



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN**



**Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente
-PUIRNA-**

Informe Final

1 NOMBRE DEL PROYECTO: “Análisis biogeográfico y ecológico de ensamblajes de quirópteros en cuatro bosques secos de Guatemala”

**2 Coordinador: Dr. Jorge E. López
 Investigador: Lic. Sergio G. Pérez
 Auxiliar investigación II: Br. José O. Cajas
 Auxiliar investigación II: Br. Rafael Avila
 Br. Alexander López**

3 FECHA DE REALIZACION: Febrero – Diciembre 2003

4 INDICE

Titulo del Proyecto.....	1
Equipó de Investigación.....	1
Fecha de Realización.....	1
Resumen Ejecutivo.....	3
Introducción.....	4
Antecedentes.....	5
Justificación.....	9
Objetivos.....	10
Metodología.....	11
Presentación y Discusión de Resultados.....	15
Conclusiones.....	23
Recomendaciones.....	24
Bibliografía.....	25
Anexos.....	28

5 RESUMEN EJECUTIVO

Los murciélagos son el grupo más diverso de mamíferos en Guatemala no solo por el número de especies sino también por la gran diversidad de nichos que ocupan (McCarthy 1993). En los últimos años ha crecido el interés por conocer aspectos más detallados sobre el rol de estos mamíferos en la polinización y dispersión de semillas, dos fenómenos importantes en la regeneración natural del bosque tropical (Flemming 1988). Se ha determinado que los murciélagos se encuentran entre los principales responsables de la dispersión de semillas en los bosques en los cuales se han estudiado, esto los hace potenciales candidatos para programas de regeneración y restauración ambiental de habitats altamente degradados (Galindo-González 2000, Thomas 1988). Además algunas especies han demostrado ser buenas indicadoras de las perturbaciones en los bosques tropicales, por lo cual su estudio puede aportar información sobre el estado de conservación de los mismos (Fenton 1992 y Medellín *et al.* 2000). Esta característica es una herramienta que puede ser utilizada en el diseño y evaluación de programas de conservación dentro del actual Sistema de Áreas de Protegidas (SIGAP). El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) tiene como una de sus principales estrategias el proteger muestras de los principales ecosistemas del país, y de asegurar con ello la protección de una muestra representativa de nuestra biodiversidad. En la actualidad el bioma de chaparral espinoso no está representado dentro del SIGAP, de ahí que exista la intención de proteger un área que incluya este tipo de hábitat.

El estudio ecológico y biogeográfico de ensambles de murciélagos se realizó en cuatro valles secos inter montanos: Cuilco, Nentón, Salamá y Motagua. Estos valles se localizan en regiones que muestran una historia geológica muy diferente, por que es de esperarse que esto haya afectado la distribución y abundancia de poblaciones de plantas y animales. Según algunos estudios biogeográficos con otros Taxa, estos valles constituyen también regiones biogeográficas distintas (Méndez 1999, Campbell y Vannini 1989). Esto significa en términos prácticos de conservación que estos cuatro bosques secos no pueden ser considerados como “ecológicamente iguales” y no serían una única área a proteger si no por el contrario constituyen áreas con características particulares que las hace diferentes y que se reflejan por ejemplo en las características de su fauna y flora.

Por otro lado estos valles se localizan formando una cadena que va del oeste al este y podrían tener una función como corredores biológicos para especies de murciélagos xerófitas y migratorias. Este corredor conectaría los grandes valles secos de México con otras zonas secas del resto de Centroamérica. En el presente estudio se espera poder esclarecer la presencia del murciélago magüeyero (*Leptonycteris curasoae*). Este murciélago es una especie nectarívora altamente especializada, algunas poblaciones son migratorias transfronterizas y además se encuentra amenazada de extinción.

