

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS CONSERVACIONISTAS, CECON-USAC

Distribución, riqueza y diversidad de mamíferos menores en el área propuesta como corredor biológico entre el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal y la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas

Informe Final

Enero 2002

Instituciones Financiadoras:
Dirección General de Investigación, DIGI, USAC
Instituto de investigaciones Químicas y Biológicas, IIQB-USAC
Idea Wild
Fideicomiso para la Conservación en Guatemala
Wildlife Conservation Society, WCS

Dirección General de Investigación, DIGI
USAC

INDICE

	Pags.
0. RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	2
2. JUSTIFICACION	3
3. ANTECEDENTES	4
4. REFERENTE TEORICO	8
5. OBJETIVOS	12
6. METODOLOGIA	13
7. RESULTADOS	16
8. DISCUSION DE RESULTADOS	22
9. CONCLUSIONES	26
10. RECOMENDACIONES	27
11. BIBLIOGRAFIA	28
12. ANEXOS	30

0. RESUMEN EJECUTIVO

Debido al aislamiento biogeográfico del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal, se han hecho esfuerzos por incorporar nuevas áreas y establecer un corredor biológico de bosques nublados entre el Biotopo del Quetzal y la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. Estos intentos se han circunscrito a criterios paisajísticos y regionales. Falta información biológica con mayor detalle (a nivel de comunidades: composición específica y abundancia así como de patrones de distribución de diferentes grupos taxonómicos), que permita el diseño y establecimiento del corredor biológico, garantizando la conservación de la biodiversidad global de la región. El presente estudio busca generar información a nivel de comunidad y población, sobre la distribución, riqueza y diversidad de especies de mamíferos menores (< 1 kg) en el área propuesta como corredor biológico. El estudio se basa en el supuestos de que la geomorfología, así como los factores históricos (paleoclima) y el cambio en el uso de la tierra, han determinado algunos patrones de distribución de las especies en la región.

A lo largo de dos años se recabaron datos sobre presencia y abundancia de mamíferos menores no voladores a lo largo de la región para obtener información de diversidad riqueza de especies y similitud entre diferentes comunidades de mamíferos menores. Con esa información se llegó a los siguientes resultados: La geomorfología y los factores históricos (paleoclima) no han limitado la distribución de la mayoría de las especies de mamíferos menores, sin embargo existen tres especies las cuales están confinadas a las partes altas de la región. por otro lado las comunidades de las partes altas y bajas son diferentes en cuanto a su estructura, lo cual sugiere que las partes altas y bajas son diferentes ecológicamente. En cuanto al cambio en el uso de la tierra, los agroecosistemas ejercen una factor limitante en la distribución de algunas especies.

1. INTRODUCCION

Las actividades antropogénicas no controladas provocan aislamiento y pérdida de la diversidad biológica. Para contrarrestar este efecto, en Centro América se ha creado un convenio para establecer un corredor biológico mesoamericano, en donde se establece que cada país proponga un sistema nacional de áreas protegidas unidas por corredores biológicos. En el informe para Guatemala, elaborado por Godoy y Cardona (1996), se ha propuesto unir el Biotopo del Quetzal – BUCQ- con la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas –RBSM-, por medio de una cadena montañosa de bosques nuboso. Sin embargo, las propuestas para el establecimiento de corredores biológicos se basan en información de sistemas de sensores remotos, haciendo falta información de campo sobre aspectos biológicos y socioeconómicos. La diversidad biológica, visualizada como un marco conceptual que incluye varios niveles de organización biológica: paisaje regional, ecosistema-comunidad, especie-población y genético, sugiere que la biodiversidad sea estimada y monitoreada en todos sus niveles. Ningún nivel de organización es fundamental, y diferentes niveles de resolución son apropiados para responder diferentes preguntas para la conservación de la diversidad biológica (Noss, 1989). El presente proyecto se realizó en el área propuesta como corredor biológico entre el BUCQ y la RBSM. El proyecto busca aportar información biológica a nivel de comunidad sobre un grupo taxonómico en especial que son los mamíferos menores, para determinar la heterogeneidad de la región. En sí, se plantea que dado las características geomorfológicas , así como los aspectos históricos (principalmente fluctuaciones climáticas durante el pleistoceno)y actividades antropogénicas hayan determinado algunos patrones de distribución de especies y comunidades de mamíferos menores, que propicien una región heterogénea. El grado de heterogeneidad en la región es de importancia de considerar en el establecimiento e implementación de corredores biológicos.

2. JUSTIFICACION

La región de estudio, además de representar una zona de vida (Bosque pluvial) de poca cobertura a nivel nacional (1.05 %) (de la Cruz 1981). Se trata de un bosque húmedo localizado en la ecorregión Selva de Montaña en el sistema de Biomas de Guatemala (Villar 1983) . La Selva de Montaña se caracteriza por poseer una de las estructuras florísticas más complejas entre los biomas de Guatemala (Villar 1983). Por otro lado, la región alberga comunidades montanas, las cuales son consideradas como refugios post-pleistoceno. Estos refugios son considerados como centros de endemismo y de alta diversidad biológica. El biotopo para la Conservación del Quetzal, área protegida que busca la conservación de la biodiversidad de la región, está sufriendo aislamiento geográfico, y deterioro de su entorno. Debido a la gran importancia biológica, es indispensable llevar a cabo esfuerzos por conservar y mantener la diversidad biológica del lugar. En tal sentido, se ha propuesto establecer un corredor biológico entre el Biotopo para la Conservación del Quetzal y la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas.

Una de las limitaciones para el diseño y establecimiento del corredor biológico es la falta de información biológica detallada. La ausencia de información georeferenciada sobre organismos y sus distribuciones es importante para optimizar la función del corredor biológico. El diseño del corredor con base en información biológica detallada podría garantizar la conservación no solo de especies de gran movilidad, sino también de aquellas de poca dispersabilidad o que su distribución sea limitada por factores físicos, ecológicos o históricos.

Este estudio determina algunos factores que limitan e influyen en la distribución y diversidad de mamíferos menores. Este conocimiento brindará ideas sobre el diseño y establecimiento del corredor con criterios biológicos más concretos y detallados, que ayuden a optimizar la función del corredor, conservando y manteniendo la diversidad biológica global de la región.

3. ANTECEDENTES

Características de la zona de estudio: Geología y Relieve

El área de estudio se localiza principalmente en el municipio de Purulhá , Baja Verapaz. Esta región es un sistema montañoso en forma de cerros altos (altitudes que oscilan entre los 2100 y 2300 msnm.) más o menos aislados por depresiones (altitudes entre 1400 a 1600 msnm.) , que hacia el este se van uniendo hasta formar la Sierra de las Minas (CDC-CECON 1991, IGN). Estos cerros corresponden a Cerro Quisis, Cerro Verde , los cuales presentan una orientación norte-sur, y parte alta de Chilascó.

