

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

**DIVERSIDAD DE MAMIFEROS MENORES EN CUATRO BOSQUES  
NUBOSOS DEL NUCLEO DE CENTROAMERICA**



INFORME DE TESIS

PRESENTADO POR

NICTE ORDOÑEZ GARZA

PARA OPTAR AL TITULO DE  
BIOLOGA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1,999

JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DECANA	LIDCA. HADA MARIETA ALVARADO BETETA
SECRETARIO	LIC. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA
VOCAL I	DR. OSCAR MANUEL COBAR PINTO
VOCAL II	DR. RUBEN DARIEL VELASQUEZ MIRANDA
VOCAL III	LIC. RODRIGO HERRERA SAN JOSE
VOCAL IV	BR. DAVID ESTUARDO DELGADO GONZALEZ
VOCAL V	BR. ESTUARDO SOLORZANO LEMUS

## AGRADECIMIENTOS

Los agradecimientos los escribí en el orden de desarrollo del trabajo de tesis. En primer lugar agradezco al Licenciado Sergio Pérez por ser quien me enseñó la preparación de pieles de estudio y la identificación de especies de mamíferos menores durante el curso de Mastozoología menor. A él debo mi participación en la investigación de campo "Small mammals and their fleas in the Cloud Forest of Guatemala and Honduras", cuyo apoyo financiero fue otorgado por National Geographic Society (Grant #6105-98 a McCarthy, T.) y por United States Food and Drug Administration (a Eckerlin, R.). El equipo utilizado en el mismo fue proporcionado por el Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala y por la Sección de Mamíferos del Museo Carnegie de Historia Natural.

Durante el desarrollo del trabajo de campo en Honduras, agradezco al Señor Erick Fernández por su hospitalidad en la finca ClalContinental, quien nos permitió ocupar su casa y el laboratorio para nuestro trabajo en el campo. También agradezco al Licenciado Gustavo Cruz de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras por su apoyo para encontrar estudiantes para el trabajo de campo. Al señor Tomás García de la Corporación Hondureña del Desarrollo Forestal, por facilitarnos y agilizar los trámites de los permisos de colecta e investigación en Honduras. Al señor Cándido Melgar, por ayudarnos durante el trabajo de campo en el Parque Nacional Celaque y a los pobladores de la aldea Villa Verde del Municipio de Gracias, porque sin ellos no hubiese sido posible llevar todo el equipo de campo a los campamentos. A Francisco Urbina, quien colaboró con el transporte de personas y equipo al Parque Nacional Sierra de Agalta y a los pobladores de la Aldea El Pacayal, en especial a los niños, quienes trasladaron todo el equipo que utilizamos durante la investigación. Así mismo agradezco a mis compañeros Lorraine Hodges, con quien compartimos gratos momentos, así como también a José Valdéz, Alejandro Paredes y Anthony Novack por ayudarnos en la preparación de pieles de estudio y compartir este trabajo con nosotros.

En Guatemala agradezco el apoyo de la Licenciada Lucía Prado, quién nos permitió ocupar las instalaciones del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para trabajar y guardar todo el equipo durante Marzo y Mayo de 1998. A Mygdalia García del Consejo Nacional de Areas Protegidas, quien nos ayudó con los trámites de los permisos de colecta e investigación en la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. A la Fundación Defensores de la Naturaleza, por permitirnos trabajar en la Reserva. A las personas de la Aldea San Lorenzo Mármol, quienes nos guiaron al área de estudio y llevaron todo el equipo de trabajo a los campamentos. A los guardarecursos de la Reserva, por acompañarnos durante nuestro trabajo y proporcionarnos leña para calentarnos en los fríos días en las Minas. A mis compañeros Giovanni López y Estuardo Sacayón, por ayudarnos en la preparación de las pieles de estudio y acompañarnos en El Progreso.

Durante la fase de gabinete, agradezco al Carnegie Museum of Natural History, especialmente al Doctor John Wible de la Sección de Mamíferos, por su apoyo durante mi estadía en Pittsburgh, por enseñarme a utilizar el Programa Power Point, proporcionarme el disco Zip para guardar las imágenes digitales de la presentación, también la atención de Stephanie Wible en su casa. A Suzanne McLaren de la Sección de Mamíferos por sus atentas notas y por facilitar el trámite para poder viajar a Estados Unidos. A Sue Thompson de la Sección de Botánica por su amabilidad y tiempo en el Museo, a Robert Davison de la Sección de Entomología por permitirme acceso a la biblioteca de la sección y por proporcionarme artículos relacionados con Zoogeografía de Centroamérica y el Caribe.

Así mismo durante mi visita a Washington agradezco especialmente a Ralph y Mary Eckerlin por su amable hospitalidad, las atenciones en su casa y por su tiempo. A Ralph por la literatura que me proporcionó y por incluirme en los artículos del Virginia Journal of Science, publicados en Mayo de 1999. Agradezco al Doctor Michael Carleton del National Museum of Natural History and Smithsonian Institution, por proporcionarme sus publicaciones y quien aclaró las dudas sobre los especímenes de *Oryzomys* y a Joaquin Arroyo Cabrales, por proporcionarme literatura y por su amabilidad durante mi visita en Washington.

A John Matson y Sharon Pearson de San Jose State University, quienes fueron muy amables durante mi visita a California y me brindaron su hospitalidad. Además A Jack agradezco toda la literatura que me proporcionó, así como los programas para el desarrollo de los estadísticos de prueba y su asesoría en este trabajo de tesis, sus comentarios y sugerencias fueron muy importantes.

A Timothy McCarthy quien es el investigador principal del proyecto de Mastozoología en el Núcleo de Centroamérica, agradezco que me haya permitido formar parte en la investigación. Además la literatura que me ha proporcionado ha sido importante para la realización de la tesis. Con su ayuda tuve acceso a las bibliotecas de la Universidad de Pittsburgh, a la General y a la de la Sección de Mamíferos del Museo Carnegie. Además me enseñó las características principales para identificar las principales especies de mamíferos menores de la región. También agradezco que haya facilitado mi viaje a Estados Unidos y su hospitalidad y el tiempo que ha invertido en estudios para Centroamérica y su aporte a la ciencia.

Al Doctor Jonathan Campbell de la Universidad de Texas en Arlington, por enviarme una copia de sus publicaciones y especialmente por el capítulo del libro "Distribution patterns of amphibians in Middle America", las cuales me fueron de gran utilidad. A Oscar Francisco Lara por todo el apoyo que me brindó desde que inicié mi trabajo de tesis, su colaboración ha sido muy importante para concluir mi tesis. Al Licenciado Enio Cano de la Universidad del Valle de Guatemala por proporcionarme literatura relacionada con Biogeografía y Bosques Nubosos de la región. A Byron Arrivillaga, por ayudarme con el equipo de computación que he utilizado para preparar mi tesis y por su amistad en los últimos años.

A mis compañeros y amigos Karinn, Rony, Amrei, Carmen, Eunice, Franklin y Jorge, por su apoyo y compañía en estos cinco años en la Universidad y en el campo, siempre pensé en ustedes mientras realicé mi investigación, porque somos una pequeña parte del mundo que quiere aportar algo a la ciencia. Especialmente agradezco a Julio Enrique, quien me apoyó durante la parte final de la realización de mi tesis y por esos grandes momentos que hemos compartido durante el último año.

A Enrique Alfonso Ordóñez y Elizabeth del Carmen Garza por su apoyo durante todos estos años, ya que ellos han permitido que llegue hasta donde estoy y son quienes han hecho todo por mí. A María y Alvaro Antonio por todos los momentos que hemos vivido juntos y por ser parte de mi vida.

## INDICE

RESUMEN	03
I. INTRODUCCION	05
II. ANTECEDENTES	07
2.1 DESCRIPCION DEL NUCLEO DE CENTROAMERICA	07
2.1.1 EXTENSION Y GEOLOGIA	07
2.1.2 FORMACION Y DESARROLLO	07
2.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	09
2.2.1 BOSQUES NUBOSOS	09
2.2.2 AREA DE ESTUDIO	13
III. JUSTIFICACION	19
IV. OBJETIVOS	20
4.1 OBJETIVO GENERAL	20
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	20
V. HIPOTESIS	21
VI. MATERIALES Y METODOS	22
6.1 MEDIOS	22
6.1.1 RECURSOS HUMANOS	22
6.1.2 RECURSOS MATERIALES	22

6.2 PROCEDIMIENTO	23
6.2.1 TOMA DE DATOS	23
6.2.2 ANALISIS DE DATOS	24
VII. RESULTADOS	27
VIII. DISCUSION DE RESULTADOS	37
8.1 GENEROS Y AFINIDADES	37
8.2 RIQUEZA DE ESPECIES Y PATRONES DE DISTRIBUCION	37
8.3 ABUNDANCIA Y DOMINANCIA DE ESPECIES	45
8.4 DIVERSIDAD DE ESPECIES	46
8.5 ORIGENES DEL GRUPO	47
IX. CONCLUSIONES	53
X. RECOMENDACIONES	55
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56
XII. ANEXOS	65
Anexo N.o1: Núcleo de Centroamérica mostrando los lugares de muestreo	66
Anexo No.2: Proporción de especies de mamíferos menores por sitio de muestreo en Guatemala	67
Anexo No.3: Proporción de especies de mamíferos menores por sitio de muestreo en Honduras	68
Anexo No.4: Grado de dominancia en las diferentes comunidades de mamíferos menores	69
Anexo No.5: Equidad de especies de las comunidades de mamíferos menores	70
Anexo No.6: Afinidad de especies de mamíferos menores y su distribución	71

## RESUMEN

Para desarrollar la investigación sobre mamíferos menores en bosques nubosos del núcleo de Centroamérica, empecé por describir la formación y desarrollo de la región de tierras altas comprendida entre Chiapas en México hasta la parte norte de Nicaragua. Esta región está reportada como una región de endemismo para algunos grupos de flora y fauna, sin embargo para mamíferos menores no se tienen registros. Para conocer el entorno del área de trabajo, describí las comunidades vegetales de bosques nubosos y las características generales de los mismos en la región tropical. Después describí los lugares de muestreo del área de estudio, indicando las especies vegetales de los bosques nubosos de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas en Guatemala, en Zacapa y en El Progreso. De la misma forma indico las especies vegetales de los dos parques nacionales de Honduras muestreados, el Parque Nacional Celaque y el Parque Nacional Sierra de Agalta.

El objetivo de la investigación fue conocer las diferencias entre las comunidades de mamíferos menores no voladores de los bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica. Para ello describí la estructura de estas comunidades, encontrando riqueza, abundancia relativa y dominancia de especies. También se comparé la diversidad de mamíferos menores entre los bosques nubosos y preparé un listado preliminar de estas especies en los bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica.

Basándome en la hipótesis propuesta de que las comunidades estudiadas eran similares en cuanto estructura, realicé algunas pruebas estadísticas, utilizando las proporciones relativas de las especies capturadas. Para poder realizar estas comparaciones, utilicé el criterio de calcular el número de trampas por noche por especie, teniendo un rango de 174 trampas/noche en Agalta a 396 trampas/noche en El Progreso. El esfuerzo total de captura en los sitios de muestreo fue de 13,134 trampas/noche.

Para comparar la diversidad de especies por sitio de muestreo apliqué el índice de Diversidad de Shannon, utilizando las proporciones de especies entre sitios para realizar las comparaciones. Los valores encontrados se filtraron para disminuir el error aplicando el procedimiento jack-knifing, el cual resultó bajo en la muestra.

Para encontrar las diferencias entre las muestras apliqué el método de Hutchenson que usa la prueba t de student, con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). Finalmente analicé la similitud entre las comunidades utilizando el índice de Jaccard, a través del Programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences) que genera un dendrograma en donde resulta el agrupamiento de las comunidades gráficamente.

Los resultados se presentan en forma de tablas y el listado de la mastofauna menor de bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica se preparó siguiendo la nomenclatura de Wilson y Reeder (1993). La discusión de resultados incluye una sección de géneros y afinidades, la cual es referente a los orígenes de los géneros en la región. También describí los patrones de distribución de las especies y las alturas en las que se han registrado e hice una revisión de los orígenes del grupo y su relación con los cambios del Terciario y Cuaternario.

Encontré un total de 4 órdenes, 5 familias, 13 géneros y 21 especies de mamíferos menores en el muestreo. Al describir estas comunidades encontré que el lugar con una riqueza de especies más alto fue El Progreso, con un total de 13 especies. El género *Peromyscus* es el más abundante en todos los sitios de muestreo y la especie más abundante en los sitios de muestreo fue *Peromyscus grandis*.

La comunidad que presenta mayor homogeneidad de especies es la de Celaque, con un 85%. La similitud de las comunidades es del 26% y las más similares son las de Guatemala con un 53% de similitud. De los géneros encontrados, el 54% son de afinidad Mesoamericana, el 31% tiene afinidad norteaña y el 15% es de afinidad sureña.

Después de la revisión de literatura con respecto a los cambios climáticos de la región concluí que la actividad volcánica del Terciario y Cuaternario, reducción de la temperatura y disminución de las concentraciones de CO<sub>2</sub> produjeron cambios en la vegetación, que incidió en las comunidades de mamíferos menores de la actualidad. Así mismo concluí que las partes altas de las montañas de las Tierras altas de Chiapas – Guatemala y de la cadena volcánica del Pacífico, actúan como islas de bosque nuboso, siendo refugios post-pleistocénicos y centros de especiación para especies de este tipo de hábitat.



## I. INTRODUCCION

El núcleo de Centroamérica es la región de tierras altas comprendidas entre el istmo de Tehuantepec en México y la depresión de Nicaragua (Campbell 1999). En esta región existen aproximadamente 1,600 kilómetros de bosques nubosos aislados geográficamente (LaBastille y Pool 1978), caracterizados por presentar bajas temperaturas y niveles altos de precipitación (Hamilton 1995).

En términos de especies nativas, bancos de genes y ecosistemas, los valores de diversidad en estos bosques son altos (Hamilton 1995). La diversidad en términos de especies vegetales es relativamente alta al compararla con los bosques lluviosos de tierras bajas (Hamilton *et al.* 1995). En latitudes tropicales como en Sudamérica y Africa, se ha reportado que el 32% de aves, mamíferos y anuros son endémicos en este tipo de asociación vegetal (Leo citado por Hamilton 1995). En Sudamérica, las áreas montañas fueron refugios durante períodos secos en períodos geológicos pasados y son centros prevalecientes de endemismo (Colinvaux 1996; Doumenge *et al.* 1995). En Centroamérica el endemismo en estos bosques es alto, especialmente en las islas del Caribe. Los ecosistemas de bosques nubosos actúan como islas, teniendo diversidad alta debido especialmente a la proporción de especies endémicas. Entre Chiapas y el norte de Nicaragua existe uno de los mayores centros de endemismo del mundo para vegetación, entomofauna y ornitofauna. Sin embargo para mastofauna no existen datos, por lo que es importante efectuar un estudio que describa las comunidades de mamíferos menores en este tipo de bosque.

Por iniciativa del grupo Mastozoología en el Núcleo de Centroamérica MANCA, durante los primeros cuatro meses del año 1998, se realizó el estudio "Small mammals and their fleas in the cloud forest of Guatemala and Honduras", que tenía como propósito entender la distribución, biogeografía e historia de roedores, marsupiales y sus ectoparásitos. Durante el mismo se muestrearon sitios a diferentes alturas (baja, media y elevada) para cada localidad. Las áreas estudiadas comprendieron cuatro bosques nubosos del núcleo de Centroamérica, dos de ellos en la Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas en Guatemala y dos más en Honduras, uno en el Parque Nacional Sierra de Agalta y el otro en el Parque Nacional Celaque. Para desarrollar la presente investigación se utilizaron los datos obtenidos a las mayores elevaciones de los diferentes sitios de muestreo.

La unidad muestral utilizada fue transectos de 100 trampas cada uno; los tipos de trampas usadas fueron las **tipo especial de museo**, las tipo atrapa ratas, las **normadas Sherman** regular y grande, **Tomawawk** y **Havahart**. Además se utilizaron **Pit fall** para capturar insectívoros. Para la presente investigación se tomaron en cuenta únicamente los datos de las **trampas especiales de museo, atrapa ratas y Sherman**. Con ellas la captura se homogenizó a cien trampas por noche, con lo que se pudieron efectuar comparaciones entre los sitios.

Con el desarrollo de esta investigación se describe la estructura de las comunidades de mamíferos menores no voladores del núcleo de Centroamérica. Para ello se proporciona un listado preliminar de las especies presentes y se compara la diversidad de mamíferos menores no voladores de los cuatro bosques nubosos. Para determinar la estructura de las comunidades se encontró la riqueza, abundancia relativa y dominancia de especies.

La hipótesis de que las comunidades de mamíferos menores son similares en los cuatro bosques muestreados, se prueba con el índice de similitud de Jaccard, con el que hace un análisis de agrupamiento jerárquico.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 DESCRIPCION DEL NUCLEO DE CENTROAMERICA

#### 2.1.1 EXTENSION Y GEOLOGIA

América Central Septentrional o el núcleo de Centroamérica comprende las tierras de montañas antiguas afalladas y plegadas de Chiapas, Guatemala, Honduras, El Salvador y el norte de Nicaragua. El área es un ortogeosinclinal Paleozoico, que se extiende desde Chiapas hasta el norte de Nicaragua y posiblemente continua hacia el Caribe en el Promontorio de Cayman y en el Banco de Nicaragua. Geológicamente, esta formada por una base de rocas metamórficas del Paleozoico superior, las cuales están cubiertas por grandes extensiones de sedimentos Mesozoicos principalmente rocas del Cretáceo. En áreas menos extensas se encuentran rocas sedimentarias del Terciario y rocas intrusivas del Cuaternario (Dengo 1980).

