

DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA COMUNIDAD
DE QUIRÓPTEROS EN SAN LORENZO, ZACAPA
RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS
GUATEMALA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Biología

DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA COMUNIDAD
DE QUIRÓPTEROS EN SAN LORENZO, ZACAPA,
RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE LAS MINAS
GUATEMALA

LEMUEL ALFREDO VALLE ALVIZURES

Trabajo de graduación presentado para optar
al grado académico de

Licenciado en Biología

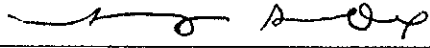


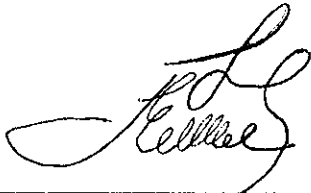
Guatemala

1997

iv

Vo. Bo. :

(f) 
Dra. Margaret Dix
Asesora

(f) 
M.Sc. Jorge Erwin López
Asesor

Tribunal:

(f) 
Dra. Margaret Dix

(f) 
Lic. Sergio Pérez

(f) 
Dr. Michael Dix

Fecha de aprobación: 30 de noviembre de 1996

A mi abuela, mis hermanos
mi tia y mi novia.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	xiv
RESUMEN	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
A. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LAS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS	2
B. REGIÓN DE ESTUDIO	3
1. Bosque muy seco - Monte espinoso	5
2. Bosque de pino-encino	7
3. Bosque de pino	7
4. Bosque nuboso	7
C. INFORMES ANTERIORES DE MURCIÉLAGOS EN EL LUGAR	8
1. Evaluación Ecológica Rápida de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas	8
2. Muestreo Reid-Engstrom	9
D. JUSTIFICACIONES	10
E. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	11
II. METODOLOGÍA	13
A. LUGARES DE MUESTREO	13
1. Bosque muy seco - Monte espinoso	13
2. Bosque de pino-encino	14

	Página
3. Bosque de pino	15
4. Bosque nuboso	16
B. ESTACIONES CLIMÁTICAS MUESTREADAS	17
1. Estación seca-cálida	17
2. Estación lluviosa	18
3. Estación seca-fría	19
C. PROCEDIMIENTOS GENERALES	19
D. ÍNDICE DE SIMILITUD DE CZECHANOWSKI	22
III. RESULTADOS	26
A. DATOS CLIMATICOS GENERALES	26
1. Estación seca-cálida	26
2. Estación lluviosa	27
3. Estación seca-fría	28
B. CLAVE DICOTOMICA PARA IDENTIFICAR MURCIÉLAGOS	28
C. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LOS QUIRÓPTEROS EN LA REGIÓN	36
D. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL Y PREFERENCIAS ALIMENTICIAS ESPECIFICAS	41
1. <i>Glossophaga soricina</i>	42
2. <i>Anoura geoffroyi</i>	44
3. <i>Artibeus jamaicensis</i>	45

	Página
4. <i>Artibeus lituratus</i>	46
5. <i>Sturnira ludovici</i>	47
6. <i>Sturnira lilium</i>	48
7. <i>Carollia brevicauda</i>	48
8. <i>Desmodus rotundus</i>	49
9. <i>Dermanura azteca</i>	50
10. <i>Dermanura tolteca</i>	50
11. <i>Centurio senex</i>	50
12. <i>Myotis nigricans</i>	51
13. Murciélagos insectívoros	52
14. Stenoderminos en bajas cantidades	52
E. OTROS INFORMES	53
F. ESTADOS REPRODUCTIVOS Y RAZONES DE SEXO	53
IV. DISCUSIÓN	56
A. COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE QUIRÓPTEROS DE LA REGIÓN	57
B. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL Y PREFERENCIAS ALIMENTICIAS ESPECÍFICAS	61
1. Murciélagos con distribución altitudinal constante en las tierras altas (estrategia I)	63

	Página
2. Murciélagos con ampliaciones de la distribución altitudinal durante el verano (estrategia II)	67
3. Murciélagos de distribución altitudinal constante en las tierras bajas (estrategia III)	69
4. Murciélagos de senda distribución (estrategia IV)	71
5. Stenoderminos	76
C. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA Y RAZÓN DE SEXO	76
D. TRANSECTOS VEGETACIONALES	78
E. MÉTODO DE MUESTREO	79
F. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	80
V. CONCLUSIONES	84
VI. RECOMENDACIONES	87
VII. LITERATURA CITADA	89

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1.1	Resultados de captura de quirópteros durante la Evaluación Ecológica Rápida de la Biosfera Sierra de las Minas	9
3.1	Medidas promedio de <i>Carollia brevicauda</i> y <i>C. perspicillata</i>	30
3.2	Medidas promedio de <i>Eptesicus fuscus</i> , <i>E. furinalis</i> y <i>E. andinus</i>	31
3.3	Medidas promedio de <i>Artibeus lituratus</i> y <i>A. jamaicensis</i>	33
3.4	Capturas realizadas, por especie, en las asociaciones muestreadas para la estación climática seca-cálida	36
3.5	Capturas realizadas, por especie, en las asociaciones muestreadas para la estación lluviosa	37
3.6	Capturas realizadas, por especie, en las asociaciones muestreadas para la estación climática seca-fría	39
3.7	Capturas de <i>Glossophaga soricina</i> realizadas durante el muestreo	43
3.8	Capturas de <i>Anoura geoffroyi</i> realizadas durante el muestreo	44
3.9	Capturas de <i>Artibeus jamaicensis</i> realizadas durante el muestreo	45
3.10	Capturas de <i>Artibeus lituratus</i> realizadas durante el muestreo	46
3.11	Capturas de <i>Sturnira ludovici</i> realizadas durante el muestreo	47

Cuadro		Página
3.12	Capturas de <i>Sturnira lilium</i> realizadas durante el muestreo	48
3.13	Capturas de <i>Carollia brevicauda</i> realizadas durante el muestreo	49
3.14	Capturas de <i>Desmodus rotundus</i> realizadas durante el muestreo	49
3.15	Capturas de <i>Dermanura azteca</i> realizadas durante el muestreo	50
3.16	Capturas de <i>Dermanura tolteca</i> realizadas durante el muestreo	50
3.17	Capturas de <i>Centurio senex</i> realizadas durante el muestreo	51
3.18	Capturas de <i>Myotis nigricans</i> realizadas durante el muestreo	51
3.19	Estado reproductivo de las hembras capturadas en el muestreo	54
3.20	Razón de sexos de los individuos capturados	55
4.1	Estrategias de distribución altitudinal	62

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.1	Ubicación de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas y del lugar de muestreo	4
1.2	Sitios de muestreo de murciélagos en la cuenca del río Pasabien	6
3.1	Principales géneros de murciélagos en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas	35
3.2	Riqueza de especies	38
3.3	Fenograma de unidades taxonómicas	40

AGRADECIMIENTOS

Las personas y organizaciones que se listan tienen una participación, que en uno u otro momento fue indispensable para el estudio. A todos ellos mis más profundos agradecimientos.

El Lincoln Zoo Park Scott Neotropic Fund proveyó la mayor parte de los fondos necesarios para la realización del proyecto.

Bat Conservation International también colaboró con fondos para el proyecto, los cuales permitieron lograr los objetivos deseados con comodidad.

Idea Wild y su presidente Wally Van Sickle, proporcionaron las redes de niebla utilizadas en el estudio, material indispensable en la realización del mismo.

La Fundación Defensores de la Naturaleza brindó su apoyo para la realización del proyecto en la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas.

Marie Claire Paiz, supervisora de proyectos de Defensores de la Naturaleza, de quien surgió la idea original del estudio y quien colaboró conmigo en la realización de las propuestas enviadas a diferentes organizaciones para obtener financiamiento para el proyecto.

Edgar Conrado Rojas Córdón, mi ayudante de campo durante el muestreo de la estación seca-cálida, colaboró con su amplio conocimiento de la geografía del área, de las personas que la habitan y otros detalles logísticos que me sirvieron en la planeación y realización de todos los muestreos.

La empresa de explotación de mármol en San Lorenzo, MARFISA, me suministró gratuita e incondicionalmente los diferentes medios de comunicación que tienen a su alcance. Además agradezco la hospitalidad de la comunidad de San Lorenzo, durante mi estadía en el lugar.

El Biólogo Sergio Pérez y al Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ayudaron en la identificación de los especímenes capturados y colaboraron en la provisión de la bibliografía disponible.

Jorge Erwin López M. Sc. colaborará como mi asesor con valiosas correcciones y sugerencias al trabajo.

Guisseppe Dal Bosco colaboró en diversos aspectos logísticos y en la obtención de importante material teórico y de laboratorio para el estudio.

La Licenciada María del Pilar Negreros colaboró mucho en aspectos logísticos, con material teórico y de laboratorio, con correcciones para el trabajo, en la preparación y realización de los viajes de campo y en otros aspectos difíciles de listar.

Los estudiantes de biología Eduardo Sacayón, Claudia Quan, Mónica Cajas y Ximena Leiva colaboraron con las capturas durante los viajes de campo. {Su ayuda y compañía fue indispensable}

RESUMEN

La Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas es el área de bosque nuboso más grande de centroamérica. Su localización y geografía montañosa le hacen contener gran variedad de hábitats y, por lo tanto, ser reservorio de especies silvestres. La región que comprende la Cuenca del Río Pasabien es un área muy protegida que abarca un gran porcentaje de las especies de la vegetación original de la Sierra de las Minas.

El objetivo principal del muestreo era describir los movimientos altitudinales de la comunidad de quirópteros de una cuenca representativa de esta reserva.

Utilizando redes de niebla (treinta y dos redes abiertas durante las primeras seis horas de la noche) se capturaron murciélagos en varios puntos de la cuenca del río Pasabien, en el camino a San Lorenzo. Estos puntos corresponden a los cuatro tipos de bosque más contrastantes que contiene la cuenca (Bosque muy seco, bosque de Pino-Encino, Bosque de Pino y Bosque nuboso). El muestreo abarcó las tres estaciones climáticas más marcadas de Guatemala [Estación seca-cálida (marzo y abril), lluviosa (agosto) y seca-fría (enero)].

Se capturaron 20 especies de murciélagos de cuatro familias (Molossidos, Natalidos, Phyllostomidos y Vespertilionidos). Se observaron cuatro tipos de distribución altitudinal de murciélagos a lo largo del año: Varias especies de frujívoros (e.g. *Glossophaga soricina*) amplificaron su distribución altitudinal durante la estación cálida (marzo y abril para el estudio). Es posible atribuir esto a la gran cantidad de fruta, cosechada en el valle en ese momento, especialmente mango (*Mangifera indica*). Otras especies, especialmente insectívoros, se vieron restringidas a las partes altas (e.g. *Myotis nigricans*) y algunas a las partes bajas (e.g. *Artibeus spp.*). También hubo especies distribuidas desde las partes bajas del valle hasta las cumbres todo el año (e.g. *Desmodus rotundus*).

Se concluyó que para un momento y lugar específicos, el factor estación climática es más importante en determinar la composición de especies que el factor asociación vegetal.

I. INTRODUCCIÓN

Los murciélagos forman parte de un grupo de mamíferos extraordinario debido a su capacidad de volar, a la explotación que hacen de un nicho aéreo nocturno y a su singular sistema de navegación basado en orientación por medio de ecos. Existe poca información relativa a los murciélagos de Guatemala, especialmente en el campo de la investigación básica. En la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas (RBSM), los pocos muestreos realizados han sido esporádicos.

En Guatemala existen 94 especies de murciélagos (McCarthy *et al.*, 1993), siendo el grupo de mamíferos más diverso (Villar, 1986). Únicamente dos especies son hematófagas, pero causan que el resto del grupo sea juzgado como dañino. La mayoría de murciélagos se alimentan de insectos, peces, ranas, frutas, polen y néctar (Fenton & Fleming, 1976; Fleming, 1979; Eisenberg, 1989), por lo que son importantes como control de plagas de insectos, dispersores de semillas (Emmons, 1990, Fleming, 1979) y como agentes polinizadores de diversas plantas (*e.g.* Scogin, 1980), incluyendo árboles (Gannon y Willig, 1994; Porsch, 1932 y Moseley, 1879 en Jiménez, 1973). Incluso, la polinización de algunas especies de cactáceas es totalmente dependiente de los murciélagos (Valiente-Banuet

et al., 1996) y algunos murciélagos dependen totalmente del polen y néctar de los cactus como única fuente de alimento en algunas épocas (Pett y Pors, 1996).

Desmodus rotundus y *Diphylla ecaudata* son las únicas especies de murciélagos hematófagos presentes en Guatemala (McCarthy *et al.*, 1993). Se han reportado como vectores de rabia en Centroamérica, aunque el último no tiene un impacto importante en ganado, ya que prefiere alimentarse de sangre de aves (Méndez, 1979).

A. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LAS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS

El estudio de estratificación altitudinal de especies de quirópteros realizado por López (1992) en Tres Volcanes, Quezaltenango, es buena referencia de comparación para este trabajo.

López (1992) muestra que, para el occidente, en alturas desde los 1000 a 1500 metros sobre el nivel del mar (msnm) se encuentran restringidas especies tales como *Glossophaga soricina*, *Uroderma bilobatum*, *Platyrrhinus helleri* y *Centurio senex*. Estos terrenos son utilizados para cultivo de cardamomo, café y macadamia.

Entre 1750 y 2500 msnm, en bosques con un estrato inferior sustituido por cultivos de café y dosel arbóreo intacto, se restringieron *Pteronotus davyi*, *Hylonycteris underwoodi*, *Dermanura azteca*, *Natalus stramineus* y *Eptesicus fuscus*. Algunos sitios en este intervalo de alturas son bosques nubosos muy perturbados por la tala

(López, 1992).

Desmodus rotundus, *Anoura geoffroyi* y *Sturnira ludovici* se colectaron desde los 1000 hasta los 2750 msnm (López, 1992).

La familia Phyllostomidae es un grupo muy grande con variedad de dietas, lo que los hace buenos indicadores de perturbación de hábitats (Fenton *et al.*, 1992). En especial, la riqueza de especies de la subfamilia Phyllostominae es un indicador de deforestación, ya que disminuye a medida que aumenta la perturbación (Fenton *et al.*, 1992).

El caso opuesto es *D. rotundus* que abunda en lugares donde la frontera ganadera ha sustituido al bosque por pastizales (Wilkinson, 1990).

Otros factores que parecen afectar la distribución de los murciélagos son: la disponibilidad de lugares de percha y refugios (Humphrey, 1975), la distribución de fuentes de alimento (*e.g.* Gannon y Willig, 1994), el metabolismo propio del animal, que restringe algunos murciélagos a lugares con determinados intervalos de temperatura (*e.g.* Bonaccorso *et al.*, 1992) y los hábitos de forrajeo.

B. REGIÓN DE ESTUDIO

La Sierra de las Minas (figura 1), con una extensión de 4,374 km² (Dix, 1996), es la cadena montañosa al oriente de Guatemala, delimitada al suroeste por la Sierra de Chuacús, por el valle del Motagua al sur, al norte por el

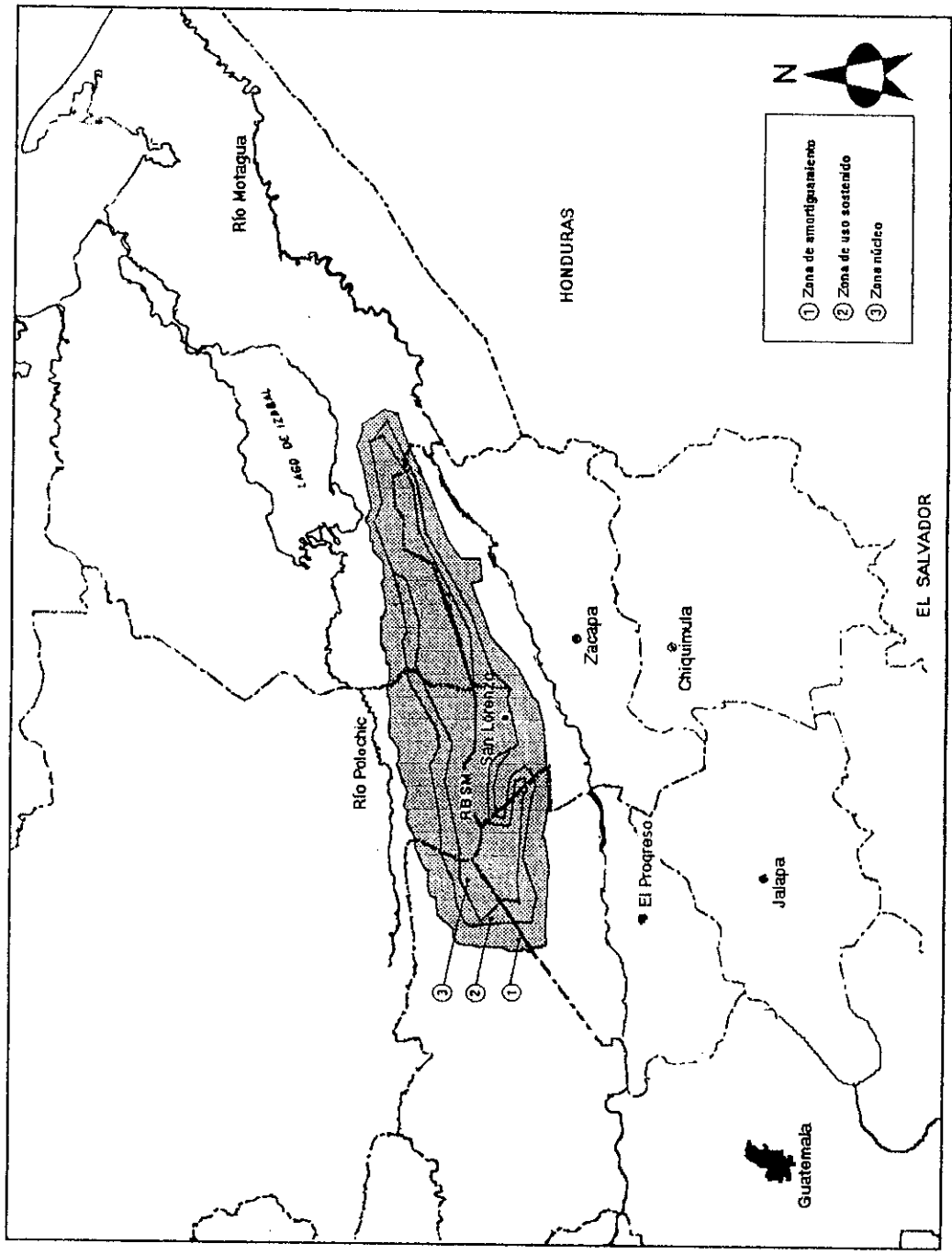


Figura 1.1. Ubicación de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas (RBSM) y del lugar de muestreo

valle del Polochic y el lago de Izabal, y al noroeste por la Sierra del Mico. Más de la mitad de la cadena montañosa (2363 km²), fue declarada reserva en 1990. La precipitación pluvial anual oscila entre los 500 y 4000 milímetros. En la parte sur existe un gradiente de humedad asociado con la distancia longitudinal que separa cada sitio de la Sierra del océano Atlántico (CDC-CECON, 1993), de manera que los sitios más alejados son más secos. También existe un gradiente de temperatura asociado con la altitud del lugar, de modo que los lugares más altos tienden a ser más fríos. En la parte norte la precipitación pluvial anual es mayor debido a la barrera que forma la cadena montañosa contra los vientos alisios.