En sí, los cerros que conforman el área de estudio , se consideran como la parte oeste de la cadena montañosa de Sierra de las Minas, y que limita y se mezcla con la Sierra de Chuacús. De tal manera que la región de estudio comparte una historia geológica y tectónica con la Sierra de las Minas y Chuacús, que éstas junto con las Sierras del Mico y Merendón forman el núcleo central del sistema montañoso Laramídico (Méndez et al. 1994) surgido durante el Cretácico.

Estudios Mastozoológicos en el área

Se han llevado a cabo algunos estudios de inventario mastozoológico en áreas aledañas al sitio de estudio (bosques montanos de la Sierra de las Minas (Méndez et.al. 1994, Pérez et.al. 1997, McCarthy et. al. en prensa)). No obstante falta más información sobre inventarios y distribuciones de los mamíferos en los bosques montanos de la región (Pérez et.al. 1997). A pesar de la ocurrencia de especies de amplia distribución, se sugiere que existe una alta diversidad y endemismos potenciales en los bosques montanos de Sierra de las Minas (Pérez et.al. 1997). Pérez et.al. (1997) selecciona algunas especies indicadoras de mamíferos menores de los bosques montanos de Sierra de las Minas y de sus alrededores; entre estas especies estan:

- Insecivora (Orden): *Cryptotis godwini*, *Sorex verapacis*
- Rodentia (Orden): *Sciurus aureogaster*, *Microtus guatemalensis*, *Habromys lophurus*, *Oryzomys rhabdops*, *O. saturatoir*, *Peromyscus c.f. grandis*, *Reithrodontomys* sp., *Scotynomys teguina*

Distribución de mamíferos menores

a) Factores históricos: Paleoclima y su influencia en la distribución de mamíferos menores

Los bosques nubosos montanos se consideran por definición y origen , comunidades aisladas. Los eventos históricos, principalmente las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno, han jugado un papel

importante en el aislamiento de éstas comunidades montanas. Como resultado de las fluctuaciones climáticas, se originaron relictos de comunidades montanas por la expansión y contracción de los bosques montanos. (Van Coeverden 1995). Evidencia palinológica de las tierras bajas del norte de Guatemala (Petén), determinan un clima cálido y seco durante fines del Pleistoceno (Toledo 1982, Leyden 1985). Esto sugiere que los bosques montanos se confinaron y desplazaron hacia partes altas durante la última glaciación, permitiendo diferenciación genética y restringiendo la dispersión de algunos organismos. En consecuencia, se pudieron desarrollar ensambles particulares de organismos (especialmente aquellos de poca dispersabilidad como mamíferos menores, salamandras, etc.) en estos “refugios”. Por otro lado estos refugios del pleistoceno han sido considerados como centros de diversidad y de endemismo (Toledo 1982, Schuster 1992). Desde la última glaciación, el clima no ha sido favorable (ver Toledo 1982, Leyden 1985) para la dispersión y expansión de los bosques montanos, que permita un flujo genético e intercambio entre estas comunidades montanas. Estos eventos históricos han creado comunidades aisladas.

En un estudio ecológico en Sierra de las Minas (Pérez et al. 1994) se determinó la similitud entre comunidades de mamíferos menores (composición específica y abundancia) de bosques montanos, obteniéndose un índice de similitud (Bray-Curtis, 0 a 1.0) de > 0.4 . Esta disimilitud entre comunidades puede atribuirse a los eventos históricos y a la complejidad geomorfológica de la Sierra de las Minas, que han generado barreras naturales para la posible dispersión de algunos taxa. Esto ha podido generar islas montanas, cada una con un ensamble particular de mamíferos menores. La distribución de pasálidos (Coleoptera:Passalidae) en los bosques montanos de Sierra de las Minas ha mostrado también este patrón de distribución de biogeografía de islas (Cano en Méndez *et al.* 1994).

El patrón de distribución de los mamíferos menores ha sido influenciado por las fluctuaciones del Pleistoceno (Findley 1975, Patterson 1982, Sullivan 1985). Este grupo taxonómico puede ser un indicador del aislamiento de estos bosques montanos.

El estudio analizó el patrón de distribución de mamíferos menores a lo largo de los cerros que conforman el corredor biológico. Para ello se determinó la similitud entre las comunidades de mamíferos menores entre los diferentes cerros, así como entre las partes altas y bajas de los mismos. Esta información pretende evidenciar si las comunidades están aisladas por factores naturales y si han surgido diferentes ensambles o comunidades de mamíferos menores en las cimas de los cerros. Por otro lado se evaluó el efecto del cambio en el uso de la tierra, mediante un estudio caso donde

se determinan diferencias cualitativas y cuantitativas entre un bosque maduro y área de cultivos varios.

b) Factores físicos y ecológicos

Existe la hipótesis de que la complejidad de la vegetación aumenta la diversidad de especies. Esta hipótesis se basa en que la complejidad de un hábitat (mayor estratificación de la vegetación) proporciona más nichos potenciales que pueden ser colonizados que hábitats más simples en su estructura vertical (Klopfer y MacCarthur 1960).

Existen varios estudios que relacionan la riqueza y diversidad de especies de mamíferos con la complejidad (grado de desarrollo vertical) de la vegetación y la heterogeneidad de un área (área con varios tipos o parches de hábitat formando un mosaico) (Rosenzweig y Winakur 1969, Bond et al. 1980, August 1983, Grajeda en prensa). August (1983) encontró poca asociación entre la riqueza y diversidad de mamíferos menores no voladores y la complejidad de los hábitats. Por otro lado otros autores sí han encontrado una relación positiva (Rosenzweig y Winakur 1969). Grajeda (en prensa), en su estudio sobre la caracterización mastozoológica del Parque Lacandón, atribuye las diferencias de diversidad de mamíferos entre diferentes hábitats a la complejidad de éstos. Grajeda (en prensa) encontró mayor diversidad de mamíferos en hábitats donde predomina el bosque alto poco perturbado.

Por otro lado se han hecho estudios sobre el efecto de la perturbación de hábitats (corte de árboles) sobre los mamíferos menores (Sedgwick y Ryder 1986). Sedgwick y Ryder (1986) determinaron cambios cualitativos y cuantitativos en la comunidad de mamíferos menores en un bosque de Juniperus –pinyon antes y después de ser perturbado. En los resultados se evidenció un aumento en la población de la mayoría de especies de mamíferos menores después del corte, mientras que otras especies no se encontraron en el área perturbada.

Se analizaron las diferencias en la diversidad de mamíferos menores entre los bosques latifoliados no perturbados o poco perturbados (complejos en su estructura vegetal) y agroecosistemas (simples en su estructura vegetal). Los resultados generados ayudan a determinar qué especies limitan su distribución debido al cambio del uso de la tierra.

4. REFERENTE TEORICO

Corredor Biológico Mesoamericano

La pérdida de diversidad biológica es un problema que afrontan los países centroamericanos. A raíz de este problema, los Presidentes de Centroamérica firmaron el Convenio para la Conservación de la Biodiversidad y Protección de las Áreas Silvestres Prioritarias en América Central en donde se crea el Consejo Centroamericano de Áreas Protegidas, encargado de fortalecer los sistemas nacionales de áreas protegidas, y establecer el Corredor Biológico Mesoamericano como forma de integración ecológica de Centroamérica (Godoy y Cardona 1996).

