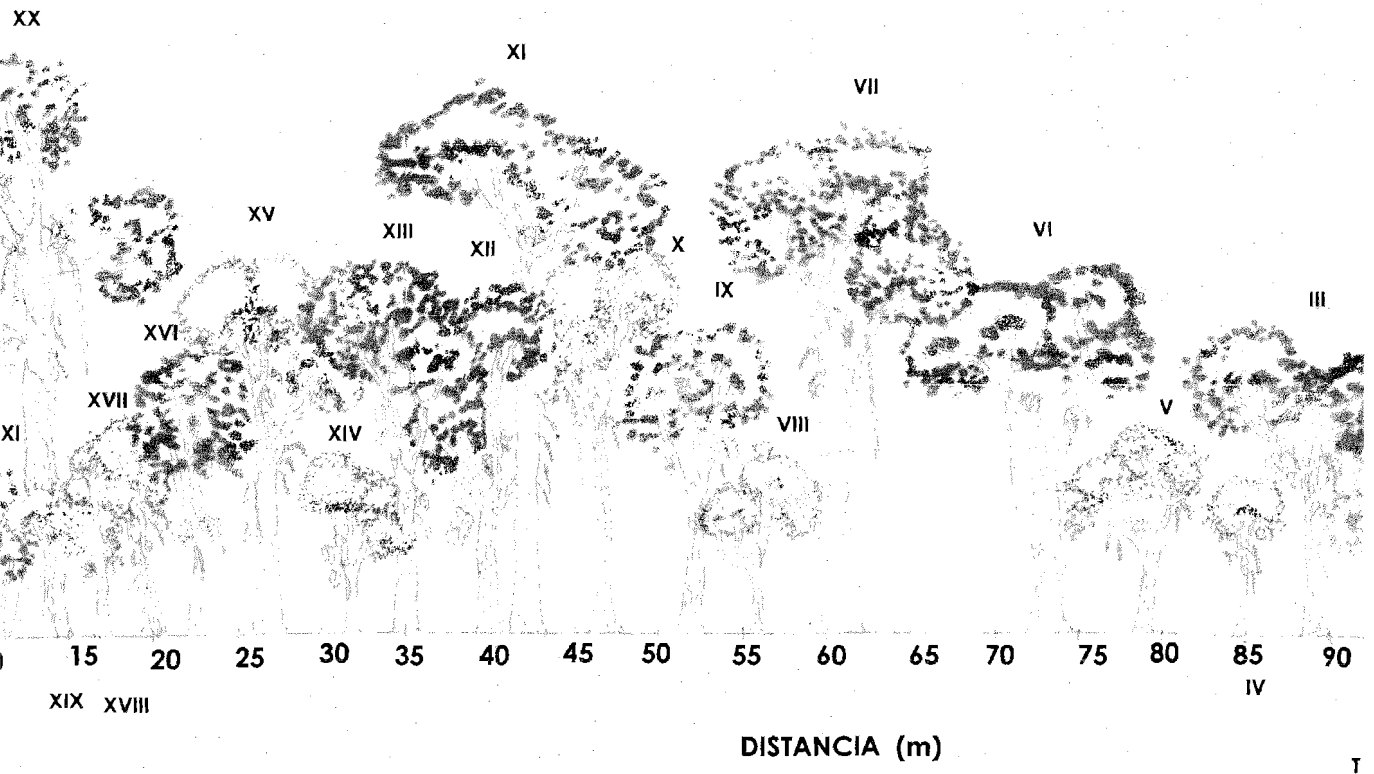
T-2 11.10.02

Punto 3. Cumbre Montecristo, Trifinio
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 2418 msnm

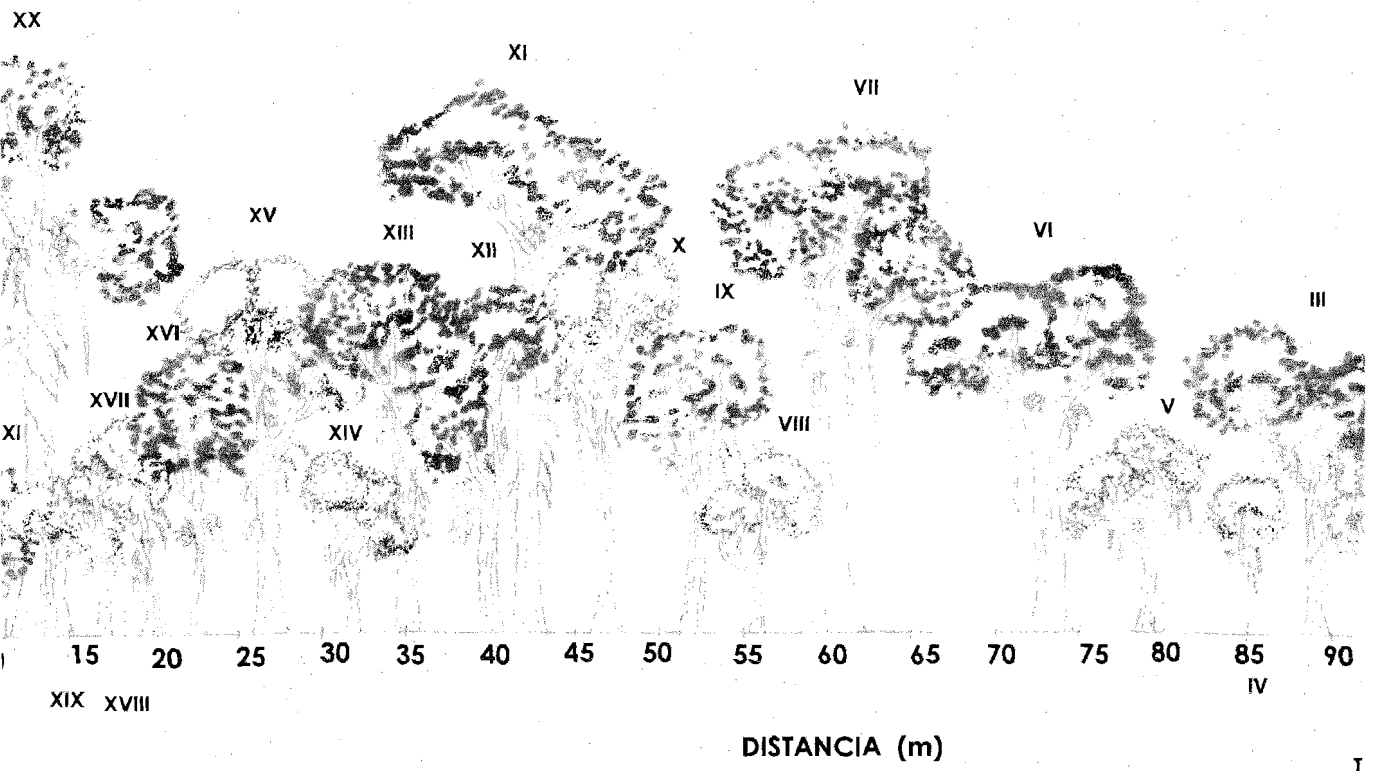


T-2 15.