El sitio de estudio es el trayecto altitudinal comprendido entre la finca Agua Caliente y el Cerro de los Monos en el municipio de Río Hondo (figura 2). Esta región es un área representativa de la vegetación original de la sierra desde los 250 a los 2600 metros de altura.

1. Bosque muy seco-Monte espinoso

En el bosque muy seco la elevación varía entre los 300 y 500 msnm. Es un bosque con un dosel superior predominante de *Bursera simarouba*, *Acacia farnesiana*, *Guaiacum sanctum*, *Leucaena guatemalensis* y *Cochlospermum vitifolium*. El estrato inferior está formado por *Hechtia guatemalensis* y *Opuntia sp.*. Existen algunas epífitas y como plantas indicadoras, pueden usarse los cactus (Vora, 1994). La precipitación pluvial anual promedio para la década de los

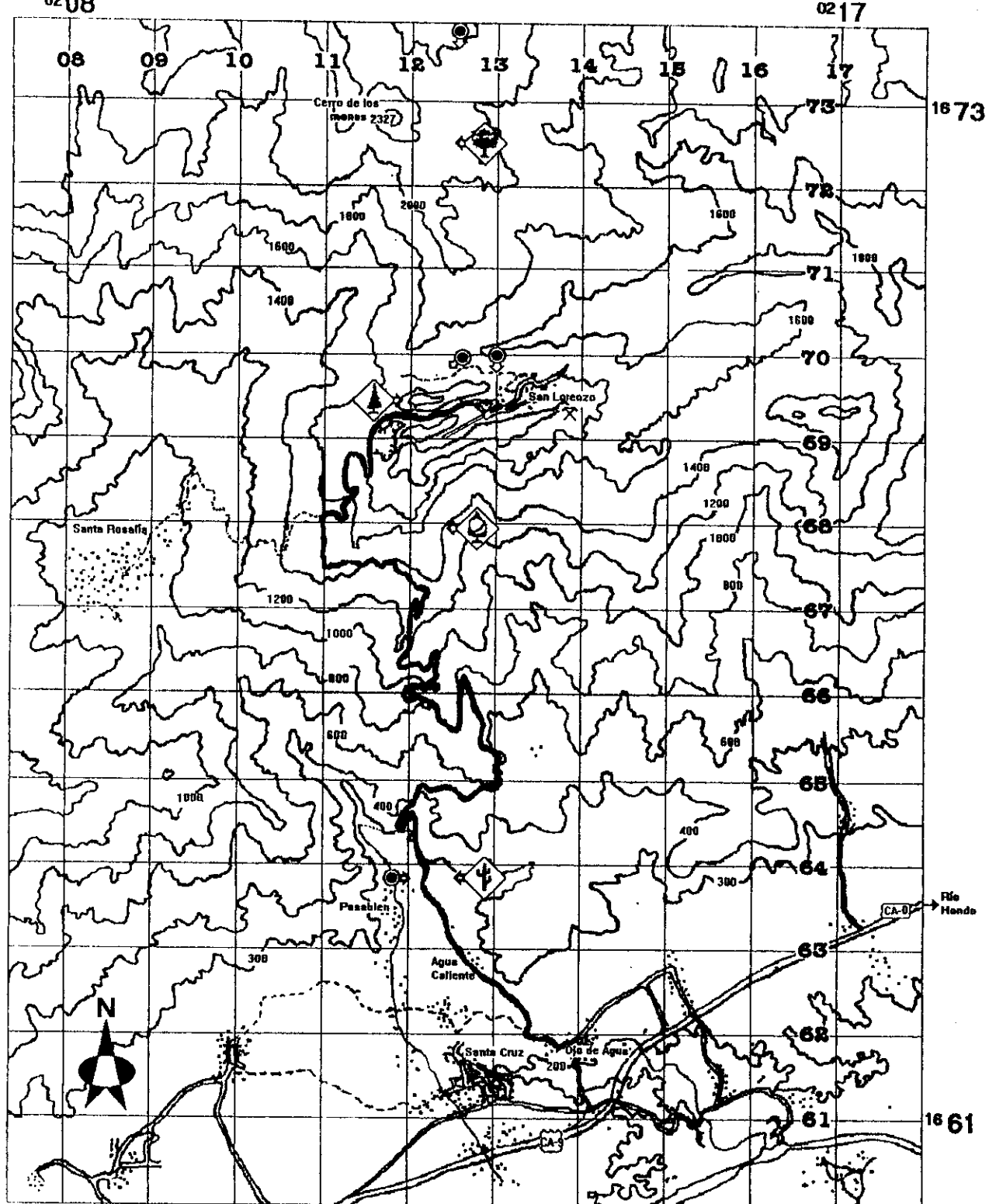
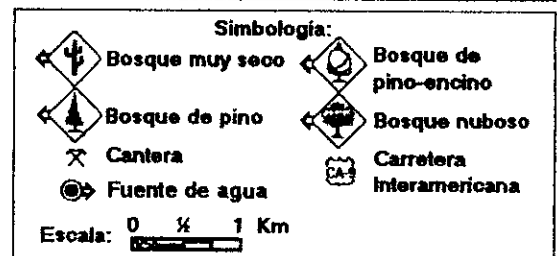


Figura 1.2. Sitios de muestreo de murciélagos en la cuenca del río Pasabien.



ochenta y principios de los noventa es mayor a los 500 milímetros (INSIVUMEH, 1980-1995), por lo que según Holdridge esta asociación debe ser bosque muy seco (De la Cruz, 1992). Algunos años no se sobrepasa este límite, por lo que también se ha dado en clasificarlo como monte espinoso.

2. Bosque de Pino-Encino

En elevaciones desde los 600 a los 1000 msnm, predominan los *Quercus conspersa* y *Q. oocarpa* en compañía de algunos *Pinus oocarpa*. A medida que aumenta la altitud, esto es de 1300 a 1600 msnm, el *P. oocarpa* predomina sobre los *Quercus*.

3. Bosque de Pino

Las altitudes van de los 1500 a 1800 msnm. La vegetación dominante es *P. oocarpa*, *P. tecunumanii*, *P. maximinoi* acompañados de *Q. conspersa* y *Q. brachystachys*. Cabe recalcar la presencia de palmas.

Desde los 1800 a 2000 msnm en el dosel primario se pueden encontrar las mismas especies, excluyendo los *Quercus* (Vora, 1994). En algunos lugares puede encontrarse *Q. acatenanguensis*. La presencia del helecho *Pteridium aquilinum* y *Rubus sp.* ("mora"), es típica en este tipo de asociación (Dix, 1996).

4. Bosque nuboso

El bosque nuboso en que se obtendrán las muestras se encuentra al norte del caserío San Lorenzo (aldea Santa

Rosalía, Río Hondo, Zacapa). Su altitud varía entre los 2000 y 2400 msnm.

Debido a su altura, una característica importante es la frecuente presencia de nubes dentro del bosque en sí, lo que le confiere alta humedad y bajas temperaturas.

La vegetación característica incluye *Podocarpus oleifolius*, *Q. acatenanguensis*, y *Persea sessilis*. El sotobosque está dominado por *Chamaedorea* spp., *Alsophila salvinii* y *Hedyosmum mexicanum* (Dix com pers., 1996) . Esta asociación se encuentra amenazada por los cambios climáticos, extracción y ganadería.

Según CDC-CECON, 1993, la inaccesibilidad del lugar le provee un elemento de protección, que es la razón de que no se explote su madera, ya que no existe la tecnología necesaria en el lugar para su extracción. Pero, Dix (com. pers. 1996) indica que se explotó entre 1979 y 1981, hasta que se cancelaron las licencias de tala.

C. INFORMES ANTERIORES DE MURCIÉLAGOS EN EL LUGAR

1. Evaluación Ecológica Rápida de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, CDC-CECON 1993

A pesar de que en el análisis de datos de la Evaluación Ecológica Rápida de la Sierra de las Minas no se tomaron en cuenta los quirópteros, cabe mencionar que fueron capturados algunos especímenes (cuadro 1.1), aunque como se señala en el documento "...no hubo una consistencia en el método de muestreo en cuanto a clima y actividad de los investigadores en los diferentes tipos de bosque..."

Cuadro 1.1. Resultados de captura de quirópteros durante la evaluación ecológica rápida de la Sierra de las Minas mediante el uso de dos a cinco redes de niebla, durante la primera mitad de la noche (Tomada de CDC-CECON, 1993).

especie	capturas realizadas por localidad			
	bosque tropical	bosque de coníferas	bosque nuboso	
			San Lorenzo	Los Albores
<i>Myotis sp. 1</i>	0	2	0	1
<i>Myotis sp. 2</i>	0	1	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	5	0	3	1
<i>Anoura geoffroyi</i>	0	0	11	0
<i>Dermanura sp.</i>	1	0	0	0
<i>Carollia sp.</i>	1	0	0	0
<i>Pteronotus parnelli</i>	2	0	0	0
<i>Glossophaga sp.</i>	2	0	0	0

(CDC-CECON, 1993). En la evaluación ecológica hubo capturas en cuatro lugares, que se incluyen en la tabla por motivos de comparación, ya que el único lugar de interés para el presente estudio es el bosque nuboso de San Lorenzo.

2. Muestreo Reid-Engstrom

Los investigadores Fiona Reid y Mark Engstrom del Departamento de Mastozoología del Royal Ontario Museum en Ontario, Canadá, realizaron un muestreo de ratones y murciélagos en diversas partes de la república durante diciembre de 1991 y enero de 1992.

Las capturas se realizaron en un sitio localizado dos kilómetros al norte de San Lorenzo, Sierra de las Minas, a una altura de 2,150 msnm, el 9 y 10 de enero de 1992. Reportaron haber capturado ejemplares de *S. ludovici*, *De. tolteca*, *A. geoffroyi* y *Myotis keaysi*. No se especifican horas de captura, condiciones ambientales, número de especímenes capturados o cualquier dato en su documento, ni

se discute la presencia de las especies mencionadas (Reid y Engstrom, 1992).

D. JUSTIFICACIONES

Este trabajo pretende describir la distribución de murciélagos en esta cuenca representativa de la RBSM de acuerdo a elevación o estación climática. Este será el primer inventario sistemático que cubra distintas formaciones ecológicas y describa mamíferos en la reserva.

Una reserva de biósfera delimita un área diseñada no sólo para proteger áreas únicas e importantes, sino para lograr un grupo de objetivos que incluyen investigación, monitoreo, entrenamiento, demostración y conservación (World Conservation Monitoring Centre, 1992). Por esto es importante desarrollar estudios que muestren la diversidad existente en el área, y que permitan desarrollar planes adecuados de manejo de vida silvestre de acuerdo a lo estipulado en el plan general de manejo del área (Fundación Defensores de la Naturaleza, 1992).

La Sierra de las Minas contiene la reserva más grande de bosque nuboso en Centroamérica (Dix, 1996). Los murciélagos tienen muy mala reputación en el área, debido a la creencia de que se alimentan de sangre y es aceptada con agrado la idea de su exterminio (Núñez, com. pers. Director de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas, Fundación Defensores de la Naturaleza, 1995). Únicamente personas relacionadas con la ciencias biológicas tienen

conocimientos reales sobre su importancia ecológica. Por esto, es importante la información que se obtenga, porque puede utilizarse en campañas de educación ambiental para mostrar la baja incidencia de vampiros en bosques no perturbados, los beneficios de las demás especies al ser humano y la necesidad de conservarlos, aunque no representen un recurso cinegético y sean poco explotados turísticamente.

Se sabe con certeza que algunos murciélagos migran (e.g., Gannon y Willig, 1994; Cabrera, 1957 en Transitt et al., 1964) pero sus movimientos altitudinales son poco estudiados. Migración se considera el movimiento de un grupo de individuos de un área a otra, para establecer residencia. Este estudio puede proveer datos preliminares sobre este aspecto. Algunas aves migran altitudinalmente debido a la fenología del lugar (Paiz, 1994), por lo que es de esperar que los murciélagos también lo hagan, debido a que ocupan nicho similar, solamente que nocturno.

La Fundación Defensores de la Naturaleza ha tenido a su cargo el manejo del área desde 1990. El respaldo de Defensores de la Naturaleza en el proyecto garantiza que la información recopilada estará disponible para las personas que pueden tomar decisiones sobre el futuro del área.

E. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

La meta principal del estudio fue producir información científica sobre los murciélagos y su ecología, la cual

pueda ser utilizada para tomar decisiones en cuanto al cumplimiento de objetivos y utilización de metodologías para el manejo sostenible de los recursos en la RBSM.

Se planteó la hipótesis de que existe variación en la distribución altitudinal de las especies de murciélagos que habitan la cuenca del río Pasabien en la región comprendida desde la finca Agua Caliente, hasta el Cerro de los Monos, Río Hondo, Zacapa.

Para poner a prueba esta hipótesis se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- 1) Describir y analizar la distribución de las especies de murciélagos presentes en la región de la Sierra de las Minas en la cuenca del río Pasabien, desde bosque muy seco hasta el bosque nuboso al norte de San Lorenzo, Zacapa.
- 2) Determinar si existen cambios en la distribución altitudinal de las especies de murciélagos de acuerdo a la época del año.
- 3) Determinar si existen especies relacionadas a algún tipo de asociación vegetal en particular y que puedan ser usadas como indicadores de la misma asociación.

II. METODOLOGÍA

A. LUGARES DE MUESTREO

Se capturaron murciélagos en cuatro puntos de la cuenca del río Pasabien. Estos puntos representan los cuatro tipos de vegetación más importantes y contrastantes del área. De esto se obtuvieron datos representativos de la cuenca sin tener que efectuar muestreos en todas las asociaciones existentes. Algunos de los siguientes datos básicos pueden dar una mejor idea de los lugares de muestreo. Las distancias descritas en los incisos siguientes representan magnitudes horizontales en línea recta:

1. Bosque muy seco - Monte Espinoso

El sitio de muestreo (figura 2) se colocó a 280 msnm. Coordenadas UTM: 02126-16638 (IGM, 1994).

- Fuente más cercana de agua permanente: río Pasabien
- Distancia a la fuente de agua más cercana: 400 m.
- Descripción: Carretera abandonada de terracería, de más o menos cuatro metros de ancho, bastante pedregosa.
- Pendiente: 0 %
- Perturbaciones cercanas:
 - a) carretera secundaria de terracería: 200 m (7 vehículos diarios).
 - b) potreros: 500 m

c) poblado más cercano: Pasabien, 800 m

- Altura del dosel: 2 m
- Características del bosque: El dosel es muy enmarañado y no permite visibilidad a más de 10 metros, incluso en verano, cuando caen las hojas.
- viento: generalmente poco

2. Bosque de pino-encino

El sitio de muestreo (figura 2) estuvo a 1400 msnm, lugar en el que el investigador consideró que la cantidad de pino era igual a la de encino. Coordenadas UTM: 02130-16672 (IGM, 1994).

- Fuente permanente de agua más cercana: Quebrada Picacho
- Distancia horizontal a la fuente de agua más cercana: 2500 m.
- Descripción: Camino de terracería poco frecuentado de más o menos 4 metros de ancho. La parte exterior del camino es muy quebrada, con pendiente del 70%.
- Pendiente: 40 %
- Perturbaciones cercanas: La distancia representa la separación horizontal del sitio de muestreo, pero debe tomarse en cuenta que existe un cambio de altitud de más de 400 m entre la perturbación mencionada y el sitio de muestreo, debido a la pendiente existente.
 - a) Cantera abandonada: 300 m
 - b) poblado más cercano: San Lorenzo Mármol, 1500 m.
 - c) Potreros: 1500 m.

d) Carretera secundaria de terracería: 1200 m (7 vehículos diarios).

e) Cultivo de izote pony: 1500 m.

- Altura del dosel: 15 m
- Características del bosque: La distancia entre árboles es más o menos 2.5 metros. El bosque se encuentra en una ladera de 55% de pendiente. El sotobosque se encuentra compuesto por regeneraciones de encino y pino.
- viento: generalmente poco

3. Bosque de pino

El sitio de muestreo (figura 2) se colocó a 1800 msnm. Coordenadas UTM: 02115-16692 (IGM, 1994).

- Fuente más cercana con agua permanente: Quebrada Picacho
- Distancia a la fuente de agua más cercana: 700 m
- Descripción: Camino de terracería poco transitado, plano, localizado en un parteaguas.
- pendiente: 0%
- Perturbaciones cercanas:
 - a) poblado más cercano: San Lorenzo Mármol, 1000 m.
Este poblado es una comunidad minera de aproximadamente 15 familias.
 - b) Canteras abandonadas: 200 m
 - c) Cantera activa: 1500 m
 - d) potreros: En realidad los potreros son muy pequeños. El ganado está disperso en el bosque

en un radio aproximado de 5000 metros alrededor del poblado. Existen 50 cabezas de ganado vacuno y 15 caballos. La vocación del poblado es la extracción de mármol y la agricultura de subsistencia. El ganado, para la mayoría de los pobladores, no representa un ingreso económico y se le tiene prácticamente descuidado. Solamente una media docena de caballos es usada para montar en ocasiones eventuales.

e) carretera secundaria de terracería: 100 m (7 vehículos diarios)

- Altura del dosel: 30 m
- Características del bosque: La distancia entre árboles es aproximadamente de cuatro metros. El sotobosque es herbáceo y permite visibilidad total.
- viento: fuerte

4. Bosque nuboso

El lugar de muestreo (figura 2) estuvo aproximadamente a 2150 msnm. Coordenadas UTM: 02115-16725 (IGM, 1994). El muestreo se realizó sobre el camino de terracería que conduce al Cerro de los Monos, el cual tiene un tránsito de 0.14 vehículos diarios, el cual se dirige hacia el cerro de los monos.

- Fuente de agua más cercana: río Agua Fría
- Distancia a la fuente de agua más cercana permanente: 1700 m; arroyuelo de 30 cms de ancho a 1700 metros de

distancia

- Descripción: Camino de terracería muy poco transitado, plano, localizado cerca de la cima del cerro.
- Perturbaciones cercanas:
 - a) poblado más cercano: San Lorenzo Mármol, 3500 m.
 - b) ganado: los pobladores de San Lorenzo permiten que su ganado se mantenga libre dentro del bosque. Existen pocas perturbaciones ya que esta área se encuentra incluida totalmente dentro de la zona núcleo de la reserva.
- Altura del dosel: 30 m
- Características del bosque: El bosque y el sotobosque son muy densos y no permiten visibilidad a más de 10 metros. La distancia entre árboles es aproximadamente de 1.5 m. Existen alrededor de 5 meses de invierno, ya que incluso en verano suelen caer fuertes lluvias.
- viento: generalmente poco

B. ESTACIONES CLIMÁTICAS MUESTREADAS

Los meses de muestreo se eligieron para incluir los picos de bajas y altas de temperatura y humedad (INSIVUMEH, 1980-1996).

1. Estación seca-cálida

Los meses elegidos para representar esta estación incluyeron los picos más altos de temperatura y los más bajos de precipitación pluvial (INSIVUMEH, 1980-1996).