En el presente estudio se realizaron 36 visitas a los valles secos estudiados, repartidos en 9 salidas de campo, 9 visitas a cada valle. Durante este tiempo se colectaron un total de 2,148 especímenes de 27 especies diferentes, en su mayoría frugívoros. Sobre estas especies se generó información acerca de su dieta y se evaluó su rol como dispersores de semillas. Basados en los resultados obtenidos en la presente investigación nosotros recomendamos que deben de considerarse como unidades con diferencias significativas en cuanto a la diversidad biológica que contienen, a aquellos bosques secos ubicados por arriba de los 1000 msnm de aquellos ubicados por debajo de dicha altitud. Con este estudio se enriquece el conocimiento sobre la importancia de los bosques secos como habitats con características biogeográficas y ecológicas similares que permiten el flujo genético y de especies entre el norte de Guatemala y el sur de Mesoamérica (Stuart en 1954).

6 INTRODUCCION

La pérdida de diversidad biológica es una preocupación muy difundida actualmente y en términos prácticos las decisiones sobre que conservar se están haciendo por circunstancias de espacio geográfico, donde se considera que bajo la interacción de los elementos bióticos *in situ* se garantiza su permanencia (Llorente y Morrone, 2001). De ahí que un análisis sobre los patrones de distribución de la fauna y flora es de vital importancia para la toma de decisiones sobre conservación de la diversidad biológica. Una de las formas en que se manifiestan los patrones biogeográficos es en las diferencias en la riqueza de especies entre diferentes lugares. De ahí que el número de especies vivas de un taxón determinado en un área determinada es una pieza de información clave para la biología de la conservación.

Entre las diferentes escalas geográficas a las que se puede inventariar la diversidad biológica el nivel de paisaje puede ser muy útil sobre todo porque a esta escala se pueden detectar los efectos de las actividades antropogénicas (fragmentación y/o modificación de comunidades naturales sobre el tiempo). Sin embargo los inventarios de especies de un determinado grupo biológico para que puedan ser utilizados en la comparación de diferentes regiones o paisajes deben de tener alguna medida de cuan completos son y una descripción adecuada de la metodología utilizada en la elaboración del mismo sobre todo aquella relacionada con el esfuerzo de colecta y los métodos para la misma. Esta información es importante de tal manera que estandarizar cualquier comparación entre los inventarios de un taxón determinado entre diferentes regiones. Una manera de evaluar cuan completo es un inventario determinado es a través del uso de modelos ajustados a las curvas de acumulación de especies (Soberón y Llorente 1993).

En el presente estudio utilizamos un modelo exponencial negativo el cual nos permitió, a partir de las curvas de acumulación de especies de murciélagos capturadas en los cuatro bosques secos, predecir el esfuerzo mínimo requerido para alcanzar un nivel del 90% del total de especies esperadas, estimada con este modelo. Esto es de particular utilidad ya que permitirá a otros investigadores poder planificar y “dosificar” el esfuerzo de captura para registrar un nivel determinado de especies de murciélagos en los bosques secos de la región. Además de que nuestros datos podrán ser comparados de manera directa con cualquier otro inventario de quirópteros pues el esfuerzo de captura se estandarizo.

7 ANTECEDENTES

El estudio de los ensambles de Quiropteros son de gran importancia, debido a que este grupo representa un Taxa muy diverso que ocupa muy diversos nichos ecológicos; por ejemplo los murciélagos frugívoros son responsables en gran medida de la distribución espacial y la estructura genética de la vegetación (Gannon y Willig, 1989), debido a que son dispersores de semillas (Hill y Smith 1992; Fleming 1972). Participan de la regeneración natural tanto dentro de los bosques como en áreas abiertas, en donde aportan las semillas de las plantas pioneras en la regeneración vegetal (Galindo-González *et al.* 2000). Son agentes polinizadores que han evolucionado con algunas plantas y representan para estas la vía por la cual realizan su intercambio genético (Fleming 2001, Salazar y Fernández 2000; Herrera y Martínez 1998). Los murciélagos pueden funcionar como especies indicadoras de calidad de habitat (Medellín *et al.* 2000).