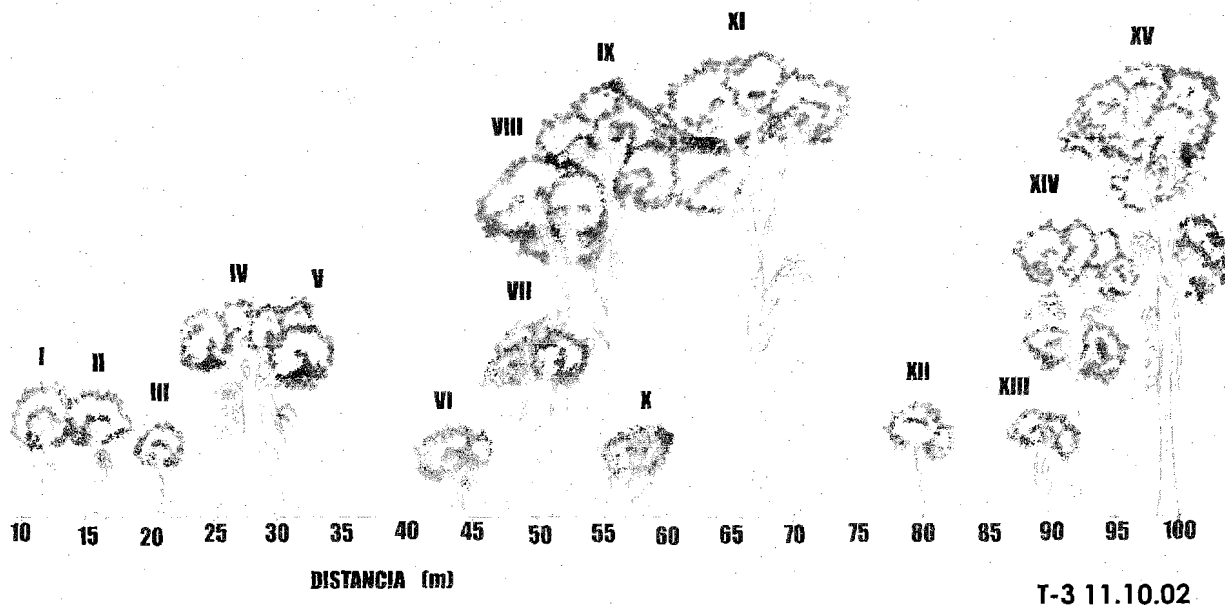
Punto 2. El Duraznal
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
Altitud 1648 - 2019 msnm



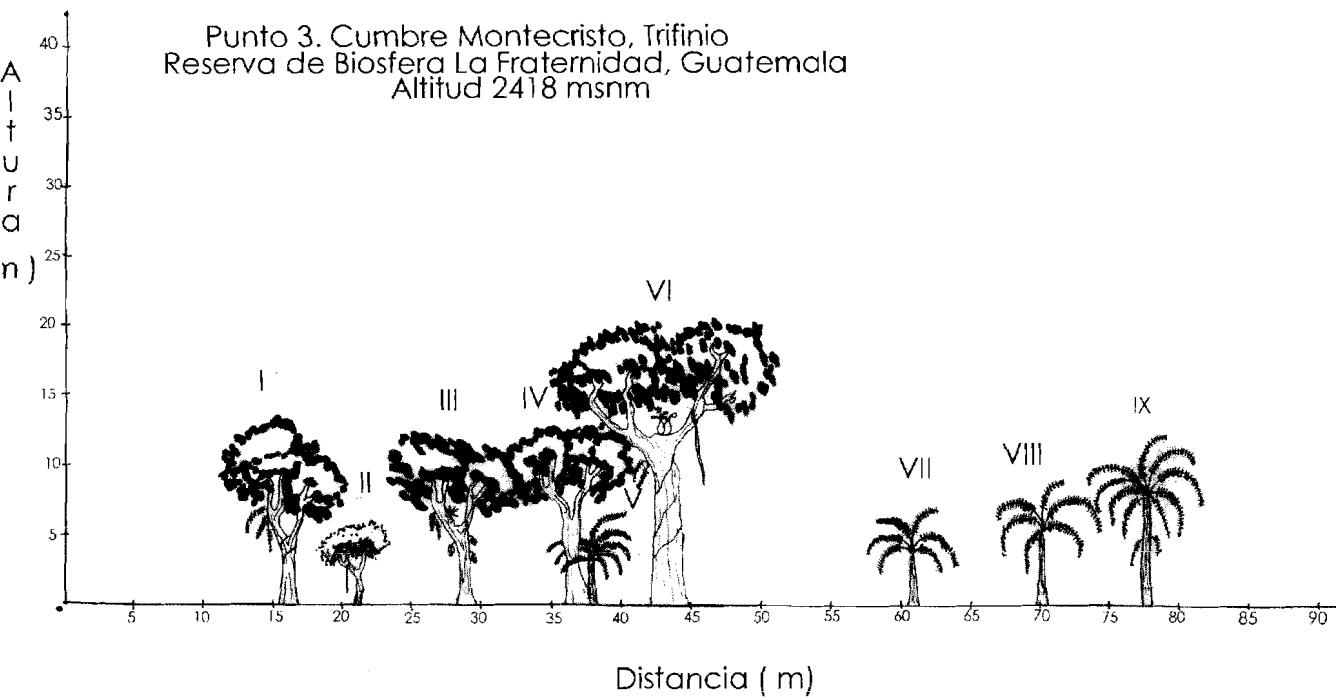
Punto 2. El Duraznal
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
Altitud 1648 - 2019 msnm