Para la época seca-cálida se colocaron, durante el mes

de marzo, cinco redes de niebla, tres días en cada asociación vegetal, asociación tras asociación, para completar un total de 12 días de muestreo. El mes de abril se colocaron cuatro o cinco redes de niebla, cuatro días en cada asociación vegetal, asociación tras asociación, para completar un total de 16 días de muestreo.

Esto hizo un total de siete noches de muestreo en esta estación, lo que significa 32 redes abiertas durante seis horas (2304 metros lineales de red por asociación).

2. Estación lluviosa

Los picos más altos de precipitación pluvial se situaron en los meses de agosto y septiembre.

Durante el invierno, las fuertes lluvias y vientos pueden impedir que las redes puedan mantenerse abiertas. Existe un lapso a mediados del invierno, llamado canícula, en el que la precipitación pluvial disminuye durante algunos días. La canícula comprendió del 5 al 20 de agosto. Aprovechando este lapso de baja precipitación pluvial, se colocaron ocho redes de niebla en cada asociación durante cuatro días seguidos para hacer un total de 16 días de muestreo (2304 metros lineales de red por asociación).

Cuando llueve, las redes no pueden ser atendidas, deben cerrarse para evitar que algún animal quede atrapado y muera asfixiado o por paro cardíaco. De la misma manera, cuando el viento es muy fuerte las redes deben cerrarse para evitar que se rompan o caigan al suelo.

3. Estación seca-fría

En el mes de enero se registraron los picos de temperatura más baja para la región. La humedad relativa es más baja que en la época lluviosa, pero mayor que en la cálida (INSIVUMEH, 1980-1996).

La metodología fue la misma llevada a cabo en la estación lluviosa (2304 metros lineales de red por asociación). El muestreo se llevó a cabo durante la primera semana de enero de 1997. Se eligió este tipo de muestreo por su ahorro de tiempo, aunque aumentó el uso de recursos logísticos (vehículos, alimentación, etc), equipo (redes, equipo de medición, etc) y personal.

C. PROCEDIMIENTOS GENERALES

Para las capturas se usaron redes de niebla colocadas a nivel del suelo, por ser el método más factible, barato y a la vez efectivo de capturar murciélagos. Además la técnica requiere poco tiempo de aprendizaje para su uso.

Los murciélagos son susceptibles a cambios en las condiciones climáticas (luz, temperatura, humedad, viento). Por esto, es necesario estandarizar hasta donde sea posible la metodología y tratar de que las noches de captura sean equivalentes y comparables. Para esto las capturas en los sitios de muestreo se llevaron a cabo durante la misma semana de fase lunar (cuarto menguante a luna nueva).

El muestreo comenzó cinco días después de la luna llena, para evitar que su luz intensa pudiera influir en el

muestreo.

Se asumió que, para los diferentes días de una fase lunar dada, la cantidad de luz lunar es similar (Garavito com. pers. Agrometeorólogo del INSIVUMEH, 1995). Sin embargo, la temperatura, viento y humedad relativa son factores impredecibles. El muestreo se desarrolló en un período de 11 meses, a fin de cubrir las tres temporadas climáticas principales.

Se utilizaron redes de 36 x 9 pies (12 x 3 m) de las 18:00 a las 24:00 horas. El esfuerzo de muestreo fue medido en metros lineales de red de niebla por tiempo (en horas) en que la red estuvo abierta cada noche. Este fue de 2304 metros lineales de red de niebla utilizados en cada asociación en cada estación climática. Se trató de que el mismo esfuerzo total fuera realizado en cada sitio de muestreo y en cada temporada. Sin embargo, las condiciones climáticas pueden causar retrasos, ya que a veces no permiten llevar a cabo el muestreo de acuerdo a lo planeado.

Se realizó un muestreo preliminar, para afinar los detalles de la metodología. Se hizo un muestreo un día en cada sitio escogido como posible lugar de muestreo.

Para este estudio se decidió no coleccionar muestras en las cercanías de las fuentes de agua (para este estudio las fuentes de agua se definieron como ríos y quebradas con un ancho mayor de un metro), debido a que en el bosque muy seco la cantidad de capturas en la estación cálida es

demasiado alta, como lo demostró el muestreo preliminar. Esto se debió a la alta cantidad de fruta disponible en esta época. Para permitir que los sitios de muestreo fueran equivalentes en todos los tipos de bosque, se evitó tomar muestras en las cercanías de las fuentes de agua.

Los individuos capturados se identificaron en la mano y fueron retenidos un par de horas en bolsas de manta para coleccionar excrementos, antes de ser liberados. A cada espécimen se le midió el peso, largo de brazo, longitud total (de la nariz a la base de la cola) y el largo de cola (cuando se presentó el caso). El sexo, condición reproductiva, hora de captura y cualquiera otras observaciones pertinentes se anotaron también. Algunos individuos de cada especie (un máximo de dos de cada sexo por especie) se coleccionaron para las colecciones de referencia de los museos de la Universidad de San Carlos y de la Universidad del Valle de Guatemala. Los cráneos de los murciélagos coleccionados se conservaron en formalina (10%). El material fecal, contenidos estomacales y ectoparásitos se conservaron en propanol (80%).

Las bolsas de manta y otros implementos en contacto con los murciélagos no se reusaron hasta estar completamente limpios. No se encontraron registros en la literatura consultada de enfermedades transmitidas del hombre hacia los murciélagos por la utilización de la metodología usada. La única enfermedad en que el hombre podría ser un vector es la histoplasmosis (Kunz, 1990).

Las personas involucradas en el estudio utilizaron guantes de cuero para liberar a los murciélagos de las redes. Algunas de las personas fueron inoculadas con vacuna de células diploides humanas contra la rabia, para evitar el desarrollo del virus.

Con los especímenes colectados durante el muestreo de la estación Seca-Cálida se elaboró una clave de identificación que ayudó a identificar los murciélagos capturados en el resto del trabajo de campo. Esto evitó el sacrificio innecesario de animales.

Durante cada época climática se recogieron muestras de las plantas que se encontraron con flores y frutos. Esto sirvió para determinar si algunas especies pudieron ser importantes para explicar la presencia de algunos murciélagos en determinados lugares o temporadas.

Sergio Pérez, curador del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, colaboró con la identificación, preparación y ensamblaje de las pieles de los murciélagos capturados.

D. ÍNDICE DE SIMILITUD DE CZECHANOWSKI

A manera de representación gráfica y como índice de similitud se usó el método de medias pareadas de promedios aritméticos (UPGMA, por sus siglas en inglés) (López, 1992) definiendo las unidades taxonómicas operacionales (OTU, en inglés) por el lugar de muestreo y el tipo de vegetación. De esta manera habrá tantas unidades taxonómicas como combinaciones entre asociaciones vegetales y estaciones

climáticas. Por ejemplo, algunas unidades taxonómicas son (estación climática-asociación vegetal): LLuviosa-Bosque muy Seco, Cálida-Pino, Fría-Pino, etc.

Esto tenía el objeto de visualizar mejor la relación existente entre la composición de quirópteros capturados en cada estación y lugar.

Para obtener el índice de similitud de Czechanowski, se tabulan los datos agrupándolos por especie en las unidades taxonómicas que se definan para el estudio. Esto es el equivalente a los cuadros 3.4, 3.5 y 3.6.

Por lo trabajoso del método, es necesario el uso de un ejemplo para aclarar los pasos a seguir para obtener el índice entre dos unidades taxonómicas. Una parte de la tabla 3.5 es:

especie	asociación vegetal		total de individuos capturados durante todo el muestreo
	pino- encino	bosque de pino	
<i>Anoura geoffroyi</i>	11	13	52
<i>Artibeus jamaicensis</i>	1	2	49
etc...	etc...		etc...

Siendo que esta es la tabla de la estación lluviosa, las unidades taxonómicas operacionales serían LLuviosa-(Pino-Encino) y LLuviosa-Pino. Para abreviar a estas unidades se les llamó LL-PE y LL-PI.

Para evitar la influencia o el ruido causado por datos extremos se ponderaron los datos dividiéndolos dentro del total de individuos capturados para esta especie durante todo el muestreo. Por ejemplo dividiendo el 11 que

corresponde a los *Anoura geoffroyi* capturados en pino-encino dentro del 52 que es el total de esta especie capturado en todo el muestreo. Lo que dá como resultado 0.212.

De esto resulta el cuadro:

especie	asociación vegetal	
	pino- encino	bosque de pino
<i>Anoura geoffroyi</i>	0.212	0.250
<i>Artibeus jamaicensis</i>	0.020	0.040
etc...	etc...	
Sumatoria	1.331	1.937

Se comparan los datos de las unidades taxonómicas, por especie y se toma el menor para introducirlo en la fórmula:

$$\text{índice de similitud (IS)} = \sum_{i,j=1}^n (2 * (X_{\text{menor } i-j} / (\sum_{i=1}^n X_i + \sum_{i=1}^n X_j)))$$

donde X_i en este caso serían los datos ponderados para pino-encino, X_j los datos ponderados para bosque de pino y $X_{\text{menor } i-j}$ el dato menor entre ambos.

Para este ejemplo:

$$IS = \sum ((2 * (0.212 / (1.331 + 1.937))) + (2 * (0.020 / (1.331 + 1.937))) \dots (2 * (X_n / (3.268))))$$

$$IS = 0.514$$

Este índice de similitud de 0.514 significa que, durante la estación lluviosa, las comunidades de murciélagos de pino y pino-encino son similares, en una escala de 0 a 1, un 0.514, tanto en cantidad de individuos como de especies. Prácticamente, la mitad de las especies y la mitad de las cantidades de capturas de murciélagos son

iguales.

Este mismo procedimiento se efectúa entre todas las combinaciones de unidades taxonómicas operacionales que se tengan. De esto se obtiene una matriz de índices de similitud, los cuales se grafican en forma de dendrograma en orden descendente. Para graficar el fenograma se unen las unidades taxonómicas en el punto donde el índice de similitud lo indica. En este caso las ramas que corresponden a las unidades taxonómicas LL-PI y LL-PE se unen a la altura del 0.514 (figura 3.2).



III. RESULTADOS

A. DATOS CLIMÁTICOS GENERALES

Sería conveniente presentar un cuadro que presentara un panorama de las condiciones climáticas en los lugares y días de muestreo, desafortunadamente el sistema meteorológico nacional no cubre todos los lugares, ni tiene datos de todos los días en que se muestreo. El INSIVUMEH y el INDE incluso afirmaron que los datos obtenidos podrían ser poco confiables. Debido a esto, preferí describir los datos que se pudieron recopilar, ya que no son exactamente los mismos para cada lugar.

1. Estación seca-cálida

Para abreviar se le llamará estación cálida, a este período y no estación seca-cálida. El clima en Guatemala, es muy variable. Marzo de 1996 tuvo en general una humedad relativa promedio más alta que abril y una temperatura promedio menor (INSIVUMEH, 1996-1997). Marzo fue seco y cálido en los cuatro sitios de muestreo, especialmente en el Bosque Muy Seco. Se tomó la temperatura en el lugar de muestreo a las 18:00 horas.

El rango de temperaturas durante el muestreo en el bosque seco fue de 25.3 a 33.3 grados centígrados. La humedad relativa promedio fue de 57 %. El único día de lluvia sobre el bosque muy seco durante el muestreo fue el

22 de abril con una precipitación pluvial de 22 mm a las 21:00 (INSIVUMEH, 1996-1997). En los alrededores del bosque muy seco, se observaron varios cultivos frutales en plena maduración, en especial mango, seguido por zapote, chicozapote, mamey, marañón y papaya.

En el bosque de pino y de pino-encino, hubo lluvias esporádicas, la humedad nocturna fue alta y el viento fuerte. Las lluvias no impidieron el muestreo, ya que generalmente fueron diurnas. El rango de temperatura en el bosque de pino encino fue de 8.3 a 12.3 y en el de pino de 5 a 9 grados centígrados.

Hubo lluvias nocturnas fuertes casi a diario en el bosque nuboso. El rango de temperatura fue de 1 a 7 grados centígrados.

2. Estación lluviosa

El mes de agosto fue lluvioso. La canícula de agosto fue seca en general. El ambiente nocturno se presentó muy húmedo y con temperaturas bajas. Existieron brisas y lloviznas nocturnas con frecuencia. Los únicos días con lluvia en el bosque muy seco fueron el 8 y 9 de agosto con una precipitación pluvial de 10.0 mm a las 21:00 y de 39.5 mm a las 23:00 horas, respectivamente (INSIVUMEH, 1996-1997). En el valle, durante esta época, la cantidad de fruta es muy poca, debido a que la alta humedad hace que ésta se pudra con rapidez, incluso en los árboles. El rango de temperatura del muestreo fue de 24 a 32 grados centígrados.

No hubo lluvias en el bosque de pino-encino, pero el ambiente nocturno fue extremadamente húmedo. El rango de temperatura de los días de muestreo varió entre los 12 y 14 grados centígrados.

En el bosque de pino hubo una noche de lluvia, pero esto no impidió el muestreo. El promedio de precipitación pluvial fue de 3 mm. El rango de temperatura fue entre 14 y 16 grados centígrados.

La precipitación pluvial fue continua durante las noches en el bosque nuboso e impidió la captura de murciélagos.

3. Estación seca-fría

A esta estación se le llamará estación fría para abreviar. El mes de enero se caracteriza por sus bajas temperaturas predominantes durante la madrugada y la noche, acompañadas de altas temperaturas diurnas.

En general hubo vientos muy fuertes en todos los sitios de muestreo, en especial en el bosque de pino. Las temperaturas promedio fueron en el bosque muy seco 24 grados centígrados; en el bosque de pino-encino 14 grados centígrados; en el bosque de pino 14 grados centígrados.

Las tormentas nocturnas fueron continuas en el bosque nuboso y no permitieron la captura de murciélagos.

B. CLAVE DICOTOMICA DE IDENTIFICACIÓN

Utilizando los especímenes capturados en el muestreo preliminar se elaboró la siguiente clave dicotómica para

facilitar la identificación de los individuos capturados en el campo y así evitar el sacrificio innecesario de animales.

Clave de identificación, para sacrificio mínimo de murciélagos, para la Sierra de las Minas, región de San Lorenzo, Zacapa

1. Con membrana interfemoral bien desarrollada y completa
(ver figuras 3.1a,3.1h,3.1l,3.1m,3.1n)

.....2

1'. Sin membrana interfemoral o con membrana interfemoral
incompleta (figuras 3.1b,3.1d,3.1f,3.1i,3.1j)

.....7

2 (1). Con hoja nasal (figura 3.1k)

.....3

2'. Sin hoja nasal

.....4

3 (2). Con trompa alargada (figuras 3.1g,3.1h)

.....*Glossophaga*

Glossophaga soricina es la única especie del género que se capturó en el muestreo, es posible que ocurra *G. commisarisi* u otra especie (McCarthy *et al.*, 1993). Debe hacerse una revisión dental de los incisivos superiores para distinguirlos. Las coronas de los incisivos superiores internos se prolongan sobre los externos en *G. soricina* y en otras especies ninguna de las coronas sobresale. Hall (1976) documenta un intervalo de largo de cabeza y cuerpo (CC) entre 49 y 64 mm para *G. soricina* y de 43 a 60 mm para *G. commisarisi*. También documenta un largo de antebrazo (AB) entre 32.3 y 38.9 mm para *G. soricina* y de 33.0 a 35.7 mm para *G. commisarisi*. Alvarez *et. al.* (1991) documentan para la especie un promedio de 62 mm de largo de cabeza y cuerpo con un rango entre 50 y 70 mm para machos y un promedio de largo de cabeza y cuerpo de 62.6 mm con un rango entre 54 y 73 mm para hembras.

3'. Sin trompa alargada (figura 3.1l)

.....*Carollia*

Carollia brevicauda fue la única especie que se capturó en el muestreo. Existen tres especies documentadas

para Guatemala (McCarthy *et al.*, 1993).

Cuadro 3.1. Medidas promedio en milímetros de varias especies de *Carollia* (Eissenberg, 1989).

	machos				hembras			
	n	Cabeza-cuerpo	Antebrazo	Cola	n	Cabeza-cuerpo	Antebrazo	Cola
<i>C. brevicauda</i>	66	58.75	38.48	6.69	83	58.54	38.63	6.65
<i>C. perspicillata</i>	547	58.21	40.91	10.04	655	58.43	41.14	9.85

La cola es mucho más corta en *C. brevicauda* que en otras especies de *Carollia*, lo que es una característica importante para distinguirla (Cuadro 3.1). En *C. perspicillata* los caninos inferiores obscurecen a los incisivos inferiores exteriores, lo que es una característica distintiva respecto de las demás. *C. subrufa* es conspicua por su antebrazo relativamente desnudo.

4 (2'). Cola libre sobresaliendo del uropatagio (figura 3.1a)

...Familia: Molosidae

El único molosido capturado en el muestreo fue *Eumops underwoodi*. Una vía fácil de identificación es la clave de identificación de géneros de molosidos de la página 281 en Eissenberg (1989).

4'. Cola no sobresaliente del patagio (figuras 3.1m, 3.1n)
.....5

5 (4'). Cabeza y cuerpo 87-138 mm (figura 3.1m)

.....*Eptesicus fuscus*

Eptesicus fuscus es uno de los vespertilionidos de mayor tamaño, y por lo tanto es muy conspicuo. Hall (1976) documenta un largo de cabeza y cuerpo entre 87 y 138 mm, un antebrazo entre 39.0 y 53.6 mm y un largo de cola entre 34 y 56 mm. El color del pelaje es rojo canela. Existen registros de tres especies de *Eptesicus* (Cuadro 3.2): *E. furinalis*, CC(96-105 mm), AB(37.4-43.5 mm), pelaje color café oscuro; *E. andinus* CC(99-120 mm), AB(43-48 mm), pelaje negro (Hall, 1976).

Cuadro 3.2. Medidas promedio en milímetros de diferentes especies de *Eptesicus* según Eissenberg (1989).

	machos				hembras			
	n	Cabeza-cuerpo	Antebrazo	Cola	n	Cabeza-cuerpo	Antebrazo	Cola
<i>E. fuscus</i>	2	69.50	56.63	48.00	1	84.00	50.30	48.00
<i>E. furinalis</i>	8	52.00	38.35	40.50	6	54.00	38.08	38.33
<i>E. andinus</i>	3	54.67	41.63	39.33	10	57.40	43.74	42.90

5'. Cabeza y cuerpo 60 mm o menos6

6 (5'). Patas tan largas como el cuerpo, color grisáceo, ojos poco conspicuos, la cola es más larga que la cabeza y el cuerpo (figura 3.1n)

...*Natalus stramineus*

La complexión raquílica del cuerpo de *Natalus stramineus* es muy notoria. Hall (1976) documenta CC(93-110 mm) y A(35.0-45.5 mm). El peso promedio es alrededor de 3 gramos.

6'. Patas más cortas que el cuerpo, la cola es más corta que la cabeza y el cuerpo (figura 3.1m)

.....*Myotis*

La taxonomía del género *Myotis* es muy compleja. Todas las especies son muy similares y se requiere mucha experiencia para distinguirlas. Se recomienda una revisión bibliográfica y de especímenes en colecciones antes de intentar identificarlos en el campo. El documento de LaVal (1973) es un buen documento para iniciar el estudio del género.