Biodiversidad:

En Guatemala, se han realizado estudios sobre los bosques secos del país, que proveen de información básica sobre biogeografía, distribución de la biota, etc. Entre los biogeográficos que incluyen investigación sobre los bosques secos de Guatemala se puede mencionar a Stuart 1954; Campbell y Vannini 1989; Monroy y Marroquín 2001. Estos estudios demuestran que las condiciones en las que se han formado los valles y grávenes, así como la ubicación de estos en tres sistemas de valles separados unos de otros por las principales cadenas montañosas de Guatemala (Dengo 1999, Stuart 1954; Méndez 2001); han proveído a los mismos de suficiente aislamiento y condiciones especiales, para que estas contengan un alto grado de endemismo (Stuart 1954; Monroy y Marroquín 2001), proporcionan también un corredor biológico para especies adaptadas a condiciones xéricas y sub húmedas como aves (Valdez y Marroquín 2000), reptiles (Stuart 1954; Campbell y Vannini 1989) y plantas (Standely *et.al* 1976, De la Cruz)

A pesar de poseer las características de un corredor biológico entre México y el resto de Centro América, no se le a puesto suficiente atención como áreas para conservación de la diversidad, a tal punto que hasta la fecha no existe todavía áreas protegidas de estos ecosistemas en Guatemala.

Stuart propuso en 1954, la existencia de un corredor subhúmedo, que se extiende desde el istmo de Tehuantepec en México, y que se extiende a través de Guatemala iniciándose en los Valles de Cuilco y el V. Del Río Selegua (Nentón). Atraviesa el país hacia el Valle del Motagua, y se interna hacia el Sur Este en El Salvador y hacia el Noreste en el Valle de Comayagua en Honduras. Este ha servido como un corredor de dispersión hacia Centro América baja.

Estos Valles, que se encuentran dispuestos en tres sistemas intermontanos, separados entre sí por las sierras de Guatemala (razón por la cual sugiere que se les trate como unidades independientes), poseen características similares, ninguno excede en Guatemala los 1000 msnm. Estas zonas, por su ubicación intermontana, se encuentran rodeadas generalmente por la asociación vegetal pino–encino.

Son una continuación de la depresión Central de Chiapas. Este corredor, se orienta de Noroeste a Sur Este. En el Suroeste Mexicano se encuentra limitado por la Sierra Madre y en el lado Noreste, está limitado por la Meseta Central. Estas cadenas se continúan en Guatemala con la Sierra Cuilco y los Cuchumatanes respectivamente (Stuart 1954, Dengo 1999). En México adquiere dimensiones de 175 Km de largo por 50 de ancho en su parte más alta. Estos gravenes son resultado de la orogénesis llevada a cabo durante el Plioceno.

La riqueza de aves en el bioma (incluyendo en este, las cuatro localidades a muestrearse) Chaparral espinoso, se encuentra influenciada por los corredores secos de Chiapas la Costa Sur y el Motagua. Existe una gran presencia de aves migratorias en este lugar (Valdez y Marroquin 2000). Quizá la presencia de aves migratorias se deba a la abundancia de flores, frutos y semillas.

Actualmente como ya se mencionó, estas áreas son utilizadas por algunas aves migratorias como corredores. Otras investigaciones, como la realizada por Campbell y Vannini en 1989, agrupan a estos valles como un solo grupo de zonas biogeográficas en la distribución de la herpetofauna. En este estudio se sugiere que los bosques secos han servido como ruta de colonización para este grupo hacia otras zonas del país. Para otros grupos también se ha documentado similitud entre estos bosques (Méndez 2001) Las características mencionadas en el párrafo anterior, sugieren que las zonas secas, proporcionan las condiciones necesarias para funcionar como un corredor seco para especies adaptadas a este tipo de ambientes. Conectando de manera casi continua de Este a Oeste a través de los valles ubicados entre las cadenas montañosas que cruzan el país de manera paralela. Estos podrían significar corredores continuos desde México hacia el resto de Centro América y viceversa.