#### 2.1.2 FORMACION Y DESARROLLO

Un geosinclinal se extendió sobre la parte septentrional de América Central durante la era Paleozoica inferior y media en dirección este-oeste (Ferrusquia 1993). Una plataforma terrestre o antepais se encontraba al norte del geosinclinal, en la actual posición de la Península de Yucatán y el Banco de Campeche (Dante y Morán 1990), mientras hacia el sur se extendía el promontorio de Cayman y parte actual del Banco de Nicaragua. Los sedimentos continentales del geosinclinal fueron posteriormente deformados e intrusionados en el Devónico del Paleozoico medio durante la orogénesis que posiblemente correspondió con la Arcadeana de Norte América (Dengo 1980).

A finales del Paleozoico las rocas del geosinclinal se erosionaron y ampliaron el área de la plataforma que se extendía al norte y por movimientos postorogénicos formaron islas al sur del mismo. Después de la sedimentación del Paleozoico y durante el Triásico, las rocas existentes se plegaron y afallaron correspondiendo esta deformación con la postorogénesis Apalachiana de Norte América (Dengo 1980). Ocurriendo durante este periodo el cierre del océano Proto-Atlántico y la unión de Sur América y Africa con Norte América (Dante y Morán 1990).

Después de esta orogénesis se produce un levantamiento de la región, permaneciendo toda el área de América Central Nuclear emergente durante el Triásico y Jurásico superior. Durante el Jurásico inferior y medio, ocurre una sumersión gradual de la región (Dengo 1980) que dura 85 millones de años y se denomina sumersión del Cretáceo (Villar 1983). Se inicia al norte del lado del Golfo de México y se extiende hacia el sur sobre Guatemala, Honduras y parte de Nicaragua. Iniciándose al mismo tiempo la formación de un nuevo geosinclinal (Geosinclinal Antillano) que se extiende desde Chiapas hacia el este de las Grandes Antillas, iniciándose también la formación del Promontorio de Cayman y la fosa de Barlett (Dengo 1980), siendo esta fosa el remanente actual del geosinclinal inicial (Villar 1983) y empieza la formación del Banco de Nicaragua. Este sinclinal permite que queden emergidas Sierra de los Cuchumatanes y Sierra de Chama. La parte central del Geosinclinal estaba separado por los Montes Mayas (Precretáceos), que formaban una isla, dejando dos porciones de mayor profundidad llamadas Arco de la Libertad (Dengo 1980).

En el Cretáceo superior y desde el Paleoceno hasta el Eoceno, ocurre una deformación del Geosinclinal Mesozoico debido a movimientos de la Orogénesis Laramídica, depositándose sedimentos en una cuenca marina alargada en forma de antefosa llamada Cuenca de Chapayal y Sarstún. De esta orogénesis resulta el patrón tectónico que caracteriza la estructura actual de la América Central Septentrional. La orogénesis Laramídica fue seguida por el levantamiento general de América Central Septentrional que permaneció emergida durante el Eoceno Superior y el Oligoceno (Dengo 1980). Al mismo tiempo la Plataforma de Yucatán empezaba a emerger y se formo un puente denominado La Misteriosa que se extendió hacia el Caribe (Stuart 1966).

Durante el Terciario se presento actividad volcánica extensa y se formaron varios sitios de sedimentación marina. Estos sitios son: Macuspana-Campeche; Península de Yucatán; Bahía del Río Dulce; Cuenca de la Mosquitia y una posible área de sedimentación marginal del Pacífico (Dengo 1980). Este vulcanismo que se extendió hasta el cuaternario y el levantamiento iniciado durante el Plioceno son los responsables del relieve actual de las Tierras altas del Núcleo de Centroamérica (Stuart 1966).

En Núcleo de Centroamérica, se divide en dos bloques, el Bloque Maya y el bloque Chortís. El bloque Maya comprende parte oeste de Guatemala, Belice, Península de Yucatán, oeste de México e Istmo de Tehuantepec. El bloque Chortís comprende el sudeste de Guatemala, El Salvador, Honduras y la parte de Nicaragua. La unión de estos bloques es en la región del Motagua en Guatemala (Donnelly, *et al.* 1990).

La serie de cadenas de montañas aproximadamente paralelas que se extienden desde el Istmo de Tehuantepec a través de Chiapas, la parte central de Guatemala, Honduras y el norte de Nicaragua, constituyen el núcleo geológico más antiguo de América Central y se dividen en dos unidades por su estructura y forma. La primera unidad esta formada por tres grupos, el grupo norte está formado por Sierra Madre Oriental de Chiapas, Sierra de los Cuchumatanes, Sierra de Santa Cruz y Montes Mayas. El grupo central formado por Sierra Madre del Sur de Chiapas, Sierra de Chuacús, Sierra de las Minas en Guatemala, Sierra de Omoa y Sierra de Merendón entre Guatemala y Honduras y Sierra de Nombre de Dios en Honduras. El grupo sur formado por Sierra de la Esperanza, Sierra de Guayape, Sierra de Agalta, Sierra de Patuca y Sierra de la Cruz en Honduras y las Montañas de Dipilto, Jalapa y Colón al sur de Honduras y norte de Nicaragua (Campbell 1982). La otra unidad del Núcleo de Centro América es la formada por Sierras y Mesetas volcánicas, que incluyen partes de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua (Dengo 1980).

## 2.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

### 2.2.1 BOSQUES NUBOSOS

Los bosques nubosos, también conocidos como bosques de ceja de montaña, son llamados así por ser el remanente de vegetación nativa de las montañas. Son un ecosistema boscoso de estructura y composición florística características. En los trópicos húmedos, los bosques nubosos montanos se encuentran típicamente entre los 2,000 y los 3,500 m (Hamilton 1995), aunque se han encontrado desde los 500 metros. Son más frecuentes entre los 1,200 m y 2,500 m (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 esta región una fuente importante de humedad es el Caribe, el cual recibe agua de las corrientes del Atlántico Ecuatorial del norte y que 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 intercepción 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).

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). El rango de temperatura diaria varía entre los 12°C y 21 °C, dependiendo de la latitud, altitud y el grado de exposición y pendiente y no ocurre el escarchamiento (LaBastille y Pool 1978).

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 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), que presenta las características de estructura y fisonomía que se observan en la tabla No.1.

Tabla No.1. Características de la estructura y fisonomía del Bosque Lluvioso Montano Alto según Gentry (1990).

Altura de los arboles emergentes	Hasta 26 m, pero usualmente ausentes
Hojas pinadas	Muy raras
Principal tipo de hojas	Micrófilas
Plantas escaladoras	Ausentes
Epífitas vasculares	Frecuentes
Epífitas no vasculares	Abundantes
Briofitas – Polipodiofitas	Abundantes

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). En términos de especies nativas, bancos de genes y ecosistemas, los valores de diversidad son altos en estos bosques (Hamilton 1995). 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 Sur América áreas montanas fueron refugios durante periodos secos en periodos 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).

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). En Mesoamérica existen 1,600 kilómetros de bosques nubosos (LaBastille y Pool 1978), localizándose desde Tamaulipas México hasta Panamá (Campbell 1982; Stuart 1966). 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, Xucuneb, 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 y una región aislada de bosque nuboso se encuentra en Las Montañas del Mico en Izabal. En El Salvador se encuentran bosques nubosos en la región de Cerro Montecristo, 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).

### 2.2.2 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende cuatro bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica, dos de ellos localizados en Guatemala y dos en Honduras, estos se observan en el Anexo No. 1.

En Guatemala se tomaron datos de las comunidades de mamíferos menores de dos bosques nubosos de la Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas. Esta reserva es una cadena montañosa que se encuentra al oriente de la República de Guatemala, extendiéndose en sentido sudoeste y noreste. Esta atraviesa los departamentos de El Progreso, Baja Verapaz, Alta Verapaz, Zacapa e Izabal. Esta sierra es una barrera elevada para los vientos alisios provenientes del Mar Caribe, los cuales chocan con ella oblicuamente con dirección noreste-suroeste. Estos vientos forman corrientes de niebla que generan el núcleo de los diferentes bosques nubosos (Méndez *et al.* 1993).

**Bosque nuboso Zacapa:** Esta localidad, es una ladera inclinada con algunos sectores planos (Méndez, *et al.* 1993). Se ubica hacia el norte del caserío San Lorenzo Mármol, Aldea Santa Rosalía, Municipio Río Hondo, Departamento de Zacapa (Méndez, *et al.* 1993). El muestreo se realizó en la asociación vegetal de 2,200 m, la línea de trampeo inicia en las coordenadas aproximadas 15°08'26" N y 89°40'39" O (137757 UTM), ver referencia cartográfica <sup>1</sup>.

Este sitio forma la escarpa de San Lorenzo, la asociación vegetal se distribuye en la vertiente sur de la Sierra de Las Minas (Méndez *et al.* 1993). Los suelos son superficiales, presenta terrenos quebrados. Básicamente es un bosque nuboso con representantes de la familia Lauraceae y Fabaceae (Juárez y Aguilar 1993).

La especie dominante es *Podocarpus oleifolius*. En el estudio de la evaluación Ecológica Rápida Sierra de Las Minas realizado en 1993, se encontró la siguiente composición vegetal: árboles de 30 a 35 metros: *Podocarpus oleifolius* y *Persea sessilis*; árboles de 20 a 30 metros: *Cyathea fulva*, *Cleyera theacoides*, *Parathesis vulgata*, *Buddleia euryphilla*, *Eugenia origanoides*, *Rapanea juergensenii*, *Cornus disciflora*, *Dendropanax oliganthus*, *Rhamnus discolor* y *Disterigma humboldtii* y árboles de 10 a 15 metros: *Hedyosmum mexicanum* (Juárez y Aguilar 1993).

**Bosque nuboso El Progreso:** Esta localidad, es una planicie denominada Albores-Chilascó (Méndez *et al.* 1993).

<sup>1</sup> Hoja cartográfica no. 2261 II. Río Hondo. Segunda edición, Serie E754. Escala 1:50,000. Instituto Geográfico Nacional de Guatemala. 1994. Guatemala, Centroamérica.

Esta localidad se ubica al norte del caserío El Cimiento, Municipio de San Agustín Acasaguastlán, Departamento de El Progreso y al este de la aldea Chilascó, Municipio de Salamá, Departamento de Baja Verapaz (Méndez *et al.* 1993).

Se hizo un muestreo en tres asociaciones de bosque nuboso, la primer línea de trampeo se ubicó a 2,560 m coordenadas aproximadas 15°04'23" N y 89°56'24" O (842693 UTM). La segunda línea se ubicó a 2,700 m coordenadas aproximadas 15°04'54" N y 89°55'59" O (852696 UTM) y la tercer línea, se estableció a 2,800 m coordenadas aproximadas 15°04'55" N y 89°55'22" O (864695 UTM), ver referencia cartográfica <sup>2</sup>.

A 2,560 m esta comunidad está dominada por representantes de las familias Lauraceae y *Quercus*, las especies dominantes son *Persea verticulata* y *Quercus sapoteifolia*. A 2,700 m existe una asociación de coníferas y Lauraceae y a 2,800 m existe una comunidad de coníferas (Juárez y Aguilar 1993).

En mismo estudio de 1993 realizado en Sierra de Las Minas realizado, se encontró la siguiente composición vegetal a 2,560 m: árboles de 20 a 30 metros: *Quercus sapoteifolia*, *Persea verticulata*, *Phoebe bougeauviana*, *Cornus discifolia*, *Dendropanax oliganthus* y *Parathesis vulgata*. Árboles de 10 a 20 metros: *Hedyosmum mexicanum*, *Cyathea pittieri*, *Drimys euryphylla*, *Rapanea myricoides*, *Sauravia conterminus* y *Symplocos matudae*. Y géneros de epífitas y lianas se encuentran: *Smilax*, *Trapaeolum*, *Ipomoea*, *Fuchsia*, *Rubus*, *Poligonatum*, *Cavendeshia*, *Clusia*, *Pernettya*, *Piper*, *Anthurium*, *Peperomia*, *Oreopanax* e *Helicocereus* (Juárez y Aguilar 1993). La comunidad muestreada a 2,700 m tiene componentes vegetales de bosque latifoliado y de bosque de coníferas (Juárez y Aguilar 1993). Al oeste de la cima de la Sierra de Las Minas, se encuentra una comunidad de bosque de coníferas con partes de bosque de hoja ancha. En el mismo estudio de 1993 citado anteriormente se encontró a 2,800 m la siguiente composición de especies: árboles de 30 a 35 metros: *Taxus globosa*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus pseudostrobus*, *Cupressus lusitanica*, *Abies guatemalensis*, *Quercus sapoteifolia*, *Pinus strobus*, *Quercus acatenanguensis* y *Pinus pseudostrobus*.

<sup>2</sup> Hoja cartográfica no. 2261 III. El Cimiento. Primera edición, Serie E754. Escala 1:50,000. Instituto Geográfico Nacional de Guatemala. 1987. Guatemala, Centroamérica.

Arboles de 10 a 20 metros: *Ilex anodonta*, *Zanthoxylon procerum*, *Drimys granadensis*, *Rhamnus capraefolia*, *Styrax conterminus*, *Cornus discifolia*, *Disterigma humboldtii*, *Olmediella betschleriana* y *Oreopanax echihops*; árboles de 5 a 10 metros: *Miconia mexicana*, *Parathesis vulgata*, *Myrica cerifera* y *Cleyera theacoides* (Juárez y Aguilar 1993).

Las especies importantes del área por su estado de endemidad son: *Ilex anodonta*, *Buddleia euryphylla* y *Abies guatemalensis* (Méndez, et al. 1993). Existe una comunidad vegetal desarrollada en la cresta de montaña entre 2,400 m y 2,550 m. Esta consta de dos estratos, el más elevado no pasa de los 8 metros y se compone principalmente de *Pinus pseudostrobus*, *Pinus ayacahuite* y *Podocarpus oleifolius* (Juárez y Aguilar 1993).

El segundo estrato es denso, su altura media es de 2 metros, esta dominado por cuatro especies de la familia Ericaceae, posiblemente del género *Vaccinium*, algunas especies de las familias Lauraceae, Theaceae, Rhamnaceae, Orchidaceae, Bromeliaceae y una especie de la familia Agavaceae y Pteridofitas (Juárez y Aguilar 1993).

En Honduras se tomaron datos de las comunidades de mamíferos menores de dos bosques nubosos, uno en el Parque Nacional Celaque y el otro en Parque Nacional Sierra de Agalta.

**Bosque nuboso Celaque:** El Parque Nacional Celaque esta ubicado al oeste de la ciudad de Gracias entre los Departamentos de Lempira, Copán y Ocotepeque. Está constituido por un macizo montañoso, teniendo éste el pico más alto de Honduras a 2,489 m. Tiene un área total de 266.4 km<sup>2</sup> (Mejía y Hawkins 1993). La primer línea de trampeo (bosque nuboso Don Tomás) fue ubicada a 2,083 m, coordenadas aproximadas 14°32'42" N y 88°39'40" O (211088 UTM). La segunda línea de trampeo (Campamento El Naranja) fue ubicada a 2,560 m en las coordenadas aproximadas 14°32'49" N y 88°40'20" O (201087 UTM) y la tercer línea (El Mojón) se ubico a 2,489 m en las coordenadas aproximadas 14°31'58" N y 88°40'48" O (190072 UTM), ver referencia cartográfica

3

<sup>3</sup> Hoja cartográfica no.2459, Gracias. Edición 1-AMS. Serie E752. Escala 1:50,000. Instituto Geográfico Nacional Tegucigalpa. 1973. Honduras, Centroamérica.

A 2,083 m la comunidad vegetal esta compuesta por un bosque primario, con árboles de 39 a 45 metros de altura (Mejía y Gordon 1993). Entre las especies comunes se encuentran *Quercus benthamii* y *Quercus cortesii*, se observan también *Pinus ayacahuite* y *Pinus maximinoi*. Dentro del área de muestreo se encuentra un área de guamil, la cual fue muestreada; esta constituida por *Alnus arguta*, *Perymenium strigillosum*, una especie de *Cassia*, gran cantidad de arbustos y enredaderas de los géneros *Rubus* y *Smilax*. El guamil es de 11 años y tiene una regeneración de 5 metros de altura (Mejía y Hawkins 1992a). A 2,560 m el bosque es primario y mixto, se pueden encontrar rodales de coníferas, uno de los más comunes es el rodal de *Cupressus lusitanica* (Mejía y Hawkins 1992b).

En las partes más altas, se encuentran especies como *Abies guatemalensis*, *Taxus baccata*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus hartwegii* y *Pinus pseudostrobus*. En las partes más bajas se encuentran *Alfaroa hondurensis* y *Oreopanax lempiriana*, esta última posiblemente una especie endémica (Mejía y Hawkins 1992). Además esta constituido de gran cantidad de latifoliadas de 30 a 45 metros de altura, se encuentran entre ellas *Quercus bumelioides*, *Q. benthamii*, *Q. laurina*, *Cornus discifolia*, y especies de los géneros *Prunus*, *Magnolia*, *Brunellia*, *Phitecollobium* y *Olmedella*. (Mejía y Hawkins 1992b). También se encuentran especies como *Cleyera theacoides*, *Weinmannia pinnata* y *W. tuerkheimii* (Mejía y Gordon 1993). A 2,489 m el bosque se encuentra dominado por las especies *Pinus maximinoi*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus patula tecunumanii* y *Pinus hartwegii*. Además presenta arbustos de la familia Ericaceae, que no crecen más de 4 metros (Mejía y Hawkins, 1993).

**Bosque nuboso Agalta:** El Parque Nacional Sierra de Agalta esta ubicado al noroeste de la ciudad de Catacamas en el Departamento de Olancho. Tiene un área de 518.6 km<sup>2</sup>. Esta constituido por una serie de montañas, el pico mas alto es llamado La Picucha, el cual presenta un bosque enano ubicado a 2,253 m (Mejía y Hawkins 1992 c, d). La montaña en donde se realizó el muestreo fue la montaña de Babilonia. Se trabajaron dos líneas de trampeo, una a 1,750 m con coordenadas aproximadas 14°58'45" N y 85°55'39" O (175535 UTM) y otra a 2,030 m con coordenadas aproximadas 14°58'14" N y 85°55'16" O (160549 UTM), ver referencia cartográfica <sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Hoja cartográfica no. 3060 III. Catacamas. Primera edición. Serie E752. Escala 1:50,000. Instituto Geográfico Nacional Tegucigalpa. 1985. Honduras, Centroamérica.