7 (1'). Sin hoja nasal8

7'. Hoja nasal presente (figura 3.1k)9

8 (7). Máscara facial compleja (figuras 3.1b, 3.1c)*Centurio senex*

Los pliegues faciales de *C. senex* son fácilmente distinguibles, son notables también las estrías en sus alas y la falta de cola. El género es monoespecífico. Hall (1976) documenta CC(41.0-46.0 mm), Eissenberg (1989) documenta cinco hembras con un promedio de largo de antebrazo de 55.40 y un largo de cabeza y cuerpo de 55.40

mm. Snow, *et al.* (1980) documenta un promedio de largo de antebrazo de 42.9 mm (42.1 a 43.8 mm).

8'. Sin máscara facial, nariz en forma de herradura (figura 3.1i)

....*Desmodus rotundus*

Hall (1976) documenta una hembra y un macho con medidas CC(80,86 mm), AB(63.0,59.5 mm). Existen otras dos especies de vampiros verdaderos, pero esta es la más común. Son parecidos pero tienen diferencias clave: *Diphylla ecaudata* CC(84-87 mm), AB(54-55 mm), tiene las piernas muy peludas; *Diaemus youngii* CC(91-98 mm), AB(55-56 mm), (Hall, 1976,) tiene las puntas de las alas claramente blancas. No hay registros de *Diaemus* para Guatemala.

9 (7') Cara muy alargada (figura 3.1f, 3.1g)

....*Anoura geoffroyi*

Es un murciélago común. El género es fácil de distinguir entre otros glossophaginae por su falta de incisivos inferiores, en caso de tener un espécimen para examinar cuidadosamente es el único glossophaginae que tiene premolares 3/3. *A. geoffroyi* es la única especie en norte y Centroamérica que carece de cola. Hall (1976) documenta CC(60 mm), AB(40-47 mm). Otras especies de *Anoura* poseen colas rudimentarias.

9'. Hocico poco alargado

.....10

10 (9'). Sin marcas faciales, con manchas rojas o amarillas en los hombros (figura 3.1e, 3.1d)

.....*Sturnira*

Ninguna especie del género tiene cola, ni membrana interfemoral, ni siquiera rudimentarias. Algunos especímenes, en especial los machos, tienen manchas desde amarillo pálido hasta rojo sangre en la parte frontal de los hombros. Se encontraron dos especies en la región de San Lorenzo. Hall (1976) documenta para *S. ludovici* CC(65-75 mm), AB(40-47 mm) y para *S. liliium* CC(62-65 mm), A(41-47 mm).

Las especies pueden ser fácilmente distinguidas observando las cúspides de los incisivos. Esto se puede lograr fácilmente en el campo con una lupa o estereoscopio de 20 a 30x. Los murciélagos después de un rato de estar en la bolsa de manta se tranquilizan. Entonces se envuelven en un trozo de manta y se les cubren los ojos suavemente con un dedo, a lo que estos responden frunciendo el ceño.

- 10'. Con manchas faciales, sin manchas de color en el cuerpo, posibles marcas blancas dorsales (figura 3.1k)
11

- 11 (10'). Con líneas dorsales en el cuerpo (figura 3.1j)
 ..Familia: Stenoderminae

Esta familia comprende varios murciélagos muy parecidos. Todos tienen manchas faciales más o menos marcadas y la mayoría también posee líneas en medio de la espalda. Prácticamente no se puede distinguir entre ellos a simple vista, únicamente mediante examen dental minucioso. Para determinar el género de un stenodermino, una buena clave es la que se encuentra en Eissenberg (1989), en la página 151. En este estudio se encontraron tres especies: *Platyrrhinus helleri*, *Uroderma bilobatum* y *Vampyroides caraccioli*.

- 11'. Sin líneas dorsales
12

- 12 (11'). Largo de antebrazo mayor a 48 mm (figura 3.1k)
*Artibeus*

El género *Artibeus* (cuadro 3.3) puede distinguirse fácilmente por sus prominentes incisivos inferiores interiores, los cuales son bífidos y notablemente más grandes que los exteriores. Los individuos del género *Dermanura* son muy parecidos, excepto que su tamaño es menor. Como una convención general basada en los promedios y desviaciones estándar de Hall (1976) se tomaron como *Dermanura* todos los individuos con un largo de antebrazo menor a 48 mm. Se capturaron dos especies durante el muestreo *A. lituratus*, para el que Hall (1976) documenta CC(75 mm), AB(52-67 mm) y *A. jamaicensis* para el que documenta CC(87-100 mm), AB(63-76 mm).

Cuadro 3.3. Medidas promedio en milímetros de diferentes especies de *Artibeus*, según Eissenberg (1989).

	machos			hembras		
	n	Cabeza-cuerpo	Antebrazo	n	Cabeza-cuerpo	Antebrazo
<i>A. lituratus</i>	161	89.43	68.82	188	91.14	69.59
<i>A. jamaicensis</i>	294	80.11	59.57	344	81.83	60.45

- 12'. Largo de antebrazo menor a 48 mm
*Dermanura*

Básicamente, el género *Dermanura* cumple con las mismas características que *Artibeus*, excepto que son más pequeños. Hall (1976) documenta que el largo de cráneo de *Dermanura* es menor a los 24 mm. Las dos especies de *Dermanura* son muy parecidas, excepto que difieren en el tamaño, por lo menos en las especies que se encontraron en el muestreo. Hall (1976) documenta para *Dermanura azteca* CC(61-71 mm), AB(40-48 mm) y para *Dermanura tolteca* CC(51-63 mm), AB(37-43 mm). David & Knox (1982) documentan que *De. azteca* tiene un largo de cráneo mayor a 21.0 mm, la fila de dientes maxilares mayor a 7 mm, antebrazo mayor de 21.0 mm y un peso mayor a 18 g, mientras que en *De. tolteca* todas las características deben ser menores a estos valores.

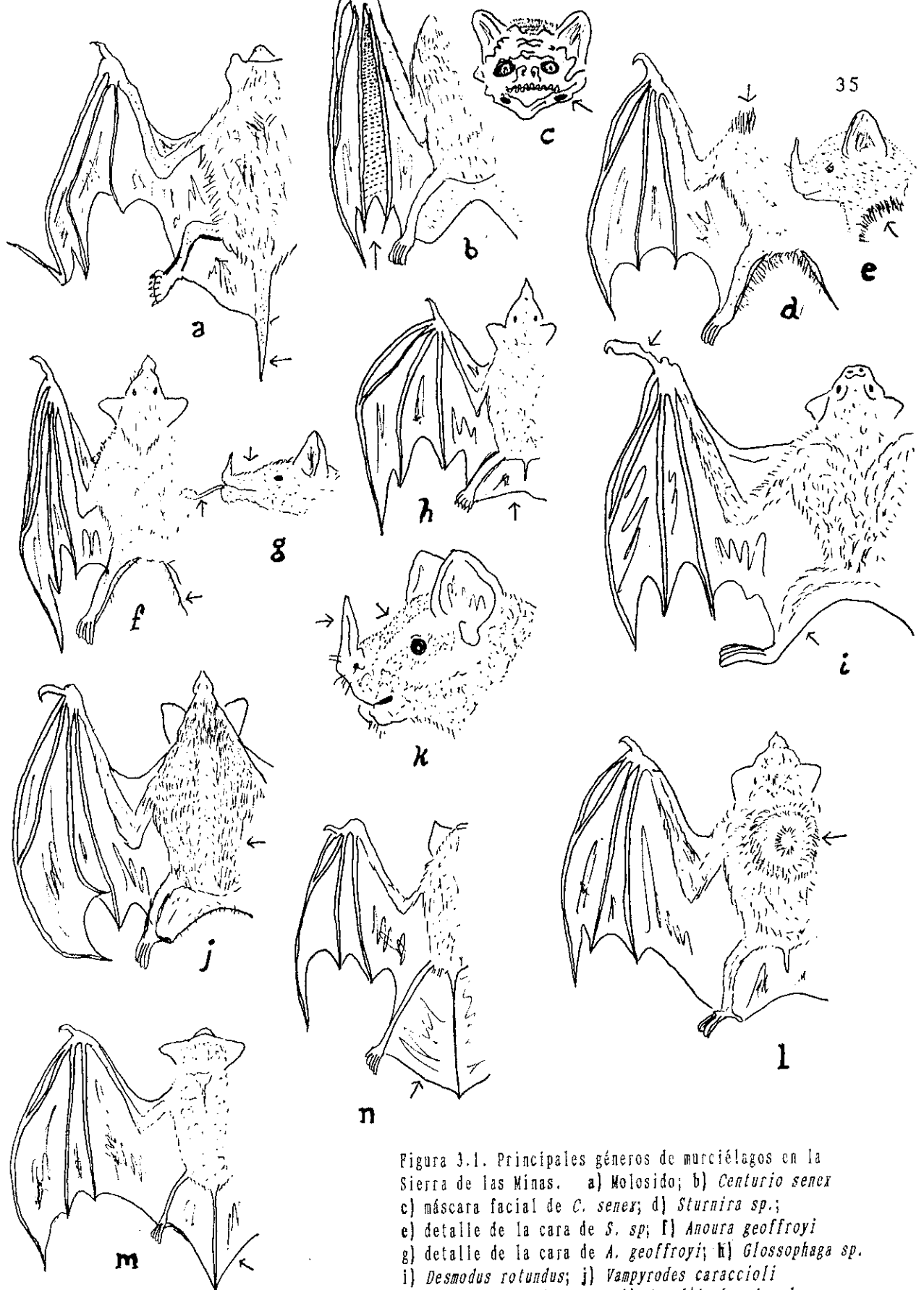


Figura 3.1. Principales géneros de murciélagos en la Sierra de las Minas. a) Molsido; b) *Centurio sener*; c) máscara facial de *C. sener*; d) *Sturnira* sp.; e) detalle de la cara de *S. sp.*; f) *Anoura geoffroyi*; g) detalle de la cara de *A. geoffroyi*; h) *Glossofaga* sp.; i) *Desmodus rotundus*; j) *Vampyroides caraccioli*; k) Rostro de *Artibeus* sp.; l) *Carollia brevicauda*; m) *Myotis* sp. o *Eptesicus* sp.; n) *Natalus stramineus*.

C. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LOS QUIRÓPTEROS EN LA REGIÓN

Para cumplir con el objetivo de analizar la distribución de las especies de quirópteros de la región es necesario hacerlo en función de los factores asociación vegetal y estación climática.

Cuadro 3.4. Capturas realizadas, por especie, en las diferentes asociaciones para la estación climática SECA-CÁLIDA (14-25 de marzo y 12-27 de abril de 1996).

Especie	Asociación vegetal				TOTAL
	Bosque muy seco	Pino- Encino	Bosque de pino	Bosque Nuboso	
	300 msnm	1400 msnm	1800 msnm	2150 msnm	
<i>Anoura geoffroyi</i>	1	3	5	3	12
<i>Artibeus jamaicensis</i>	15	2	1	0	18
<i>Artibeus lituratus</i>	48	8	1	0	57
<i>Carollia brevicauda</i>	7	8	0	0	15
<i>Centurio senex</i>	0	2	1	0	3
<i>Dermanura azteca</i>	1	1	2	0	4
<i>Dermanura tulteca</i>	1	3	3	0	7
<i>Desmodus rotundus</i>	7	5	10	0	22
<i>Eptesicus fuscus</i>	0	0	1	0	1
<i>Glossophaga soricina</i>	16	51	12	0	79
<i>Eumops auripendulus</i>	0	0	2	0	2
<i>Myotis nigricans</i>	0	0	2	1	3
<i>Myotis auriculus</i>	0	0	2	0	2
<i>Natalus stramineus</i>	0	0	1	0	1
<i>Sturnira lilium</i>	15	4	5	4	28
<i>Sturnira ludovici</i>	39	10	28	11	88
<i>Vampyroides caraccioli</i>	0	2	0	0	2
TOTAL DE CAPTURAS	150	99	76	19	344
CANTIDAD DE ESPECIES	10	12	15	4	17

La alta precipitación pluvial no permitió que se capturaran murciélagos en las estaciones fría y lluviosa. Aun en la estación cálida las capturas fueron pocas.

En la estación cálida hubo más capturas en el Bosque muy Seco (Cuadro 3.4) que en las otras estaciones. En las

otras estaciones climáticas la mayoría de capturas fueron en el bosque de pino-encino (Cuadros 3.5 y 3.6).

Cuadro 3.5. Capturas realizadas, por especie, en las asociaciones muestreadas para la época climática LLUVIOSA (7-18 de agosto de 1996).

Especie	Asociación vegetal				TOTAL
	Bosque muy seco	Pino-Encino	Bosque de pino	Bosque Nuboso	
	300 msnm	1400 msnm	1800 msnm	2150 msnm	
<i>Anoura geoffroyi</i>	0	11	13	0	24
<i>Artibeus jamaicensis</i>	24	1	2	0	27
<i>Artibeus lituratus</i>	5	2	1	0	8
<i>Carollia brevicauda</i>	1	0	0	0	1
<i>Centurio senex</i>	0	3	0	0	3
<i>Dermanura azteca</i>	2	4	6	0	12
<i>Dermanura tolteca</i>	0	2	6	0	8
<i>Desmodus rotundus</i>	1	4	5	0	10
<i>Glossophaga soricina</i>	0	46	19	0	65
<i>Natalus stramineus</i>	0	0	1	0	1
<i>Sturnira lilium</i>	0	0	4	0	4
<i>Sturnira ludovici</i>	0	9	15	0	24
<i>Platyrrhinus helleri</i>	1	0	0	0	1
TOTAL DE CAPURAS	34	82	72	0	188
CANTIDAD DE ESPECIES	6	9	10	0	13

La estación fría (Cuadro 3.6) fue la más pobre en cuanto a cantidad de especies y de individuos capturados.

La composición de especies de los bosques de Pino y Pino-Encino es similar. La cantidad de especies de murciélagos fue mayor en el bosque de pino, exceptuando la estación fría (figura 3.2).

La diferencia entre los muestreos de cada estación se debe mayormente a la cantidad de individuos capturados. Las cantidades de especies capturadas en cada lugar no son demasiado variables. La ampliación de la distribución de algunas especies en la estación cálida, puede notarse en la disminución en la cantidad de especies en el bosque seco en

las estaciones lluviosa y fría.

La estación cálida es la que más influencia parece tener sobre la cantidad de especies. Esta estación es marcadamente diferente al resto. Durante la estación cálida hay mayor cantidad de especies compartidas entre todas las asociaciones climáticas. En todo caso, si alguno de los factores (estación climática y asociación vegetal) tiene mayor influencia que otro, este es la estación climática (figura 3.2).

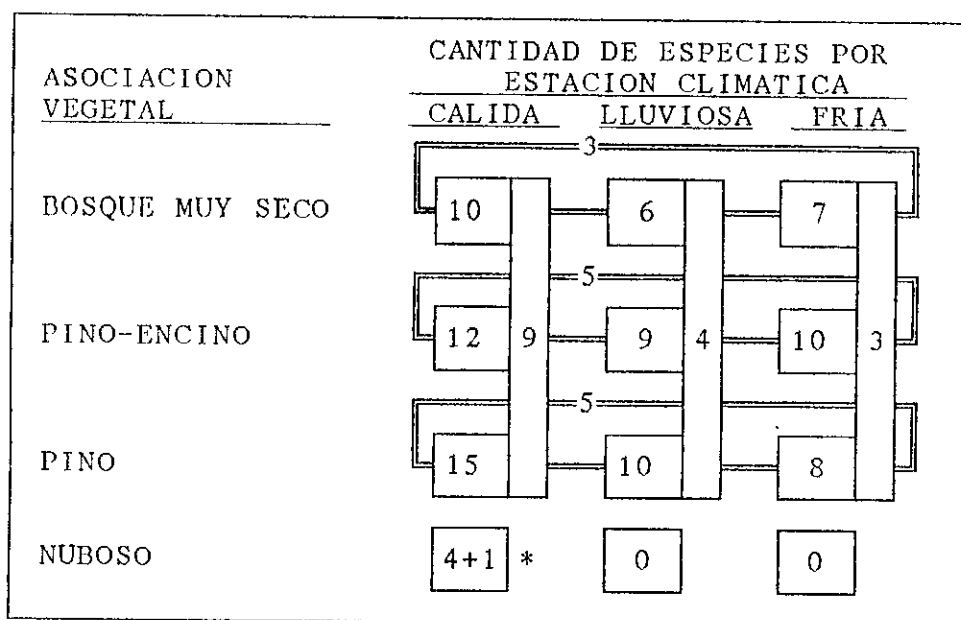


Figura 3.2. Riqueza de especies. Las barras horizontales representan las especies comunes a las tres estaciones climáticas en cada una de las asociaciones vegetales. Las barras verticales representan especies comunes a las asociaciones vegetales en cada estación climática. Se exceptuaron las especies capturadas en el bosque nuboso.

* 4 especies del muestreo y una especie más reportada en Reid & Engstrom (1992)

La relación existente entre la composición de las capturas de murciélagos en cada lugar y estación climática puede apreciarse en la figura 3.3. La distancia horizontal entre las uniones de las ramas que representan las unidades taxonómicas es una unidad relativa de la similitud entre la

composición de las muestras de murciélagos capturados.

Debe recordarse que cada unidad taxonómica está definida por una asociación vegetal y una estación climática. A medida que las uniones de las ramas están más

Cuadro 3.6. Capturas realizadas, por especie, en las asociaciones muestreadas para la estación climática SECA-FRÍA (2-13 de enero de 1997).

Especie	Asociación vegetal				TOTAL
	Bosque	Pino-	Bosque	Bosque	
	muy seco	Encino	de pino	Nuboso	
	300 msnm	1400 msnm	1800 msnm	2150 msnm	
<i>Anoura geoffroyi</i>	0	4	12	0	16
<i>Artibeus jamaicensis</i>	3	1	0	0	4
<i>Artibeus lituratus</i>	0	1	0	0	1
<i>Carollia brevicauda</i>	4	0	0	0	4
<i>Centurio senex</i>	0	1	2	0	3
<i>Dermanura azteca</i>	2	1	2	0	5
<i>Dermanura tolteca</i>	0	1	0	0	1
<i>Desmodus rotundus</i>	1	2	3	0	6
<i>Eumops auripendulus</i>	0	0	1	0	1
<i>Glossophaga soricina</i>	8	29	9	0	46
<i>Myotis nigricans</i>	0	2	4	0	6
<i>Sturnira lilium</i>	2	0	0	0	2
<i>Sturnira ludovici</i>	8	0	4	0	12
<i>Uroderma bilobatum</i>	0	1	0	0	1
TOTAL DE CAPTURAS	28	43	37		108
CANTIDAD DE ESPECIES	7	10	8	0	14

cerca, mayor será la similitud entre la composición de la muestra que representan. Cada unidad taxonómica está definida tanto por la asociación vegetal muestreada como por la estación climática. De aquí que tengan nombres tales como Lluviosa-Bosque muy seco o Cálida-Pino. Este diagrama tiene el objeto de mostrar con claridad de una forma relativa la relación existente entre los factores estación climática y asociación vegetal de manera que pueda visualizarse la influencia que ejercen en el muestreo.