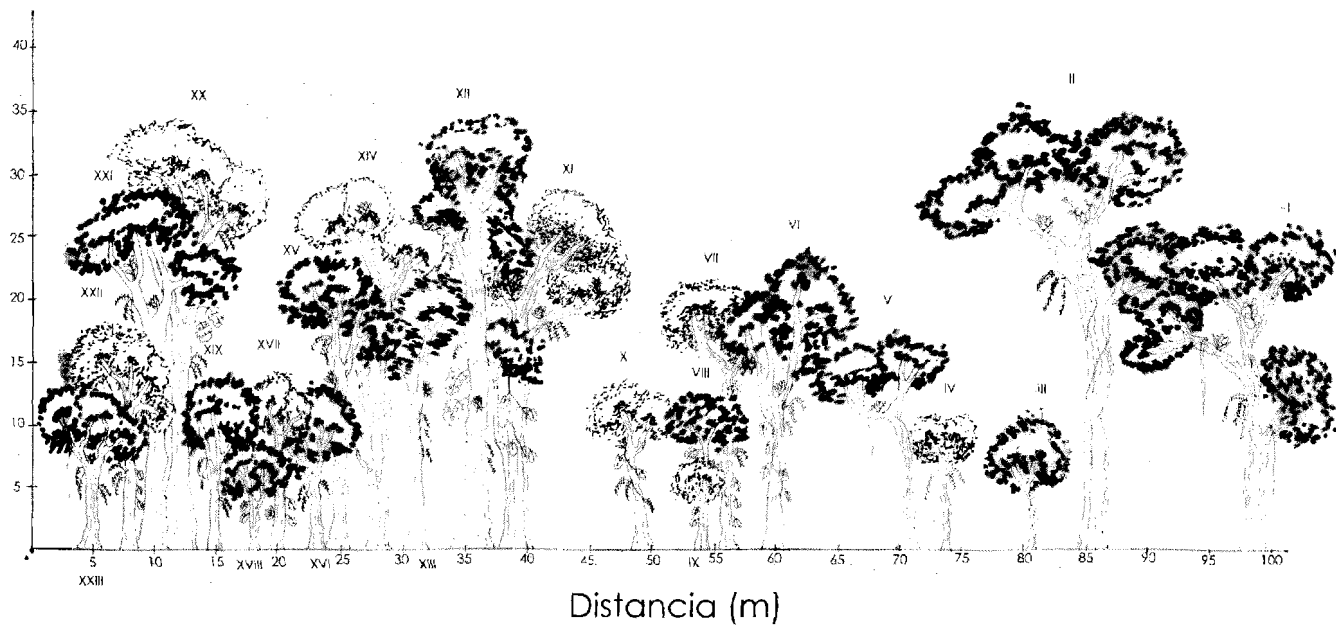
Punto 1. Concepción Las Minas
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1900-1050 msnm



Punto 3. Cumbre Montecristo, Trifinio
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 2418 msnm

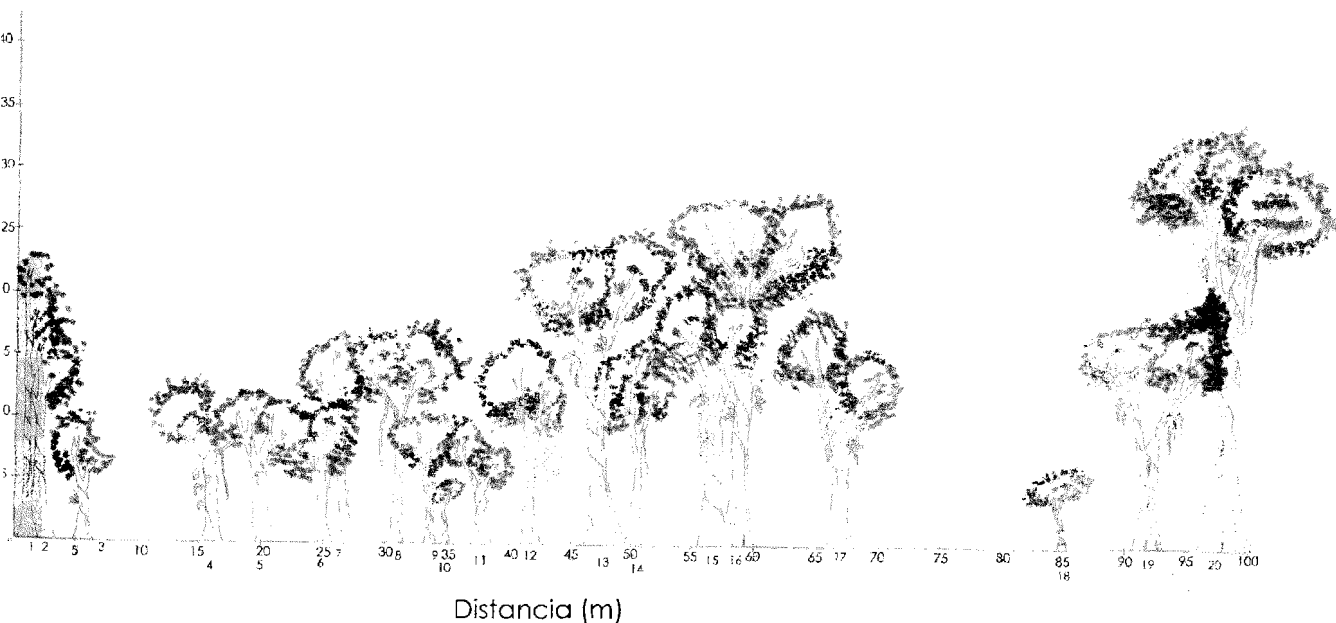


Punto 2. El Duraznal
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1648-2019 msnm



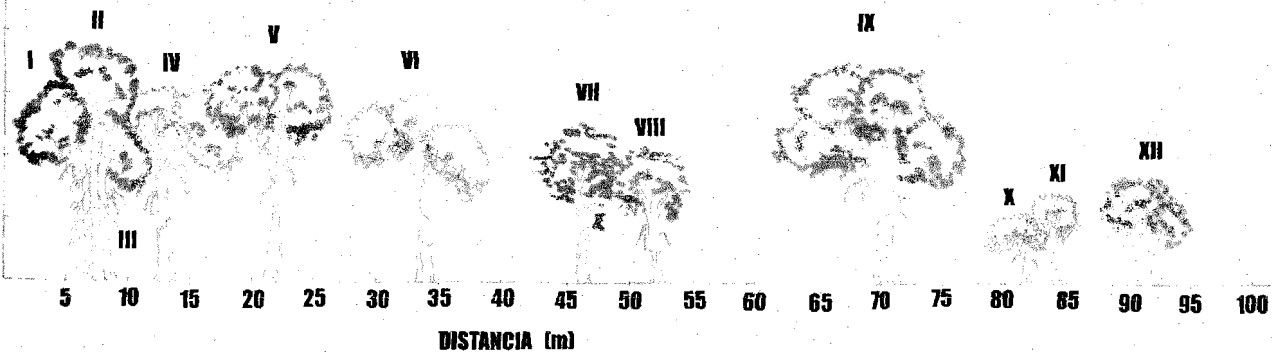
T-4 10.12.02

Punto 1. Concepción Las Minas
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1900-1050 msnm