En este bosque son comunes especies de los géneros *Quercus*, *Podocarpus* y especies como *Pinus patula tecunumanii*, *Pinus ayacahuite* y *Liquidambar styraciflua* (Mejía y Hawkins 1993). Son frecuentes las orquídeas y se encuentran grandes cantidades de *Encyclia brassavola* y *Maxillaria cuculata*, en las pendientes expuestas la vegetación es enana. Se encuentra *Epidendrum lacustre* desde los 2,200 m siendo este el primer registro para Honduras (Mejía y Hawkins 1992 c, d).

### III. JUSTIFICACION

En estas latitudes tropicales la historia geológica ha dejado al Núcleo de Centroamérica con un relieve y orografía especial. Esto ha permitido el aislamiento y la diversificación de comunidades. Los ecosistemas de bosques nubosos actúan como islas, teniendo diversidad alta debido especialmente a la proporción de especies endémicas. Entre Chiapas y el norte de Nicaragua existe uno de los mayores centros de endemismo del mundo para vegetación, entomofauna y ornitofauna. Sin embargo para mastofauna no se tienen registros de riqueza, estudios poblacionales, estructura de comunidades o grado de endemidad. Entonces se considera importante proporcionar datos sobre las especies presentes y la estructura de las comunidades de mamíferos menores de bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

- Conocer las diferencias entre las comunidades de mamíferos menores no voladores de bosques nubosos del núcleo de Centroamérica.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir la estructura de las comunidades encontrando la riqueza, abundancia relativa y dominancia de especies en los bosques nubosos del núcleo de Centroamérica muestreados.
- Comparar la diversidad entre los bosques nubosos del núcleo de Centroamérica muestreados.
- Proporcionar un listado preliminar de las especies de mamíferos menores no voladores de los bosques nubosos del núcleo de Centroamérica.



## V. HIPOTESIS

Ho: La estructura de las comunidades de mamíferos menores no es diferente en los cuatro bosques nubosos del núcleo de Centroamérica muestreados.

Ha: La estructura de las comunidades de mamíferos menores es diferente en los cuatro bosques nubosos del núcleo de Centroamérica muestreados.

Se espera que la estructura de las comunidades de mamíferos menores sea similar en los cuatro bosques nubosos, debido a que tienen la misma historia regional geológica, que ha permitido el desarrollo similar de los bosques nubosos. Después de los cambios climáticos y el vulcanismo del Terciario, la región se ha transformado y ha permitido el desarrollo de bosques nubosos en las montañas. En la actualidad los bosques nubosos actúan como islas en las partes altas de las montañas, sirviendo como centros de especiación.

## VI. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 MEDIOS

#### 6.1.1 RECURSOS HUMANOS

Para la toma de datos en los bosques nubosos de Honduras, se requirió la asistencia de: Ph. D. Ralph Eckerlin, Ph. D. John Matson, Lic. Sergio Pérez, los compañeros Lorraine Hodges, Antonio Novack, Alejandro Paredes, José Valdéz. También fue necesaria la ayuda del señor Candido Melgar junto a 3 personas de la aldea Villa Verde y del señor Francisco Urbina con 2 personas del equipo de la Unidad de COHDEFOR de Gualaco y 12 personas de la aldea El Pacayal.

En Guatemala se requirió la asistencia de: Ph. D. Ralph Eckerlin, Lic. Timothy McCarthy, Ph. D. John Matson, Lic. Sergio Pérez, los compañeros Giovanni López y Estuardo Sacayón. Así como también 10 personas de la aldea San Lorenzo Mármol y 3 guardarecursos de la fundación Defensores de La Naturaleza.

En la investigación: Br. Nicté Ordóñez Garza y asesorando la misma, MSc. Oscar Francisco Lara y Ph. D. John O. Matson.

#### 6.1.2 RECURSOS MATERIALES

Material	Cantidad
Pesola AVINET para medir hasta 50 gr	3
Pesola AVINET para medir hasta 100 gr	3
Cepillos dentales de cerdas duras	5
Pinzas de diferentes medidas	15
Tijeras	5
Forceps para rellenar	5
Reglas plásticas flexibles de 30 cm	5
Agujas finas	5
Conos de hilo blanco	3
Portaminas 0.5 mm	1
Caja de minas (12 minas 0.5 mm)	1
Bandeja plástica	5

Material	Cantidad
Libras de PDB (Paradiclorobenceno)	5
Rollos de hilo de cáñamo para trampas	3
Rollos de cinta plástica de colores para rotular	5
Marcadores indeleble negro grueso	2
Marcadores indeleble negro punto fino.	5
Libras de mantequilla de maní	6
Libras de tocino en trozos	1
Libras de pasas	2
Libras de hojuelas de avena	2
Trampas tipo Sherman de 77 x 230 x 90 mm	300
Trampas tipo Sherman de 102 x 115 x 381 mm	300
Trampas tipo Museum Special de 65 x 140 mm	300

Material	Cantidad
Paquetes de algodón de fibra larga	10
Pinzas corta alambre	3
Rollos de alambre de diferentes diámetros	20
Jeringas plásticas capacidad 3 ml	2
Jeringas plásticas capacidad 6 ml	2
Toallas húmedas de 14.6 x 19 cm sin alcohol	400
Etiquetas redondas	500
Etiquetas cuadradas	500
Alfileres para pieles	500
Caja de cartón duro de 50 x 50 x 10 cm	10
Bolsa de Corn Cob de 2 lb	1
Bote plástico Nalgene capacidad 2 galones	2
Bote plástico Nalgene capacidad 5 galones	2
Litros de alcohol etílico al 70 %	25
Litros de Formaldehído al 10 %	15

Material	Cantidad
Trampas tipo Rat Killer de 82 x 175 mm	150
Trampas tipo Tomahawk de 170 x 485 x 155 mm	50
Trampas tipo Pitfall de 190mm alto x 141 mm	100
Programa Microsoft Excel 97 para Windows	
Programa SPSS Statistical Package for Social Sciences	
Programa Microsoft Windows 97 para Windows	

## 6.2. PROCEDIMIENTO

### 6.2.1 TOMA DE DATOS

Para la colecta de mamíferos menores de los cuatro bosques nubosos en donde se realizó el muestreo, se utilizaron líneas de trampeo (transectos) a lo largo de senderos, siendo esta la unidad muestral. Cada línea tenía alrededor de 100 estaciones de trampeo; cada estación tenía uno o dos tipos de trampas. En las estaciones pares se colocaron dos tipos de trampas con cualquiera de las siguientes combinaciones: Museum Special – Rat Killer; Museum Special – Sherman Regular; Museum Special – Sherman Larga y en las impares se colocaron: Museum Special o Rat Killer.

En cada trampa se colocó cebo, el que consistía en una mezcla de mantequilla de maní, tocino en trozos, pasas y hojuelas de avena, en una proporción de 6:1:2:2. El cebo se colocaba a las 6:00 a.m. y a las 5:00 p.m.. Todos los días se revisaban las trampas a la hora de reemplazar los cebos y se anotaba en una hoja el estado de la trampa, es decir si se encontraba activa, con o sin cebo o si tenía una captura, con lo que se calculó el esfuerzo de captura por noche para cada sitio de muestreo.

## 6.2.2 ANALISIS DE DATOS

Para hacer válidas las comparaciones de los datos colectados se calculó 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. Después se calculó para cada especie el número de individuos por cada 100 trampas 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 por cada cien trampas/noche.

	CELAQUE	AGALTA	ZACAPA	EL PROGRESO
<b>Esfuerzo de captura</b>	4112	1916	2750	4356
<b>Número de noches</b>	13	11	10	11
<b>Trampas/noche</b>	304	174	275	396

Para determinar la estructura de las comunidades se encontró riqueza de especies, abundancia por sitio y dominancia por sitio de muestreo, para encontrar la dominancia se utilizó el índice de Simpson.

Se empleó el índice de diversidad de Shannon, que asume que todos los individuos fueron muestreados al azar y que las poblaciones son infinitamente grandes. El índice también asume que todas las especies están representadas en la muestra. Para este cálculo se utilizó:  $H' = -\sum p_i \ln p_i$  (Ludwing y Reynolds 1988; Magurran 1988; Hair 1987; Brower y Zar 1985).

En donde el valor de  $p_i$  es la proporción de individuos encontrados en las  $i$  especies. El valor del índice de Shannon es usualmente encontrado entre 1.5 y 3.5, raras veces sobrepasa 4.5 (Magurran 1988).

Para disminuir el error en el muestreo, se aplicó el procedimiento jack-knifing, el cual se basa en calcular nuevamente la varianza de las muestras del índice de Shannon. Cada varianza se calcula nuevamente tomando en cuenta los valores del índice para cada sitio de muestreo y en cada cálculo, restar el valor de uno de los lugares de muestreo, obteniéndose pseudovalores del índice. Estos pseudovalores se calcularon con la fórmula:  $Vp_i = (nV) - [(n-1)(V_j)]$  En donde  $n$  es el número de muestras,  $V$  es la varianza y  $J_i$  es la proporción de individuos de cada grupo (Magurran 1988). Este procedimiento permite una mejor estimación de la varianza al disminuir el error muestral. El error estándar para la estimación se obtuvo siguiendo la fórmula:  $VP = \text{var}(VP)/S$  (Magurran 1988).

Para encontrar las diferencias entre las muestras se utilizó el método de Hutchenson que aplica la prueba  $t$ , utilizando un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0.05$ ). Para realizar esta prueba se calculó la varianza del índice  $H'$  de Shannon así:  $\text{Var}H' = \sum p_i (Ln p_i)^2 - (\sum p_i Ln p_i)^2 / N + S - 1/2N^2$  en donde  $p_i$  es la proporción de las  $i$  especies,  $N$  es el total de individuos del sitio de muestreo y  $S$  es el número de especies de muestreo (Magurran 1988; Brower y Zar 1985).

Para calcular el estadístico de prueba  $t$  se utilizó:  $t = H^1 - H^2 / (\text{Var}H^1 + \text{Var}H^2)^{1/2}$  en donde los valores de  $H^1$  y  $H^2$  y sus varianzas son los índices y varianzas de un par de sitios de muestreo (Magurran 1988; Brower y Zar 1985).

Correspondiendo a las siguientes comparaciones: Agalta - Zacapa; Celaque - Agalta; Celaque - El Progreso; Celaque - Zacapa; El Progreso - Agalta y El Progreso - Zacapa.

Para calcular los grados de libertad se utilizó:  $gl = (\text{Var}H^1 + \text{Var}H^2) / (\text{Var}H^1)^2 / N_1 + (\text{Var}H^2)^2 / N_2$ , en donde los valores de  $\text{var}H^1$  y  $\text{var}H^2$  son las varianzas de un par de sitios de muestreo y  $N_1$  y  $N_2$  son los totales de individuos de un par de sitios de muestreo (Magurran 1988; Brower y Zar 1985). Con ello se encontró si existe diferencia significativa en las comunidades de mamíferos menores de los cuatro bosques nubosos, basándose en las abundancias proporcionales de las especies presentes.

Para hacer una diferenciación de diversidad, que es una medida de cómo difiere o es similar un rango de hábitats o muestras en términos de variedad (abundancia o riqueza), se utilizó el coeficiente de similaridad de Jaccard, el que se expresa:  $CJ = j / (a + b - j)$ , en donde a y b representan el número de especies en el sitio A y B respectivamente y j es el número de especies encontradas en ambos sitios (Magurran 1988; Brower y Zar 1985). Para obtener una buena representación se utilizó el programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS) con el que se obtuvo un análisis de agrupamiento jerárquico. Se ingresaron los datos del índice de Jaccard, el programa hizo una matriz dando la similaridad entre cada par de sitios de muestreo, los sitios más similares en la matriz se combinaron para formar un solo agrupamiento. El análisis procedió haciendo sucesivos agrupamientos de los sitios similares hasta que se combinaron en un dendrograma.

## VII. RESULTADOS

Tabla No. 3

Riqueza de especies en diferentes bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica

RIQUEZA DE ESPECIES	
SITIO DE MUESTREO	NUMERO DE ESPECIES
CELAQUE	9
AGALTA	9
ZACAPA	10
EL PROGRESO	13

Tabla No. 4

Abundancia de especies en diferentes bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica

ABUNDANCIA					
No.	ESPECIE	CELAQUE	AGALTA	ZACAPA	EL PROGRESO
1	<i>Cryptotis goodwini</i>	6	0	1	1
2	<i>Habromys lophurus</i>	0	0	26	14
3	<i>Heteromys desmarestianus</i>	8	5	2	9
4	<i>Marmosa mexicana</i>	13	2	0	0
5	<i>Microtus guatemalensis</i>	0	0	0	1
6	<i>Mustela frenata</i>	0	0	0	1
7	<i>Nyctomys sumichrasti</i>	0	0	2	0
8	<i>Oryzomys couesi</i>	0	2	0	0
9	<i>Oryzomys rhabdops</i>	0	0	1	7
10	<i>Oryzomys saturator</i>	9	4	2	0
11	<i>Peromyscus aztecus</i>	36	47	0	1
12	<i>Peromyscus grandis</i>	0	0	96	117
13	<i>Peromyscus levipes</i>	1	0	0	0
14	<i>Peromyscus mexicanus</i>	25	48	0	0
15	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	40	4	0	0
16	<i>Reithrodontomys microdon</i>	0	0	11	3
17	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	0	0	0	19
18	<i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	0	0	1	1
19	<i>Scotinomys teguina</i>	44	3	0	13
20	<i>Sorex veraepacis</i>	0	0	34	13
21	<i>Tylomys nudicaudus</i>	0	2	0	0
		182	115	176	200

## PARQUE NACIONAL CELAQUE, LEMPIRA, HONDURAS

Tabla No. 5

## Número de individuos capturados en trampas

	<b>ESPECIE</b>	<b>Número de individuos × 100</b>	<b>Resultante del número de individuos Por cada 100 Trampas Noche</b>
1	<i>Heteromys desmarestianus</i>	800	0.1946
2	<i>Marmosa mexicana</i>	1300	0.3161
3	<i>Oryzomys saturator</i>	900	0.2189
4	<i>Peromyscus aztecus</i>	3500	0.8512
5	<i>Peromyscus mexicanus</i>	2400	0.5837
6	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	3900	0.9484
7	<i>Scotinomys teguina</i>	4300	1.0457
8	<i>Cryptotis goodwini</i>	600	0.1459
9	<i>Peromyscus levipes</i>	100	0.0243

Tabla No. 6

## Porcentaje de individuos capturados sin distinguir entre trampas

	<b>ESPECIE</b>	<b>Capturas a 2083 m</b>	<b>Capturas de 2500 a 2600 m</b>	<b>Capturas a 2850 m</b>	<b>Total</b>	<b>Sp/Total</b>
1	<i>Cryptotis goodwini</i>	06	00	00	06	0.0333
2	<i>Heteromys desmarestianus</i>	06	02	00	08	0.0440
3	<i>Marmosa mexicana</i>	13	00	00	13	0.0714
4	<i>Oryzomys saturator</i>	09	00	00	09	0.0494
5	<i>Peromyscus aztecus</i>	04	31	01	36	0.1978
6	<i>Peromyscus levipes</i>	00	00	01	01	0.0055
7	<i>Peromyscus mexicanus</i>	07	17	01	25	0.1376
8	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	33	06	01	40	0.2198
9	<i>Scotinomys teguina</i>	38	05	01	44	0.2418
					182	1.000



## PARQUE NACIONAL SIERRA DE AGALTA, OLANCHO, HONDURAS

Tabla No. 7

## Número de individuos capturados en trampas

	ESPECIE	Número de individuos × 100	Resultante del número de individuos Por cada 100 Trampas Noche
1	<i>Heteromys desmarestianus</i>	500	0.261
2	<i>Marmosa mexicana</i>	200	0.104
3	<i>Oryzomys saturatior</i>	400	0.209
4	<i>Oryzomys couesi</i>	200	0.104
5	<i>Peromyscus aztecus</i>	4700	2.45
6	<i>Peromyscus mexicanus</i>	4800	2.505
7	<i>Scotinomys teguina</i>	300	0.157
8	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	200	0.104
9	<i>Tylomys nudicaudus</i>	200	0.104

Tabla No. 8

## Porcentaje de individuos capturados sin distinguir entre trampas

	ESPECIE	Capturas a 1750 m	Capturas a 2030 m	Total	Sp/Total
1	<i>Heteromys desmarestianus</i>	05	00	05	0.044
2	<i>Marmosa mexicana</i>	02	00	02	0.017
3	<i>Oryzomys saturatior</i>	04	00	04	0.035
4	<i>Oryzomys couesi</i>	01	01	02	0.017
5	<i>Peromyscus aztecus</i>	34	13	47	0.409
6	<i>Peromyscus mexicanus</i>	37	11	48	0.417
7	<i>Scotinomys teguina</i>	03	00	03	0.026
8	<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	02	00	02	0.017
9	<i>Tylomys nudicaudus</i>	02	00	02	0.017
				115	1.0000

## RESERVA DE BIÓSFERA SIERRA DE LAS MINAS, ZACAPA, GUATEMALA

Tabla No. 9

## Número de individuos capturados en trampas

	<b>ESPECIE</b>	Número de individuos × 100	Resultante del número de individuos por cada 100 Trampas Noche
1	<i>Habromys lophurus</i>	100	0.0364
2	<i>Heteromys desmarestianus</i>	200	0.0727
3	<i>Nyctomys sumichrasti</i>	200	0.0727
4	<i>Oryzomys rhabdops</i>	100	0.0364
5	<i>Oryzomys saturator</i>	200	0.0727
6	<i>Peromyscus grandis</i>	9600	3.4903
7	<i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	100	0.0364
8	<i>Reithrodontomys microdon</i>	1100	0.3999
9	<i>Sorex veraepacis</i>	1700	0.6181