El fenograma muestra que no existe una composición característica total de la comunidad de murciélagos de acuerdo a alguno de los dos factores. Esto se puede ver en que no existen ramas que estén totalmente separadas, sino que todo el conjunto forma en realidad un solo árbol, en que las unidades se van separando una a una. Este tipo de

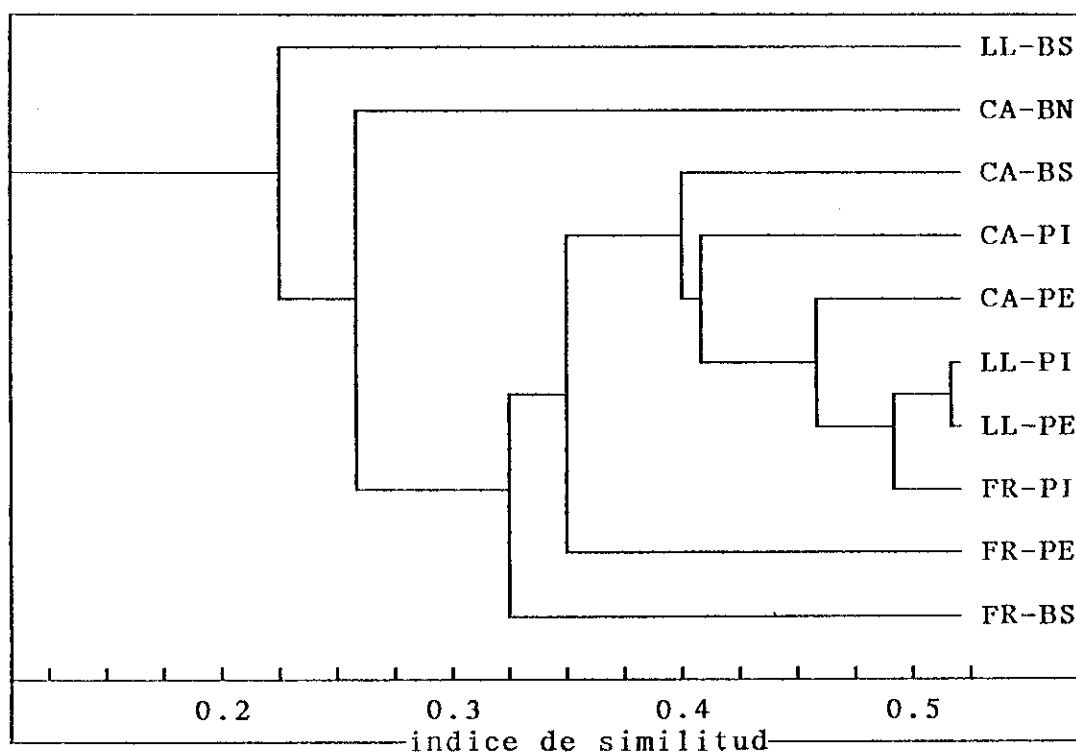


Figura 3.3 Fenograma de unidades taxonómicas. CA=estación cálida, FR=estación fría, LL=estación lluviosa, BS=Bosque muy seco, PE=bosque de pino-encino, PI=bosque de pino y BN=bosque nuboso.

"árbol" indica que todas las asociaciones vegetales comparten en determinado momento algunas de las especies que componen su comunidad. Sin embargo, la relación existente entre las unidades no es muy alta en ningún caso. La mitad se mantiene entre el 0.5 y 0.4 de similitud y el resto por debajo de esto. El límite máximo para el índice es 1.0 y el mínimo 0.0. Todos los índices de similitud son

independientes, de manera que si una de las unidades taxonómicas se retira del análisis, el fenograma no cambia.

En el fenograma puede también notarse que no existe un patrón en la forma en la que las asociaciones vegetales se relacionan. Esto es, por ejemplo, durante la estación fría los bosques de pino-encino y bosque muy seco comparten 0.3 unidades de similitud y ambas están muy alejadas de la comunidad de pino, pero esta relación no se mantiene en las estaciones cálida y lluviosa. Lo mismo ocurre si comparamos una misma asociación vegetal durante las tres estaciones climáticas. El índice de similitud más alto fue de 0.514 y la unidad taxonómica menos similar al resto es Lluviosa-Bosque Seco, seguida de Cálida-Bosque nuboso.

D. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL Y PREFERENCIAS ALIMENTICIAS ESPECIFICAS

Durante la estación cálida se capturó mayor cantidad de murciélagos que en las restantes. Además se capturó la mayor cantidad de especies (17) mientras que en la lluviosa y la fría se capturaron 13 y 14 especies respectivamente. En total se capturaron 19 especies de murciélagos en el estudio y un total de 640 individuos. Las especies documentadas para el área de estudio son 20 incluyendo el reporte de Reid y Engstrom sobre *Myotis keaysi*.

En los transectos vegetales realizados durante los muestreos se identificaron más de sesenta especies de plantas. Además se utilizaron listados de plantas de trabajos inéditos de los estudiantes de biología de la

Universidad del Valle de Guatemala. De éstas, muy pocas especies presentaron evidencia en la literatura de tener alguna relación con murciélagos. La mayoría de las relaciones encontradas se basan en las heces fecales colectadas al momento de la captura.

Durante la estación cálida se encontraron *Artibeus lituratus* y *A. jamaicensis* acarreando frutos de *Eugenia jambos* en el bosque muy seco. Las mismas especies excretaron al ser capturados carnaza de papaya, semillas de *Psidium guava* ("guayaba") y más que todo carnaza de *Mangifera indica*. Algunos individuos de *Glossophaga soricina* excretaron semillas de *Cecropia sp.* y capulín (*Muntingia calabura*) al ser capturados en el bosque de pino-encino. La primera especie se encuentra documentada para la franja de bosque muy seco entre los 300 y 800 msnm, y la otra es una especie pionera en bajas altitudes.

Para la estación lluviosa se encontró una variedad de semillas en las excreciones de *Glossophaga*, pero no se logró identificar las especies vegetales.

1. *Glossophaga soricina* (Pallas)

La cantidad total de capturas fue más alta en Pino-Encino que en los otros lugares. Durante la estación cálida hubo una buena cantidad de capturas en el bosque muy seco, posiblemente debido a los cultivos de mango. Es importante el hecho que incluso algunos de los individuos que se capturaron en el bosque de pino-encino excretaron mango.

Durante la estación lluviosa *G. soricina* desapareció totalmente del bosque muy seco.

En la estación cálida (Cuadro 3.7) 15 de 51 (30 %) por ciento de los individuos excretaron mango al ser capturados en el bosque de pino-encino, dos de los individuos excretaron guarumo al ser capturados. Un par de individuos excretaron capulín. En el bosque muy seco 10 de 16 individuos (63 %) excretaron mango.

En la estación fría, 24 de 46 (52 %) individuos estaban impregnados con polen en el bosque de pino-encino y 5 individuos (10 %) excretó semillas de menos de un milímetro.

Para la estación lluviosa, 12 de 46 individuos (26 %) excretaron semillas de diversos tamaños. La actividad generalmente se inicio a las 19:00 horas, excepto en la estación fría. La duración del día es menor en estación la fría (anochece más temprano) debido al solsticio de invierno, por esto los murciélagos inician su actividad por lo menos media hora más temprano.

Cuadro 3.7. Capturas de *G. soricina* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA (14-25/03/96)	LLUVIOSA (12-27/04/96)	SECA-FRÍA (7-18/08/96) (2-13/01/97)	
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	12 (6.3)	19 (10.0)	9 (4.7)	40
PINO-ENCINO (1400 msnm)	51 (26.8)	46 (24.2)	29 (15.3)	126
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	16 (8.4)	0 (0.0)	8 (4.2)	24
TOTAL	79	65	46	190

El mayor porcentaje de capturas se realizó entre una y dos horas después de la caída del sol. El macho tipo de esta especie para el estudio se encuentra en las colecciones de mamíferos, de la Universidad del Valle de Guatemala, bajo el número 220. La hembra tipo y otro espécimen macho se encuentran en las colecciones de mamíferos, del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo los números LV 49 y 240, respectivamente.

2. *Anoura geoffroyi* Geoffroy

La mayor cantidad de capturas se registró en el bosque de pino a lo largo de todo el estudio, seguido siempre del bosque de pino-encino. En el bosque muy seco se realizó únicamente una captura. Reid & Engstrom (1992) documenta la presencia de esta especie en el bosque nuboso durante la estación fría.

Se capturaron *Anoura* (dos individuos) que excretaron mango en el bosque de pino-encino, incluso en el de pino.

Cuadro 3.8 Capturas de *A. geoffroyi* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA	LLOVIOSA	SECA-FRÍA	
	(14-25/03/96)	(12-27/04/96)	(7-18/08/96) (2-13/01/97)	
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	3 (5.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	3
PINO (1800 msnm)	5 (9.6)	13 (25.0)	12 (23.1)	30
PINO-ENCINO (1400 msnm)	3 (5.8)	11 (21.2)	4 (7.7)	18
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	1 (1.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	1
TOTAL	12	24	16	52

Durante la estación fría la tercera parte de los ejemplares de *Anoura* (Cuadro 3.8) cargaban abundante polen

en su cuerpo en el bosque de pino, así como todos los individuos capturados en el bosque de pino.

La mayoría de las capturas se registraron entre las siete y las nueve de la noche en todo lugar y estación. La actividad siempre se iniciaba a las siete de la noche, aproximadamente.

El macho tipo de esta especie para el estudio se encuentra en las colecciones de mamíferos, de la Universidad del Valle de Guatemala, bajo el número 211. La hembra tipo se encuentra en las colecciones de mamíferos, del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo el número LV 238.

3. *Artibeus jamaicensis* J.A. Allen

La mayor cantidad de capturas se realizó en el bosque muy seco (Cuadro 3.9), exceptuando la estación fría, en donde hubo una baja en la cantidad de capturas. En el resto de lugares y estaciones sólo se realizaron una o dos capturas.

Cuadro 3.9. Capturas de *Artibeus jamaicensis* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA (14-25/03/96)	LLUVIOSA (12-27/04/96)	SECA-FRÍA (7-18/08/96) (2-13/01/97)	
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	1 (2.0)	2 (4.1)	0 (0.0)	3
PINO-ENCINO (1400 msnm)	2 (4.1)	1 (2.0)	1 (2.0)	4
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	15 (30.6)	24 (49.0)	3 (6.1)	42
TOTAL	18	27	4	49

Durante la estación cálida casi todos los Ar.

jamaicensis capturados en el bosque muy seco excretaron mango. Algunos individuos acarreaban frutos de *Eugenia jambos*. Los *Ar. jamaicensis* capturados en bosques de pino y pino-encino excretaron semillas de frutos silvestres.

El macho tipo de esta especie para el estudio se encuentra en las colecciones de mamíferos, de la Universidad del Valle de Guatemala, bajo el número 212.

4. *Artibeus lituratus* J. A. Allen

La estación cálida presentó la mayor cantidad de capturas, en especial en el bosque muy seco (Cuadro 3.10). La mayor cantidad de capturas se realizó entre dos y tres horas y media después de haberse ocultado el sol.

Durante el muestreo de la estación lluviosa el número de capturas descendió. En la estación fría sólo se hizo una captura.

Cuadro 3.10. Capturas de *Artibeus lituratus* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA (14-25/03/96)	LLUVIOSA (12-27/04/96)	SECA-FRÍA (7-18/08/96) (2-13/01/97)	
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	1 (1.5)	1 (1.5)	0 (0.0)	2
PINO-ENCINO (1400 msnm)	8 (12.1)	2 (3.0)	1 (1.5)	11
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	48 (72.7)	5 (7.6)	0 (0.0)	53
TOTAL	57	8	1	66

El individuo tipo (macho) de esta especie para el estudio está depositado en las colecciones de mamíferos en líquido de la Universidad del Valle de Guatemala, bajo el número 219. Otro individuo macho se encuentra en las

colecciones del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala bajo el número LV 75.

5. *Sturnira ludovici* Anthony

La distribución altitudinal de *S. ludovici*, por lo menos durante la estación cálida fue la más amplia (Cuadro 3.11). Reid & Engstrom (1992) documenta la presencia de esta especie en el bosque nuboso durante la estación fría. Las condiciones climáticas severas no permitieron capturas en el bosque nuboso en la estación lluviosa y seca fría. En la estación cálida algunos individuos excretaron mango en el bosque muy seco.

La actividad parece iniciarse en todas las estaciones a partir de la caída del sol y es constante durante las horas de muestreo.

Los ejemplares tipo macho y hembra se encuentran depositados en la colección de mamíferos de la Universidad de San Carlos de Guatemala bajo los números LV 38 y LV 4, respectivamente.

Cuadro 3.11. Capturas de *S. ludovici* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA (14-25/03/96)	LLUVIOSA (12-27/04/96)	SECA-FRÍA (7-18/08/96) (2-13/01/97)	
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	11 (8.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	11
PINO (1800 msnm)	28 (22.6)	15 (12.1)	4 (3.2)	47
PINO-ENCINO (1400 msnm)	10 (8.1)	9 (7.3)	0 (0.0)	19
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	39 (31.5)	0 (0.0)	8 (6.5)	47
TOTAL	88	24	12	124

6. *Sturnira liliium* Goldman

Al igual que *S. ludovici*, la distribución de *S. liliium* es muy amplia durante la estación cálida y parece restringirse mucho durante el invierno y la estación fría (Cuadro 3.12). En el bosque muy seco algunos individuos excretaron mango. De la misma manera la actividad se inicia apenas al caer el sol y se mantiene durante las horas de muestreo.

Cuadro 3.12. Capturas de *S. liliium* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA	LLUVIOSA	SECA-FRÍA	
	(14-25/03/96)	(12-27/04/96)	(7-18/08/96) (2-13/01/97)	
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	4 (11.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	4
PINO (1800 msnm)	5 (14.7)	4 (11.8)	0 (0.0)	9
PINO-ENCINO (1400 msnm)	4 (11.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	4
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	15 (44.1)	0 (0.0)	2 (5.9)	17
TOTAL	28	4	2	34

La hembra tipo se encuentra en la colección de mamíferos del museo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo el número LV 34.

7. *Carollia brevicauda* (Schinz)

Al igual que otros murciélagos, la distribución de *C. brevicauda* fue mayor en la estación cálida, pero estuvo restringida a las tierras bajas y solamente se amplió durante la estación cálida (Cuadro 3.13). Las cantidades de capturas son muy bajas.

El individuo tipo (hembra) de esta especie para el estudio está depositado en las colecciones de mamíferos en

líquido de la Universidad del Valle de Guatemala, bajo el número 218.

Cuadro 3.13. Capturas de *C. brevicauda* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA	LLUVIOSA	SECA-FRÍA	
	(14-25/03/96)	(7-18/08/96)	(2-13/01/97)	
	(12-27/04/96)			
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO-ENCINO (1400 msnm)	8 (40.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	8
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	7 (35.0)	1 (5.0)	4 (20.0)	12
TOTAL	15	1	4	20

8. *Desmodus rotundus* Wagner

El vampiro está asociado directamente con la presencia de ganado. Todas las capturas se realizaron por lo menos dos horas después de la puesta del sol. Se capturaron *D. rotundus* en todos los sitios de muestreo, excepto el bosque nuboso en todas las estaciones climáticas (Cuadro 3.14).

El macho y hembras tipo de esta especie para el estudio se encuentra en las colecciones de mamíferos, del museo de historia natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo los números LV 23 y 71 respectivamente.

Cuadro 3.14. Capturas de *D. rotundus* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA	LLUVIOSA	SECA-FRÍA	
	(14-25/03/96)	(7-18/08/96)	(2-13/01/97)	
	(12-27/04/96)			
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	10 (26.3)	5 (13.2)	3 (7.9)	18
PINO-ENCINO (1400 msnm)	5 (13.2)	4 (10.5)	2 (5.3)	11
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	7 (18.4)	1 (2.6)	1 (2.6)	9
TOTAL	22	10	6	38

9. *Dermanura azteca* Andersen

Los *De. azteca* parecen estar ampliamente distribuidos, pero las capturas son muy bajas. Las capturas son ligeramente mayores en el bosque de pino (Cuadro 3.15).

Cuadro 3.15. Capturas de *De. azteca* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA	LLUVIOSA	SECA-FRÍA	
	(14-25/03/96)	(7-18/08/96)	(2-13/01/97)	
	(12-27/04/96)	(7-18/08/96)	(2-13/01/97)	
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	2 (9.5)	6 (28.6)	2 (9.5)	10
PINO-ENCINO (1400 msnm)	1 (4.8)	4 (19.0)	1 (4.8)	6
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	1 (4.8)	2 (9.5)	2 (9.5)	5
TOTAL	4	12	5	21

10. *Dermanura tolteca* (Saussure)

Al igual que *De. azteca*, esta especie fue capturada más en los bosques de pino y pino-encino. Las capturas son muy bajas en el bosque muy seco (Cuadro 3.16). Reid & Engstrom (1992) documenta la presencia de esta especie en el bosque nuboso durante la estación fría.

Cuadro 3.16. Capturas de *De. tolteca* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA	LLUVIOSA	SECA-FRÍA	
	(14-25/03/96)	(7-18/08/96)	(2-13/01/97)	
	(12-27/04/96)	(7-18/08/96)	(2-13/01/97)	
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	3 (18.8)	6 (37.6)	9 (57.7)	18
PINO-ENCINO (1400 msnm)	3 (18.8)	2 (12.6)	1 (6.3)	6
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	1 (6.3)	0 (0.0)	2 (12.6)	3
TOTAL	7	8	12	27

11. *Centurio senex* Gray

El *Centurio senex* es una especie físicamente muy

singular. No se capturaron *Ce. senex* en el bosque muy seco (Cuadro 3.17).

Cuadro 3.17. Capturas de *Ce. senex* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA	LLUVIOSA	SECA-FRÍA	
	(14-25/03/96)	(7-18/08/96)	(2-13/01/97)	
	(12-27/04/96)			
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	1 (11.1)	0 (0.0)	2 (22.2)	3
PINO-ENCINO (1400 msnm)	2 (22.2)	3 (33.3)	1 (11.1)	6
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
TOTAL	3	3	3	9

12. *Myotis nigricans* (Schinz)

La cantidad de capturas de *M. nigricans* fue baja en todo el muestreo. Sin embargo, al parecer las cantidades de *Myotis* son mucho más altas de lo que se muestran. Durante los muestreos hubo apreciables cantidades de vespertilionidos sobrevolando el sitio de muestreo. Todas las capturas de *M. nigricans* se realizaron en las partes altas de la montaña (Cuadro 3.18).

Cuadro 3.18. Capturas de *Myotis nigricans* realizadas durante el muestreo.

ASOCIACIÓN VEGETAL	CAPTURAS POR ESTACIÓN (% DEL TOTAL)			TOTAL
	SECA-CALIDA	LLUVIOSA	SECA-FRÍA	
	(14-25/03/96)	(7-18/08/96)	(2-13/01/97)	
	(12-27/04/96)			
BOSQUE NUBOSO (2150 msnm)	1 (11.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
PINO (1800 msnm)	2 (22.2)	0 (0.0)	4 (44.4)	6
PINO-ENCINO (1400 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (22.2)	2
BOSQUE MUY SECO (300 msnm)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0
TOTAL	3	0	6	8

Todos los *M. nigricans* fueron capturados momentos antes de la caída del sol, aun durante el día.

Aparentemente esta es la hora de mayor actividad.