Para el establecimiento del Corredor Biológico Mesoamericano, es deber de cada país elaborar un informe en donde se propone un sistema nacional de áreas protegidas unidas por corredores biológicos. La propuesta para Guatemala fue publicada en 1996 por la Comisión Centroamericana de Ambiente -CCAD- y el Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Bosques -CCAP-B-, elaborada por Godoy y Cardona.

Corredor Biológico Biotopo del Quetzal y Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas

Dentro de la propuesta nacional para el establecimiento de un sistema de áreas protegidas unidas mediante corredores biológicos (Godoy y Cardona 1996), se propone unir al Biotopo del Quetzal -BUCQ- con la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas -RBSM-, por medio de un sistema montañoso de bosques nublados. Este sistema orogénico situado al noroeste de la RBSM es la única conexión que une los bosques nubosos de Sierra de las Minas con los bosques nubosos del BUCQ, y estos con los de las Verapaces.

El principio básico de los corredores biológicos es evitar el aislamiento geográfico de un área (en este caso el de las dos áreas protegidas). Este aislamiento, que se puede interpretar como la formación de islas biogeográficas, tienen consecuencias sobre la diversidad biológica en las “islas” (estas islas pueden ser los fragmentos de bosque que se estén conservando) (MacArthur y Wilson 1963).

MacArthur y Wilson (1963) elaboraron una teoría denominada “Biogeografía de Islas”, en la cual predicen que en una isla o fragmento de bosque se llega a un equilibrio en el número de especies a través del tiempo, debido principalmente a dos fuerzas opuestas que son la extinción local de especies y la inmigración de especies de lugares aledaños. Este proceso determina cambios cualitativos y cuantitativos en las especies originales del área, teniendo grandes consecuencias sobre la diversidad biológica de la isla o fragmento de bosque que se quiera conservar. El proceso de biogeografía de islas depende de dos variables principales: a) el tamaño y forma del fragmento aislado o isla, y b) la distancia de la fuente de inmigración de las nuevas especies.

Debido a las amenazas que presentan los bosques nubosos de la región en cuanto a aislamiento geográfico, y a la importancia biológica de estos ecosistemas, es importante establecer el corredor biológico entre el BUCQ y RBSM, que permita y garantice la conservación de la biodiversidad (composición, estructura y función) de estos ecosistemas.

Entre los objetivos generales que se proponen al establecer un corredor biológico están (Godoy y Cardona 1996):

- Proporcionar hábitat de residencia, como extensiones de las reservas y áreas protegida
- Permitir los movimientos estacionales de fauna silvestre
- Permitir la dispersión e intercambio genético entre núcleos de áreas protegidas, tanto de flora como de fauna

Los beneficios que ofrece el corredor biológico al permitir movimientos poblacionales entre dos áreas, son dudosos para ciertos organismos de poca movilidad como lo son salamandras, mamíferos menores, etc. (Haddad, 1999). Estas especies podrían ser beneficiadas por el corredor, solamente si éste proporcionara una mayor extensión su hábitat natural, con el objeto de albergar una mayor población de éstas especies y así no permitir una endogamia que pudiera debilitar la poblaciones. Los corredores no son áreas protegidas declaradas, y por lo común lo constituyen áreas ribereñas, de amortiguamiento, parches de bosque o a veces áreas agrícolas o de diferente uso de la tierra (Haddad, 1999). Es de importancia determinar los factores que limitan la distribución de éstos organismos de poca movilidad, para que sea tomado en cuenta en el diseño y establecimiento de los corredores, para optimizar la función de éste, favoreciendo tanto a especies de poca como de gran movilidad.

La propuesta de corredores biológicos (Godoy y Cardona 1996), responde más a criterios fisiográficos y ecosistemáticos que a criterios biológicos esenciales, por lo que la falta de información biológica (patrones de distribución de organismos) es una de las limitaciones para el diseño y establecimiento del corredor. Es necesario señalar que el trabajo de Godoy y Cardona (1996) es una propuesta y no un diseño ya establecido del corredor biológico. Por lo tanto es de importancia el recabar información biológica sobre diferentes grupos taxonómicos para el diseño e implementación del corredor, que garantice la conservación y el mantenimiento global de la biodiversidad.

Enfoque de la diversidad biológica para su conservación

La diversidad biológica, más que una definición, es un marco conceptual que comprende múltiples niveles de organización biológica. Estos niveles están en orden jerárquico y se definen como: paisaje regional, ecosistema-comunidad, especie-población, y genético (Noss, 1989). Cada nivel presenta tres atributos: composición, estructura y función; que pueden ser estimados y

monitoreados. Este marco conceptual jerárquico de la biodiversidad sugiere que ésta sea estimada y monitoreada en todos sus niveles. Ningún nivel de organización es fundamental, y diferentes niveles de resolución son apropiados para responder diferentes preguntas para la conservación de la diversidad biológica (Noss, 1989).

El nivel de paisaje-regional refiere a un mosaico o región heterogénea con diferentes tipos de cobertura vegetal y diferentes usos de la tierra (p.e.: agroecosistemas, bosques latifoliados, mixtos, etc.). El paisaje regional está conformado por varios ecosistemas de diferentes tamaños y formas que pueden estar conectados mediante corredores, e interactuar entre ellos. Este nivel de la biodiversidad, se puede estimar mediante el uso de imágenes satelares, mapas topográficos, fotografías aéreas y otros sistemas de información geográfica (Noss 1989). Es a éste nivel en el que se han circunscrito los esfuerzos por llevar a cabo el corredor biológico entre el BUCQ y la RBSM.

El estudio de la diversidad biológica a un nivel más detallado (ecosistema-comunidad), permite evidenciar cambios en la comunidad de especies. Las características físicas de la región (topografía, suelo, microclimas, etc.), pueden ejercer barreras naturales (físicas, ecológicas e históricas) que limiten la distribución de especies, creando diferentes ensambles o comunidades a lo largo de la región. Estos detalles no son perceptibles mediante el uso de sistemas de información geográfica (nivel paisaje-regional). El estudio a nivel de comunidad (composición, estructura y distribución), permite identificar centros de endemismo y de diversidad, así como cambios (cuantitativos y cualitativos) en las comunidades debido a factores natural y antropogénicos (sistemas agrícolas).

El corredor biológico entre el BUCQ y la RBSM como estrategia para la conservación de la biodiversidad de la región, necesita información a otros niveles más detallados para su diseño y establecimiento. El presente proyecto busca generar información a nivel de ecosistema-comunidad. Se pretende determinar la heterogeneidad a este nivel, usando a un grupo taxonómico en especial (mamíferos menores), que permitirá elucidar algunos factores naturales así como antropogénicos que determinen cambios en la comunidad de mamíferos menores. El uso de éste grupo taxonómico, podrá aportar ideas sobre la heterogeneidad de la región para otros taxa.