Tabla No. 10

## Porcentaje de individuos capturados sin distinguir entre trampas

	<b>ESPECIE</b>	Capturas a 2200 m	Sp/Total
1	<i>Cryptotis goodwini</i>	01	0.0057
2	<i>Habromys lophurus</i>	26	0.1477
3	<i>Heteromys desmarestianus</i>	02	0.0114
4	<i>Nyctomys sumichrasti</i>	02	0.0114
5	<i>Oryzomys rhabdops</i>	01	0.0057
6	<i>Oryzomys saturator</i>	02	0.0114
7	<i>Peromyscus grandis</i>	96	0.5454
8	<i>Reithrodontomys microdon</i>	11	0.0625
9	<i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	01	0.0057
10	<i>Sorex veraepacis</i>	34	0.1932
		176	1.000

## RESERVA DE BIÓSFERA SIERRA DE LAS MINAS, EL PROGRESO, GUATEMALA

Tabla No. 11

## Número de individuos capturados en trampas

	ESPECIE	Número de individuos × 100	Resultante del número de individuos por cada 100 Trampas Noche
1	<i>Cryptotis goodwini</i>	100	0.0230
2	<i>Habromys lophurus</i>	1400	0.3214
3	<i>Heteromys desmarestianus</i>	900	0.2066
4	<i>Microtus guatemalensis</i>	100	0.0230
5	<i>Mustela frenata</i>	100	0.0230
6	<i>Oryzomys rhabdops</i>	700	0.1607
7	<i>Peromyscus aztecus</i>	100	0.0230
8	<i>Peromyscus grandis</i>	11700	2.6856
9	<i>Reithrodontomys microdon</i>	300	0.0689
10	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	1900	0.4361
11	<i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	100	0.0230
12	<i>Scotinomys teguina</i>	1300	0.2984
13	<i>Sorex veraepacis</i>	1300	0.2984

Tabla No. 12

## Porcentaje de individuos capturados sin distinguir entre trampas

	ESPECIE	Capturas a 2560 m	Capturas a 2700 m	Capturas a 2800 m	Total	Sp/Total
1	<i>Cryptotis goodwini</i>	00	01	00	01	0.005
2	<i>Habromys lophurus</i>	11	03	00	14	0.070
3	<i>Heteromys desmarestianus</i>	09	00	00	09	0.045
4	<i>Microtus guatemalensis</i>	00	01	00	01	0.005
5	<i>Mustela frenata</i>	00	01	00	01	0.005
6	<i>Oryzomys rhabdops</i>	07	00	00	07	0.035
7	<i>Peromyscus aztecus</i>	01	00	00	01	0.005

Continuación de tabla No. 12

	<b>ESPECIE</b>	Capturas a 2560 m	Capturas a 2700 m	Capturas a 2800 m	Total	Sp/Total
08	<i>Peromyscus grandis</i>	65	38	14	117	0.585
09	<i>Reithrodontomys microdon</i>	02	01	00	03	0.150
10	<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	17	02	00	19	0.095
11	<i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	00	00	01	01	0.005
12	<i>Scotinomys teguina</i>	11	01	01	13	0.065
13	<i>Sorex veraepacis</i>	03	10	00	13	0.065
					200	1.000

Tabla No. 13

**Valores de dominancia de especies en diferentes comunidades de mamíferos menores de bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica**

Localidad	Valores de dominancia Índice de Simpson	Grado de Dominancia (1/D)
Celaque	0.17	5.85
Agalta	0.34	2.94
Zacapa	0.36	2.80
El Progreso	0.37	2.74

Tabla No. 14

**Diversidad de especies de diferentes comunidades de mamíferos menores de los bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica**

Localidad	Índice de Shannon H'	Varianza del Índice VarH'
Celaque	1.88	$2.35 \times 10^{-03}$
Agalta	1.36	$9.90 \times 10^{-03}$
Zacapa	1.34	$6.25 \times 10^{-03}$
El Progreso	1.53	$8.20 \times 10^{-03}$

Tabla No.15

**Método de Hutchenson, basado en los valores del índice de Shannon para determinar la diferencia entre las comunidades de mamíferos menores de bosques del Núcleo de Centroamérica**

Localidades	Valor de t	Grados de libertad	Estadístico de prueba (95% confianza)
Agalta-Zacapa	0.0787	15	No existe diferencia significativa
El Progreso- Agalta	0.1345	19	No existe diferencia significativa
El Progreso-Zacapa	1.4975	13	No existe diferencia significativa
Celaque-Agalta	3.1616	22	Si existe diferencia significativa
Celaque-El Progreso	5.1607	27	Si existe diferencia significativa
Celaque-Zacapa	5.6090	20	Si existe diferencia significativa

**Análisis de agrupamiento jerárquico, utilizando el índice de Similitud de Jaccard**

Tabla No. 16

**Matriz de los coeficientes de Similaridad de Jaccard**

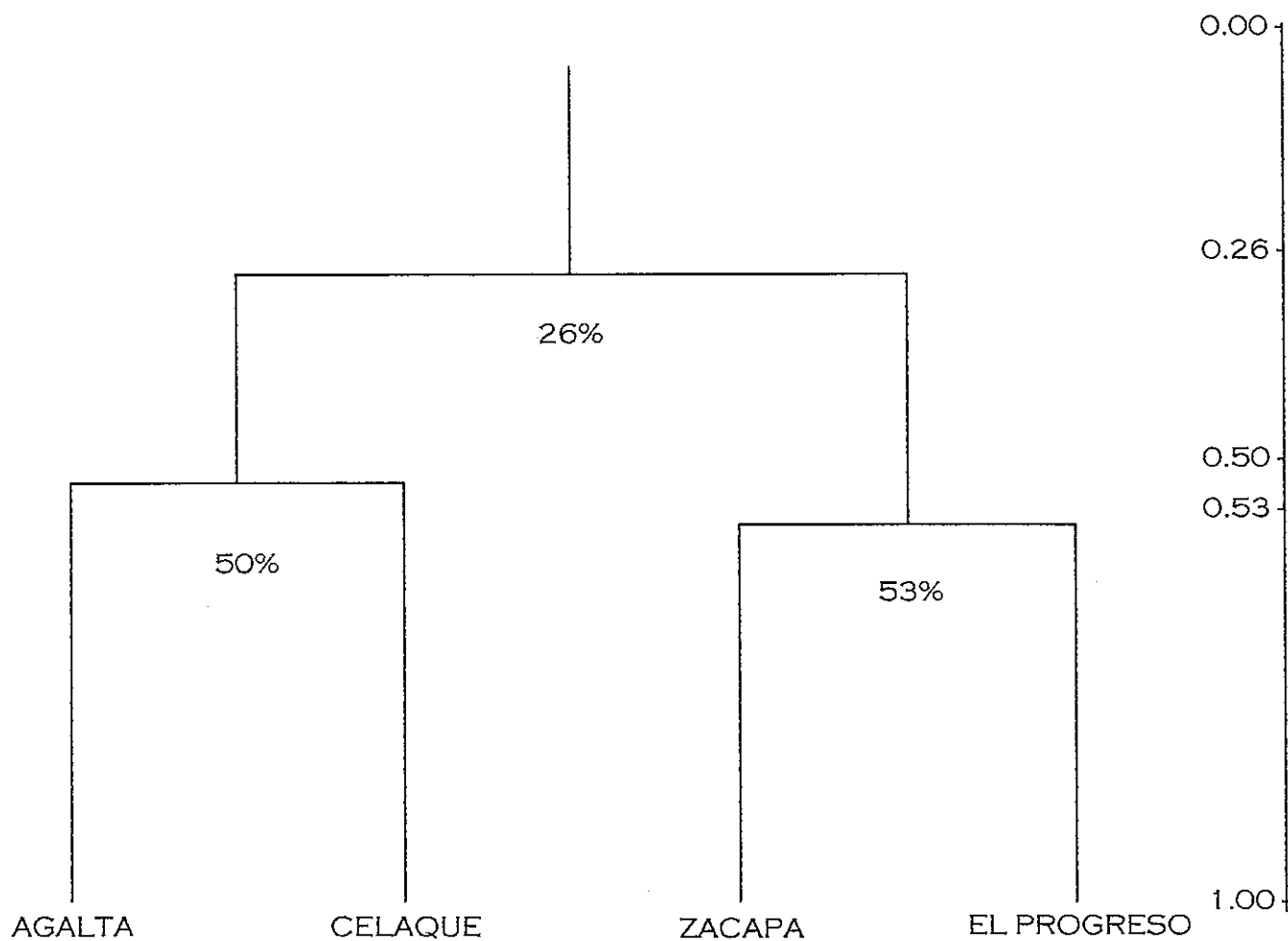
	CELAQUE	AGALTA	ZACAPA
AGALTA	0.40		
ZACAPA	0.10	0.56	
PROGRESO	0.19	0.16	0.53

Tabla No.

Agrupación programada usando agrupamiento entre grupos: Dos grupos combinados

Etapa	Agrupamiento 1	Agrupamiento 2	Coefficiente
1	Zacapa	El Progreso	0.53
2	Agalta	Celaque	0.50
3	Agalta	Zacapa	0.26

**Figura No.1**  
**Análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el**  
**Índice de Similitud de Jaccard**



**Listado preliminar de mastofauna menor reportada para Bosques Nubosos  
del Núcleo de Centroamérica**

La nomenclatura utilizada fue la de Wilson y Reeder 1993.

**DIDELPHIMORPHIA**

**Didelphidae**

**Didelphinae**

*Marmosa mexicana* Merriam, 1897

**INSECTIVORA**

**Soricidae**

**Soricinae**

*Cryptotis goodwini* Jackson, 1933

*C. griseoventris* Jackson, 1933

*C. hondurensis* Woodman y Timm, 1992

*C. mexicana* (Coues, 1877)

*C. nigresens* (J. A. Allen, 1895)

*Sorex saussurei* Merriam, 1892

*S. sclateri* Merriam, 1897

*S. stizodon*, Merriam, 1895

*S. veraepacis* Alston, 1877

**RODENTIA**

**Heteromyidae**

**Heteromyinae**

*Heteromys desmarestianus* Gray, 1868

*H. goldmani* Merriam, 1902

*H. nelsoni* Merriam, 1902

**Muridae****Arvocolinae**

*Microtus guatemalensis* Merriam, 1898

**Sigmodontinae**

*Habromys lophurus* (Osgood, 1904)

*Nyctomys sumichrasti* Saussure, 1860

*Neotoma mexicana* (Bair, 1855)

*Oryzomys couesi* (Alston, 1877)

*O. rhabdops* Merriam, 1901

*O. saturator* Merriam, 1901

*Peromyscus aztecus* (Saussure, 1860)

*P. grandis* Goodwin, 1932

*P. guatemalensis* Merriam, 1898

*P. levipes* Merriam, 1898

*P. mayensis* Carleton y Huckaby, 1975

*P. mexicanus* (Saussure, 1860)

*P. zarhynchus* Merriam, 1898

*Reithrodontomys brevirostris* Goodwin, 1943

*R. mexicanus* (Saussure, 1860)

*R. microdon* Merriam, 1901

*R. sumichrasti* (Saussure, 1861)

*R. tenuirostris* Merriam, 1901

*Scotinomys teguina* (Alston, 1877)

*Tylomys nudicaudus* (Peters, 1866)



## VII. DISCUSION DE RESULTADOS

### 8.1 GENEROS Y AFINIDADES

Durante el muestreo se encontró un total trece géneros de cinco familias, Didelphidae, Soricidae, Mustelidae, Heteromyidae y Muridae. Las afinidades de estos grupos son principalmente Mesoamericanos, como se observa en el Anexo No.6. De afinidad Neártica, se encuentran los géneros *Sorex*, *Mustela*, *Heteromys*, *Microtus* y *Peromyscus*. Los géneros de afinidades Tropicales son *Marmosa* y *Oryzomys*. Los géneros propios de la región Mesoamericana son *Cryptotis*, *Habromys*, *Heteromys*, *Nyctomys*, *Reithrodontomys*, *Scotinomys* y *Tylomys*. Los grupos del norte, son los que han tenido mayor tiempo para dispersarse, especializarse y diferenciarse en Mesoamérica, como en el caso de *Peromyscus*. Mientras que los grupos propios de la región Mesoamericana, como algunas especies del género *Cryptotis* se han especializado desde el final del Pleistoceno, debido a los cambios en el clima y al aislamiento que sufrieron (Woodman y Timm 1999). Esto se debe a que la región tuvo fuertes cambios en la vegetación (Colinvaux, 1996), lo que implicó mantener cierto estilo de vida en las partes altas y aisladas de las montañas. Considero este como el factor principal para que se produjera el grado de especiación de la región. A diferencia de los grupos de afinidad Tropical que pudieron empezar a dispersarse cuando se formó un archipiélago que unió Sur América con lo que en la actualidad corresponde a Panamá, esto fue durante el Mioceno tardío. El relieve regional cambia en esta región en el Plioceno tardío y se establece el puente entre las regiones norte y sur al final del Plioceno (Coates y Obando 1996).

### 8.2 RIQUEZA DE ESPECIES Y PATRONES DE DISTRIBUCION

El lugar con mayor número de especies colectadas fue El Progreso, Guatemala, a continuación le siguió Zacapa y finalmente con el mismo número de especies se encuentran Celaque y Agalta de Honduras, esto es debido al variable esfuerzo de captura en los lugares de muestreo. Como puede observarse en la tabla No.1, los valores de esfuerzo varían desde 1,916 trampas/noche en Celaque hasta 4,356 trampas/noche en El Progreso.

De las 21 especies encontradas en los bosques nubosos, la única representante del orden Didelphimorpha, *Marmosa mexicana mexicana* se encontró en los dos parques nacionales de Honduras. Esta subespecie está reportada para la región del núcleo de Centroamérica (Alonso-Mejía y Medellín 1992) y otras tres subespecies se distribuyen desde México (Jones y Ticul-Alvarez 1964), hasta Panamá (Reid 1997).

El género *Marmosa* es de origen tropical y se encuentra desde el sur de México hasta el sur de Brasil (Archer 1987), distribuida desde el nivel del mar (Reid 1997) hasta los 2100 msnm, que fue la mayor altura a la que se capturó en el muestreo. Durante el muestreo no se encontró en Guatemala, posiblemente se deba a que esta especie cuyo origen es sureño, tenga una mayor cantidad de representantes en el sur que en el norte.

Del orden Insectivora, se encontró dos representantes de la familia Soricidae. *Cryptotis goodwini*, se encontró distribuida en Guatemala en la Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas en los dos sitios de muestreo y en el Parque Nacional Celaque de Honduras, pero no en la Sierra de Agalta, el sitio más al sur del muestreo. *C. goodwini goodwini* está distribuida en Chiapas y Guatemala, y en el oeste de Honduras, se encuentra la aislada subespecie *C. Goodwini magnimana* (Woodman y Timm 1999). La historia del grupo escrita por Woodman y Timm (1999), indica que esta especie pertenece al grupo *C. goldmani* que se distribuye desde el oeste de México hasta el este de Honduras, encontrándose desde los 1,100 hasta los 3,100 msnm.

El origen del grupo es el Istmo de Tehuantepec, este tuvo una dispersión durante el Pleistoceno, debido al clima frío y a la disminución del nivel del mar, resultando en que las zonas vegetales climáticas descendieran (Woodman y Timm 1999). Woodman (1992) reporta que hubo un descenso de 650 metros de los Páramos tropicales en Costa Rica, en la misma época. Este descenso permitió que la vegetación y fauna montana se dispersara a través del istmo (Woodman y Timm 1999). El subsecuente ascenso de las zonas vegetales y climáticas debido a la época interglacial, permitió el aislamiento de las poblaciones en los dos lados del istmo (Woodman y Timm 1999).

Debido a este aislamiento, ocurrió divergencia morfológica y especiación, como en el caso de *C. gracilis*, cuyos ancestros se restringieron a bosques nubosos de altura y páramos durante 10,000 años, lo que hizo que las poblaciones se aislaran genéticamente (Woodman 1992).

La especie *Sorex veraepacis*, está distribuida desde el este de México hasta el oeste de Guatemala (Jackson 1928; Junge y Hoffman 1981). La subespecie reportada para las Tierras altas de Chiapas y oeste de Guatemala es *S. veraepacis chiapensis* y para el este de Guatemala es *S. veraepacis veraepacis* (Hall 1981). No se encontró en los muestreos efectuados en Honduras. Esta reportada para alturas desde los 1,300 hasta los 3,100 msnm (Reid 1997).

Esta especie pertenece a la tribu Soricini y es de origen holártico (Churchfield 1990). El origen del grupo es a mediados del Oligoceno, se dispersó durante el Mioceno y tuvo radiación durante el Plioceno en Norte América (Rzebik-Kowalska 1994). Las condiciones climáticas del Terciario y cuaternario posiblemente permitieron que el género se dispersara hasta Mesoamérica y tuvo radiación en los bosques que quedaron aislados durante esa época.

El único carnívoro encontrado en durante el muestreo fue *Mustela frenata perda*, sólo se encontró esta especie en El Progreso a 2,700 msnm. La captura fue rara, ya que fue capturada en una trampa tipo Sherman regular. Posiblemente se deba a la escasez de alimento ya que fue una época seca, debido al fenómeno del niño. La distribución de la especie *M. frenata* es desde el sudeste de México hasta el norte de Nicaragua (Reid 1997). La subespecie *M. frenata perda*, esta reportada por Hall (1981) para la región oeste de Guatemala.

Del orden Rodentia, se encontraron 17 representantes, la distribución de las especies no se presentó de igual forma en todos los lugares de muestreo.

De la subfamilia Heteromyidae se encontró la especie *Heteromys desmarestianus* distribuida en todos los lugares de muestreo. El género *Heteromys* es exclusivo de las tierras húmedas tropicales de Mesoamérica y Sudamérica (Genoways y Brown 1993). Esta especie se ha encontrado desde la costa Atlántica de México hasta el norte de Sur América (Genoways y Brown 1993). Se le encuentra desde las tierras bajas hasta los 2,400 msnm (Reid 1997).

La distribución de Heteromyidae ha sido modificada por los efectos de los eventos geológicos y sus cambios en el clima y el nivel del mar. Cuando se formó el puente que unió Colombia con Centroamérica hace tres millones de años, se produjo el intercambio Americano (Schmidly, Wilkins y Derr 1993).