13. Murciélagos insectívoros

Existen algunas especies que se capturaron sólo una ó dos veces durante el muestreo y únicamente en el bosque de pino. Casos tales son *Eptesicus fuscus* (Palisot de Beauvois) (estación Cálida), *Eumops underwoodi* Shaw, *Natalus stramineus* Dalquest & Hall (Cálida y Lluviosa), *Myotis auriculus* Baker & Stains (Cálida). Los ejemplares se encuentran en la colección del Museo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo los números LV 137, 188, 118 y 179, respectivamente.

Todas estas especies de murciélagos son insectívoras. Según consultas con expertos internacionales, *Eumops underwoodi* es un nueva especie registrada para Guatemala.

14. Stenoderminos capturados en bajas cantidades

Durante el muestreo de la estación cálida se capturó un *Vampyroides caraccioli* G.M. Allen en el bosque de pino-encino. El ejemplar se encuentra en la colecciones de mamíferos de la Universidad de San Carlos de Guatemala bajo el número LV 74. En el muestreo de la estación lluviosa se capturó un *Platyrrhinus helleri* (Peters) en el bosque muy seco. El ejemplar se encuentra en la colecciones de mamíferos de la Universidad de San Carlos de Guatemala bajo el número LV 365. Para el muestreo de la estación climática fría se capturó un *Uroderma bilobatum* Davis en el bosque de pino-encino. El ejemplar se encuentra en la colecciones de

mamíferos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, bajo el número LV 580.

Estas tres especies son muy similares físicamente, todas presentan manchas blancas lineales y paralelas arriba y abajo de los ojos, muy marcadas. Además todas presentan una línea blanca recorriendo el dorso. Las diferencias son más que todo en cuanto a dimensiones y dentadura.

E. OTROS INFORMES

Un habitante de la población de San Lorenzo dijo haber capturado, de acuerdo a la descripción obtenida, un presunto ejemplar de *Diclidurus albus* Wied. Este se capturó aproximadamente a 1700 msnm en bosque de pino, perchando en una palma. Sin embargo, por no tener pruebas físicas de su existencia no se tomará en cuenta para el estudio.

En el muestreo Reid-Engstrom se documenta la presencia de *Myotis keaysi* LaVal en el bosque nuboso, aproximadamente a 100 metros del sitio de muestreo de este estudio. La fecha de estas capturas corresponde a la estación seca-fría.

F. ESTADOS REPRODUCTIVOS Y RAZONES DE SEXO

Se encontraron hembras preñadas en la mayoría de especies (8 especies) de murciélagos frujívoros capturadas durante la estación cálida (Cuadro 3.19). De las especies no incluidas en el cuadro no se capturaron hembras embarazadas, ni dando de lactar.

Cuadro 3.19. Estado reproductivo de las hembras capturadas en el muestreo (Emb = Embarazada, Lac = Dando de Lactar, T = Total de hembras capturadas).

especie	Seca-Cálida			Lluviosa			Seca-Fría		
	porcentaje			porcentaje			porcentaje		
	Emb	Lac	T	Emb	Lac	T	Emb	Lac	T
<i>Glossophaga soricina</i>	3.8	30.2	53	7.3	0.0	41	20.0	0.0	30
<i>Anoura geoffroyi</i>	0.0	0.0	4	89.4	0.0	19	11.1	0.0	9
<i>Artibeus jamaicensis</i>	41.7	16.7	12	0.0	7.7	13	0.0	0.0	1
<i>Artibeus lituratus</i>	11.8	53.0	34	0.0	66.7	6	0.0	0.0	0
<i>Sturnira ludovici</i>	15.9	21.7	69	36.8	5.3	19	0.0	0.0	8
<i>Sturnira lilium</i>	25.0	35.0	20	25.0	0.0	4	0.0	0.0	1
<i>Carollia brevicauda</i>	8.3	0.0	12	0.0	0.0	1	0.0	0.0	1
<i>Desmodus rotundus</i>	22.2	11.1	9	0.0	0.0	5	0.0	0.0	3
<i>Dermanura azteca</i>	0.0	0.0	1	33.3	0.0	6	0.0	0.0	1
<i>Dermanura tolteca</i>	66.7	0.0	3	37.5	0.0	8	0.0	0.0	1

En la estación lluviosa sólo fueron capturadas hembras preñadas en seis especies. Durante la estación fría sólo dos especies capturadas presentaron hembras embarazadas (cuadro 3.19).

La mayoría de especies de las cuales se capturó hembras con mamas desarrolladas presentaron también hembras embarazadas, a excepción del género *Artibeus*. En la estación cálida la mayoría de especies estaban dando de lactar, mientras en la lluviosa solamente la mitad de estas especies. En la estación fría ninguna de las especies presentaba este estado reproductivo.

En casi todas las especies capturadas la cantidad total de hembras es mayor que la cantidad de machos (Cuadro 3.20).

En las estaciones cálida y lluviosa individualmente, esta tendencia se mantiene. En la estación fría cinco de las trece especies presentan mayoría de machos y dos

especies la misma cantidad de hembras que de machos.

Cuadro 3.20. Razón de sexos de los individuos capturados. Sólo se incluyeron las especies con más de un individuo capturado (♀ significa hembras, ♂ significa machos, --H-- indica que solamente se capturaron hembras, --M-- indica que solamente se capturaron machos, ----- indica ausencia de capturas.)

especie	Razón de sexos por estación			Razón Total	Total de Capturas
	Cálida	Lluviosa	Fría		
	♀ : ♂	♀ : ♂	♀ : ♂		
<i>Dermanura azteca</i>	0.33 : 1	1 : 0.33	0.25 : 1	1 : 0.91	21
<i>Artibeus jamaicensis</i>	1 : 0.50	0.93 : 1	0.33 : 1	1 : 0.88	49
<i>Artibeus lituratus</i>	1 : 0.68	1 : 0.33	--M--	1 : 0.65	66
<i>Dermanura tolteca</i>	1 : 0.75	1 : 0.60	--H--	1 : 0.60	16
<i>Anoura geoffroyi</i>	0.71 : 1	1 : 0.26	1 : 0.78	1 : 0.58	52
<i>Glossophaga soricina</i>	1 : 0.49	1 : 0.59	1 : 0.53	1 : 0.53	190
<i>Eumops auripendulus</i>	--M--	-----	--H--	1 : 0.50	3
<i>Carollia brevicauda</i>	1 : 0.25	--H--	0.33 : 1	1 : 0.43	20
<i>Sturnira lilium</i>	1 : 0.33	--H--	1 : 1	1 : 0.31	34
<i>Sturnira ludovici</i>	1 : 0.28	1 : 0.26	1 : 0.50	1 : 0.29	124
<i>Centurio senex</i>	--H--	1 : 0.5	--H--	1 : 0.13	9
<i>Desmodus rotundus</i>	0.69 : 1	1 : 1	1 : 1	0.81 : 1	38
<i>Myotis nigricans</i>	--M--	-----	0.5 : 1	0.29 : 1	9

Solamente dos de las especies capturadas tuvo una cantidad total mayor de machos que de hembras: *D. rotundus* y *M. nigricans*. Como se aprecia en el cuadro 3.20, hubo especies de las cuales se capturó solamente un sexo durante el muestreo de alguna de las estaciones. De las especies que no se incluyeron en el cuadro sólo se capturó un individuo, lo que hace innecesario discutir su sexo.

IV. DISCUSIÓN

Se capturaron 640 murciélagos, aunque los datos resultan poco representativos del estado reproductivo de las especies menos abundantes.

Las hembras con mamas desarrolladas o grávidas son fácilmente detectables, pero cualquier otro estado reproductivo es difícil de detectar. Por esto se supone que todo el grupo de hembras en estado reproductivo no determinado estaban inactivas, lo cual no es necesariamente cierto. La implantación y fecundación retardada de los murciélagos debido a cualquier situación de tensión no se determinó.

Otro posible factor que puede añadir error es el hecho de que algunas hembras parecían estar embarazadas debido a que su abdomen se encuentra hinchado por la comida. Para evitar esto debe palpase cuidadosamente con las yemas de los dedos para sentir la textura del contenido del abdomen. Los alimentos ingeridos se sienten suaves y molidos, mientras que los fetos presentan una forma ovoide un poco endurecida.

Es importante mencionar que, aunque no se incluyan los resultados de las colectas de ectoparásitos, se tomaron muestras de todas las especies capturadas. Ya que no concierne directamente al tema de estudio de esta tesis se

decidió guardar estos datos para alguna publicación futura.

A. COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE QUIRÓPTEROS DE LA REGIÓN

Esta sección tiene el fin de describir y analizar la composición de especies de la región (objetivo 1) y de verificar si existen cambios debido a la estación climática muestreada (objetivo 2).

El análisis de la riqueza de especies es un poco complicado cuando quieren utilizarse métodos de evaluación estandarizados. El fenograma de unidades taxonómicas no rindió tanta información como se esperaba. Debido a la falta de independencia de los tomas de muestras, la estadística paramétrica y el uso de índices de riqueza como Margalef o Menhinick es inútil. Los índices de riqueza, o más bien, los índices en general son subjetivos y tendenciosos y suelen cada uno mostrar un resultado distinto. Con esto quiero decir, por ejemplo, que si hubiera usado el índice de riqueza de Margalef se habrían podido ordenar, teóricamente, los lugares de los más ricos en especies a los más pobres, pero si se hubiera usado Menhick u otro índice, el orden habría sido (y lo fue realmente cuando fue comprobado en la computadora) totalmente distinto. Debido a esto, se desechó el uso de índices de diversidad y de riqueza, ya que si todos los índices muestran resultados distintos, ¿Cómo puede distinguirse el que muestra los resultados reales? De esto, se decidió discutir, enfocando los resultados a lo que se

obtuvo, una cantidad de especies y de individuos capturados como tal, sin índices.

La cantidad de capturas fue muy baja en el bosque nuboso, ya que sólo se capturaron murciélagos durante la estación cálida (cuadro 3.4). Esto se debe a las condiciones climáticas adversas que reinaron en el lugar. Casi todos los días de muestreo, incluyendo verano, hubo fuerte precipitación pluvial nocturna, generalmente acompañada de actividad eléctrica. Por esto debe tomarse en cuenta que no se incluyó totalmente dentro de los análisis realizados.

La estación cálida (marzo y abril para el estudio) se caracterizó por la abundancia de fruta que se cosecha en el bosque muy seco. El aumento de la cantidad de murciélagos fue notorio en este bosque durante esta estación. La gran cantidad de diversa fruta madura es un atractivo importante. Algunas especies (*e.g. Glossophaga soricina*, cuadro 3.7) bajaron a diario de las cumbres a alimentarse durante este período, como se explicará posteriormente.

Durante la estación invernal (agosto para el presente estudio) la precipitación pluvial pudrió la fruta de la mayoría de árboles. Las especies que bajaban durante el verano al bosque muy seco dejaron de hacerlo. Esto apoya la hipótesis de que existe variación en la distribución altitudinal de algunas especies de acuerdo a la fenología del lugar.

Los cuadros 3.4, 3.5 y 3.6 muestran que la

distribución de las especies es variable, de acuerdo a la estación climática.

El fenograma (figura 3.2) de los índices de similitud de la comunidad muestra que las diferentes unidades (definidas por estación climática y asociación vegetal) no son totalmente independientes unas de otras. En el fenograma puede observarse que el índice de similitud más pequeño es 0.214 y que no existen índices de similitud de cero.

Esto se debe a que, en una estación climática dada, una asociación vegetal siempre tiene por lo menos tres especie que comparte con otra. El índice de similitud tiene un límite inferior de cero y uno superior de uno.

Existen otros dos factores que permiten que entre todas las unidades exista, por lo menos, una pequeña similitud: (a) las especies que se encontraron en todas las asociaciones vegetales en todas las estaciones climáticas, las cuales son un vínculo obvio entre las unidades taxonómicas y (b) el hecho de que durante una estación climática dada, una asociación vegetal comparte algunas especies con una segunda asociación vegetal y ésta, a su vez, comparte algunas especies con una tercera asociación (las cuales son diferentes a las que comparte la primera con la segunda), y esto también agrega cierta magnitud al índice de similitud.

Para interpretar el fenograma producido es necesario aclarar que el orden vertical que tienen las unidades

taxonómicas es relativo. Las unidades taxonómicas se colocaron tratando de lograr que quedaran las más similares lado a lado, pero esto, al final resulta arbitrario. Lo más importante es ver qué magnitud de índice de similitud representan las intersecciones.

Según el fenograma, los factores estación climática y asociación vegetal, individualmente, ejercen menos influencia sobre la composición de la comunidad de lo que ejercen ambas juntas como un factor. No se encontró un patrón en la distribución de asociaciones vegetales en una estación climática dada, ni un patrón de estaciones climáticas para una asociación dada. En términos del fenograma, se diría que las ramas no siguen un patrón de estación climática o asociación vegetal para separarse. Tampoco se encontró un patrón entre las distancias horizontales que separan los lugares en que las ramas se separan ni por estación climática, ni por asociación vegetal. Esto significa que ninguno de los factores en estudio son una fuente de variación mayor respecto del otro.

Sin embargo, puede notarse que la riqueza de especies es notoriamente mayor en una de las estaciones climáticas (cálida) y que no hay asociación vegetal con riqueza notoriamente mayor al resto. De esto, que si se tuviera que elegir uno de los factores como el más importante, en determinar la riqueza de especies en un momento dado, éste sería la estación climática.

Hasta el índice de similitud más alto (0.514) entre todas las unidades taxonómicas es relativamente bajo (figura 3.3), lo que indica que cada unidad taxonómica tiene gran porcentaje de la comunidad que es característico para ésta. Algunos ramales como el 5 y el 4 podrían dar lugar a creer que la composición de ambas unidades fue muy similar, sin embargo el índice de similitud entre estas unidades fue poco mayor de 0.4.

Es conveniente señalar que la cuenca del río Pasabien es muy importante por el poco impacto que recibe respecto de otras áreas de la reserva. No es adecuado generalizar la composición de murciélagos de la RBSM a partir de este estudio. Unicamente se está describiendo la composición de una cuenca que, por estar muy conservada respecto del resto de la reserva, no permite generalizar los datos.

La región de estudio podría ser utilizada como control para compararse con áreas perturbadas. Las únicas perturbaciones son algunas cabezas de ganado, la comunidad minera de San Lorenzo Mármol y cazadores eventuales que incursionan en la parte de bosque muy seco. Este trayecto contiene casi una completa gama de la vegetación que describe la Sierra de las Minas. Otras regiones de la sierra tienen poblaciones humanas mucho más grandes que se extienden más cerca de la zona núcleo de la reserva.

B. DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL Y PREFERENCIAS ALIMENTICIAS ESPECIFICAS

Esta sección tiene la finalidad de cumplir con el

objetivo de describir y analizar la composición de especies de la región (Objetivo 1) y comprobar si existen especies asociadas a algún tipo de asociación vegetal en particular (Objetivo 3).

Cuadro 4.1 Estrategias de distribución altitudinal

estrategia No.	descripción	especies
I	Durante todo el año los individuos se encuentran en los bosques de pino, nuboso y pino-encino.	<i>Myotis auricolus</i> , <i>Myotis nigricans</i> , <i>Eptesicus fuscus</i> , <i>Centurio senex</i> <i>Eumops auripendulus</i> <i>Myotis keaysi</i>
II	En el verano, los individuos perchan en las tierras altas y diariamente bajan a alimentarse al bosque muy seco, atraídos por los frutos de consumo humano. En el invierno se alimentan en las tierras altas.	<i>Glossophaga soricina</i> <i>Anoura geoffroyi</i>
III	Todo el año los individuos se encuentran en el bosque muy seco.	<i>Artibeus jamaicensis</i> <i>Artibeus lituratus</i> <i>Carollia brevicauda</i>
IV	Todo el año los individuos se encuentran distribuidos en todas las asociaciones vegetales.	<i>Sturnira ludovici</i> <i>Desmodus rotundus</i> <i>Dermanura azteca</i>

Los resultados obtenidos se acoplan, en parte, a los obtenidos por López (1993). *Centurio senex* se restringió a la franja de los 1500 msnm. *Eptesicus fuscus* y *Natalus stramineus* se restringieron a los 1750 msnm. *Sturnira ludovici* y *Desmodus rotundus* se colectaron desde los 1000 a los 3000 msnm. Estas son las especies que en ambas investigaciones se concluyó que estaban restringidas a la misma franja de altitud. Del resto de especies mencionadas en el estudio de López, no se capturaron individuos en este

estudio o se capturaron muy pocos. De allí que los resultados no sean totalmente compatibles.

El trabajo de López no menciona el mes en que fue realizado, lo que impide una comparación total de los resultados. Los especímenes depositados por López en el Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos, aún deben ser consultados para obtener esta información.

1. Murciélagos con distribución altitudinal constante en Tierras Altas (estrategia I)

Las tierras altas, para este estudio, son las asociaciones vegetales con mayor altitud, en este caso los bosques de pino, pino-encino y bosque nuboso.

Se capturaron murciélagos insectívoros en las partes altas (cuadros 3.4 y 3.18). Los factores que probablemente restringen la distribución de insectívoros a estos bosques son la humedad y los vientos circulantes por el área.

La alta humedad relativa, en especial en el bosque nuboso, es un hábitat propicio para la reproducción de diversas especies de insectos que pueden servir de alimento a murciélagos. La fauna de insectos es abundante en las cumbres debido al transporte de que son objeto por la convección diurna de aire de abajo y esto contribuye con la diversidad de estos murciélagos que se pueden capturar en las montañas (Allen, 1919 en Transitt *et al.*, 1964). Pero, la alta densidad del sotobosque no propicia el vuelo de murciélagos, por lo que es posible que vuelen solamente por las pocas áreas abiertas o arriba del dosel arbóreo.

El bosque de pino además de ser húmedo, también permite un paso libre para el vuelo y la cacería de insectos en el aire, ya que los árboles en él están bien separados. El sotobosque mide 50 centímetros o menos, lo que también permite la recolección de insectos del suelo. En lugares donde no hay sotobosque, el suelo está cubierto de pequeñas gramíneas.

Algunos murciélagos insectívoros pueden detectar las redes de niebla, lo que ayuda a explicar el bajo porcentaje de capturas de estos, en especial molosidos (Tuttle com. pers., Bat Conservation International Executive Director).

Durante el muestreo, hubo mayor cantidad de vespertilionidos sobrevolando las redes durante el crepúsculo de lo reflejado en los resultados. Todos los días de muestreo se observaron vespertilionidos sobrevolando las redes en los bosques de pino y nuboso, pero sólo se capturaron unos cuantos individuos en cada época (cuadro 3.18). Esto indica que, en general, volaban más alto de lo que las redes cubrían.

Algunas de las especies de vespertilionidos no soportan altas temperaturas, ya que su metabolismo les permite regular la temperatura de fría a caliente en su cuerpo más fácilmente. Tienden a disipar el calor moviéndose hacia la parte baja de sus cuevas (e. g. Kunz, 1974). Esto explica su ausencia en el bosque muy seco.

Eptesicus fuscus es una de estas especies. Tiende a moverse cuando la temperatura excede los 33 grados

centígrados (Davis *et al.*, 1968 en Kurta & Baker, 1990) y su abundancia decrece a medida que uno se mueve de los bosques deciduos a los de coníferas (Kurta *et al.*, 1989 en Allen & Baker, 1990). Esto explica su presencia en el bosque de pino y apoya la probabilidad de que se encuentre también en el bosque nuboso.