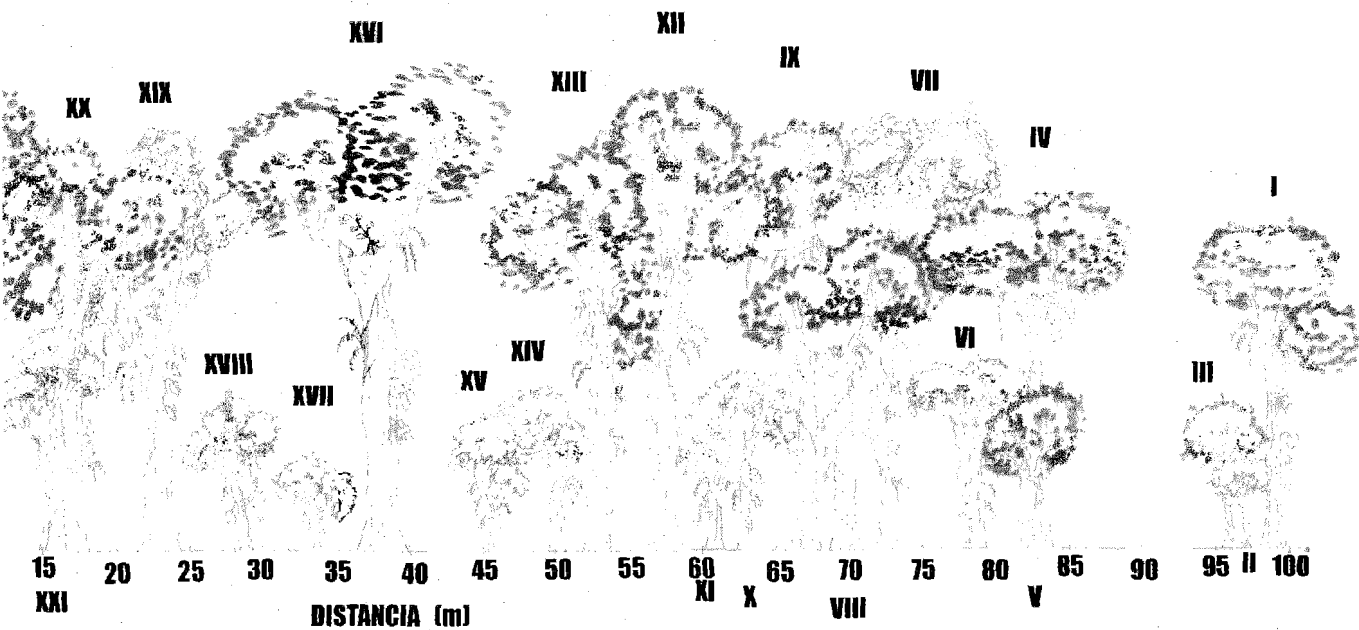
T-4 13.10.02

**Punto 3. Cumbre Montecristo. Trifinio
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
Altitud 2418 msnm**



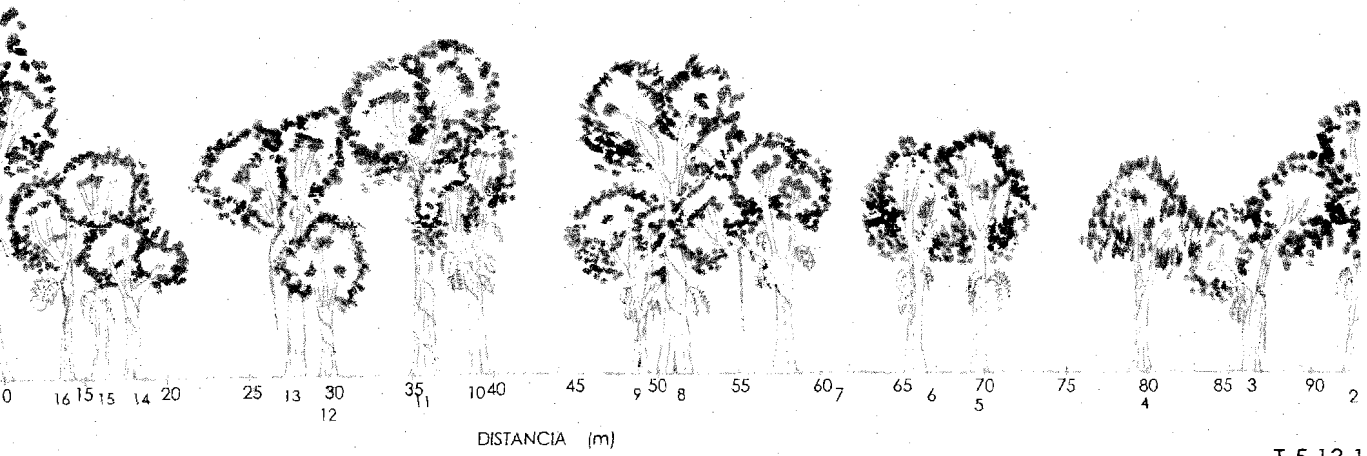
T-4 140303

**Punto 2. El Duraznal
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
Altitud 1648-2019 msnm**