Durante los inicios del intercambio, Heteromyidae representado por *Heteromys* o sus ancestros, fue una de las 16 especies de las familias nativas de la parte norte de América que invadió exitosamente Sudamérica (Schmidly, Wilkins y Derr 1993).

Desde los últimos 40,000 años, ha habido cambios climáticos, que han modificado la vegetación. *Heteromys* probablemente estuvo restringido a un refugio primario que mantuvo su temperatura y la precipitación. (Schmidly, Wilkins y Derr 1993). Las subespecies presentes podrían ser el resultado de la divergencia durante el último aislamiento por la glaciación de Wisconsin (Schmidly, Wilkins y Derr 1993).

De la subfamilia Arvicolinae, se encontró al representante más sureño de la distribución, *Microtus guatemalensis*. Se encontró distribuido exclusivamente en El Progreso, Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas, Guatemala, pero está registrada para Todos Santos Cuchumatán en Sierra de Los Cuchumatanes, Huehuetenango (topotipo) (Smith y Jones 1967); Chemal, Huehuetenango y Mataquescuinfla en Jalapa (Registros de las colecciones de referencia del Museo Nacional de Historia Natural de Estados Unidos). También está registrada para Chiapas en México y para Totonicapán en Guatemala (Hall 1981), encontrándose desde los 2,600 hasta los 3,100 msnm (Reid 1997).

El género *Microtus*, tiene el límite de distribución en Guatemala y en el estado Mexicano de Chiapas y Oaxaca (Sánchez, Alvarez y Romero 1996). Se distribuye desde Alaska y Canadá hasta las tierras montanas altas de Guatemala (Hoffman y Koepl 1985). Este grupo, aparece en el Pleistoceno temprano hace 1.8 a 2. 0 millones de años. Se dispersaron por el estrecho de Bering. Los sobrevivientes de la radiación en el nuevo mundo incluyen a *M. umbrosus* y *M. guatemalensis* (Hoffman y Koepl 1985). Ambas especies tienen distribuciones relictas en los bosques nubosos de México y Guatemala (Hoffman y Koepl 1985). Aún no se han encontrado más al sur, es decir en Honduras, El Salvador o Nicaragua, pero podrían encontrarse posiblemente con un muestreo mayor.

De la subfamilia Sigmodontinae, se encontraron 15 especies. La primera de ellas, *Habromys lophurus*, se encontró distribuida únicamente en Guatemala, en los dos bosques de Sierra de las Minas.

Esta especie esta reportada para bosques nubosos desde los 1,950 a 3,100 msnm en Chiapas México, oeste de Guatemala (Hall 1981) y para Chalatenango en El Salvador (Musser 1969), estando restringida a las tierras altas de Chiapas, Guatemala y el bosque alto común de Guatemala y El Salvador (Carleton 1989). En los muestreos no se encontró esta especie en Honduras, esto podría deberse a que el grupo cuyo origen es norteño, no ha tenido suficiente tiempo para colonizar el sur.

Esta es una de las especies exclusivas de la región Mesoamericana. Este aislamiento pudo deberse a que encontró un lugar estable durante los cambios de clima del Terciario y Cuaternario y que no le permitió seguir dispersándose por los corredores de sabanas cuando estos se redujeron por la aparición de los bosques tropicales lluviosos. Con lo que la especie quedó restringida a este área.

La especie *Nyctomys sumichrasti*, únicamente se encontró en Zacapa, en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas. Sin embargo, esta especie está registrada para la región desde Jalisco en México, Centroamérica y Panamá, en alturas desde el nivel del mar hasta los 1,800 msnm (Hall 1981; Reid 1997). Posiblemente esta especie de origen Mesoamericano cuyos ancestros colonizaron las áreas montañosas de la región, queda aislada por los eventos climáticos del Terciario y Cuaternario, que permitieron la contracción de los corredores de sabanas regionales.

La subespecie *Oryzomys couesi couesi* fue encontrada únicamente en la Sierra de Agalta en Honduras. La literatura sólo reporta a *Oryzomys couesi* para México, desde Sonora hasta Chiapas (Iñiguez y Santana 1993), luego se reporta en Cobán, Guatemala (especimen tipo) (Merriam 1901 b), en los departamentos de Petén, Izabal, Jutiapa, Escuintla, Mazatenango, El Progreso, Zacapa y Quiché (datos del Museo de Historia Natural de Estados Unidos). Además de estar reportada para la región, se reporta en el sur de Estados Unidos, Costa Rica y Panamá, en un rango de altura desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm (Reid 1997). Esta especie cuyo género es de origen Tropical, está ampliamente distribuida, posiblemente la competencia con otras especies como las del género *Peromyscus*, no le ha permitido tener un número alto de representantes en estos lugares de muestreo, en donde puede observarse un alto número de especies del género *Peromyscus*. Aunque el género sea de origen Tropical, las especies del sur, son distintas a las de la región. Otro factor que indica que posiblemente el aislamiento de los bosques nubosos permitió la diferenciación de especies desde el Cuaternario, después de que surge el puente entre Colombia y el resto del Istmo Centroamericano.

La especie *Oryzomys rhabdops*, se encontró en los bosques de Zacapa y El Progreso, está únicamente reportada para Guatemala a 3,000 msnm en la localidad tipo: Cael, Huehuetenango (Merriam 1901 b). Otra especie encontrada en Guatemala y en Honduras es la especie *O. saturator*, está reportada en la literatura para Tumbala, Chiapas (Merriam 1901 b), Guatemala y Honduras (Goodwin 1942). Esta especie se encontró desde los 1,750 hasta los 2,200 msnm. Estas especies, posiblemente son descendientes de los primeros colonizadores del género *Oryzomys* que llegaron del sur. Después se aislaron por los eventos climáticos del Terciario y Cuaternario y se especializaron, quedando poblaciones que no se encuentran en otra región.

Se encontraron cuatro especies del género *Peromyscus*, la radiación de este género es pronunciada en México y el norte de Centroamérica (Jones y Yates 1983). La primer especie, *P. aztecus*, se encontró sólo en Honduras. Esta especie está registrada para las tierras altas desde el centro de México (León y Romo 1993) hasta el oeste de Honduras (Carleton 1989; Reid 1997), en alturas desde los 800 hasta los 3,100 msnm (Reid 1997). La subespecie reportada para el norte del núcleo de Centroamérica es *P. aztecus oaxacensis* (Carleton 1979). La distribución fragmentada de *P. aztecus*, sugiere que sus subespecies divergieron moderadamente, como resultado del aislamiento y adaptación a una leve diferenciación en zonas de vida (Carleton 1989), siendo esta especie la más diversa fenéticamente y ecológicamente (Kirkland y Layne 1989). Lo mismo sucede con el grupo de *P. boylii* en el cual se encuentra la especie *P. levipes*, cuya subespecie *P. levipes levipes* se encontró en Celaque, Honduras. Esta especie está reportada para alturas desde 700 a 2,800 msnm, del sudeste de México hasta el sudeste de Honduras (León y Romo 1993; Reid 1997).

Las poblaciones de este grupo que se distribuían en la placa central de México durante el Pleistoceno, cambiaron debido a que las oscilaciones de la época generaron una fragmentación del área y esto permitió que existiera contacto con otros sitios y que se separaran las poblaciones en las montañas, este efecto vicariante del clima, indujo a que las poblaciones a separarse y diferenciarse (Carleton 1989).

*Peromyscus mexicanus* es otra de las especies encontradas únicamente en Honduras, la distribución de esta especie está registrada para Guatemala, sudeste de México (Huckaby 1980) y en Aguachapán en El Salvador (Engstrom *et al.* 1994).

Aunque está registrado que esta especie es la de mayor distribución geográfica y altitudinal entre el grupo de *P. mexicanus*, que se distribuye desde México hasta Nicaragua, desde las tierras bajas hasta los 3,000 msnm (Carleton 1989; Reid 1997).

En el mismo grupo se encuentra la especie *P. grandis*, que presenta distribución alopatrica con *P. guatemalensis* y *P. zarhynchus*. Se encontró esta especie únicamente en el este de Guatemala. *P. grandis* se distribuye únicamente en bosques húmedos de elevación intermedia del oeste de Guatemala, desde los 1,500 hasta los 2,200 msnm (Carleton 1989; Reid 1997), mientras que *P. guatemalensis* se distribuye en bosques de elevación intermedia a alta de Chiapas y el este de Guatemala, incluyendo la cadena volcánica y la especie *P. zarhynchus*, se distribuye en los bosques nubosos del este de Chiapas (Carleton 1989).

En el muestreo se encontraron cuatro especies del género *Reithrodontomys*. Este género es de origen reciente, apareciendo en la época Plio-Pleistocénica (Carleton 1980; Sánchez 1993). Se tienen registros del género, desde el Pleistoceno en Norte América y se han distribuido hasta el norte de Sur América (Hooper 1952). Eventos de expansión, retracción y aislamiento de los hábitats durante el Pleistoceno y la transición al Reciente han permitido procesos evolutivos que determinan los patrones taxonómicos y distributivos actuales (Sánchez 1993). Hooper (1952) discutió la fragmentación de troncos ancestrales de los actuales subgéneros, sugiriendo que pudo ocurrir a finales del Mioceno o Plioceno, debido a la interposición de un estrecho de mar en el Istmo y que habría podido suceder después, por la aparición de barreras de bosques tropicales.

La primer especie, *R. mexicanus*, se encontró en Honduras. Esta especie se distribuye desde México hasta el norte de Ecuador, se encuentra desde los 250 hasta los 3,300 msnm (Hooper 1952). En la región se encuentran 12 subespecies de *R. mexicanus*, la que está asociada con *R. sumichrasti* en Centroamérica y el Sudeste de México (Hooper 1952). La subespecie para la región de Chiapas y Guatemala es *R. mexicanus mexicanus*, para el sudeste de Guatemala y El Salvador se encuentra la subespecie *R. mexicanus orinus*, para el sudoeste de Honduras se encuentra *R. mexicanus ocotepequensis* y para el este de Honduras y norte de Nicaragua, se encuentra la subespecie *R. mexicanus lucifrons* (Hooper 1952).

En El Progreso se encontró la especie *Reithrodontomys sumichrasti*, especie que también se ha encontrado en la región de Sierra de Santa Cruz en Alta Verapaz (observación personal). La distribución de este roedor es desde Guerrero (León y Romo 1993), Jalisco y Querétaro en México hasta las tierras altas de Nicaragua, la distribución se corta en la depresión de Nicaragua y continua en las tierras altas de Costa Rica y Panamá (Reid 1997), sin embargo la especie del sur de Centroamérica esta compuesta por las subespecies *R. sumichrasti australis* y *R. sumichrasti volcanicus* a diferencia de las subespecies del norte de Centroamérica, *R. sumichrasti dorsalis* encontrado en Chiapas y Guatemala y *R. sumichrasti modestus* encontrado en El Salvador, Honduras y Nicaragua (Hooper 1952; Hall 1981). Se encuentra desde los 1,200 hasta los 4,000 msnm (Reid 1997).

Otra especie del género, *R. microdon* se encontró únicamente en Guatemala, pero la distribución registrada por Hooper (1952) es en las Tierras altas de Chiapas, en San Cristóbal de las Casas, en el oeste de Guatemala en Huehuetenango de donde es el espécimen tipo (Merriam 1901 a) y en algunos volcanes, en alturas hasta de 3,000 msnm (Anderson y Jones 1960). Además está reportada para Guatemala la subespecie *R. microdon microdon* en San Marcos y Totonicapán (Anderson y Jones 1960). Otra especie de alturas hasta los 3,060 metros es *R. tenuirostris*, que se encontró únicamente en Guatemala. La distribución de esta especie está restringida a las Tierras altas de Chiapas-Guatemala, incluyendo en Guatemala a Sierra de Los Cuchumatanes de donde es el espécimen tipo (Merriam 1901 a), cadena volcánica (Hooper 1952) y en las tierras altas de Jalapa en Mataquescuintla (Hall 1981).

La especie *Scotinomys teguina* se encontró en Honduras y en El Progreso únicamente. Para Guatemala y Chiapas está reportada la subespecie *S. teguina teguina* en la región de tierras altas del este desde los 1,000 y 1,500 msnm (Hooper 1972). En El Salvador y Honduras está reportada la subespecie *S. teguina rufoniger* desde los 2,000 msnm y en Nicaragua y Costa Rica está registrada la subespecie *S. teguina irazu*, que se encuentra desde los 1,300 msnm y en toda la región llega hasta los 3,000 msnm (Hooper 1972).

*Scotinomys* es el único género de Sigmodontinae restricto a Mesoamérica tropical, predominando desde los 1,000 hasta los 3,300 msnm en bosques nubosos y en sabanas montanas húmedas (Buchanan y Howell 1967).



La especie *Tylomys nudicaudus* se encontró únicamente en el este de Honduras. Esta especie se distribuye desde Chiapas en México hasta Nicaragua (Nowak 1991). La distribución de *T. nudicaudus* esta reportada desde las tierras bajas (Reid 1997) hasta los 1750 msnm, que es la mayor altura en la que se encontró esta especie. El género *Tylomys* y el género *Ototylomys* son endémicos de Mesoamérica (Lawlor 1969).

### 8.3 ABUNDANCIA Y DOMINANCIA DE ESPECIES

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 *Peromyscus grandis*, que en El Progreso, representa el 58.5% del total de individuos y en Zacapa, representa el 54.5% del total de los individuos capturados.

En Agalta la especie con mayor representación es *Peromyscus mexicanus* con un valor del 41.7% y en Celaque la especie con mayor abundancia es *Scotinomys teguina* con una representación del 24.2% del total. Para todos los sitios de muestreo el género con mayor número de representantes es *Peromyscus*. Las gráficas con la representación de la proporción de las especies por sitio de muestreo se pueden observar en los anexos No. 2 y 3. Esto implica que *Peromyscus* es un género dominante entre las comunidades de estos bosques. Además es junto con el género *Reithrodontomys* es el que presenta un mayor número de especies en las comunidades muestreadas. Un factor notorio es que los representantes del género *Peromyscus* presentan distribuciones distintas. En El Progreso, la especie dominante es *P. grandis*, al igual que en Zacapa, pero esta especie no está en ningún otro punto de muestreo. Esta especie debe ser omnívora, por lo que se encuentra dominando a las especies de la comunidad que son exclusivas de algún tipo de alimento. Como *Microtus* o *Heteromys*, que se alimentan de semillas, o *Cryptotis* que se alimenta de insectos. En Honduras las especies dominantes son *P. mexicanus* y *P. aztecus*, que juntas en Agalta son el 81% de la comunidad. Sólo en Celaque, las poblaciones correspondientes a los géneros *Peromyscus*, *Reithrodontomys* y *Scotinomys* son más homogéneas en el área.

Como puede observarse en los datos de dominancia, el valor más alto del Índice de Simpson encontrado es de 5.85 para Celaque, a diferencia de los otros tres sitios de muestreo en que los valores de dominancia son 2.94 para Agalta, 2.80 para Zacapa y el más bajo 2.74 para El Progreso.

Esto indica que la comunidad de especies en Celaque es la más homogénea un 58.5%, debido a que las especies se distribuyen de manera más uniforme. Por la misma razón explicada anteriormente, las comunidades de Guatemala y de Agalta están dominadas por especies del género *Peromyscus*, y en Celaque las especies se distribuyen de manera más uniforme, por lo que esta comunidad presenta un índice de diversidad más alto que el resto de las comunidades.

En los otros sitios de muestreo una especie es la que se encontró de manera más abundante, lo que hace que la dominancia sea menor, en las tres comunidades entre un 27.4 % y un 29.4%, es decir las comunidades están representadas más por una o dos especies, lo que las hace heterogéneas. En el anexo No. 4 puede observarse el grado de dominancia de las diferentes comunidades.

#### 8.4 DIVERSIDAD DE ESPECIES

Al comparar la diversidad en las cuatro comunidades utilizando el Índice de diversidad de Shannon, se obtuvo el valor más alto para la comunidad de Celaque, con un valor de 1.88. A diferencia de las otras comunidades, en que los valores son de 1.53 para El Progreso, 1.34 para Zacapa y 1.36 para Agalta. Al aplicar el procedimiento jack-knifing, que se utilizó como límite de confianza de la estimación, el error estándar de la estimación fue de  $2.5 \times 10^{-5}$  para toda la muestra, siendo el error de la muestra pequeño. Al calcular el valor t del método de Hutchenson, se encontró que existe diferencia significativa ( $\alpha = 0.5$ ) entre Celaque y las demás comunidades. Esto debido a que el índice está relacionado con la riqueza de especies, pero está basado en la abundancia proporcional de las especies y a que esta comunidad está distribuida homogéneamente en un 85% como lo indica el valor del índice de equidad (E), que asume que todas las especies son igualmente abundantes. A diferencia de las otras comunidades, en que los valores de equidad son de 58% para Zacapa, 60% para El Progreso y 62% para Agalta. La equidad de las comunidades puede observarse en el anexo No. 5.

El otro análisis de las comunidades, se hizo comparando la similitud de las mismas usando el índice de Jaccard, este índice toma en cuenta la riqueza de especies. En el caso de las comunidades muestreadas, se encontró que todas tienen un 26% de similitud. Entre las comunidades de Agalta y Celaque se encontró una similitud del 50% y entre las comunidades de Zacapa y El Progreso una similitud de 53%, siendo las últimas dos las más similares entre las cuatro.

Esto implica que las comunidades tienen en común  $\frac{1}{4}$  de las especies de la comunidad y que las comunidades de mamíferos menores de Guatemala son similares en más de la mitad de las especies que las componen. Posiblemente estas últimas sean más similares debido posiblemente a que ambas se encuentran en el mismo rango de montaña, mientras que las otras dos comunidades de Honduras, están aisladas geográficamente.