Myotis auriculus (cuadro 3.4) puede encontrarse en bosques de *Pinus ponderosa* en Arizona y Nuevo México (Warner, 1982). En este estudio se encontró en bosques de *Pinus Oocarpa* y *P. maximinoi*. Esta especie es conspicua, debido a la gran longitud de sus orejas.

El molosido *Eumops auripendulus* y el *Myotis auriculus* (cuadro 3.4) son las únicas dos especies que se capturaron solamente en un tipo de asociación vegetal (Bosque de Pino). Esto les confiere un potencial de indicadores del tipo de asociación o probablemente del status de conservación actual del bosque. Dado que sólo se capturó uno o dos individuos de estas especies, es necesaria investigación más profunda en el lugar, para confirmar sus posibilidades como indicadores.

El otro *Myotis* capturado, *Myotis nigricans*, es una de las especies más comunes en Centro y Sur América. En diversos lugares presenta variación considerable en sus medidas y color del pelaje (LaVal, 1973).

Myotis nigricans y *Myotis keaysi* son especies de origen neotropical, mientras que *Myotis auriculus* y

Eptesicus fuscus son vespertilionidos de origen neártico. Guatemala, en este caso la Sierra de las Minas, es una región de confluencia de la fauna de ambas regiones biogeográficas. Esto resalta la importancia de la región como área para la conservación de la vida silvestre. Estudios tales como Dix (1996), CDC-CECON (1993), confirman la importancia de la zona como área de confluencia de la flora y la fauna neotropical y neártica.

Los murciélagos insectívoros demuestran el primer tipo de estrategia distributiva de especies a lo largo del año (cuadro 4.1). Esta consiste en que los individuos se mantienen todo el año en las partes altas de la montaña, sin variar su distribución altitudinal.

De acuerdo al estudio de Fenton *et al.* (1992) los phyllostominos y los vespertilionidos son indicadores de la poca perturbación de un área, ya que morfológicamente están diseñados para volar en lugares con bosque denso, donde la rapidez de maniobras es importante. En este estudio no se capturó algún murciélago de la subfamilia phyllostominae. Lo que puede indicar que han sido desplazados a los lugares donde el bosque permanece denso o que simplemente no se distribuyen en el área, puesto que no existen registros de phyllostominos para la Sierra de las Minas.

La especie *Centurio senex* se restringió a los bosques de pino y pino-encino (cuadro 3.17). Sin embargo, existen registros de su presencia en lugares desde el nivel del mar hasta los 1,567 msnm (Snow *et al.*, 1980). El mismo

documento hace ver que es un frugívoro muy generalista. En este estudio se capturaron solamente a los 1,400 y 1,800 msnm. López (1993) registra haber capturado *C. senex* restringido en la franja de los 1,500 msnm, lo cual confirma los resultados obtenidos en este estudio. Es posible que exista alguna preferencia de esta especie por estas alturas, la cual debe ser estudiada a fondo en el futuro.

2. Murciélagos con ampliaciones de la Distribución Altitudinal durante el verano (estrategia II)

Se detectó la ampliación de la distribución de algunas especies durante la estación cálida (cuadro 4.1). Esto no debe confundirse con migraciones altitudinales de las poblaciones de murciélagos a través del año.

Migración se hubiera considerado como un movimiento de un área a otra para establecer residencia durante algún tiempo. Sucedió que la distribución de algunas especies se amplió durante la estación cálida, ya que se desplazaban para alimentarse más lejos de donde lo hacen en otras estaciones. Debido a la metodología utilizada no se pudo comprobar el lugar de residencia de todas las especies capturadas.

La fenología de los árboles frutales del valle parece ser un factor importante que afecta la distribución de algunas especies. Un ejemplo es *G. soricina* (cuadro 3.7) que se encuentra en bosque muy seco solamente durante la estación cálida cuando existe gran cantidad de fruta

disponible. El período de digestión de los murciélagos es muy corto (Nowak, 1994, Kunz & Díaz, 1995), en algunos casos menor a media hora, es aceptable asumir que las heces colectadas de un individuo corresponden a alimentos consumidos durante la misma noche.

Tomando en cuenta que el mango sólo se encuentra en las partes bajas del valle, se deduce que los murciélagos que excretaron mango en el bosque de pino-encino, tuvieron que bajar a alimentarse a las faldas de la sierra en el transcurso de la misma noche. Además, un par de individuos capturados excretaron semillas de guarumo (*Cecropia sp.*) al ser capturados en el bosque de pino-encino. La *Cecropia sp.* se observa en la RBSM a una altura máxima de 800 msnm, esto indica que estos especímenes tuvieron que haber bajado al bosque muy seco a alimentarse esa noche.

Las preferencias alimenticias y el comportamiento de *G. soricina* varían geográficamente. Alvarez *et al.*, 1991 cita a Howell, 1974, quien describe el hecho de que durante el invierno algunas poblaciones desde México a Costa Rica son exclusivamente insectívoras.

Las heces colectadas durante la estación cálida muestran que el principal componente de la dieta de *G. soricina* fue el mango maduro. Durante la estación lluviosa el componente principal fue la fruta silvestre y durante la estación fría los mayores componentes fueron polen y néctar. Parece existir una diversificación de la dieta a través del año para adecuarse a lo que está disponible en

en el momento.

Otro caso similar es *A. geoffroyi*, el cual se encuentra distribuido entre los bosques de pino-encino y pino, más en este último (cuadro 3.8). Durante la estación cálida se capturaron *A. geoffroyi* que se habían alimentado de mango, incluso en el bosque de pino. De hecho sólo se capturó un espécimen en bosque muy seco, el cual excretó mango. La excreción de mango encontrada en los *Anoura* en Pino-Encino, por las mismas razones ya explicadas para *Glossophaga* indican que *Anoura* también realiza viajes diarios a alimentarse al bosque muy seco durante la estación cálida.

Estas ampliaciones de distribución pueden notarse en la figura 3.2, donde se nota que en la estación cálida una mayor cantidad de especies se encuentran en todas las asociaciones vegetales. Estas dos especies describen un segundo tipo de estrategia distributiva, la cual consiste en mantenerse en las partes altas de las montañas durante todo el año, ampliando su distribución hacia las partes bajas del valle durante la estación cálida.

3. Murciélagos de Distribución Altitudinal Constante en las Tierras Bajas (estrategia III)

En este estudio, el único lugar que puede considerarse tierras bajas, es el bosque muy seco. Algunas especies se ven afectadas por la abundancia de fruta, pero estos no parecen realizar movimientos altitudinales, sino migraciones horizontales. Estas especies representan otra

estrategia de distribución de murciélagos. Esta consistiría en encontrarse en las partes bajas de la montaña durante todo el año (cuadro 4.1).

Un caso del anterior tipo de distribución es *A. jamaicensis* cuya dieta es en su mayoría frugívora. En la estación cálida, el componente principal de la dieta fue el mango. *Artibeus jamaicensis* fue la especie más abundante de esta época (cuadro 3.9).

En la estación lluviosa hubo poca fruta de cultivo para el consumo humano en el valle del Motagua y disminuyó la cantidad de capturas de *Artibeus*, más que todo de *A. lituratus* (cuadro 3.10). En la estación fría, la disminución de capturas de *A. jamaicensis* fue mucho mayor. Es probable que exista migración progresiva de la población de *Artibeus* hacia zonas donde la fruta sea más abundante. Están documentados los movimientos de las poblaciones de *A. jamaicensis* hacia lugares donde la comida es más abundante, cuando condiciones adversas causan un descenso en el alimento disponible (Gannon y Willig, 1994). Además se afirma que su actividad alimenticia se concentra en fuentes alimenticias abundantes pero efímeras (Morrison, 1978).

Las capturas de *Artibeus* realizadas en el bosque de pino-encino y de pino fueron pocas, por lo que no se pudo inferir cuáles fueron los componentes básicos de la dieta.

Una segunda especie, *Carollia brevicauda*, se capturó en el bosque muy seco en las tres estaciones, en el bosque

de pino-encino únicamente en la estación cálida (cuadro 3.13). ¿Si la estación cálida es característica por la abundancia de fruta en el valle, por qué la distribución parece ampliarse hacia lugares donde hay menores cantidades? Según el estudio de Fleming y Heithaus (1986) sobre *C. perspicillata* en parque nacional Santa Rosa, Costa Rica, esta especie tiene la estrategia alimenticia de explotar fuentes alimenticias de baja densidad pero altamente predecibles en espacio y tiempo. Es posible que el mismo tipo de comportamiento se presentara en *C. brevicauda* y que durante el verano, a pesar de la abundancia de fruta cultivada, esta especie concentre su actividad en frutos menos abundantes y espacialmente más aislados. Esto no forzosamente quiere decir que los *Carollia* no se alimenten de los frutos de cultivo para consumo humano del valle, sino que es una fuente secundaria de alimento.

4. Murciélagos de senda distribución (estrategia IV)

Este tipo de estrategia es utilizada por las especies es el género *Sturnira* (cuadro 4.1). Durante la estación cálida ambas especies se encuentran distribuidas por los cuatro tipos de bosque (cuadro 3.4). En las otras dos estaciones no hubo capturas en el bosque nuboso (cuadros 3.11 y 3.12) por causa de la lluvia.

Se nota que, en la estación cálida, el género *Sturnira* es muy común en el bosque muy seco y para la estación

lluviosa desaparece. Sin embargo, las capturas en el resto de asociaciones vegetales no aumentaron durante el invierno, sino que disminuyeron un poco. Esto podría indicar que existe algún tipo de migración, pero no altitudinal, sino horizontal. Para la estación fría existe aún un mayor descenso en las capturas en todos los tipos de bosque (cuadros 3.6, 3.11 y 3.12), pero el género *Sturnira* reaparece en el bosque muy seco.

La falta de fruta para alimentarse en el bosque muy seco durante la época lluviosa es muy probable que sea el factor determinante de la presencia y número de individuos capturados de este género.

De las dos especies capturadas de *Sturnira*, *S. ludovici* es la más abundante. Sin embargo, durante la estación fría la cantidad de capturas disminuyó mucho, haciendo aparentemente que presentara una distribución fraccionada altitudinalmente. En la cuadro 3.11 se ve que solamente hubo capturas en el bosque muy seco y en el bosque de pino. Existe la probabilidad de que también hubiera individuos en el bosque de pino-encino, pero que fueran tan pocos que no se capturó ninguno.

Esto último puede ser la explicación a que la otra especie *S. lilium* se capturara solamente en la estación fría en el bosque muy seco. Es decir, es concebible que hubieran individuos, pero en tan baja cantidad que había poca probabilidad de capturarlos. Reid & Engstrom (1993) registran capturas de *S. lilium* en el bosque nuboso durante

los primeros días de enero. CDC-CECON (1993) también registra capturas de esta especie en el bosque nuboso, pero en el mes de diciembre. Esto apoya la hipótesis de que en algunos de los sitios de muestreo la especie *S. liliium* podía estar presente, pero por causa del clima o su baja cantidad, no se capturó. Cabe pensar que, si existen *S. liliium* en la estación fría en el bosque muy seco y en el bosque nuboso, pueden estar presentes en las asociaciones intermedias. Con base en esto, puede inferirse que este género tiene el cuarto tipo de distribución altitudinal que consiste en estar en todas las asociaciones vegetales durante todo el año.

Existe un factor de error en la identificación de los especímenes del género *Sturnira*. La identificación se realizó en el campo al observar las cúspides de los incisivos inferiores. Sin embargo algunos individuos ya viejos tenían los dientes muy gastados y se identificaron al utilizar un estándar de medidas de brazo y largo total. Estas medidas son las más utilizadas para la identificación rápida de murciélagos. Estas medidas pueden indicar, en algunos casos, la especie de un murciélago hasta en un 100 por ciento.

Un individuo con largo de brazo y cuerpo alejados de la desviación estándar habría podido ser identificado como de una especie siendo de la otra debido a que sus medidas se alejaban de las medidas teóricas, lo cual posiblemente ampliaría la distribución altitudinal de la especie. Sin

embargo, el porcentaje de errores de identificación basados en esto es de 1.33 por ciento.

Cabe mencionar que el nicho de ambas especies (*S. liliium* y *S. ludovici*) es similar. En este estudio se muestra que se alimentan del mismo tipo de frutos en los mismos lugares y se distribuyen altitudinalmente en las mismas asociaciones vegetales. La competencia por los lugares de percha en una cavidad hace poco probable que habiten las mismas cuevas.

La estrategia IV de distribución altitudinal también parece ser preferida por *D. rotundus* (cuadro 3.14). La presencia de este vampiro es una indicación de la presencia de ganado en los potreros que se encuentran en el bosque muy seco y en San Lorenzo, en el bosque de pino. Existen, además, cabezas de ganado vacuno y equino que se encuentran dispersas por el área. Los habitantes de San Lorenzo evitan invertir tiempo en cuidar a los animales permitiéndoles pastar libres. En el bosque de pino encino, no había reses, exceptuando las vacas cimarronas que circulaban eventualmente por el lugar. Ya que los vampiros tienen rutas definidas para alimentarse (Clay Mitchell *et al.*, 1973) y no pueden soportar el hambre mucho tiempo, su presencia es un indicador de la ocurrencia de ganado en las cercanías. Es posible que también haya habido *D. rotundus* en el bosque nuboso, ya que la presencia de esta especie está documentada hasta los 2,750 msnm (López, 1993) siempre y cuando haya ganado vacuno. Existe ganado cimarrón también

en el bosque nuboso.

Debido a que el ganado vacuno se encuentra libre, la presencia de *D. rotundus* no indica forzosamente una perturbación, ya que la población en general no tala el bosque para pastar ganado. En la comunidad de San Lorenzo las áreas de potreros se mantienen casi constantes, ya que la comunidad no concentra sus ganancias en el ganado.

Respecto al género *Dermanura*, durante la estación lluviosa hubo un leve aumento en la cantidad de capturas de ambas especies respecto de las otras dos estaciones climáticas (cuadros 3.15 y 3.16). Este género puede capturarse en todas las asociaciones durante todo el año. Siendo tan poca la cantidad de capturas, no se puede determinar si la diferencia entre estas cantidades es significativa. Una hipótesis conveniente es que durante el invierno, dado el caso de que los *Artibeus* se estén moviendo hacia otras áreas en búsqueda de frutos abundantes, los *Dermanura* pueden ocupar el espacio que antes estaban ocupando estas especies más grandes y agresivas. Otro aspecto es que las cantidades de *Dermanura* son ligeramente más altas en el bosque de pino, probablemente por la misma razón.

Según David y Knox, 1982, la distribución de *De. azteca* comprende tierras más altas que la distribución de *De. tolteca*. En este estudio se encontraron ambas distribuidas simpátricamente. La diferenciación de las

especies se hizo con base en las claves físicas que describe el documento de David y Knox, 1982.

Artibeus y *Sturnira* son géneros más agresivos porque acuden en grandes cantidades a alimentarse de los cultivos de fruta. Esta agresividad eventualmente podría ser también la razón de que los *Carollia* no acudan en grandes cantidades a los cultivos de mango, sino que exploten otro tipo de recursos.

5. Stenoderminos

La distribución de los stenoderminos, de los que hubo muchas capturas, fue discutida con anterioridad. Otras especies capturadas en la región son las que corresponden a esta sección.

Platyrrhinus helleri, *Vampyroides caraccioli* y *Uroderma bilobatum* solamente nos dicen que es factible que haya más especies en el bosque que este estudio no lista. La baja tasa de capturas de estas especies puede deberse a que su densidad era baja o a que el muestreo fue inadecuado para su captura.

C. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA Y RAZÓN DE SEXO

Hubo muchas especies de murciélagos de las cuales se capturaron hembras embarazadas durante las estaciones cálida y lluviosa (cuadro 3.19). Esto puede deberse a que durante la estación cálida los cultivos del valle proveen gran cantidad de alimento y durante la estación lluviosa la precipitación pluvial causa un reverdecimiento en la flora

de la sierra entera. Los instantes en que existe abundancia de alimento podrían ser propicios para la fecundación.

Casi todas las hembras de *Anoura geoffroyi* capturadas en la estación lluviosa estaban grávidas (cuadro 3.19), lo que no sucedió en las otras estaciones climáticas. La especie podría tener un único estro alrededor del invierno.

Las *Glossophaga* capturadas embarazadas en todas las estaciones climáticas estudiadas podrían indicar que la especie es poliéstrica para la región (cuadro 3.19). Otros casos de poliestro se citan en Alvarez *et al.*(1991).

Los géneros *Dermanura*, *Artibeus* y *Sturnira*, de los cuales se capturaron hembras embarazadas o dando de lactar durante las estaciones cálida y lluviosa, aparentemente tienen su fase reproductiva en estas estaciones (cuadro 3.19).

La razón para que estas especies esten grávidas y dando de lactar durante el verano y fines del invierno, es que existe abundancia de alimento. Esto con el objeto de que las hembras embarazadas se alimenten bien y que las crías estén suficientemente fuertes al momento de nacer. Las hembras que están dando de lactar también necesitan alimentarse bien, ya que pierden mucha energía en producir la grasa y proteína que debe contener la leche.

La razón de sexo (cuadro 3.20), generalmente dominada por las hembras se debe a que la mayoría de murciélagos forman harems como núcleo familiar. En un harem se encuentran varias hembras (la cantidad depende de la

especie) disponibles para un macho dominante, y algunos machos secundarios que esperan a su vez tomar el lugar del dominante (e.g. David & Knox, 1982; Kurta & Baker, 1990; Wilkinson, 1990 y Kunz & Díaz, 1995).

Dos especies contradijeron la tendencia de que existen más machos que hembras. Estas son *D. rotundus* y *M. nigricans*. Sin embargo, está documentado que en estas especies la cantidad de hembras es mayor o igual que la de machos y que conviven en harems como los descritos (Wilkinson, 1990; Wilson & LaVal, 1974). Es posible que las capturas de estas especies fueron insuficientes para mostrar la verdadera razón de sexos. Como se mencionó en la parte de murciélagos insectívoros de los resultados y en la parte de murciélagos de distribución de las tierras altas en la discusión, la captura de murciélagos insectívoros se consideró insuficiente en este estudio.

D. TRANSECTOS VEGETACIONALES

El hecho de que se haya encontrado pocas especies de plantas utilizadas por murciélagos, no significa que no existan plantas utilizadas por los murciélagos, sino que la revisión bibliográfica no fue suficientemente extensa y que la relación existente entre muchas de estas plantas y los murciélagos no ha sido determinada.

En el bosque muy seco existen muchas especies de *Acacia*, pero ninguna de las presentes se encontró documentada como alimento de murciélagos. También existen

por lo menos ocho especies de cactus, de las cuales está documentado en México que *Cephalocereus spp.* es polinizado por *Artibeus jamaicensis* durante marzo y abril que es cuando se encuentran en flor (Valiente-Banuet *et al.*, 1996). Otras relaciones planta-murciélago que pueden existir, ya han sido discutidas en secciones anteriores.