El conocimiento que se tiene acerca de los murciélagos en Centro América es escaso, salvo algunas excepciones como el caso de la Isla Barro Colorado en Panamá (Kalko *et al.* 1996); sin embargo existen investigaciones importantes sobre la composición de los grupos tróficos, datos sobre reproducción, metodologías, comparaciones entre diversos tipos de hábitat (Fleming 1972; Lara *et al.* 2000; Dinerstein 1986) tanto en la estructura y composición de los ensambles de especies.

Existen diversos grupos tróficos dentro de los ensambles de murciélagos, variando sus proporciones según el hábitat en el que se encuentran (Lara 2000, Fleming 1972, Kalko *et al.* 1996; Medellín 1993). Los grupos predominantes son los frugívoros y los insectívoros (Fleming 1972; Medellín 1993; Hill y Smith 1992). Diversas investigaciones han demostrado la importancia de los murciélagos como polinizadores de distintos grupos de plantas. Cumplen el papel de polinizadores nocturnos, equivalentes a los colibríes (Fleming 2001, Salazar y Fernández 2000; Heithaus *et al.*, 1974). Se ha demostrado que existe coevolución entre los murciélagos y algunas plantas, las cuales presentan rasgos distintivos que les atraen. Estas plantas se dice, presentan síndrome de quiropterofilia, suelen ser en forma de trompeta o cartucho, de colores pálidos y sin olor fuerte (Hill y Smith 1992). En América, los murciélagos polinívoros pertenecen a la familia Glossophaginae, las especies que pertenecen a esta van desde totalmente nectarívoros, como *L. curasoeae* hasta alimentación mixta entre insectos, polen, néctar y frutos, como es el caso de *G. soricina* (Salazar y Fernández 2000; Herrera y Martínez 1998).

Los murciélagos también son importantes dispersores de semillas y pueden ayudar a acelerar los procesos de regeneración de los bosques. La frugivoria se da en diversos grados en los murciélagos, y va desde murciélagos especializados en ciertos grupos de plantas como el caso de *A. jamaicensis*, que es una especie especializada que prefiere alimentarse de Moraceas, especialmente del género *Ficu*; las especies de *Carollia* prefieren los frutos de la familia Piperaceae, y se ha demostrado que *Sturnira* son especies generalistas (Lara 2000; Dinerstein 1986).

En México y Estados Unidos se ha demostrado la migración de algunos murciélagos como *Tadarida brasiliensis*, *Leptonycteris nivalis* y *L. curasoae*, pero se desconoce el comportamiento de estas especies al sur de México, especialmente el norte de Centroamérica. En México se ha descubierto la existencia de dos poblaciones genéticamente distintas de *L. curasoae yerbabuena*. Una de ellas migra por tierra en el lado del pacífico y la otra migra por la ruta atrás de la cordillera central por el lado del Atlántico, ambas parecen confluir nuevamente en la región de Chiapas que limita con Huehuetenango, lo que hace pensar que pueden entrar en Guatemala siguiendo estos corredores secos. Dichas poblaciones parecen haberse separado hace 200,000 años (Wilkinson y Fleming 1996). Varios autores han reportado largos movimientos de *L. curasoae yerbabuena* desde el norte hacia el sur siguiendo un corredor de Agaves y Cactáceas, plantas de hábitat secos que florecen en sincronía durante los meses de la migración (Wilkinson y Fleming 1996). Además de las anteriores *L. curasoae* es una especie polinizadora de gran importancia para otras familias de plantas como Convolvulaceae, Bombacaceae y otras. Tal especialización los hace vulnerables a cambios en la cobertura vegetal y la disponibilidad de sitios de perchaje (Salazar y Fernández 2000; Arita 1987; Arita y Humprey 1988; Fleming 2001).