Supuestos y Predicciones

La complejidad geomorfológica de la región, conferida desde la orogénesis Laramidae (durante el Cretácico) hacen de ella una región heterogénea con variedad de microclimas, accidentes topográficos, características biológicas, etc. Esto puede ejercer barreras naturales (físicas y biológicas) para varios organismos, principalmente aquellos de poca vagilidad (p.e.: mamíferos menores). Estas barreras han podido limitar la dispersión de muchos organismos, tanto en la actualidad como en el pasado.

Por otra parte, las comunidades montanas de esta región, como de otras regiones, se han considerado refugios post-pleistoceno, en donde ha podido ocurrir especiación y desarrollarse una alta riqueza de especies, además de considerarse centros potenciales de endemismo.

Este estudio en su primera fase supone que las barreras naturales debido a la complejidad geomorfológica y las fluctuaciones climáticas del pleistoceno han desarrollado comunidades o ensambles particulares de mamíferos menores en la región. Esto se cree evidenciar en diferencia cualitativas y cuantitativas entre las comunidades montanas de mamíferos menores de los Cerros Quisis, Verde y Parte alta de Chilascó.

Por otro lado espera encontrar diferencias cualitativas y cuantitativas en la comunidad de mamíferos menores entre los bosques latifoliados no perturbados o poco perturbados y diferentes sistemas agrícolas. Se espera que ciertas especies sean beneficiadas por el cambio en el uso de la tierra, mientras que otras especies limiten su distribución.

5. OBJETIVOS

Los objetivos de la primera fase del proyecto se describen a continuación:

5.1. General:

- Generar información biológica detallada del área propuesta como corredor biológico entre el BUCQ y la RBSM, para contribuir a los planes de manejo y estrategias de conservación orientados al mantenimiento de la diversidad biológica global de la región.

5.2. Específicos:

- Determinar la heterogeneidad de la comunidad de mamíferos menores en la región
- Ver los cambios (cuantitativos y cualitativos) en la comunidad de mamíferos menores debido a la geomorfología y al tipo de cobertura vegetal (Bosque poco perturbado y agroecosistemas)
- Evaluar si existen puntos de mayor diversidad de mamíferos menores en la región
- Determinar el grado de endemismo de mamíferos menores en la región
- Comparar la mastofauna de la región con otros lugares de Guatemala, para determinar la importancia de la región en cuanto a riqueza y diversidad de mamíferos menores.
- Elaborar un inventario y formar una colección mastozoológica de referencia de la región, para futuras investigaciones , principalmente para el monitoreo de la biodiversidad de mamíferos menores en la región

6. METODOLOGIA

Area de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Purulhá, Baja Verapaz, en el área propuesta como corredor biológico entre el Biotopo para la Conservación del Quetzal –BUCQ- y la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas –RBSM- (ver CDC-CECON 1991, Godoy y Cardona 1996, Anexo 1).

Esta región está representada por los Cerros Quisés, Cerro Verde y Chilascó en donde predominan los bosques nubosos latifoliados.

Diseño experimental

a) Efecto de la geomorfología y paleoclima

Con base en información paisajística de la región (imágenes satelares, fotografías aéreas y mapas topográficos) y reconocimiento de campo se determinaron los tratamientos y los lugares de muestreo.

Tratamientos (para estudio de mamíferos menores no voladores montanos)

Con el objeto de caracterizar y determinar la similitud de las comunidades de mamíferos entre los bosques montanos de los diferentes cerros, se definieron los siguientes tratamientos:

- Parte alta de Cerro Quisés (entre 2000 y 2300 msnm.)
- Parte alta de Cerro Verde (entre 2000 y 2300 msnm.)
- Parte alta de Chilascó , extremo oeste de RSBM(entre 2000 y 2300 msnm.)
- Parte baja de Cerro Verde, Unión Barrios (entre 1700 y 1900 msnm.)
- Parte baja de Cerro Quisés, Biotopo del Quetzal (entre 1700 y 1900 msnm.)

Los muestreos se efectuaron en tres épocas: seca-cálida (marzo-mayo), húmeda (julio-septiembre) y húmeda-fría (noviembre-enero). Esto sirvió para obtener mayor cantidad de datos de aquellas especies de baja abundancia durante todo el año o debido a fluctuaciones anuales de las especies.

Unidad muestral

Se muestrearon los mamíferos menores (< 1 kg., principalmente roedores, insectívoros y marsupiales).

La unidad muestral consistió en 3 transectos de 300 metros. En cada uno se colocaron 75 trampas (60 trampas de golpe y 15 Sherman) por 8 noches. Las trampas de golpe y sherman se distribuyeron sistemáticamente a lo largo del transecto, en puntos de muestreo separados 10 metros entre cada

punto. En los punto de muestreo impares se colocaron 3 trampas , una Sherman y una de golpe a nivel del suelo, y una de golpe a una altura de aprox. 1.50 a 2.50 metros. En los puntos pares se colocaron 2 trampas de golpe, una en el suelo y otra aérea. Además de estas trampas se colocaron 20 trampas Pitfall, distribuidas al azar en el sitio de muestreo.

Las trampas se cebaron con una mezcla de mosh, maní, pasas y tocino (Voss y Emmons 1996). Permanecieron abiertas durante todo el muestreo. Cada día se revisaron las trampas y se recebaron. Los especímenes colectados se removieron y algunos se prepararon como pieles de estudio para su ulterior identificación. Esto ayudó a enriquecer la colección mastozoológica del Museo de Historia Natural de la Universidad San Carlos de Guatemala, además de proveer registros para la región.

b) *Efecto del cambio en el uso de la tierra sobre la distribución y diversidad de mamíferos menores*
Con el objeto de evaluar el efecto del cambio en el uso de la tierra sobre la distribución y diversidad de mamíferos menores, se realizó un estudio caso en una de las laderas del cerros, a saber Cerro Quisis. Como tratamiento se tomaron una sección de bosque latifoliado poco perturbado, y un área contigua de cultivos varios (maíz, tomate, papa, chile pimiento).

Tratamientos

Bosque y Cultivo

En cada tratamiento se realizaron tres réplicas en el tiempo: época seca (marzo), época húmeda (julio) y época húmeda fría (octubre)

Unidad muestral

En cada tratamiento se colocaron 3 transectos de 300 metros. de largo en el cual se distribuyeron un total de 45 trampas tipo Sherman en estaciones de trampeo cada 10 metros. En las estaciones impares de trampeo se colocaron un trampa, mientras que en las estaciones pares se colocaron dos. Las trampas permanecieron abiertas día y noche durante 7 días, y fueron cebadas con manía, pepitoria y semillas de girasol. Todos los días se revisaron las trampas y se anotaron las especies capturadas. Estas fueron removidas del área de trampeo.

Análisis de datos

Para cada tratamiento se recabarán datos sobre el número de especies y sus abundancias relativas. Con estos datos se determinarán índices de diversidad y equidad (Índice de Simpson) (ver Krebs 1999).