Muchos de los *Anoura* y *Glossophaga* capturados en la estación fría estaban impregnados con polen. No se pudo determinar de qué especie o especies de plantas provenía. Aunque no se pudo comprobar que los individuos que estaban impregnados con polen estaban en realidad alimentándose de néctar, este hecho está documentado (Alvarez *et al.*, 1991).

De las relaciones entre planta y murciélago, las que probablemente presenten mayor cantidad de interacciones a estudiar son las relaciones cacto-murciélago y leguminosa-murciélago (Valiente-Banuet *et al.*, 1996; Kunz & Díaz, 1995). Existe variedad de especies de cactus y leguminosas en la región.

E. MÉTODO DE MUESTREO

Las redes de niebla funcionan bien para determinar la riqueza de especies de una región, pero resultan no ser tan buenas para estudiar los movimientos de especies con bajas densidades de capturas. como los molosidos. vesperilionidos o algunos stenoderminos.

En otras investigaciones realizadas se ha observado que colocar redes toda la noche y algunas elevadas un par

de metros aumenta las capturas, probablemente en 20 por ciento. Sin embargo, esto representa el doble de esfuerzo en la colocación y revisión de las redes. Para los murciélagos con pocas capturas, sería recomendable usar radio-telemetría para estudiar sus movimientos y hábitos alimenticios.

Como ya se explicó en la metodología, en este estudio se decidió no tomar muestras en las cercanías de las fuentes de agua. El muestreo preliminar demostró que la gran cantidad de mango alrededor del río provoca que se realicen tantas capturas (en especial de *Sturnira* y *Artibeus*), que se hacía imposible el control de las redes.

Además, durante el muestreo, se observó que en el invierno en los alrededores del río la vegetación arbustiva crece excesivamente y no permite la colocación de las redes de niebla.

Para hacer que los sitios de muestreo fueran equivalentes en todos los tipos de bosque y durante todas las estaciones climáticas, se evitó tomar muestras cerca de las fuentes de agua. Esto disminuyó un poco la riqueza de especies que pudieron capturarse, es posible que hubieran especies que sólo se encuentran en los alrededores del río.

F. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Lo más importante de este estudio en el aspecto científico es que brinda una descripción de algunas de las estrategias de distribución altitudinal que utilizan las

diferentes especies de murciélagos que habitan la Sierra de las Minas. Estas mismas estrategias probablemente sean usadas por otras especies de murciélagos en otros lugares. La comunidad de murciélagos es un aspecto dinámico y debe estudiarse tomando en cuenta la estación del año. Los inventarios de murciélagos que no tomen en cuenta este factor, y que se efectúan en una sola época climática, pueden excluir especies que llegan al lugar en otra estación.

Un segundo aspecto con importancia científica que generó el estudio, es la clave de identificación de murciélagos, que aunque incluye solamente especies de la región, puede ser fácilmente ampliada para incluir al resto de especies de Guatemala. Es necesaria la creación de claves que permitan una identificación fácil de los individuos, evitando así el sacrificio innecesario de animales, que normalmente tienen que ser colectados para poder asegurar su especie en el laboratorio. Guatemala es un área donde se traslapan la fauna y flora neotropical y neártica. Existen claves de identificación tanto de la fauna neártica como de la neotropical, pero los científicos centroamericanos se ven ante el problema de que existe poca literatura sobre identificación de murciélagos (y de otros grupos faunísticos), de los lugares donde las especies de ambas regiones se traslapan. Además, este estudio, una vez más confirma la importancia de la Sierra de las Minas como zona de traslape de estas regiones

biogeográficas.

En aspectos más prácticos el estudio colabora en lo que se refiere a los planes de manejo de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. Esta tesis demuestra que es importante poner atención en conservar las áreas de bosque muy seco de la reserva, ya que durante el verano es la base del sustento de la quiropterofauna de la región. Los bosques muy seco y monte espinoso se encuentran incluidos en la zona de amortiguamiento de la reserva, siendo ésta la zona más habitada por población humana y, por lo tanto, la que recibe más impacto por deforestación para leña y pastos. Estos bosques, de la misma manera que proveen alimento a los murciélagos en el verano, puede ser que sostengan de alguna manera a otras especies animales en determinado momento del año.

Sería recomendable que se diseñaran áreas de conservación de la categoría de zona núcleo, con bosques del tipo seco. Es claro, que habiendo tantas poblaciones humanas en los bosques secos, no pueda ser declarados como zona núcleo, pero pueden declararse algunas zonas de cuidado especial como por ejemplo la zona de bosque muy seco de Pasabien.

Las mismas consideraciones que la Fundación Defensores de la Naturaleza pueda tomar para conservar la reserva Sierra de las Minas, pueden ser aplicadas por organizaciones internacionales en la conservación de especies en peligro de extinción y en la creación de

santuarios de reunión de murciélagos. Esta tesis provee algunos parámetros que deben tomarse en cuenta para el diseño de este tipo de áreas, ya que los murciélagos utilizan áreas distintas para sus diferentes actividades y todas deben ser consideradas.

Otra aplicación que los datos de esta tesis podrían tener, es su uso para la manutención de murciélagos en cautiverio. Generalmente, los zoológicos y otras instituciones similares desean obtener la mayor cantidad de información posible sobre el desarrollo de la especie en su hábitat natural, para poder mantener a los animales en condiciones lo más parecido a éste.

Todo esto se demuestra en el interés que instituciones como la Fundación Defensores de la Naturaleza, el Lincoln Zoo Park de Chicago y la Bat Conservation International de Texas han demostrado al proveer el financiamiento de este estudio.

V. CONCLUSIONES

- 1) Se encontraron cuatro tipos de distribución de murciélagos a lo largo del año: (a) las especies que se encuentran en la parte superior de la montaña, donde el clima reinante es frío y húmedo y que bajan a alimentarse durante la estación cálida al valle del Motagua (e.g. *Anoura geoffroyi*), (b) las especies que se encuentran en la parte baja del valle, las cuales posiblemente se desplazan a otro lugar en la estación lluviosa (e.g. *Artibeus spp.*) (c) las especies que están distribuidas desde las partes bajas del valle hasta las cumbres todo el año (e.g. *Sturnira ludovici*) y (d) las especies que se encuentran en la parte alta de la montaña y que parecen no variar su distribución a lo largo del año (e.g. *Myotis nigricans*).

- 2) La variación en la composición de la comunidad de quirópteros se atribuye mayormente al factor estación climática, aunque ambos tienen influencia en la riqueza de especies.

- 3) El método de muestreo no fue adecuado para el inventario de murciélagos insectívoros.

- 4) Existen ampliaciones altitudinales de la distribución de algunas especies de murciélagos durante la estación cálida.
- 5) *Myotis auricolus* (familia: Vespertilionidae) y *Eumops underwoodi* (familia: Molossididae) son posibles indicadores de la asociación vegetal Bosque de Pino. Esta relación debe ser estudiada más profundamente, para ser confirmada.
- 6) Los cultivos de fruta, en especial mango (*Mangifera indica*), son el mayor atractor de murciélagos frugívoros durante la estación cálida.
- 7) *Glossophaga soricina* realiza viajes diariamente desde el bosque de pino-encino (1400 msnm) a alimentarse de mango (*Mangifera indica*), guarumo (*Cecropia sp.*) y probablemente de otras frutas que se encuentran en el bosque muy seco (300 msnm) durante la estación cálida.
- 8) La dieta de *G. soricina* se compone principalmente, en la estación cálida, de fruta cultivada; en la lluviosa, de fruta silvestre y en la fría de polen y néctar.
- 9) *Glossophaga soricina* parece ser poliéstrico en la región muestreada

10) *Anoura geoffroyi* realiza viajes diariamente desde el bosque de pino (1800 msnm) a alimentarse de mango y posiblemente de otras frutas que se encuentran en el bosque muy seco (300 msnm) durante la estación cálida.

11) El género *Artibeus* probablemente realiza migración horizontal durante las estaciones fría y lluviosa hacia otras áreas de la RBSM donde la fruta disponible como alimento sea más abundante.

12) El componente principal de la dieta de *Artibeus* en el bosque seco durante la estación cálida, es el mango.

13) El género *Sturnira* probablemente realiza migración horizontal durante las estaciones lluviosa y fría hacia áreas donde el alimento disponible sea abundante.

14) Es probable que durante la estación cálida, los géneros *Artibeus* y *Sturnira* acaparen algunas fuentes alimenticias abundantes y efímeras, desplazando a otros géneros de murciélagos hacia otras áreas.

VI. RECOMENDACIONES

Un problema que existe en Guatemala, es la poca información referente a identificación de murciélagos, no sólo en los medios populares, sino científicos.

A pesar de que los murciélagos forman uno de los grupos más grandes de mamíferos las colectas injustificadas colaboran con la destrucción de especies, en especial de aquellas que por su poca abundancia son conspicuos y representan importantes records (e.g. molosidos) o que son fácilmente identificables debido a que son capturadas con frecuencia (e.g. *Centurio senex*, *Glossophaga soricina*, *Sturnira lilium*, *Sturnira ludovici* y *Anoura geoffroyi*).

Por esto, se recomienda minimizar el sacrificio de animales hasta donde sea posible.

Para colaborar un poco en la identificación de murciélagos en el campo, en los resultados de este trabajo se presenta una clave de identificación de las especies encontradas en la sierra. Se ha tratado de no utilizar rasgos internos, sino características claves externas que permitan una identificación fácil y sin sacrificio del animal.

Respecto al método de muestreo, se recomienda utilizar redes de niebla elevadas por lo menos un par de metros del suelo en futuros muestreos de cualquier tipo, para poder

inventariar las especies que por volar alto no se capturaron en este estudio. Además se recomienda no utilizar más de 12 metros de redes de niebla en los alrededores del río Pasabien durante la estación cálida. La cantidad de individuos de algunas especies es muy alta, especialmente cerca de los árboles de mango, lo que no permite un control adecuado de las redes.

La educación enfocada a mostrar a la comunidad los beneficios que los murciélagos proveen al bosque sería una medida adecuada a tomar. Muchas de las personas en las comunidades matan indiscriminadamente a los murciélagos, con la idea errónea de que todos chupan sangre y hacen daño al ganado. A pesar de que los murciélagos no se encuentran, desde mi punto de vista, gravemente amenazados, las medidas necesarias deben tomarse previamente para que no lleguen a este estado.

A manera de seguimiento, se recomienda el uso de la misma metodología en otros lugares de la sierra. En especial, podrían tomarse muestras en los extremos de la reserva para englobar la totalidad de la comunidad. La parte de la reserva que está entre las verapaces y El Progreso, la parte que colinda con Izabal y algunos puntos en la parte norte de la sierra serían claves para describir la composición de quirópteros de la reserva. La parte norte de la sierra, en especial, es una parte poco estudiada.

VIII. LITERATURA CITADA

- Allen, G.M. 1919. Bats from Mount Whitney, California. *Journal of Mammalogists* 1: 1-5.
- Alvarez, J., M.R. Willig, J.Knox Jr., & W. David. 1991. Mammalian Species No. 379, *Glossophaga soricina*. The American Society of Mammalogists. 7 pp.
- Bonaccorso, F.J., A. Arendis, M. Genoud, D. Cantoni & T. Morton. 1992. Thermal ecology of moustached and ghost-faced bats (Mormoopidae) in Venezuela. *Journal of Mammalogy* 73(2): 365-378.
- Cabrera, A. 1957. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 4: 1-307.
- CDC-CECON (Centro de Datos para la Conservación - Centro de Estudios Conservacionistas). 1993. Evaluación ecológica Rápida de la Reserva de la Biósfera "Sierra de las Minas". Centro de Datos para la Conservación, Guatemala. 57 pp.
- Clay Mitchell, G., R. J. Burns y A. Lawrence Kolz. 1973. Rastreo del comportamiento nocturno de los murciélagos vampiros por radiotelemetría. *Técnica Pecuaria* 24: 47-56.
- David, W. & J. Knox. 1982. Mammalian species No. 177, *Artibeus aztecus*. The American Society of Mammalogists. 3 pp.
- Davis, W.H., R.W. Barbour & M.D. Hasell. 1968. Colonial behavior of *Eptesicus fuscus*. *Journal of Mammalogy* 49: 44-50.
- De La Cruz, J.R. 1992. Clasificación de zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento. Ministerio de Agricultura. Guatemala, C.A. 42 pp.
- Dix, M. A. 1996. Sierra de las Minas Región and Biosphere Reserve, Guatemala. pages 193-197 in *Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for their Conservation*. Vol. 3. The Americas (Davis S.D., Heywood V.H., Herrera-MacBryde O. and A.C. Hamilton, Eds). IUCN Publications, Cambridge, UK.

- Eissenberg, J. F. 1989. Order: Chiroptera. paginas 73-232 en Mammals of the Neotropics, The Northern Neotropics, Volume I. The University of Chicago Press, Chicago.
- Emmons, L.H. 1990. Neotropical Rainforest Mammals, A field guide. University of Chicago Press, Chicago. 281pp.
- Fenton, M.B. & T.H. Fleming. 1976. Ecological interactions between bats and nocturnal birds. *Biotropica* 8(2): 104-110.
- Fenton M.B., L. Acharya, D. Audet, M.B.C. Hickey, C. Merriman, M.K. Obrist, & D.M. Syme. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica* 24(3):440-446.
- Fleming, T.H. 1979. Do tropical frugivores compete for food? *American Zoologist* 19:1157-1172.
- Fleming, T.H. & E.R. Heithaus. 1986. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. *Journal of Mammalogy* 67(4): 660-671.
- Fundación Defensores de la Naturaleza. 1992. Plan Maestro de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas (1991- 1997). Fundación Defensores de la Naturaleza, Guatemala. 54 pp.
- Gannon, M. & M. Willig. 1994. The effects of Hurricane Hugo on bats of the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico. *Biotropica* 26(3): 310-331.
- Hall, R.E. 1976. The Mammals of North America. 2 edición. Jhon Wiley & Sons, New York. 1118 pp.
- Howell, D.J. 1974. Acoustic behavior and feeding in glossophagine bats. *Journal of Mammalogy* 55:293-308.
- Humphrey, S.R. 1975. Nursery roosts and the community diversity of nearctic bats. *Journal of Mammalogy*. 56: 321-346.
- I.G.M. (Instituto Geográfico Militar de Guatemala). 1994. Mapa Topográfico (1:50,000) de la Región de Río Hondo. Guatemala (hoja 2261 II). Edición 2-DMA. Instituto Geográfico Militar de Guatemala. Guatemala. 1 pp.

- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). 1980-1995. Reportes brutos de datos de precipitación pluvial diaria, humedad relativa, temperaturas máxima, mínima y promedio de la estación 22.7.1 P., Zacapa, Río Hondo, Pasabien. INSIVUMEH, Guatemala. xx pp.
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). 1996-1997. Reportes brutos de datos de precipitación pluvial diaria, humedad relativa, temperaturas máxima, mínima y promedio de la estación 22.7.1 P., Zacapa, Río Hondo, Pasabien. INSIVUMEH, Guatemala. xx pp.
- Jiménez, J.J. 1973. Daño ocasionado al banano por el murciélago *Glossophaga soricina* en el Valle de la Estrella, Limón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 21(1): 69-81.
- Kunz, T.H. 1990. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press, London. 533pp.
- Kunz, T.H. & C.A. Díaz. 1995. Folivory in fruit-eating bats, with new evidence from *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biotropica* 27(1): 106-120.
- Kurta, A. & R.H. Baker. 1990. Mammalian species No. 356, *Eptesicus fuscus*. The American Society of Mammalogists. 10 pp.
- Kurta, A., T. Hubbard & M.E. Stuart. 1989. Bat species diversity in central Michigan. *Jack-Pine Warbler* 67:80-87.
- LaVal, R.K. 1973. A revision of the Neotropical bats of the genus *Myotis*. *Natural History Museum of Los Angeles County Science Bulletin* 15: 1-54.
- López, J.E. 1992. Las comunidades de quirópteros en los volcanes Zunil, y Santo Tomas Pecul. Quezaltenango. Tesis para el grado de licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 45+xx pp.
- McCarthy, T.J., J. Davis, J.E. Hill, J.K. Jones Jr. & G.A. Cruz. 1993. Bat (Mammalia: Chiroptera) records, early collectors, and faunal lists for northern Central America. *Annals of Carnegie Museum* 62(3): 191-228.

- Méndez, E. 1979. Relaciones de los vampiros y otros murciélagos con algunas enfermedades en Panamá. *Revista Médica de Panamá* 4(2): 80-89.
- Morrison, D. W. 1978. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology* 59:716-723.
- Moseley, H.N. 1879. Notes by a naturalist on the "Challenger" being an account of various observations made during the voyage of H.M.S. "Challenger" round the world in the years 1872-1876. Londres. 620pp.
- Nowak, R.M. 1994. Walker's Bats of the World. 1994. 5a. edición. John Hopkins University Press, Baltimore. 287pp.
- Paiz, M.C. 1994. Informe parcial del primer año de trabajo del estudio ecológico del quetzal (*Pharomachrus mocinno*) en la reserva de la biósfera Sierra de las Minas. Fundación Defensores de la Naturaleza, Guatemala.
- Pett, S. & L. Pors. 1996. Survey of columnar cacti and carrying capacity for nectar-feeding bats on Curacao. *Conservation Biology* 10(3): 769-775.
- Porsch, O. 1932. *Crescentia* eine Fledermausblume. *Oesterreich Botanische Zeitung*, 8: 31-44
- Reid, F & M. Engstrom. 1992. Report for the University of the Valley of Guatemala Biology Department Head: rodents and bat captures in the samplings in Puerta Parada and Sierra de las Minas and list of bats and rodents caught in other sites. Royal Ontario Museum, Ontario. 7pp.
- Scogin, R. 1980. Floral pigments and nectar constituents of two bat-pollinated plants: Coloration, Nutritional, and energetic considerations. *Biotropica* 12(4): 273-276
- Snow, J. L., J. Knox Jr. & Wm. David. 1980. Mammalian species No. 138. *Centurio senex*. The American Society of Mammalogists. 3 pp.
- Transitt, J.R., D. Valdivieso and J. Hernandez-Camacho. 1964. Bats of the Bogota savanna, Colombia with notes on altitudinal distribution of neotropical bats. *Revista de Biología Tropical* 1(12): 107-116.

- Valiente-Banuet, A., M. Del Coro Arizmendi, A. Rojas-Martínez & L. Dominguez-Canseco. 1996. Ecological relationship between columnar cacti and nectar-feeding bats in México. *Journal of Tropical Ecology* 12:1-17.
- Villar A., L. 1986. Los mamíferos silvestres de Guatemala. *Perspectiva. Revista de la Universidad de San Carlos de Guatemala* 8: 137-165.
- Vora, R. 1994. Diagnóstico de zonas de vida vegetal en la Región de San Lorenzo. Sierra de las Minas. *Defensores de la Naturaleza. Guatemala.* 49-65.
- Warner, R.M. 1982. Mammalian species No. 191. *Myotis auriculus*. The American Society of Mammalogists. 3 pp.
- Wilkinson, G.S. 1990. Food sharing in vampire bats. *Scientific American* 262(2): 76-82.
- Wilson, D. & R.K. LaVal. 1974. Mammalian species No. 39. *Myotis nigricans*. The American Society of Mammalogists. 3 pp.
- World Conservation Monitoring Centre. 1992. *Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*. Chapman & Hall. Londres. xx + 549pp.