## 8.5 ORIGENES DEL GRUPO

Durante el Terciario, Centroamérica permaneció adyacente a Norte América, sin embargo la fauna moderna tiene mayor influencia Neotropical. La evolución de la fauna de la región durante este período, puede explicarse por distintas fases ecológicas regionales. Wallace escribió en 1876 que la riqueza combinada con el aislamiento es la característica predominante de la fauna de la región Neotropical (Webb y Rancy 1996).

En Sudamérica, los roedores Cricétidos se extendieron desde el Plioceno temprano hace aproximadamente unos 12 millones de años (Webb y Rancy 1996). La mastofauna del norte se dispersó por el istmo Centroamericano hace 3.6 millones de años y el intercambio entre norte y sur, se llevó a cabo hace 2.5 millones de años, durante el Pleistoceno y continuó por un millón de años. (Webb y Rancy 1996).

La primera etapa en la evolución de la mastofauna Neotropical se inicia con la emergencia del istmo Centroamericano en el Plioceno tardío. Muchos mamíferos que participaron en el gran intercambio Americano fueron grupos adaptados a las sabanas. Esta fue la primera fase del establecimiento de la fauna del norte en latitudes templadas del sur. Los taxa inmigrantes de Norte América se diversificaron más que los de Sur América (Webb y Rancy 1996).

El tiempo de los mayores cambios en el clima y en la vegetación de la región del núcleo de Centroamérica durante el Terciario, inicia en el Mioceno tardío y continúa hasta el Pleistoceno. La región del Istmo de Tehuantepec estuvo inundada en el Mioceno, lo que constituyó una barrera para el intercambio de fauna entre Oaxaca y las Tierras altas de Chiapas y Guatemala durante el Terciario (Campbell 1999). Este lugar es importante para la dispersión de algunos géneros como *Cryptotis* y *Reithrodontomys*, cuyos rangos actuales no han pasado la región del núcleo de Centroamérica.

Desde el Mioceno se inicia el vulcanismo en el Núcleo de Centroamérica, en la región de la costa Pacífica. Las erupciones ocurrieron al sur de la arista del sistema de montañas de Chuacús-Las Minas en Guatemala y produjeron una gran meseta en el oeste de Guatemala. La superficie formada, fue erosionada con el tiempo y permanece el relieve que conoce en la actualidad. El vulcanismo del Terciario medio se caracterizó por bajas temperaturas y un aumento en la elevación de los sistemas de montañas, creando áreas sujetas a temperaturas frías y una zonación distinta de la vegetación en las pendientes de las montañas que permanecen hasta el Reciente. Eventos similares ocurren en México en la misma época (Campbell 1999). El relieve de las tierras altas a principios del Plioceno cambia debido a la erosión, lo que influye en la biota de la región, fragmentándose las distribuciones de muchas especies de anfibios y la eliminación de otras. En el Plioceno se alcanzan las características de las Tierras altas del Núcleo de Centroamérica (Campbell 1999).

Otro factor importante que cambió los patrones de distribución de especies en la región Mesoamericana, fue el vulcanismo durante el Pleistoceno. Para algunos insectos, los límites distributivos como los del género *Rhinochenus*, así como de subgéneros, grupos de especies y especies, pudieron estar influidos por el vulcanismo regional, como lo explica Whitehead (1978).

Durante esta época, el relieve del área fue incrementado debido a la gran cantidad de materiales plutónicos expulsados en el área central de Guatemala (Dengo 1980) y a finales del Pleistoceno, Guatemala era un área con volcanes de aproximadamente 2,000 metros de alto (MacVean y Schuster 1981). Whitehead (1978) discute que algunos límites de especies de Coleópteros pudieron deberse a los cambios climáticos, pero que la mayor parte se debió al cambio en la superficie por el vulcanismo. El desarrollo de los volcanes en la región del sur influyó en los patrones climáticos regionales, produciendo las condiciones para el desarrollo de bosques nubosos y los vientos del sur crearon las condiciones para el aislamiento de hábitats méxicos en las vertientes opuestas (Campbell 1999).

Centroamérica jugó un papel importante durante el intercambio, ya que sirvió como área de adaptación de los grupos del norte a las condiciones de sabanas tropicales (Webb y Rancy 1996). El intercambio biótico Americano coincide con las condiciones frías del Plioceno tardío (Webb y Rancy 1996).

Hace 2.5 millones de años, no solamente los glaciares avanzaron en latitudes Norteamericanas, sino que el clima se hizo más frío y los hábitats se hicieron más abiertos en el sur, como las sabanas Tropicales (Webb y Rancy 1996).

Registros de un isótopo de oxígeno de sedimentos calcáreos en lagos kársticos, indican que en la temperatura disminuyó en la región tropical un promedio de 6°C. En regiones como Guatemala y Costa Rica se registran disminuciones de 7 a 8°C (Colinvaux 1996) y hasta 11°C en Sur América, en lugares de 2,000 y 3,000 (Whitmore y Prance 1987). El enfriamiento regional fue gradual (Whitmore y Prance 1987). Además de la temperatura, las concentraciones de CO<sub>2</sub> disminuyeron en esa época en los Trópicos (Colinvaux 1996). Los efectos combinados de las bajas temperaturas y disminución de las concentraciones de CO<sub>2</sub> tuvieron importantes efectos en la abundancia de las especies durante el Pleistoceno (Colinvaux 1998).

A través de análisis de polen de sedimentos lacustres de algunos lagos de Sur América, se registraron movimientos de la vegetación montana como respuesta a las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno (Colinvaux 1996). Las condiciones climáticas de Los Andes probablemente prevalecieron en otras montañas de la región Neotropical, como la región de Chiripó en Costa Rica, en donde la geomorfología actual indica glaciación de las montañas altas de Mesoamérica durante el último período glacial. El límite de la vegetación descendió debido al enfriamiento (Gentry 1990), como lo indican los límites bajos de las zonas de Páramo, Templada y Subtropical en los Andes Colombianos durante las épocas frías, correspondiendo estas a alturas de 2,000 metros, 1,400 metros y 500 metros sobre el nivel del mar respectivamente (Whitmore y Prance 1987).

Existen evidencias, que indican que desde el final del Pleistoceno hace aproximadamente 20,000 años, las costas del Caribe de Guatemala, Venezuela y las Guyanas, fueron un lugar seco, particularmente porque el enfriamiento de los océanos redujo las tasas de evaporación, lo que transfiere humedad del mar a la tierra y cambió los patrones de circulación oceánica, permitiendo que la precipitación se redujera (Colinvaux 1996). Se cree que la distribución de los bosques montanos en una época fue más continua, por el clima frío durante los períodos glaciares (Gentry 1990).

El incremento de las zonas montanas pudo haber permitido el desarrollo de parches que en la actualidad están cubiertos por vegetación característica de tierras bajas (Whitmore y Prance 1987). Las montañas no actuaron como una barrera sino como un camino para la dispersión (Eisenberg 1990).

Se ha propuesto la hipótesis de Refugios del Pleistoceno, que postula que los bosques tropicales lluviosos se expandieron durante los períodos húmedos interglaciales y que estos estando en las partes altas de la base del Amazonas, sirvieron como refugio de especies tropicales durante los períodos secos glaciales (Whitmore y Prance 1987). Esto debido a que el clima fue tan frío que fragmentó los bosques, lo que los hizo actuar como islas en medio de un mar de sabanas, sirviendo como centros prevalecientes de endemismo (Colinvaux 1998), actuando como centros de especiación desde la última glaciación hace 18,000 años (Colinvaux 1996).

Whitmore y Prance (1987) citan a Toledo (1982), quien describe para la región del norte de Centroamérica y México, ocho refugios del Pleistoceno, indicando que estos fueron importantes debido a que proporcionaron una ruta para las especies del norte que se dirigían a Sur América. Haffer citado por Whitehead (1978) indica que existieron 15 refugios del Pleistoceno en América Tropical y que uno de ellos corresponde a las Tierras altas de Chiapas-Guatemala, en que se relaciona el refugio propuesto por Whitehead (1978) Tacaná-Tajumulco en Guatemala.

Sin embargo para algunos grupos de Coleópteros, existieron refugios de bosques nubosos, que actuaron de igual forma como centros de especiación desde la última glaciación (Whitehead 1978). En la región de Mesoamérica se han encontrado estos refugios, en donde la dispersión se llevó a cabo durante los períodos fríos y cuando las condiciones se hicieron húmedas y tibias como en el presente, hubo fases de aislamiento. Los grupos de Coleópteros que se dispersaron y especializaron de esta forma en Mesoamérica, son los géneros *Crytolaus* y *Pelmatellus*. Los sitios que se encontraron como refugios de bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica son: Cerro Tres Picos en Chiapas, Tierras altas de los Cuchumatanes y Tierras altas del Río Chixoy en Guatemala (Whitehead 1978).

Para algunos Coleópteros no voladores, se encontró que estos refugios son los bosques nubosos de la cadena volcánica del Pacífico del norte de Centroamérica (MacVean y Schuster 1981). Debido al clima estos Coleópteros se adaptaron a climas de altura y habitaron las regiones boscosas altas o montañas de los volcanes del pacífico, de donde se dispersaron cuando la vegetación descendió, permitiendo cruzar entre los corredores de bosques montañosos de la época (MacVean y Schuster 1981). Cuando el período glacial terminó, los hábitats disponibles fueron las partes altas de los volcanes, que formaron refugios post-glaciales y produjeron la biota insular encontrada en el presente (MacVean y Schuster 1981).

Es probable que la mayoría de los bosques nubosos de los principales sistemas de montañas del núcleo de Centroamérica estuvieran conectados durante algunas épocas por cinturones de vegetación continua, especialmente por sistemas topográficos de más de 1,000 msnm (Campbell 1999). El filtro de estos corredores pudo haber sido un cinturón de bosque méxico, en donde las especies restringidas a bosques nubosos no pudieron pasar (Campbell 1999). Un factor importante es que la fauna de mamíferos insulares se deriva por extinción de especies que colonizaron islas cuando los hábitats se conectaron por puentes durante el Pleistoceno tardío (Brown 1978). Esto indica que algunos mamíferos que se distribuían en toda una región con características de vegetación montana similar, se extinguieron y que otros al colonizar formaron las comunidades de altura de la actualidad.

Las épocas de aumento de aridez y expansión de las sabanas tropicales durante los intervalos glaciales, son el mecanismo que explica la riqueza actual de la fauna en la región Amazónica (Whitmore y Prance 1987). Se tienen registros desde el final del Plioceno y durante el Pleistoceno de 27 oscilaciones climáticas completas en la región central de Colombia (Gentry 1990). Estos ciclos climáticos ocurrieron en toda la región tropical (Gentry 1990). En esta época, hubo expansión y contracción de la selva, causados por períodos alternativos de humedad y sequedad.

Debido a estos cambios, las distribuciones geográficas de grupos como el coleóptero del género *Rhinochenus*, son divididas y las poblaciones separadas y diferenciadas, esta hipótesis la propone Whitehead (1976), la que explica como un factor significativo para el desarrollo de la fauna de las tierras bajas de Centro América.

Además esta secuencia de eventos de expansión, retracción y aislamiento de hábitats parece explicar los procesos evolutivos globales que han determinado los patrones taxonómicos y distributivos que se observan en la actualidad en el género de Cricétido *Reithrodontomys* (Sánchez 1993).

Los Cricétidos tuvieron una evolución explosiva desde que inicia el intercambio de fauna. Los Andes funcionaron como una autopista por la cual estos animales adaptados a las sabanas templadas se dispersaron a través de Sur América Ecuatorial. Sin embargo, para otros taxa Los Andes formaron una barrera importante (Webb y Rancy 1996).

Durante el Pleistoceno medio, el intercambio de fauna disminuyó considerablemente. Muchos géneros con afinidades norteñas que aparecieron en Sur América, evolucionaron en este lugar. Durante esta época, muchos corredores de sabana fueron interrumpidos por bosques lluviosos tropicales (Webb y Rancy 1996). Cuando los corredores de sabana fueron cerrándose por bosques lluviosos tropicales, debido a los tiempos interglaciares, cuando la temperatura aumentaba y era un clima húmedo, las condiciones más uniformes favorecieron la expansión de las tierras bajas tropicales. Esto permitió que la fauna propia de estos bosques migrara hacia Centroamérica, a través de los bosques tropicales lluviosos. En Sur América, la fauna del norte siguió diversificándose a través del Pleistoceno y en la actualidad representan el 53% de los géneros de mamíferos terrestres. Los dos últimos millones de años del Pleistoceno, corresponden a la época de diferenciación evolutiva de los grupos del norte en el sur (Webb y Rancy 1996).



## IX. CONCLUSIONES

- El sitio de muestreo que presentó mayor riqueza de especies, fue el bosque nuboso de El Progreso, en la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas en Guatemala.
- El único representante del orden Didelphimorpha encontrado es la subespecie *Marmosa mexicana mexicana*, encontrada únicamente en Honduras.
- En los bosques nubosos muestreados hay dos representantes del orden Insectivora, *Cryptotis goodwini* y *Sorex veraepacis*.
- En el bosque nuboso de la región Guatemalteca de El Progreso, se encuentra la subespecie *Mustela frenata perda*, del orden Carnívora.
- Los 18 representantes del orden Rodentia, se distribuyen heterogéneamente en los lugares de muestreo.
- La especie *Heteromys desmarestianus* de la familia Heteromyidae, subfamilia Heteromyinae, está distribuida en todos los lugares de muestreo y es la única representante de la familia.
- La familia Muridae es la que tiene un mayor número de representantes dentro de muestreo, con 16 especies de la subfamilia Sigmodontinae y 1 de la subfamilia Arvicolinae.
- La especie *Microtus guatemalensis* de la familia Muridae, subfamilia Arvicolinae se encontró en El Progreso, Guatemala, siendo esta endémica de la región de las Tierras altas de Chiapas y el oeste de Guatemala, este es el primer registro de la especie para el este de Guatemala.
- Los géneros *Cryptotis*, *Habromys*, *Nyctomys*, *Reithrodontomys*, *Scotinomys* y *Tylomys* son originarios de la región del núcleo de Centroamérica y el tiempo de especiación les ha permitido ocupar las tierras altas del Núcleo de Centroamérica.

- El género con mayor número de representantes en el muestreo es *Peromyscus* y la especie con el valor de abundancia más alto es *Peromyscus grandis*, la cual se encuentra distribuida únicamente en Guatemala.
- El sitio de muestreo con el índice de dominancia mayor es Celaque, en Honduras. Esto indica que en la comunidad, las especies se distribuyen más homogéneamente, presentando un 85% de equidad.
- Las cuatro comunidades de mamíferos menores son similares en  $\frac{1}{4}$  de la composición de especies. Siendo las más similares proporcionalmente las comunidades de Zacapa y El Progreso, con un 53% de similitud.
- La mayoría de los géneros encontrados en la región son propios de Mesoamérica, representados por el 54% de los mismos, el 31% de los géneros son de afinidad Neártica y el 15% son de afinidad sureña o Tropical.
- A partir de la revisión bibliográfica, se puede concluir que la actividad volcánica del Terciario, reducción de la temperatura y disminución en las concentraciones de CO<sub>2</sub> produjeron cambios en las zonas vegetales de la región del Núcleo de Centroamérica, lo que permitió que la fauna se dispersara a través de la vegetación montana.
- Con los datos sobre los ciclos climáticos del Pleistoceno, se puede concluir que éstos permitieron la dispersión y especiación de algunos mamíferos menores en la región del Núcleo de Centroamérica.
- A partir de trabajos hechos con grupos como Coleópteros y Anfibios, se puede concluir que las montañas altas de las Tierras altas de Chiapas-Guatemala y la cadena volcánica del Pacífico, actúan como islas de bosques nubosos que funcionan como refugios post-pleistocénicos para especies exclusivas de este tipo de hábitat.

## X. RECOMENDACIONES

Debido a la falta de datos en cuanto a mamíferos menores, es importante realizar más investigación con relación a poblaciones y comunidades en bosques nubosos.

Además se deben realizar estudios a largo plazo, para obtener más datos con el fin de llegar a tener una cantidad representativa que indique los orígenes del grupo en la región. Esto es importante porque no se tienen suficientes datos y porque la región del Núcleo de Centroamérica es una región de diversificación para varios grupos, entre ellos el grupo Plethodontidae (salamandras tropicales), que se encuentran en gran número y muchas son endémicas de las Tierras altas (Wake y Lynch 1976). En México y en el Caribe, se ha trabajado con insectos y se ha llegado a establecer la relación entre el pasado geológico de la región y la evolución de algunos grupos (Liebherr 1988), sin embargo en el caso de mamíferos menores, no se tiene.

Los mamíferos menores son un grupo grande, en Mesoamérica las revisiones son escasas, por lo que se debe trabajar más con el grupo, es posible que existan subespecies no descritas o que algunas deban ser estudiadas con más detalle para ser ascendidas al nivel de especie. En la revisión que se hizo, se encontró que la distribución de algunas especies como *Microtus guatemalensis*, está reportada como endémica para la región de las Tierras altas de Chiapas y el oeste de Guatemala y en el muestreo se encontró en el este de Guatemala. Lo mismo sucede con algunas especies de la familia Soricidae, en que han sido poco estudiadas y las distribuciones aún no están determinadas, como en el caso de *Cryptotis hondurensis*, que se encontró recientemente y no se tienen los rangos de distribución, sólo el lugar de colecta (Woodman y Timm 1993).