Estado de conservación

No existen datos para Guatemala referentes al estado de las poblaciones de *L. curasoae*. En México como en Estados Unidos, esta especie se encuentra legalmente protegida, y está incluida en los listados de especies en peligro (Arita 1987, Reid 1997, Arita y Humprey 1988). Las poblaciones se han visto disminuidas, principalmente por la destrucción de habitats y la disminución de fuentes de alimento. El compartir los mismos sitios de perchaje que *D. rotundus*, ha hecho que muchas colonias hayan sido destruidas. La alta especialización alimenticia de esta especie, pone en peligro a otras especies de plantas que dependen de ella para sobrevivir. Dentro de estas plantas, existen varias de importancia comercial y ecológica como los cactus y los ágaves (Arita 1987).

Importancia de los Bosques Secos de Guatemala

El área del Valle del Motagua es la zona más seca de C. A. (Castañeda 1996). Tiene importancia por su alta diversidad y endemismo debido a que se encuentra en sombra de montaña por la Sierra de las Minas. Está además rodeada de las principales cadenas montañosas del País lo que le proporciona un grado de aislamiento geográfico. Actualmente se encuentra en serio peligro, debido a que sus sistemas naturales están siendo sustituidos por sistemas agrícolas (Monroy y Marroquín 2001). En este tipo de ecosistemas

se cultiva con riego artificial debido a lo seco de la zona, esto propicia, entre otras cosas la salinificación del suelo. Existe también contaminación por uso de agroquímicos (Ponciano 1988). PROARCA CAPAS (Monroy y Marroquín, 2001), llevó a cabo una investigación de Lepidópteros, en la cual se reportaron 53 especies, la mayoría endémicas, también hubo ampliaciones de rango para Guatemala, como en el caso de *Aeria eurimedia* y *Danaus eresimus* (Nymphalidae), que habían sido reportadas hasta Costa Rica y Panamá. Se encontró una nueva especie (en fase de revisión) de coleóptero de la familia Scarabaeidae en este grupo también hubo una ampliación de rango de distribución para *Dichotomius yucatanus* (Monroy y Marroquín 2001). Durante el año 2001 reportaron 14 especies de Scarabaeidae, 10 de Cicadellidae, 9 de Pyrrhocoridae y Reduviidae, 8 para Nymphalidae, Pentatomidae y Flatidae, 6 especies para Chrysomelidae, Coreidae, Gryllidae y Cicadidae (Monroy y Marroquín 2001). Además encontraron ocho familias con 6 morfoespecies, 12 familias con cinco, seis familias con cuatro, nueve familias con tres, dieciséis familias con 2 y ocho con únicamente 1. En la zona existen 165 especies correspondientes a no menos de 50 familias.

Se reporta para la vegetación de la zona que existen 5 estratos verticales bien definidos de las cuales el 32.7% son especies arbóreas, especies arbustivas 23.3%, herbáceas 30.8%, lianas 7.5% y epifitas 5.7%. Los ecosistemas más maduros representan aproximadamente el 20% (La dinámica climática genera comunidades caducifolias o deciduas (Castañeda y Ayala 1996).

Las comunidades vegetales de la parte baja están dominadas por asociaciones mixtas de Cactaceae, Mimosaceae, Cesaelpinaceae y Fabaceae. En esta región se encuentran presentes como vegetación distintiva: *Cactus*, *Pereskia jaquinia*, *P. autumnalis*, *Guaiacum*, *Bucida*, *Acacia farmesiana*, *A. deamii*, *Mimosa platicarpa*, *M. zacapana*, *Cordia alba* (De la Cruz 1982), *Juliana adstringens*, *Bursera simaruba* y *Bucida macrostachya*, *Haematoxylon brasiletto*, *Ceiba pentandra*, *Ceiba aesculifolia*. Hay en esta zona especies endémicas o con ecotipos de la región como: *Manihot gualanensis*, *Leucaena guatemalensis*, *Mimosa zacapana*, *Juliana adstringens*, *Nyctocereus guatemalensis* (Castañeda y Ayala 1996).