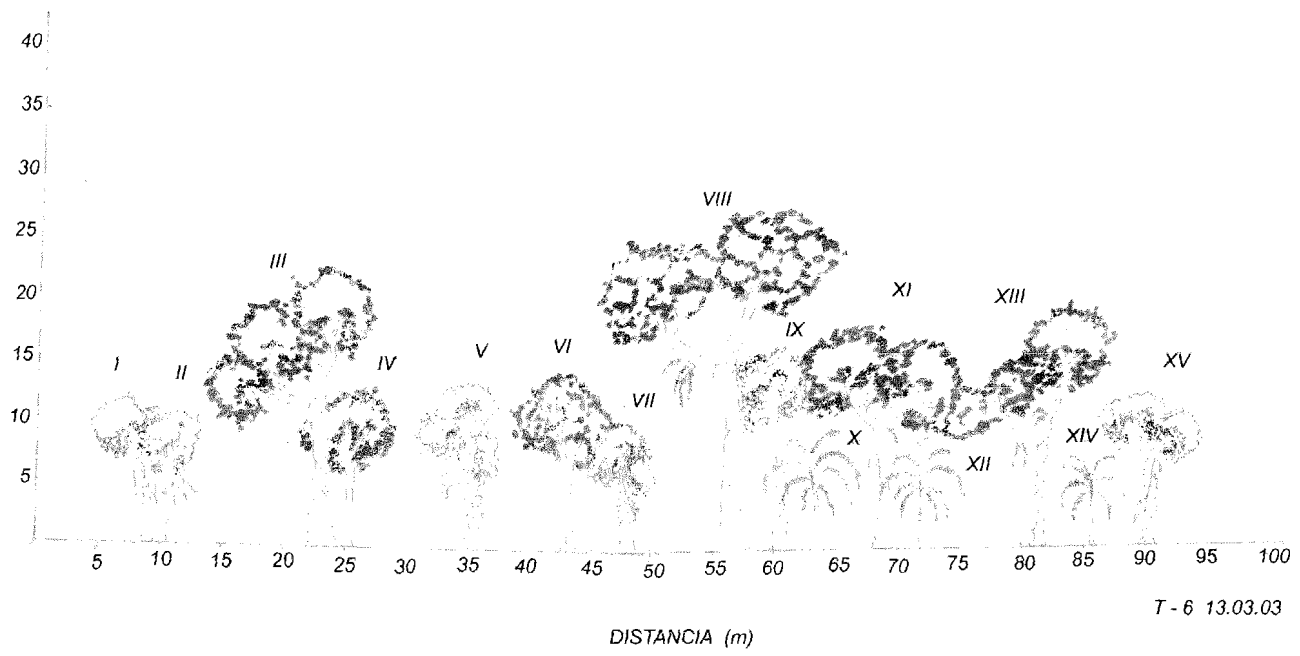


T-5 11.12.02

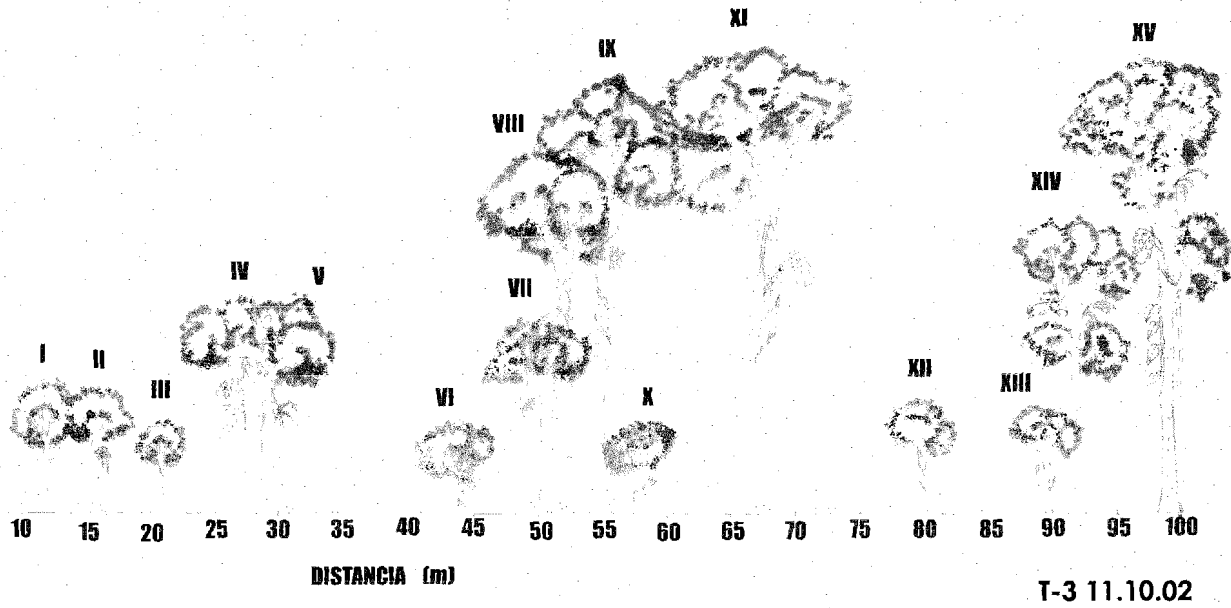
Punto 1. Concepción Las Minas
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1900-2400 msnm



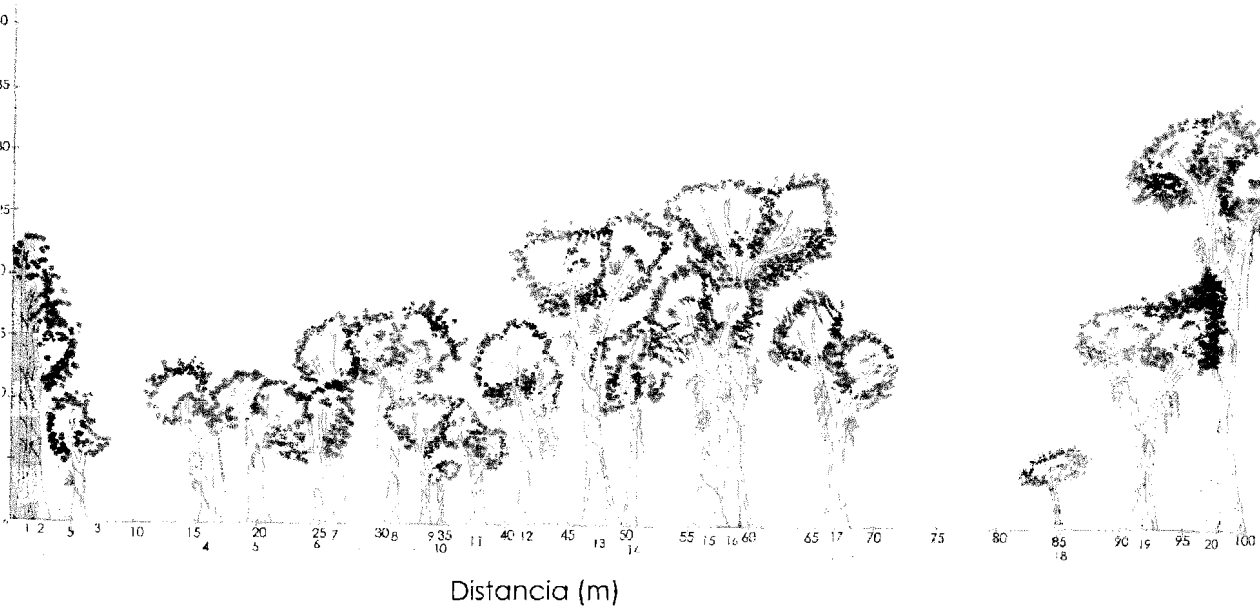
Punto 3. Cumbre Montecristo, Trifinio
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 2418 msnm