Con los mismos datos se realizarán índices de similitud (ver Krebs 1999) tanto cuantitativos (Índice de Morisita) como cualitativos (Índice de Jaccard). Con los índices de similitud, tanto cuantitativos como cualitativos, se elaboraron matrices de similitud, los cuales se graficaron como fenogramas de similitud utilizando el método UPGMA.

7. RESULTADOS

A lo largo del estudio se colectaron 13 especies de mamíferos menores (< 1 kg.) no voladores correspondientes a tres ordenes: Rodentia, Marsupialia e Insectivora. Del orden Rodentia se colectaron 2 familias (Heteromidae y Muridae) que incluyen 7 géneros y 11 especies: *Habromys lophurus*, *Heteromys desmarestianus*, *Nyctomys sumichrasti*, *Peromyscus grandis*, *P. aztecus*, *Scotinomys teguina*, *Oryzomys saturator*, *Reithrodontomys tenuirostris*, *Reithrodontomys mexicanus*, *R. sumichrasti* y *R. microdon*. Del orden Marsupialia solamente se capturó una familia (Didelphidae) con un género y una especie: *Marmosa mexicana*; y del orden Insectivora se colectó también solamente una familia (Soricidae) con un solo género y especie: *Sorex* sp. (Anexo 2)..

Los datos sobre el orden Insectivora no se incluyen en los análisis, ya que no fueron abundantes para ser analizados, además el esfuerzo de captura fue diferente en los tratamientos.

Las especies colectadas del orden Rodentia durante el estudio representan el 43.75 % de los géneros y el 31.5 % de las especies reportadas para Guatemala (se excluyó la subfamilia de las ratas comunes Murinae) según Reid (1997).

Distribución de las especies de mamíferos menores no voladores en la región

El presente estudio evaluó dos fuentes de variación que se consideraron que podrían afectar los patrones distribucionales de mamíferos menores en la región. La primera fuente de variación corresponde a un gradiente vertical o altitudinal, que está representado por los tratamientos de las partes altas y bajas de la región. La segunda corresponde a un gradiente longitudinal, representado por los diferentes cerros que conforman el área de estudio.

La mayoría de las especies (9 especies de 12) se distribuyen a lo largo de toda la región. Esto muestra que las variables que se establecieron como factores limitantes en la distribución de mamíferos menores no afectan a la mayoría de las especies. Sin embargo, el patrón de distribución de tres especies si fue afectado por las variables, principalmente el gradiente altitudinal. La distribución de las especies *Reithrodontomys tenuirostris*, *R. microdon* y *Habromys lophurus* están restringidas a las partes altas de la región (arriba de los 2000 msnm.). Las especies de *R. microdon* y *H. lophurus* se encuentran distribuidas en las partes altas de los tres montañas, mientras que *R. tenuirostris* solamente se colectó en la parte alta de Cerro Quisís. La ausencia de esta especie en Cerro Verde y Chilascó, podría ser efecto de muestreo, ya que teóricamente debería estar presente, ya que ha sido reportada para las partes altas hacia el oeste de Sierra de las Minas (Ordoñez, 1999) (Ver anexo 5).

Tabla 1. Presencia de especies de mamíferos menores en cada sitio de muestreo

	C.Quisís	C.Verde	Chilascó	Bucq	Un
<i>Habromys lophurus</i>	x	x	x	0	0
<i>Heteromys desmarestianus</i>	x	x	x	x	x
<i>Marmosa mexicana</i>	x	x	x	x	x
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	x	x	x	x	x
<i>Oryzomys saturatior</i>	x	x	x	x	x
<i>Peromyscus aztecus</i>	x	x	x	x	x
<i>Peromyscus grandis</i>	x	x	x	x	x
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	x	x	x	x	x
<i>Reithrodontomys microdon</i>	x	x	x	0	0
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	0	x	x	0	x
<i>Reithrodontomys tenuirostris</i>	x	0	0	0	0
<i>Scotinomys teguina</i>	x	x	X	x	x
TOTAL de ESPECIES	11	11	11	8	9

Se puede concluir que las fuentes de variación establecidas en este estudio solamente afectan a tres especies, y que el gradiente altitudinal de la región es la variable que más afecta el patrón distribucional de estas especies.

Diferencias en las comunidades de mamíferos menores que integran el área de estudio

En esta sección se analizan diferentes parámetros de la comunidad (composición y estructura), y se comparan los tratamientos, con el fin de determinar si las fuentes de variación establecidas ejercen diferencias en las comunidades de mamíferos menores en la región.

La composición específica de las comunidades representadas por los tratamientos son muy similares, sin embargo se puede apreciar diferencia entre las partes altas y bajas de la región. Esto se puede observar en la riqueza de especies y en el análisis de agrupamiento del Índice de Jaccard (Tabla 2, Anexo 3). Las partes altas presentan un mayor número de especies. Las regiones altas albergan especies que no presentes en las partes bajas, lo cual determina la formación de dos grupos en el fenograma del índice de similitud de Jaccard. Este resultado se debe a las especies *Habromys lophurus* y *Reithrodontomys tenuirostris* y *R. microdon*, que solamente se distribuyen en las partes altas.

Tabla 2. Matriz de similitud del índice de Jaccard ¹

	C.Quisís	C.Verde	Chilascó	Bucq	Un
C.Quisís	1.0	0.91	0.91	0.83	0.83
C.Verde		1.0	1.0	0.90	0.90
Chilascó			1.0	0.90	0.90
Bucq				1.0	1.0
Un					1.0

De igual manera, al analizar la estructura de las comunidades (abundancia relativas de las especies que la integran) se observa la misma tendencia que los datos cualitativos. La variable altitudinal es la que más influye en la distribución de la abundancia de las especies (Tabla 3, Anexo 4). Las diferencias cuantitativas (Índice de Morisita) entre las partes altas y bajas de la región son más marcadas que las cualitativas (Índice de Jaccard). La mayoría de especies presenta diferencia en su abundancia entre las partes altas y bajas. Estos resultados se observan en el análisis de agrupamiento del índice de Morisita (Anexo 4). Se observa que las partes altas forman un grupo muy similar y las partes bajas forman otro grupo.

Tabla 3. Matriz de similitud del índice de Morisita ¹

	C.Quisis	C.Verde	Chilascó	Bucq	Un
C.Quisis	0	0.99	0.93	0.48	0.69
C.Verde		0	0.96	0.48	0.70
Chilascó			0	0.60	0.74
Bucq				0	0.80
Un					0

Otro parámetro importante de la comunidad es el índice de diversidad, el cual varió entre los tratamientos del estudio. Las comunidades de mamíferos menores de la parte alta del Cerro Quisis y Cerro Verde, son las comunidades que presentan un índice menor de diversidad (Índice de diversidad de Simpson 0.492 y 0.512 respectivamente) (Tabla 4). Mientras que las otras comunidades presentan índices superiores a 0.6 (Tabla 4). Estos resultados pueden estar asociados con el tamaño del área. Las partes bajas abarcan un área de mayor tamaño, al igual que la parte alta de Chilascó, ya que esta se va uniando con el resto de Sierra de las Minas.