También es importante realizar inventarios en el campo para establecer que especies se encuentran en la región. La lista preliminar que propongo es teórica, por lo que se deben buscar las especies en el campo y con ello resolver dudas sobre el grupo en la región y el estado del mismo. Existen reportes de trabajos hechos en las partes altas de Jalapa de hace muchos años en donde se reportan especies arbóreas que estaban en esas islas de bosque, en la actualidad muchos de estos bosques ya no existen y los únicos registros de las especies están en museos del exterior.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Archer, M. (Ed.) 1987. Possums and Opossums: Studies in evolution. Volume I. Surrey Beatty and sons: Australia. 400 pp.
- Alonso-Mejía, A. y R. Medellín. 1992. *Marmosa mexicana*. Mammalian species No. 421; pp 1-4. American Society of Mammalogist.
- Anderson, S. y J. K. Jones, Jr. 1960. Records of Harvest Mice, *Reithrodontomys*, from Central America, with Description of a New Subspecies from Nicaragua. 9 (19): 519-529. University of Kansas Publications, Museum of Natural History.
- Brower, J. E. y J. H. Zar. 1985. Pages: 153-164. Field & Laboratory methods for General Ecology. 2<sup>nd</sup>. Ed. Wm.C. Brown Publishers. Iowa. 226 pp.
- Brown, J. H. 1978. The Theory of Insular Biogeography and the Distribution of Boreal Birds and Mammals. Pages: 209-227. In: Great Basin Naturalist Memoirs: Intermountain Biogeography a symposium.
- Bruijnzeel, L. A. y J. Proctor. 1995. Hydrology and Biogeochemistry of Tropical Montane Cloud Forest: What do we 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-Verlag. 407 pp.
- Buchanan, D. M. y T. R. Howell. 1967. Zoogeography of *Scotinomys* in Middle America, with the description of a new subspecies from Nicaragua. Journal of Mammalogy. 48 (3): 414-419.
- 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. 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. 1979. Taxonomic Status and Relationships of *Peromyscus boylii* from El Salvador. *Journal of Mammalogy* 60 (2): 280-296.
- Carleton, M. D. 1980. Phylogenetic relationships in Neotomine-Peromycine rodents (Muroidea) and a reappraisal of the dichotomy within New World Cricetinae. Miscellaneous publications, Museum of zoology University of Michigan. 157 :vii + 146 pp.
- Carleton, M. D. 1989. Systematics and evolution. Pages: 7-141. In : Kirkland, G. L. and 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.
- Churchfield, S. 1990. The Natural history of shrews. Cornell University Press. Ithaca, New York. 178 pp.
- Coates, A. G. y J. A. Obando. 1996. The Geologic Evolution of the Central American Isthmus. Pages: 21-56. In: Jackson, J., A. N., Budd y A. G., Coates. (Eds). *Evolution and Environment in Tropical America*. University of Chicago Press. 425 pp.
- Colinvaux, P. A. 1996. Quaternary Environment History and Forest Diversity in the Neotropics. Pages: 359- 405. In: Jackson, J., A. N., Budd y A. G., Coates. (Eds). *Evolution and Environment in Tropical America*. University of Chicago Press. 425 pp.
- Colinvaux, P. A. 1998. A new vicariance model for Amazonian endemics. Pages: 95-96. Blackwell Science.

- Cruz, G; 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 de CONSEFORH. Núm. 23-5/93.
- Dante, J. y Z. Morán (Eds.). 1990. Geología de la Región Sudeste de México. Pág. 77-85. En: Geología de la República Mexicana. UNAM. 88 pp.
- Dengo, G. 1980. Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. Segunda edición. Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). AID. 56 pp.
- Donnelly, T. W., G. S. Horne, R. S. Finch y E. López-Ramos. 1990. Northern Central America: the Maya and Chortis blocks. Pages: 37-76. In: Dengo, G. y J. E. Case (Eds). The Geology of North America: The Caribbean region. Vol. H. Geological Society of America. Boulder, Colorado.
- Doumenge, C.; D. Gilmour; M. Ruíz-Pérez 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-Verlag. 407 pp.
- Eisenberg, J. F. 1990. Neotropical Mammal Communities. Pages: 358-368. In: Whitmore, T. C. (Ed). An Introduction to Tropical Rain Forest. Clarendon Press. Oxford. 226 pp.
- Engstrom, M.; K. Burton y F. Reid. 1994. Two small Mammals new to the fauna of El Salvador. Sotuhwestern Naturalist. 39 (3): 281-306.
- Ferrusquia-Villafranca, I. 1993. Geology of Mexico: A Synopsis. In: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.), Biological Diversity in Mexico: Origins and Distribution. Oxford University Press, Oxford. 812 pp.
- Genoways, H. y J. H. Brown. 1993. Biology of the Heteromyidae. Special publication No.10. The American Society of Mammalogist. 719 pp.

- Gentry, A. (Ed.) 1990. Four Neotropical Rainforest. Yale University Press. U.S.A. 627 pp.
- Goodwin, G.G. 1942. Mammals of Honduras. Bulletin of American Museum of Natural History. New York. 79(2): 107-195.
- Hair, J. O. 1987. Medida de la diversidad ecológica. Páginas 283-289. En: Rodríguez, R. (Ed.) 1987. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. WWF. 703 pp.
- Hall, E. R. 1981. The Mammals of North America, 2<sup>nd</sup>. Ed. John Wiley & Sons. New York. 600 + 90 pp.
- Hamilton, L. S. 1995. Mountain Cloud Forest Conservation Research: A Synopsis. Mountain Research and Development. 15 (3): 259-266.
- Hamilton, L. S.; J. O. Juvik y F. N. Scatena 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-Verlag. 407 pp.
- Hoffman, R. A. y J. W. Koepl. 1985. Zoogeography. Pages 84-115. In: Tamarin, R. H. (Ed.) Biology of New World *Microtus*. Special publication No.8. The American Society of Mammalogist. 893 pp.
- Hooper, E. T. 1952. A systematic review of the Harvest Mice (Genus *Reithrodontomys*) of Latin America. Miscellaneous publications Museum of Zoology, University of Michigan. No.77. 255 pp + IX plates.
- Hooper, E. T. 1972. A synopsis of the rodent Genus *Scotinomys*. Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan. Number 665. 32 pp.
- Huckaby, D.G. 1980. Species limits in the *Peromyscus mexicanus* group (Mammalia: Rodentia: Muroidea). Contributions in Science. Natural History Museum of Los Angeles county. 24 pp.

- Iñiguez-Dávalos, L. I. y E. Santana. 1993. Patrones de distribución y riqueza de especies de los mamíferos de México. Páginas: 65-86. En: Medellín, R. A. y G. Ceballos (Eds.) Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología. A. C. México. 464 pp.
- Jackson, H. 1928. A taxonomic review of the American long-tailed shrews, Genera *Sorex* and *Microsorex*. North American fauna. No. 51. Pages 147-152.
- Jones, J. K. Jr. y Ticul-Alvarez. 1964. Additional records of Mammals from the Mexican state of San Luis Potosí. *Journal of Mammalogist*. 45 (2): 302-303.
- Jones, J. K. Jr. y T. L. Yates. 1983. Review of the white-footed mice, Genus *Peromyscus*, of Nicaragua. *Occasional Papers Museum Texas Tech University*. 82(1): 1-15.
- Juárez, E. y J. M. Aguilar. 1993. Vegetación arbórea. En: Méndez, C. A., L. E., Coronado y L. Villar. *Evaluación Ecológica Rápida de la Reserva de la Biósfera Sierra de Las Minas*. CDC, CECON, USAC. 57 pp.
- Junge, J. A. y R. S. Hoffman. 1981. An Annotated key to the Long-tailed shrews (Genus *Sorex*) of the United States and Canada, with notes in Middle American *Sorex*. *Occasional Papers, Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence*. No. 94. Pages 1-48.
- Kirkland, G. y J. Layne (Eds). 1989. *Advances in the study of 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.
- Lawlor, T. E. 1969. A systematic study of the rodent Genus *Ototylomys*. *Journal of Mammalogy*. 50 (1): 28-42.



- León, L. y E. Romo. 1993. Mastofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero. Páginas: 45-67. En : Medellín, R. A. y G. Ceballos (Eds.) Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología. A. C. México. 464 pp.
- Liebherr, J. K. 1988. The Caribbean: Fertile Ground for Zoogeography. Pages: 1-14. In: Liebherr, J. K. (Ed). Zoogeography of Caribbean Insects. Cornell University Press.
- Ludwing, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. Edit. John Wiley & Sons. USA. Pages: 85-103.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. 179 pp.
- MacVean, C. y J. C. Schuster. 1981. Altitudinal Distribution of Passalid Beetles (Coleoptera, Passalidae) and Pleistocene Dispersal on the Volcanic Chain of Northern Central America. Biotropica 13(1): 29-38.
- Mejía, D. A. y Hawkins, J. 1992a. Informe del primer viaje al Parque Nacional de Celaque. Serie Miscelánea de CONSEFORH. Núm. 3-3/92. 16 pp.
- \_\_\_\_\_. 1992b. Informe del cuarto viaje al Parque Nacional de Celaque. Serie Miscelánea de CONSEFORH. Núm. 10-10-92. 19 pp.
- \_\_\_\_\_. 1992c. Informe del primer viaje al Parque Nacional de Agalta. Serie Miscelánea de CONSEFORH. Núm. 2-2/92. 13 pp.
- \_\_\_\_\_. 1992d. Informe del segundo viaje al Parque Nacional de Agalta. Serie Miscelánea de CONSEFORH. Núm. 11-11/92. 16 pp.
- \_\_\_\_\_. 1993. Los bosques Nublados de Honduras. Serie Miscelánea de CONSEFORH. Núm. 42-24/93. 45 pp

- Mejía, D. A. y Gordon, J. 1993. Informe del quinto viaje al Parque Nacional de Celaque. 2<sup>da</sup> Ed. Serie Miscelánea de CONSEFORH. Núm. 13-13/92. 13 pp.
- Méndez, C. A., L. E., Coronado y L. Villar. 1993. Evaluación Ecológica Rápida de la Reserva de la Biósfera Sierra de Las Minas. CDC, CECON, USAC. 57 pp.
- Merriam, H. 1901 a. Descriptions of 23 new Harvest Mice (Genus *Reithrodontomys*). Proceedings of the Washington Academy of Sciences. 3: 547-558.
- Merriam, H. 1901 b. Synopsis of the Rice Rat (Genus *Oryzomys*) of the United States and Mexico. Proceedings of the Washington Academy of Sciences. 3: 273-295.
- Musser, G. 1969. Notes in *Peromyscus* (Muridae) of Mexico and Central America. Novavites No. 2357. American Museum of Natural History. New York. 23 pp.
- Nowak, R. M. 1991. Walker's Mammals of the world. 5<sup>th</sup>. Ed. Volume II. John Hopkins University Press. 1629 pp.
- Reid, F. A. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. 334 pp.
- Rzebik-Kowalska, B. 1994. The Plio-Pleistocene patterns of distribution of the Soricidae in Poland. Pages: 307-312. In: Merritt, J. F.; G. L. Kirkland and R. K. Rose. Advances in the biology of shrews. Carnegie Museum of Natural History. Special publication No. 18. 458 pp.
- Sánchez, C. H.; C. J. Alvarez y M. Romero. 1996. Biological and Ecological aspects of *Microtus oaxacensis* and *M. mexicanus*. Southwestern Naturalist. 41(1): 95-98.
- 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. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología. A. C. México. 464 pp.

- Smith, J. D. y J. K. Jones, Jr. 1967. Additional records of the Guatemalan vole, *Microtus guatemalensis* Merriam. *Southwestern naturalist*. 12 (2): 189-205.
- Smithdy, D. J.; K. T. Wilkins y J. N. Derr. 1993. Biogeography. Pages: 319-356. In: Genoways, H. and J. H. Brown. *Biology of the Heteromyidae*. Special publication No.10. The American Society of Mammalogist. 719 pp.
- Stuart, L. C. 1966. The Environment of the Central American Cold-Blooded Vertebrate Fauna. *Copeia*. 4: 684-699.
- Vásquez-García, 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.
- Villar, L. 1983. Guatemala desde sus orígenes: Historia del país de volcanes. *Perspectiva, Revista de la Universidad de San Carlos de Guatemala*. 2: 118-137.
- Wake, D. B. y J. F. Lynch. 1976. The distribution, Ecology, and Evolutionary History of Plethodontid Salamanders in Tropical America. *Natural History Museum of Los Angeles County. Science Bulletin No.25*. 65pp.
- Wake, D. B., T. J. Papenfuss y J. F. Lynch. 1992. Distribution of Salamanders along elevational transects in México and Guatemala. In: *Biogeography of Mesoamerica*. Tulane Studies in Zoology and Botany, supplementary publication No.1. Pages: 303-319.
- Webb, S. D. y A. Rancy. 1996. Late Cenozoic Evolution of Neotropical Mammal Fauna. Pages: 335-358. In: Jackson, J., A. N., Budd y A. G., Coates. (Eds). *Evolution and Environment in Tropical America*. University of Chicago Press. 425 pp.
- Whitehead, D. R. 1976. Classification and Evolution of *Rhinochenus* Lucas (Coleoptera: Circulionidae: Cryptorhynchinae), and Quaternary Middle American Zoogeography. *Questiones Entomologicae*. 12:188-201.

Whitmore, T. C. y G. T. Prance. (Eds). 1987. Biogeography and Quaternary history in Tropical America. Oxford Monographs in Biogeography, Vol. 3. Oxford. Clarendon Press. 214 pp.

Wilson, D. E. y D. M. Reeder (Eds). 1993. Mammals Species of the World. A taxonomic and geographic reference. 2<sup>nd</sup>. Ed. Smithsonian Institution Press. Washington. 1206 pp.

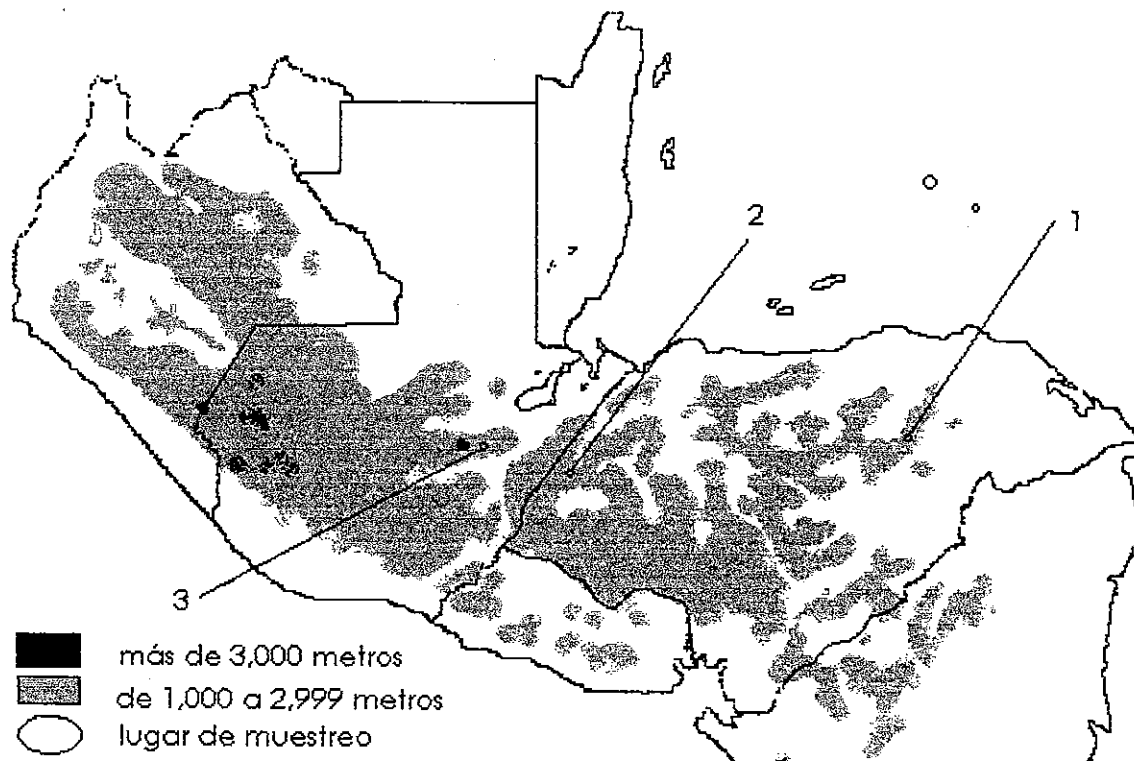
Woodman, N. 1992. Biogeographical and Evolutionary relationships among Central American small-eared shrews of the Genus *Cryptotis* (Mammalia: Insectivora: Soricidae). Dissertation Ph. D. University of Kansas. 386 pp.

Woodman, N. y R. M. Timm. 1993. Intraespecific variation in the *Cryptotis nigrescens* Species complex of small-eared Shrews (Insectivora: Soricidae), with the description of a new species from Colombia. Fieldiana Zoology, New Series, No. 74. Field Museum of Natural History. 30 pp.

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

# ANEXOS

**Anexo No.1: Mapa del Núcleo de Centroamérica  
mostrando los lugares de muestreo**

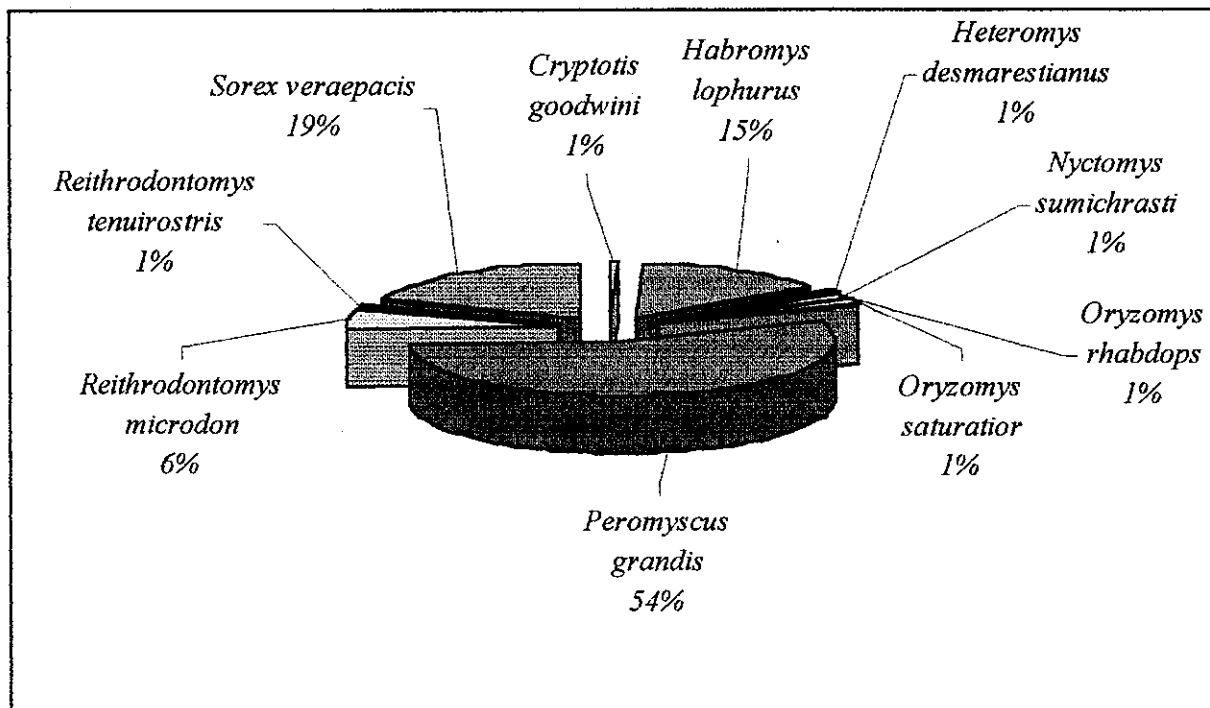


Modificado de Reid, 1997.