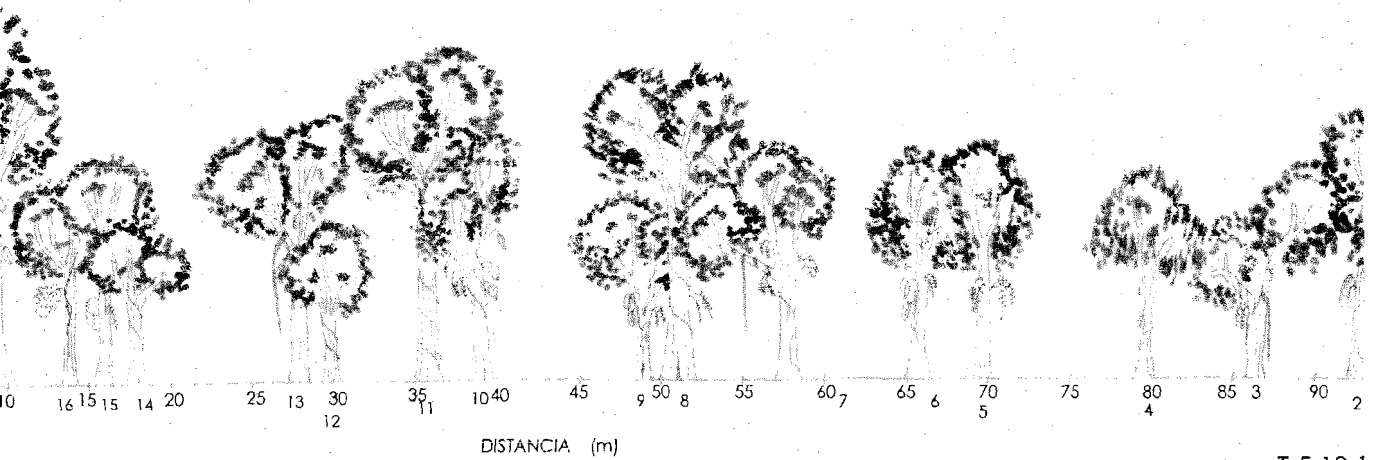
Punto 1. Concepción Las Minas
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1900-1050 msnm



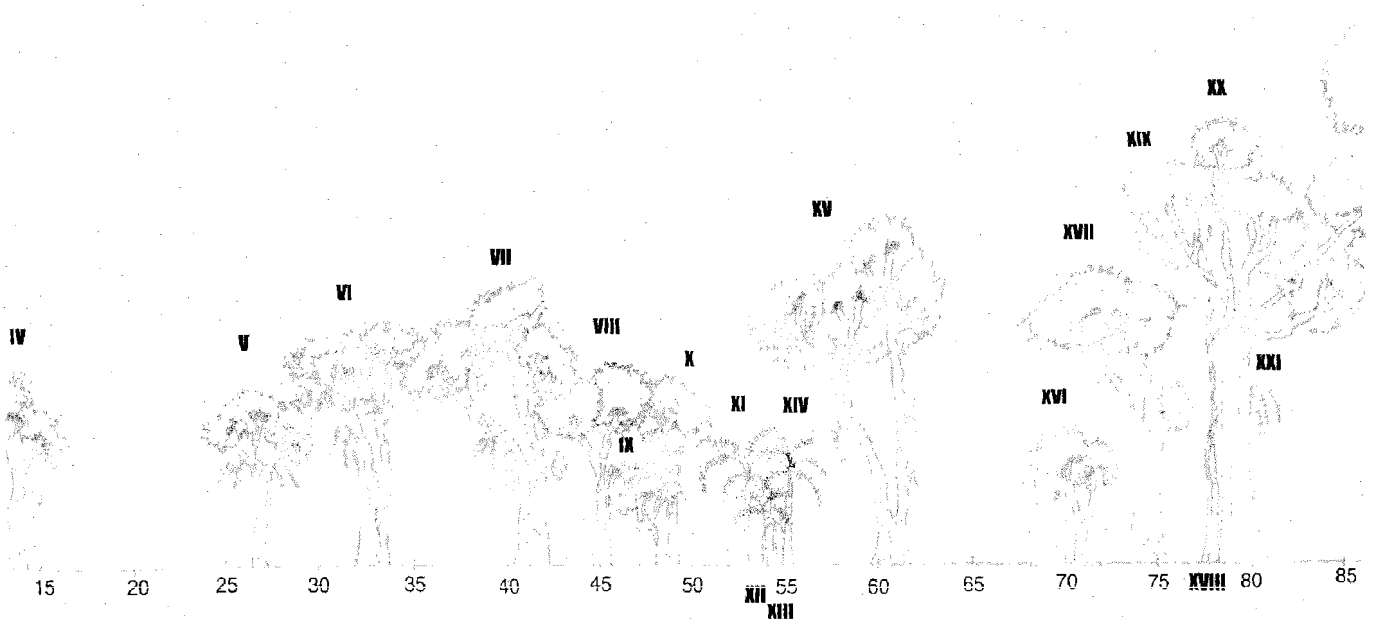
Punto 1. Concepción Las Minas
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1900-1050 msnm



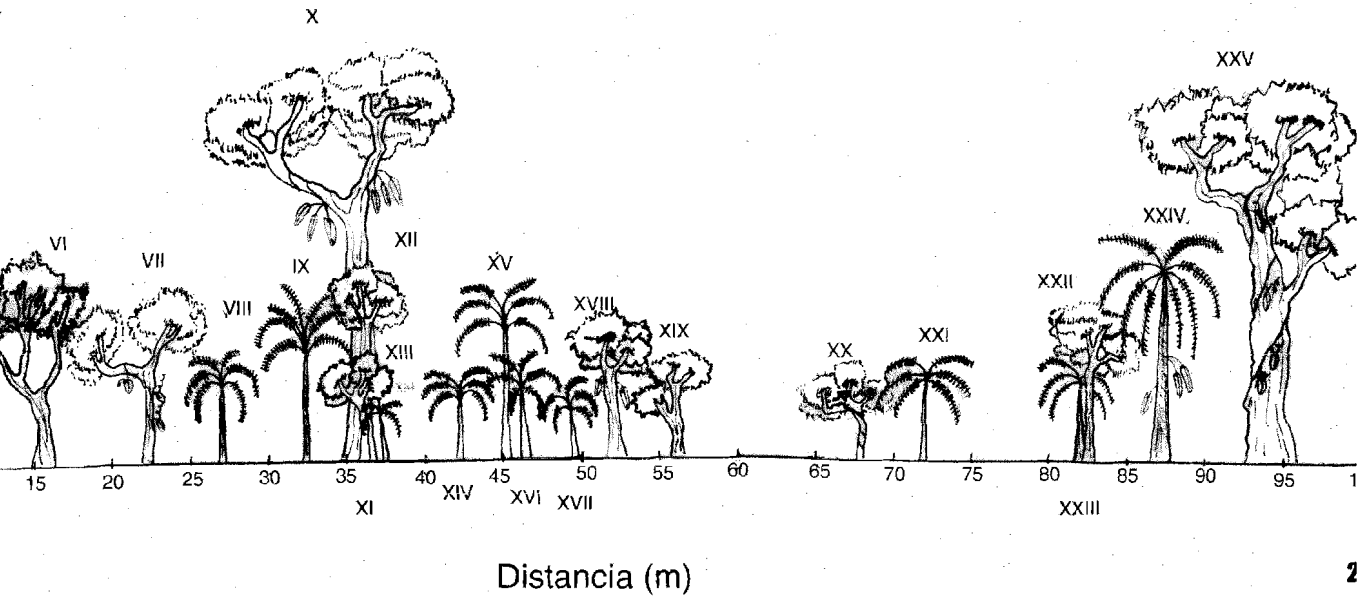
Punto 1. Concepción Las Minas
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 1900-2400 msnm