Por otro lado, el índice de dominancia o de equidad, determinó que las comunidades de las partes bajas presentan una mayor homogeneidad en la abundancia de las especies que la integran. A pesar, de que las partes bajas presentan menor número de especies, la equitativa distribución de la abundancia de especies en las comunidades hacen que estas presenten alto índice de diversidad. (Tabla 4).

Tabla 4. Índices de similitud y de equidad de Simpson ¹

	C.Quisis	C.Verde	Chilascó	Bucq	Un
Índice diversidad de Simpson	0.383	0.462	0.617	0.811	0.743
Índice de equidad de Simpson	0.162	0.206	0.29	0.662	0.487

¹ C. Quisis = parte alta de Cerro Quisis (2000 -2300msnm); C. Verde = parte alta de C. Verde (2000 - 2300msnm); Chilascó = (2000 - 2300msnm); Bucq = parte baja de C. Quisis (1700 – 1900 msnm); Un = parte baja de C. Verde (1700 – 1900msnm).

Las comunidades de las partes altas presentan un mayor grado de heterogeneidad, lo cual se evidencia con la dominancia de una o dos especies (Anexos)

Los resultados de los índices de diversidad, equidad y de similitud de Morisita, revelan que las comunidades de las partes altas y bajas, a pesar de ser muy similares en su composición específica, son diferentes ecológicamente.

Efecto del cambio en el uso de la tierra sobre la distribución y diversidad de mamíferos menores

Aquí se evaluó cómo la actividad agrícola de la región afecta la distribución y diversidad de mamíferos menores. Para ello se obtuvo información sobre la diversidad y riqueza de especies de mamíferos menores en áreas de bosque latifoliado poco perturbado y áreas de cultivo. Así mismo también se obtuvo índices de similitud cuantitativos y cualitativos entre estas áreas.

En cuanto a los datos de diversidad, equidad y riqueza de especies, los bosques poco perturbados y las áreas de cultivo muestran poca diferencia. Ambos lugares presentan la misma riqueza de especies (6 especies) e índices muy similares (Tabla 5.).

Tabla 5 . Índices de diversidad y equidad de Simpson y riqueza de especies

	Bosque	Cultivo
Riqueza de especies	10	10
Índice de diversidad de Simpson	0.57	0.62
Índice de equidad de Simpson	0.39	0.43

Los datos sobre índices de similitud tanto cuantitativos como cualitativos, son los que evidencian diferencias entre los tratamientos (bosque y cultivo). El valor del índice de similitud de Jaccard (cualitativo) es bajo (0.6, para una escala de 0 a 1), lo cual muestra que existen especies propias de bosque y otras de cultivo. Se puede observar en la Tabla 6 , que las especies como *Heteromys desmarestianus* y *Marmosa mexicana* son propias del bosque, mientras *Peromyscus aztecus* y *Reithrodontomys sumichrasti* están presentes en el cultivo. Cuando se analizan los datos cuantitativos, estos muestran aún más diferencias entre los tratamientos. El índice de Morisita, el cual es muy bajo (0.18 en una escala de 0 a 1), señala que la estructura de las comunidades de mamíferos son muy diferentes.

Tabla 6. Índices de similitud cualitativo (Jaccard) y cuantitativo (Morisita)

	Bosque	
Índice de similitud de Jaccard	0.60	Cultivo
Índice de similitud de Morisita	0.18	Cultivo

Mientras en el cultivo predominan las especies de *Heteromys desmarestianus* y *Peromyscus grandis*, en el bosque son abundantes las especies de *Reithrodontomys sumichrasti* principalmente. Existen otras especies tienden a presentar abundancias similares entre los tratamientos, como *Scotinomys teguina* y *Oryzomys saturator* (ver Tabla 7).

Tabla 7. Presencia y abundancia de especies de mamíferos menores

Especie	Bosque	Cultivo
<i>Peromyscus grandis</i>	105	8
<i>Oryzomys saturator</i>	8	14
<i>Heteromys desmarestianus</i>	52	0
<i>Peromyscus aztecus</i>	0	5
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	3	56
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	0	2
<i>Scotinomys teguina</i>	11	11
<i>Marmosa mexicana</i>	1	0
Total	180	96

8. DISCUSION DE RESULTADOS

La fauna de mamíferos menores de la región

La fauna de mamíferos menores de la región, es muy similar a la de otras montañas al oeste de Sierra de las Minas (ver Pérez 1993, Ordoñez 1999), lo cual permite ubicar a la región de estudio dentro de la misma área biogeográfica. Esta característica muestra la similitud de la región con la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, lo cual favorece y apoya científicamente los esfuerzos por crear y diseñar un corredor biológico. Las especies de mamíferos menores indicadoras de los bosques nubosos de Sierra de las Minas (ver Pérez 1993), también caracterizan las comunidades de mamíferos menores de los bosques nubosos del área de estudio (ver Anexo 5).

Distribución de las especies de mamíferos menores en la región

Los resultados obtenidos sobre la distribución de las especies, muestran que la mayoría de ellas se encuentran distribuidas a lo largo de la región de estudio. Esto lleva a pensar que la complejidad geomorfológica de la región no ha sido una barrera para la dispersión de la mayoría de las especies. Sin embargo, las especies *Reithrodontomys tenuirostris*, *R. microdon* y de *Habromys lophurus* se consideran que están aisladas en las partes altas, y que el gradiente altitudinal que separa a los cerros, sí ejerce una barrera física natural para su distribución. No obstante, estas especies aisladas, se distribuyen en los tres cerros, presentando un patrón distribucional de islas. La distribución discontinua de estas especies, puede atribuirse a los efectos del paleoclima, principalmente las fluctuaciones del pleistoceno. Los descensos de temperatura durante las glaciaciones, permitieron a las comunidades montanas descender. Este descenso de las comunidades montanas, permitió que las comunidades montanas estuvieran conectadas y favorecer la dispersión de especies anteriormente aisladas. Con la subsecuente retracción de las comunidades montanas durante los períodos interglaciares, también las especies migraron a las partes altas de las montañas, quedando de nuevo aisladas. Esto produjo la distribución discontinua de muchas especies, estableciéndose poblaciones aisladas en cada montaña. Este proceso de distribuciones discontinuas también ha sido documentado para los pasálidos en los volcanes de Santa María de Jesús y Atitalán (Shuster 1981). Estos procesos de expansión de bosques montanos y su subsecuente retracción han sido importantes en la dispersión de muchos mamíferos menores, así como también en el aislamiento de poblaciones. A pesar de que las poblaciones de *R. tenuirostris* y *H. Lophurus* se encuentran aisladas, el tiempo desde la última glaciación no ha sido suficiente para la diferenciación genética de las poblaciones. Se puede concluir que los efectos de las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno, ha permitido el desplazamiento y ampliación de la distribución de estas especies, a pesar que actualmente (época interglaciar) se encuentren aisladas. A pesar de encontrarse en las partes altas de los tres cerros estudiados, la posible colonización o emigración de estas especies es remota, lo cual hace de estas especies susceptibles a la extinción. Debido a la relación de número de especies y área, el área de las partes altas de los cerros es crítica para mantener a estas especies. Una reducción del hábitat de la cima de las montañas podría propiciar y acelerar la extinción local de alguna de las especies.