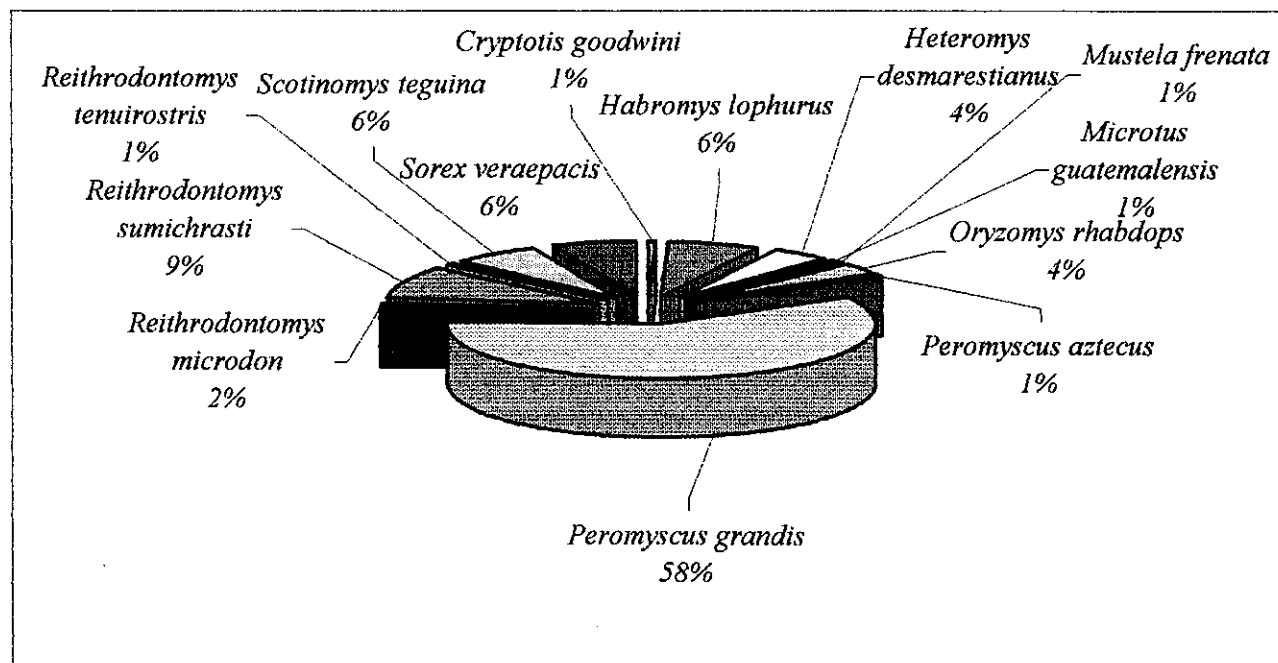
1. PARQUE NACIONAL SIERRA DE AGALTA
2. PARQUE NACIONAL CELAQUE
3. RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS

**Anexo No. 2: Abundancia proporcional de especies de mamíferos menores  
En bosques nubosos de Guatemala, Núcleo de Centroamérica.**

**RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS, ZACAPA**

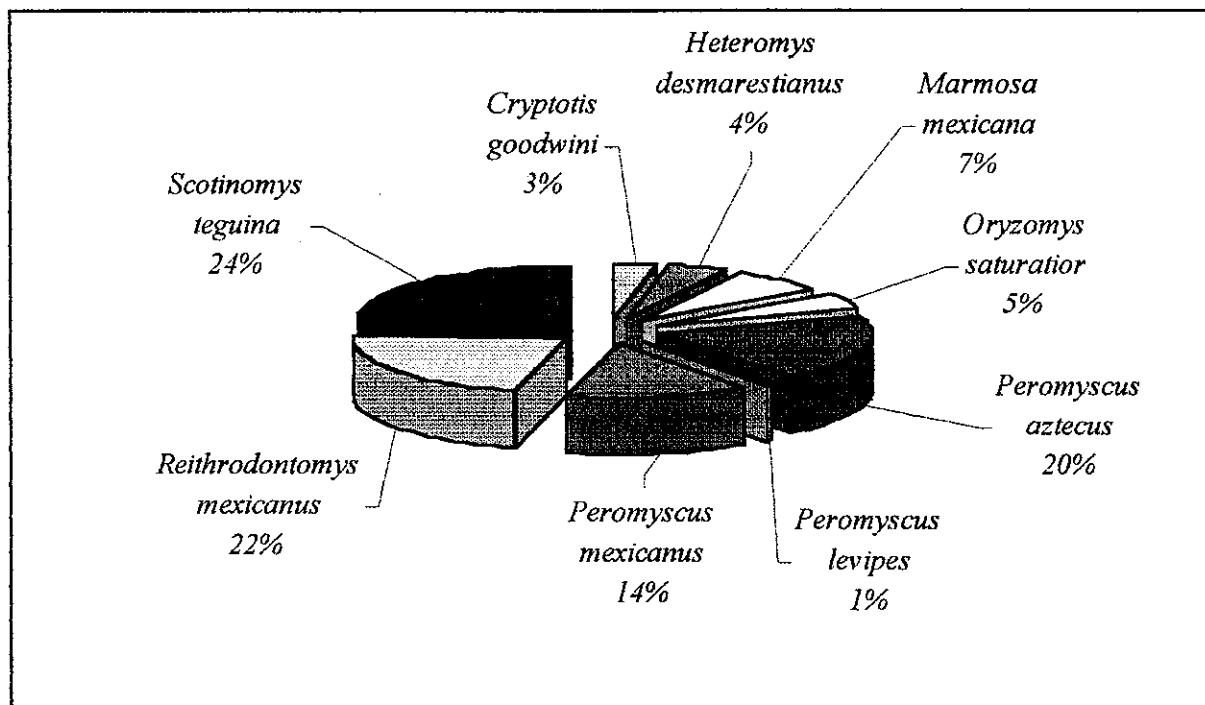


**RESERVA DE BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS, EL PROGRESO**

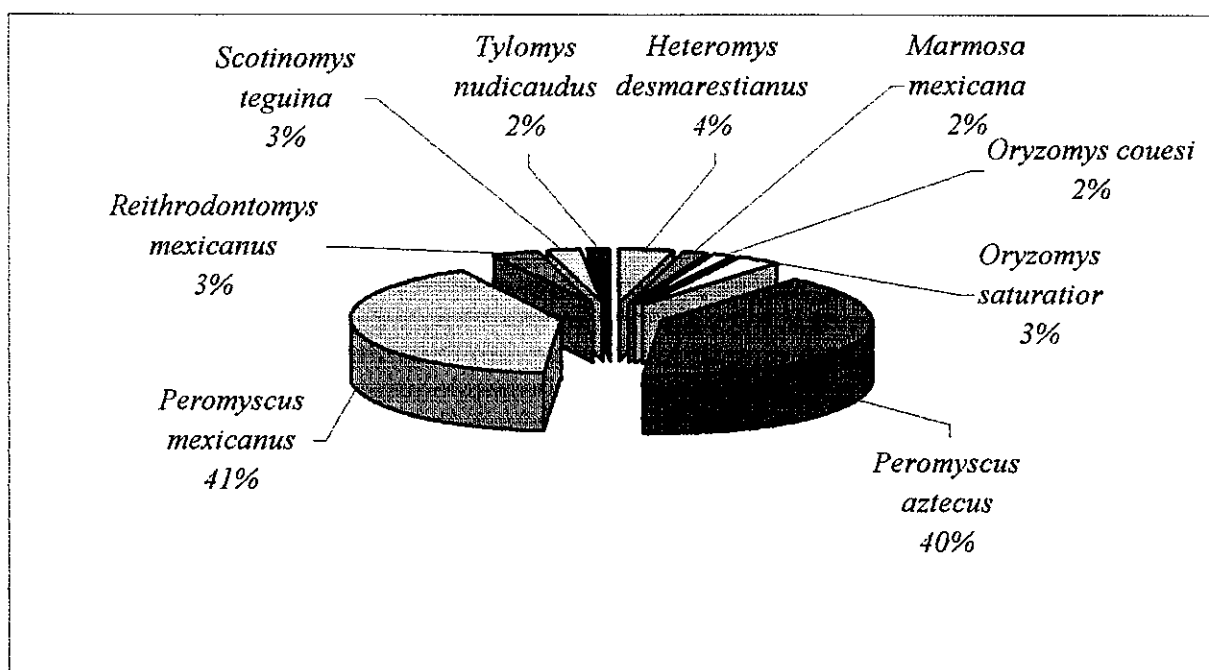


**Anexo No. 3 : Abundancia proporcional de especies de mamíferos menores en bosques nubosos de Honduras, Núcleo de Centroamérica.**

**PARQUE NACIONAL CELAQUE**

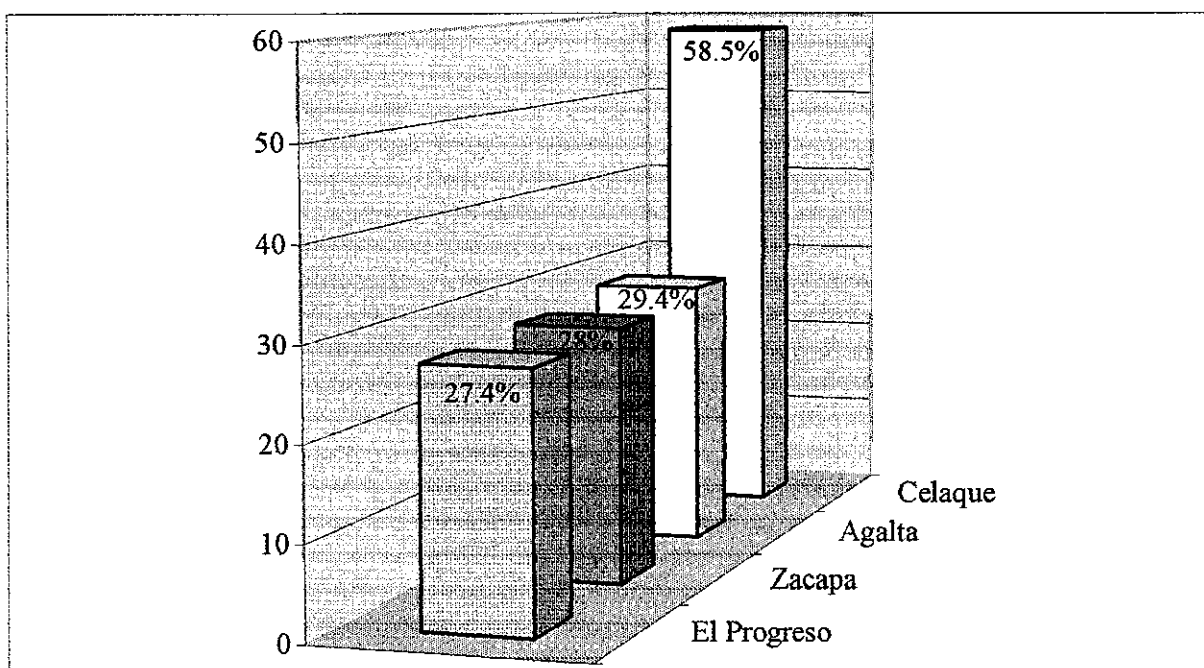


**PARQUE NACIONAL SIERRA DE AGALTA**

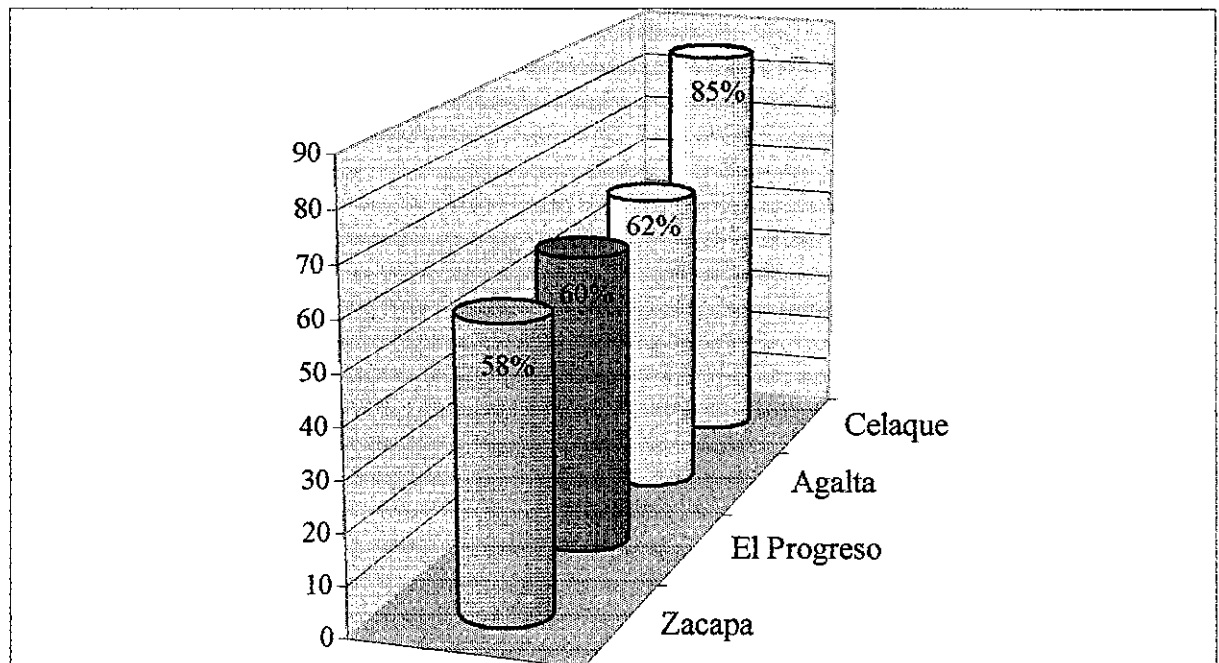




**Anexo No. 4: Grado de dominancia en las comunidades de mamíferos menores de bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica.**



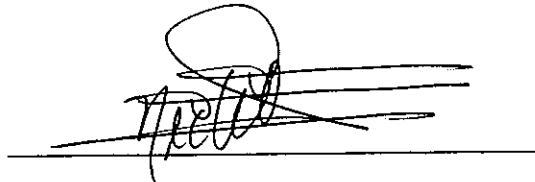
**Anexo No.5: Equidad de especies de las comunidades de mamíferos menores de bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica.**



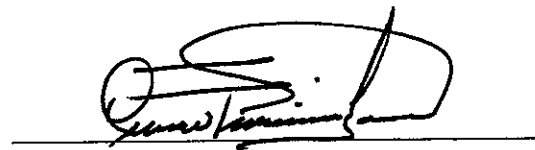
**Anexo No. 6: Afinidad de especies de mamíferos menores en bosques nubosos del Núcleo de Centroamérica y su distribución.**

ESPECIE	AFINIDAD	DISTRIBUCION								
		NA	SM	GUA	SAL	HON	NIC	CR	PAN	SA
<i>Marmosa mexicana</i>	S		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Cryptotis goodwini</i>	MA		x	x	x	x				
<i>Sorex veraepacis</i>	N		x	x						
<i>Mustela frenata</i>	N	x	x	x	x	x	x			
<i>Heteromys desmarestianus</i>	MA	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Microtus guatemalensis</i>	N		x	x						
<i>Habromys lophurus</i>	MA		x	x	x					
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	MA		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Oryzomys couesi</i>	S	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Oryzomys rhabdops</i>	S			x						
<i>Oryzomys saturatior</i>	S	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Peromyscus aztecus</i>	N		x	x	x	x				
<i>Peromyscus grandis</i>	N			x						
<i>Peromyscus levipes</i>	N		x	x	x	x				
<i>Peromyscus mexicanus</i>	N		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	MA		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Reithrodontomys microdon</i>	MA		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	MA		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	MA		x	x						
<i>Scotinomys teguina</i>	MA		x	x	x	x	x			
<i>Tylomys nudicaudus</i>	MA		x	x	x	x	x	x	x	

**Afinidad:** S = Especies con afinidad Tropical o sureña; MA = Especies propias de Mesoamérica; N= Especies con afinidad Neártica o norteaña. **Distribución:** NA = Norte América; SM = Sur de México; GUA = Guatemala; SAL = El Salvador; HON = Honduras; NIC = Nicaragua; CR = Costa Rica; PAN = Panamá; SA = Sur América.



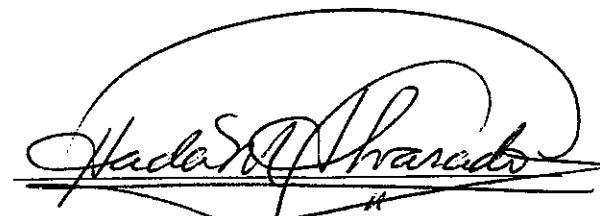
Nicté Ordóñez Garza  
**Autora**



M Sc. Oscar Francisco Lara López  
**Asesor**



M Sc. Oscar Francisco Lara López  
**Director**



Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta  
**Decana**