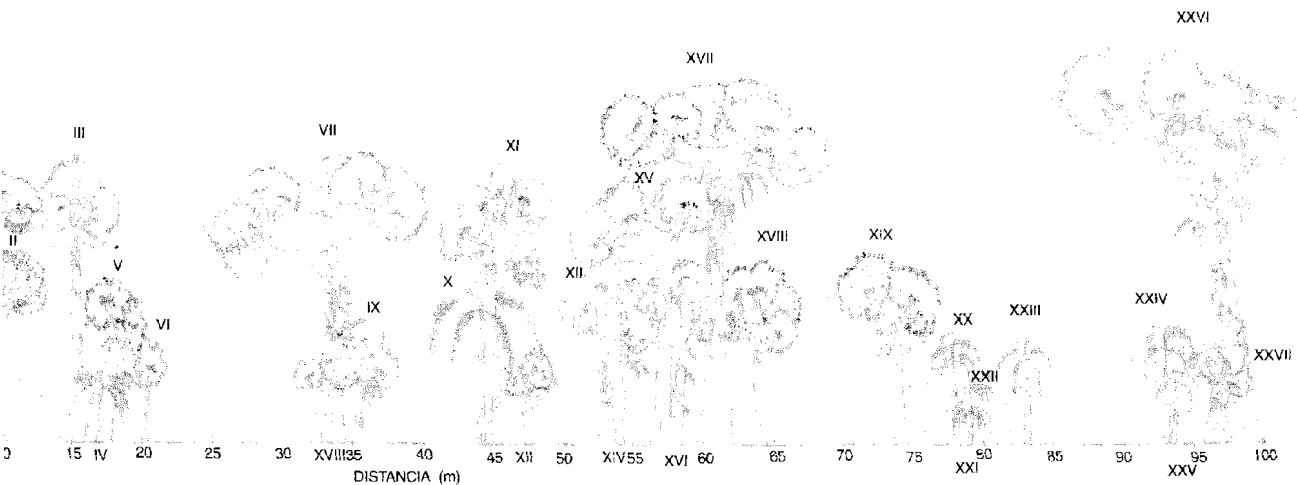
Punto 4. Macizo Montecristo
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 2100-2300 msnm



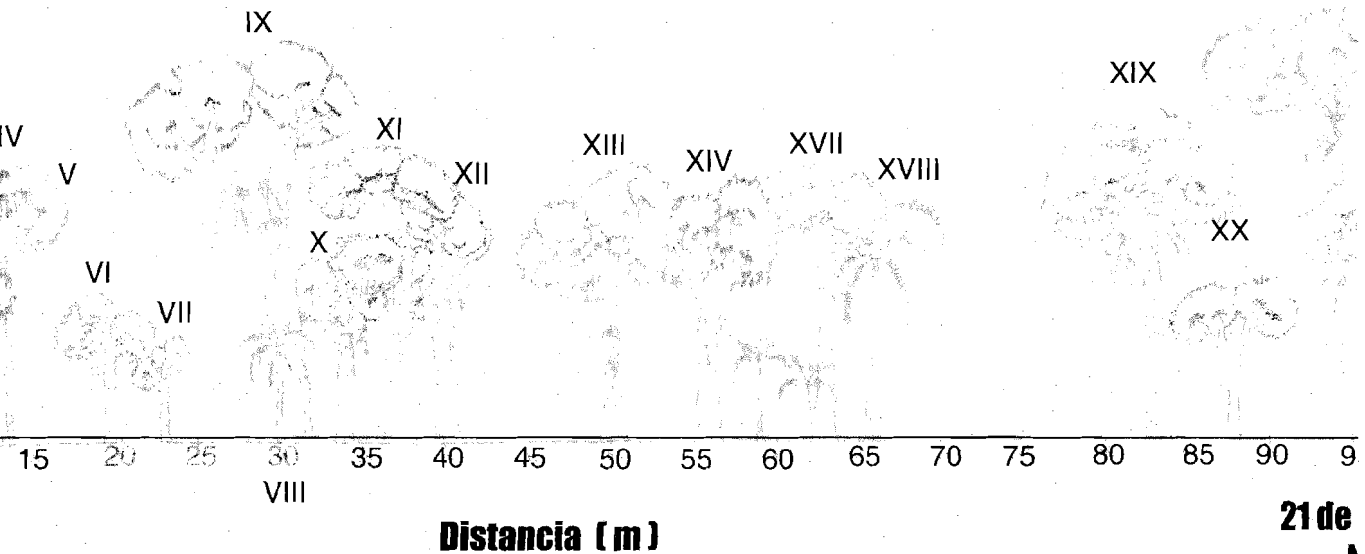
Punto 4. Macizo Montecristo
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 2100-2300 msnm



Punto 4. Macizo Montecristo
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 2100-2300 msnm