Caracterización y relaciones entre las comunidades de mamíferos menores de la región.

La composición de las comunidades de mamíferos menores es muy similar o se podría decir que idénticas entre las partes altas y bajas de la región, y entre los diferentes cerros que conforman el área de estudio. Esto evidencia que los bosques nubosos de la región sean del mismo tipo en cuanto a composición de especies, lo que sugiere que podría existir un flujo a lo largo de la región. Esto apoyaría los esfuerzos por establecer el corredor biológico. Por otro lado, cualquier parte de la región podría representar una fuente de dispersión, que potencialmente podría colonizar diferentes áreas.

Sin embargo los datos cualitativos y cuantitativos permiten diferenciar las comunidades de mamíferos menores. Esta diferenciación se da entre las comunidades de las partes altas (>2000 msnm.) y las partes bajas (< 1900 msnm.). Esto muestra que aunque las comunidades sean muy similares en su composición específica, las abundancias de las especies las integran sean diferentes. Al parecer la distribución de abundancia de mamíferos menores responde de igual manera que la distribución de la vegetación. García (1998) en su estudio sobre el análisis de la vegetación del Biotopo del Quetzal, determinó que existe mayor diferencia en la estructura (abundancia relativa) de las comunidades vegetales a diferentes cotas altitudinales, que en la composición específica. Estas diferencias cualitativas entre las comunidades de mamíferos menores sugieren que las comunidades altas y bajas de la región sean ecológicamente diferentes, y que puedan responder de distinta manera a perturbaciones. El hecho de ser ecológicamente diferentes, determina diferente forma de manejo.

Las diferencias ecológicas entre las comunidades de mamíferos de las partes altas y bajas, se pueden observar también en los índices de diversidad y equidad calculados. Las comunidades de las partes bajas, a pesar de presentar menos número de especies presentan un mayor índice de diversidad y equidad, lo cual sugiere que éstas son más homogéneas. Las partes bajas podrían ofrecer un hábitat más propicio para el desarrollo equitativo de las especies. Las especies de mamíferos de las comunidades bajas podrían experimentar una mayor diferenciación de nicho entre las especies, reduciendo así la competencia interespecífica, y propiciar el desarrollo de las poblaciones. Por otro lado, podría existir una mayor abundancia de recursos que redujera la competencia interespecífica de los mamíferos menores, y favorecer el desarrollo de las poblaciones de las especies.

Efecto del cambio en el uso de la tierra sobre la distribución y diversidad de mamíferos menores

Los resultados muestran que el cambio en el uso de la tierra sí es un factor limitante en la distribución de mamíferos menores. Esto se evidencia principalmente con los índices de similitud tanto cualitativos como cuantitativos. En cuanto a los datos sobre riqueza y diversidad de mamíferos, no muestran estas diferencias. Se puede observar claramente la ausencia de *Heteromys desmarestianus* y *Marmosa mexicana* en los cultivos. Estas especies son las más afectadas por las actividades agrícolas de la región. Existen otras especies como *Peromyscus grandis* que a pesar de estar presente en ambos ecosistemas (bosque poco perturbado y cultivo), su población se ve afectada por el cambio en el uso de la tierra. Por otro lado, otras especies se ven favorecidas por el descombre y la agricultura, tal como la especie de *Reithrodontomys sumichrasti*.

Estos efectos también han sido señalados en otros estudios. Sedgewick y Winakur (1986), determinan aumentos en las poblaciones de algunos y la ausencia de otras especies en áreas perturbadas. Lomolino y Pearault (2000) señalan que en el cambio de bosque maduro a bosques secundarios y perturbados, promueve el incremento de poblaciones de algunos ratones comunes pero reduce las especies nativas de bosques maduros, lo cual se muestra en los resultados obtenidos en este estudio.

A pesar de no existir cambios drásticos en la riqueza y diversidad de especies entre el bosque y cultivos, la estructura y la composición de especies de mamíferos menores es muy diferente. Las diferencias en las comunidades de mamíferos pudieron ser más grandes, si se hubiera muestreado las especies arbóreas de mamíferos menores tales como *Nyctomys sumichrasti*, *Marmosa mexicana*. Los resultados muestran la susceptibilidad de algunas especies al cambio en el uso de la tierra, promueve el estudio de la importancia de esas especies en el ecosistema de bosque nublados para determinar cual fuere el efecto de una extinción local de alguna de estas especies dado un avance de la frontera agrícola o por el aislamiento de poblaciones.

Por otro lado Lomolino y Pearault (2000) señalan, que en el proceso de recuperación o regeneración de un bosque templado, la diversidad de las especies nativas del bosque maduro no se llega a restablecer, por lo que la conservación y el fomento para el corredor biológico es una necesidad para evitar la pérdida de la diversidad original que actualmente se alberga en los bosques de la región.

9. CONCLUSIONES

1. La mayoría de las especies de mamíferos menores se encuentran distribuidas a lo largo de toda la región, lo cual permite que exista un flujo entre los cerros Quisés, Verde y Chilascó. Esto apoya a los esfuerzos por establecer el corredor biológico entre Sierra de las Minas y el Biotopo del Quetzal.
2. Dado la amplia distribución de la mayoría de las especies en la región, cualquier lugar podría constituirse como fuente de dispersión, y teóricamente poder llegar a colonizar diferentes áreas.
3. La alta similitud de la fauna de mamíferos menores en el área de estudio con otras montañas al oeste de Sierra de las Minas, permite ubicar a la región dentro de la misma unidad biogeográfica.
4. La pérdida de hábitat en las partes altas de la región podría acelerar la extinción local de las especies aisladas.
5. Los resultados cuantitativos así como los índices de diversidad y equidad, muestran que las comunidades de mamíferos de las partes altas y bajas sean ecológicamente distintas.
6. Las especies de *Reithrodontomys tenuirostris* y *Habromys lophurus* son las únicas especies que se consideran aisladas en las partes altas de la región.
7. La similitud en la composición de especies de las comunidades de mamíferos menores de las partes altas de la región, muestra que no están aisladas y no ha desarrollado comunidades diferentes desde la última glaciación del pleistoceno.
8. La geomorfología de la región no ha sido una barrera para la dispersión de la mayoría de las especies de mamíferos menores.
9. El cambio en el uso de la tierra limita y afecta la distribución de las especies *Heteromys desmarestianus*, *Marmosa mexicana*, y *Peromyscus grandis*; y en teoría a *Nyctomys sumichrasti*, la cual es una de las especies arbóreas presente en los bosques maduros.