8. JUSTIFICACION

En Guatemala existen varias regiones con características semiáridas o secas. Estas se encuentran bajo sombra de montaña. Algunas de estas zonas como el valle del Motagua y el Valle de Salamá han sido fuertemente alteradas por la sobreexplotación agrícola (Castañeda 1996) a pesar de la importancia que tienen estas áreas por las condiciones de aislamiento en que se encuentran, y que forman además un corredor con sitios de características similares, que permite la existencia y la circulación de especies especializadas a ambientes secos. Tales características han propiciado niveles altos de endemismo para diversos taxos como las plantas, insectos y aves (Marroquín 2001, Campbell y Vaninni 1989, Méndez 2001, Stuart 1954).

A pesar de lo particular de estas zonas, no existe a la fecha ningún área legalmente protegida para los valles y gravenes semiáridos. Es de vital importancia la comprensión de los ensambles de murciélagos que habitan en estas zonas; ya que estos son polinizadores especializados de alrededor de 500 plantas en los trópicos (Heithaus *et al.* 1974); Además juegan un papel importante en la regeneración de bosques, la distribución espacial y la estructura genética de la vegetación (Gannon y Willig 1989) pues son dispersores de semillas e importantes polinizadores. Es importante el estudio de los murciélagos en los bosques secos, pues estos, como especies indicadoras, pueden utilizarse para reforzar la evidencia de la conectividad que existe entre estos valles, que se encuentran entre las cadenas montañosas de Mesoamérica. Se ha propuesto para la herpetofauna que estas zonas en verdad forman un corredor sub húmedo, que conecta las porciones secas de México con Guatemala; y a partir de aquí hacia Honduras y el Salvador (Stuart 1954; Campbell y Vannini 1989); algo similar ha sido descrito para las aves (Valdez y Marroquín 2000).

Actualmente es importante determinar si estas áreas están funcionando como corredores biológicos para especies de murciélagos de hábitos especializados y que viven en bosques secos como en el caso de *Leptonycteris curasoae*, una especie que migra hacia el sur siguiendo una porción de este corredor en México siguiendo rutas de florecimiento de Cactáceas y Agavaceas, y que muy posiblemente llega hasta Guatemala a través de los valles que se estudiaron en el presente trabajo (Arita y Humprey 1988; Wilkinson y Fleming 1996; Salazar y Fernandez 2000).

Este estudio contribuirá con los esfuerzos internacionales, tendiente a esclarecer el comportamiento migratorio de *L. curasoae*, que migra desde Arizona en Estados Unidos de Norteamérica y el centro de México hacia el sur en Chiapas y posiblemente hasta Guatemala. No existen registros de esta especie para el país desde 1952 (Jones 1966). Deseábamos determinar si esta especie utiliza las regiones de bosque seco de Guatemala como ruta migratoria, pues en México y EEUU se ha encontrado una alta especialización entre este murciélago y una serie de plantas de las familias Cactaceae, Agavaceae, Bombacaceae y Convulvulaceae, quienes dependen de él para su polinización. Entre las plantas polinizadas por este murciélago, destacan especies de interés comercial, cultural y biológico como los agaves (*Agave spp*), *Pseudobombax sp.*, *Ipomoea sp.*, *Lemireocereus sp.*, *Myrtillocactus sp.*, *Ceiba sp.*, *Bahuinia sp.* etc. (Salazar y Fernández 2000, Arita y Wilson 1987).

9 OBJETIVOS

General:

- Determinar la similitud biogeográfica de los cuatro valles secos en función de sus ensambles de murciélagos y el rol de los mismos como dispersores de semillas.