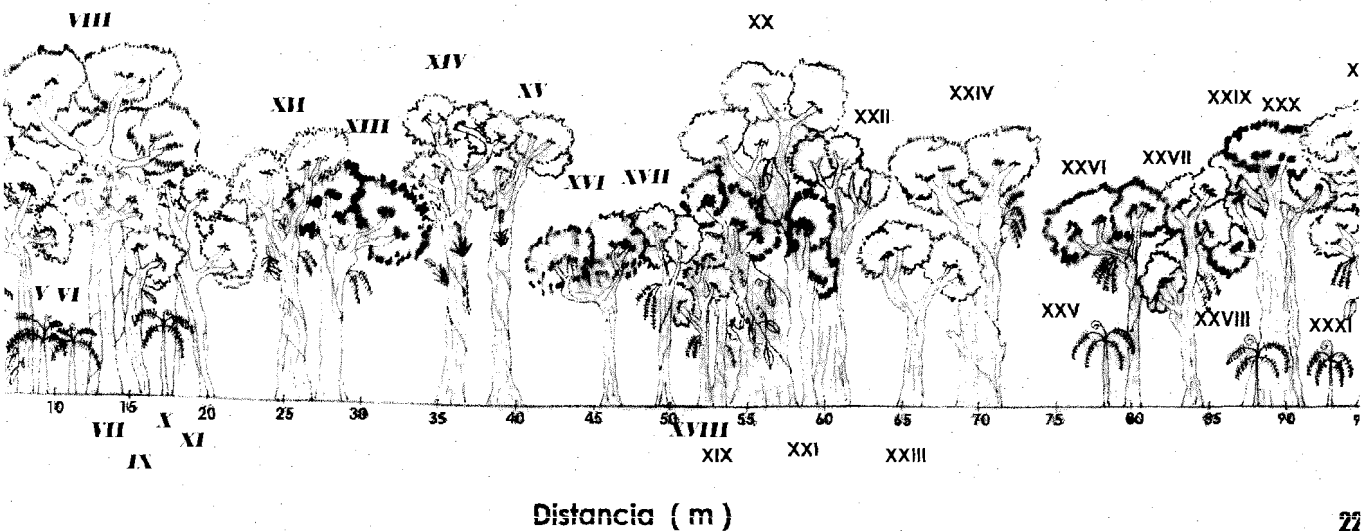


Punto 4. Macizo Montecristo
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 2100-2300 msnm



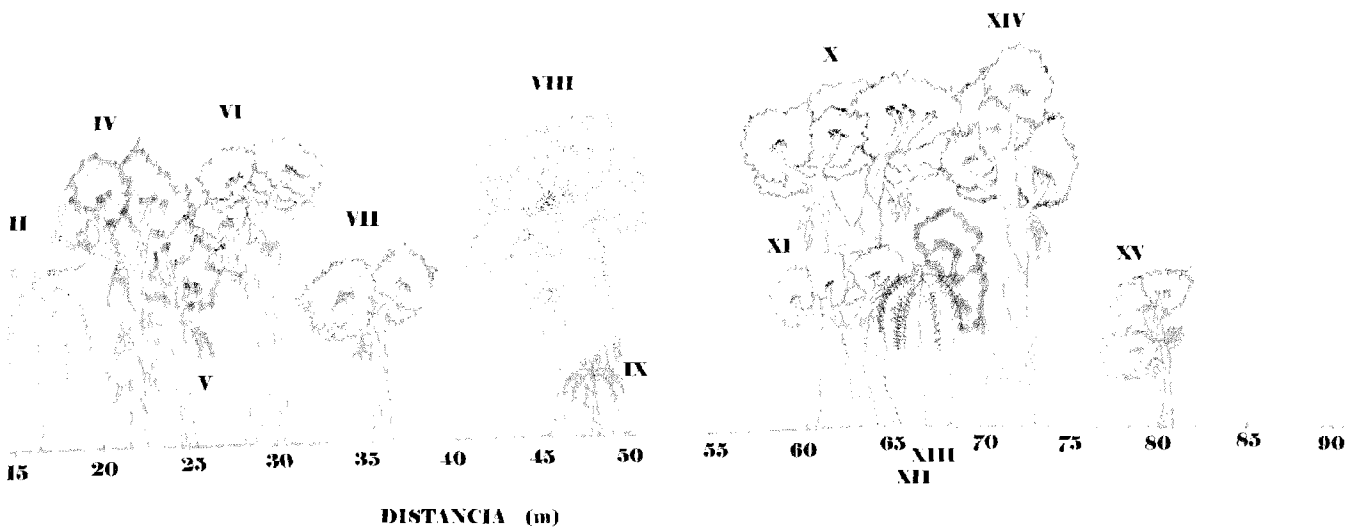
21 de

Punto 4. Macizo Montecristo
 Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
 Altitud 2100-2300 msnm



22

Punto 4. Macizo Montecristo
Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala
Altitud 2100-2300 msnm





Cryptotis goodwini Jackson 1933
Musaraña de uñas largas



Heteromys desmarestianus



Peromyscus aztecus

INFORME FINANCIERO

Nombre del Proyecto: Mamíferos Menores y Entomofauna del bosque nuboso del área núcleo de la Reserva de Biosfera La Fraternidad, Guatemala.

Número del Proyecto: 61-01

Investigador Principal: Licda. Nicté Ordóñez

Monto autorizado: Q122,826.00

Fecha de inicio y finalización: 02 septiembre 2002 a 02 agosto 2003

G r u p o	Reng lón	Nombre del gasto	Asignación presupuestar ia	Transferencia		En ejecución	
				Menos (-)	Más (+)	Ejecutado	Pendiente ejecutar
0		Servicios personales					
	031	Personal por jornal	Q.0.00			Q.0.00	Q.0.00
1		Servicios no personales					
	122	Impresión, encuadernación y Rep.	Q.0.00			Q.0.00	Q.0.00
	133	Viáticos al interior	Q21,500.00			Q21,120.00	Q 380.00
	189	Otros estudios y/o servicios	Q790.90			Q773.53	Q17.37
	181	Estudios investigación y proy.de fact.	Q85,000.00			Q85,000.00	Q.0.00
2		Materiales y suministros					
	241	Papel de escritorio	Q60.00			Q59.90	Q.0.10
	261	Elementos y compuestos químicos	Q293.20		Q719.42	Q969.00	Q43.62
	262	Combustibles y lubricantes	Q2,500.00	Q500.00		Q906.01	Q1,093.99
	267	Tintes, pinturas y colorantes	Q168.65			Q147.00	Q21.65
	269	Otros productos químicos y conexos	Q449.75		Q500.00	Q445.96	Q503.79
3		Propiedad, planta y equipos					
	323	Equipo médico-sanitario y de laboratorio	Q897.50	Q719.42		Q178.08	Q.0.00
	(-)	Gastos administrativos (10%)	Q11,166.00			Q11,166.00	Q.0.00
		TOTAL	Q122,826.00			Q120,765.48	Q 2,060.52

Disponibilidad Q 2,060,52

Monto autorizado	Q 122,826.00
(-) Ejecutado	Q 120,765.48
Sub total	Q 2,060.52
(-) Apertura de caja chica	Q.0.00
Total pendiente de ejecutar	<u>Q 2,060.52</u>

f. _____
Investigador Principal