10. RECOMENDACIONES

1. Apoyar los esfuerzos por establecer el corredor biológico, ya que el estudio muestra una alta similitud entre las comunidades de mamíferos menores.
2. Considerar como comunidades ecológicamente diferentes las partes altas y bajas de la región.
3. Las partes altas de la región merecen cuidado especial por presentar especies aisladas, lo que dificultaría la recolonización, en caso de extinción.
4. Determinar el estado de las franjas de bosque poco perturbado que unen los diferentes cerros de la región.
5. Hacer estudios autoecológicos de las especies que limitan su distribución debido al cambio en el uso de la tierra.
6. Determinar el papel que ejercen las especies que limitan su distribución por el cambio en el uso de la tierra, para determinar su efecto dado una extinción local de alguna de ellas.

11. BIBLIOGRAFIA

1. August P. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. *Ecology*, 64(6).
2. Brown, J. 1971. Mammals on mountaintops: Nonequilibrium insular biogeography. *The American Naturalist*. Vol. 105, No. 945.
3. CDC-CECON 1991. Estudio para la incorporación de nuevas áreas al Biotopo Universitario para la Conservación del quetzal “Mario Dary Rivera”. Informe Técnico.
4. Colecciones Mastozoológicas de Referencia, Museo de Historia Natural de la Universidad San Carlos de Guatemala.
5. de la Cruz R. 1983. Clasificación de las Zonas de Vida o formaciones vegetales de Guatemala. INAFOR, Guatemala.
6. García B. 1998. Estudio del dosel de la selva nublada del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal “Mario Dary Rivera”. Tesis de Licenciatura. Universidad San Carlos de Guatemala.
7. Godoy J y J Cardona 1996. Propuesta técnica para desarrollar el Sistema Guatemalteco de Areas Protegidas y sus Corredores Biológicos. Comisión Centroamericana de Ambiente y desarrollo - CCAD- y Consejo Centroamericano de areas Protegidas y Bosques -CCAP-B-.
8. Gonzáles-Romero A. 1995. Cambios en la composición de la comunidades de roedores en relación a los tipos de vegetación y geomorfología en el Pinacate, Somora, México. *Acta Zoológica Mexicana* 64: 45-58.
9. Grajeda, AL. en prensa. Caracterización de la mastofauna del Paruqe Nacional Sierra Lacandón. Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle de Guatemala.
10. Haddad N, 1999. Los corredores y la conservación. *Ecotono*, Verano 1999, Centro para la Biología de la Conservación, Boletín del Programa de Investigación Tropical.
11. Hurlbert S. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54(2).
12. Krebs C. 1978. Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda edición, HARLA, México.
13. Krebs C. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley, U.S.A
14. Langham N 1983. Distribution and ecology of small mammals in three rain forest localities of Peninsula Malaysia with particular reference to Kedah Peak. *Biotropica* 15(3):199-206.
15. Limolino M., & David R. Perault. 2000. Assembly and disassembly of mammal communities in a fragmented temperate rain forests. *Ecology*, 81(6).
16. López J. 1992. Las comunidades de quirópteros en los volcanes Zunil y Santo Tomás Pecul, Quetzaltenango. Tesis de Licenciatura. Universidad San Carlos de Guatemala.
17. MacArthur y E Wilson. 1963. *Island Biogeography*. Princeton Press.

18. McCarthy T et.al. en preparación. Mammal and Flea of Cloud Forest, Guatemala and Honduras.
19. McClearn D et.al. 1994. Arboreal and terrestrial mammal trapping on Gigante Peninsula, Barro Colorado Nature Monument, Panama. *Biotropica* 26(2): 208-213
20. Méndez C et.al. 1993. Evaluación ecológica rápida de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas. CDC-CECON
21. Noss R. 1989. Indicator for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology*.
22. Owen J. 1990. An analysis of the spatial structure of mammalian distribution patterns in Texas. *Ecology* 71(5).
23. Pérez S et.al. 1997. Biogeographic significance of the Sierra de las Minas, Guatemala: Preliminary comments on associated faunas. *Memorias del Séptimo Congreso Internacional de Teriología*, Acapulco, México; septiembre 1997.
24. Shuster J. 1985. Pasálidos como organismos indicadores de áreas bióticas para el establecimiento de reservas biológicas. En: Primer seminario nacional de biología. Guatemala 1984. *Memorias*. Editado por JC godoy. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
25. Van Coeverden P. 1995. Phylogenetic systematics and speciation in highland deer mice of the *Peromyscus mexicanus* species group. Tesis de doctorado, University of Toronto.
26. Voss R & L Emmons. 1996 Mammalian diversity in neotropical lowland rainforest: A preliminary assesment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, No. 230.
27. Wilson D et.al. 1992. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington, U.S.A

ANEXO 1

Ubicación del Area de Estudio

Corredor Biológico Biotopo del Quetzal y Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas

ANEXO 2

Listado de especies en el área de estudio

Orden: Rodentia

Familia: Heteromidae

Especies: *Heteromys desmarestianus*

Familia: Muridae

Especies: *Habromys lophurus*

Nyctomys sumichrasti

Peromyscus grandis

Peromyscus aztecus

Scotinomys teguina

Oryzomys sp.

Reithrodontomys spp.

Reithrodontomys tenuirostris

Orden Marsupialia

Familia Didelphidae

Especie: *Marmosa mexicana*

Orden Insectivora

Familia: Soricidae

Especies: *Cryptotis* sp.

ANEXO 3

Fenograma del Índice de similitud de Jaccard

Quisés = Cerro Quisés, parte alta (> 2000 msnm.)

Verde = Cerro Verde, parte alta (> 2000 msnm.)

Chilascó = Sierra de las Minas, parte alta (> 2000 msnm.)

UB = Parte baja Cerro Verde, Unión Barrios (< 1900 msnm.)

BUCQ = Parte baja Cerro Quisés, Biotopo del Quetzal (< 1900 msnm.)

ANEXO 4

Fenograma del Índice de similitud de Morisita

Quisís = Cerro Quisís, parte alta (> 2000 msnm.)

Verde = Cerro Verde, parte alta (> 2000 msnm.)

Chilascó = Sierra de las Minas, parte alta (> 2000 msnm.)

UN = Parte baja Cerro Verde, Unión Barrios (< 1900 msnm.)

BUCQ = Parte baja Cerro Quisís, Biotopo del Quetzal (< 1900 msnm.)

ANEXO 5

Especies reportadas en otros trabajos para bosques nubosos de Sierra de las Minas

Orden: Rodentia

Especie: *Habromys lophurus*

Heteromys desmarestianus

Nyctomys sumichrasti

Oryzomys rhabdops

Oryzomys saturatior

Reithrodontomys microdon

Reithrodontomys sumichrasti

Reithrodontomys tenuirostris

Peromyscus aztecus

Peromyscus grandis

Microtus guatemalensis

Orden: Insectivora

Especie: *Sorex veraepacis*

Cryptotis goodwini

Fuente: Ordóñez, N. 1999.

Salvador Lou Vega
Coordinador

Carmen Lucía Yurrita Obiols
Auxiliar de Investigación

Lic. Jorge Pérez Folgar
Director IIQB

Ing. Saúl Guerra
Coordinador PUIRNA, DIGI