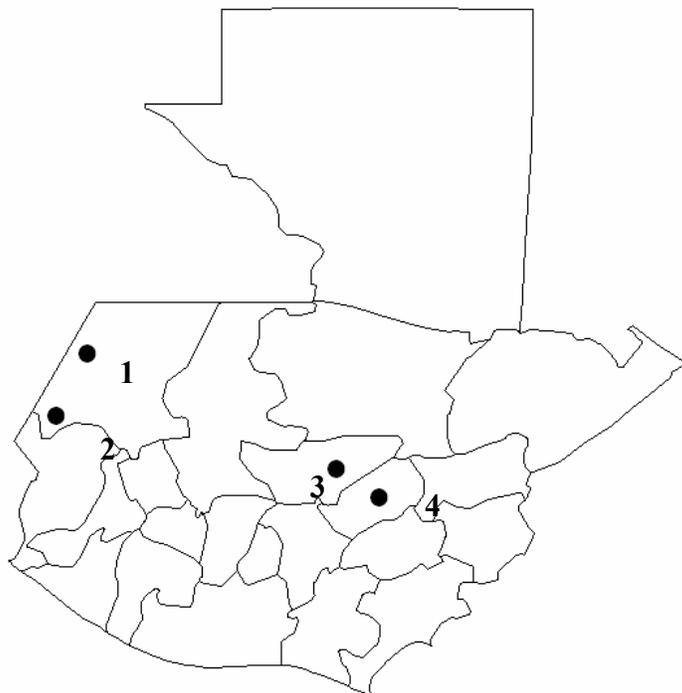
Específicos:

- Determinar para cada localidad de muestreo la diversidad y la abundancia relativa de las especies.
- Determinar el grado de similitud entre las localidades de muestreo.
- Determinar el comportamiento de los ensambles durante los meses de muestreo, identificar, cuantificar y caracterizar las semillas dispersadas y o depredadas por los murciélagos frugívoros en las localidades de muestreo.

10 METODOLOGIA

Sitios de colecta

Se colectaron murciélagos en cuatro localidades de bosque secos o sub-húmedos ubicados en cuatro valles: Valle de Cuilco, de Nenton, de Salama y del Motagua(Gráfica 1). Estos valles forman parte de las cuencas de los ríos: Grijalva (Cuilco y Nenton), Chixoy (Salama) y Motagua (Tulumaje, El Progreso), también se caracterizan por presentar hábitats con poca precipitación por localizarse en la sombra de lluvia de las montañas que los rodean.



Gráfica 1. Ubicación de los sitios de muestreo, ubicados en los valles de Cuilco (Cuilco), Nenton (Jacaltenango), Salama (Salama) y Motagua (Tulumaje, El Progreso).

1 Jacaltenango: latitud 15.775° longitud 91.788° 847msnm; 2. Cuilco: latitud 15.405° longitud 91.963° 1129msnm; 3. Salamá: latitud 15.085° longitud 90.300° 978msnm; 4. Tulumaje: latitud 14.925° longitud 90.040° 346msnm.

1. **Valle de Nentón:** Aldea Nueva Catarina, Municipio de Jacaltenango, Departamento de Huehuetenango, Guatemala. Esta aldea se encuentra ubicada en el Valle de Nentón, en el kilómetro 365 de la carretera asfaltada que conduce al pueblo de Nentón.
2. **Valle de Cuilco:** Aldea Sosí Chiquito, Municipio de Cuilco, Departamento de Huehuetenango, Guatemala. Esta localidad incluye dos sitios de colecta, uno sobre la ladera de una montaña en el borde la aldea y el otro en un terreno plano sobre el cauce del Río Cuilco llamado La Isla y que parece inundarse en raras ocasiones, el área es dominada por cultivos de maíz y potreros pero que todavía conserva cierta cantidad de la vegetación original, especialmente cactus columnares.

3. **Valle de Salamá:** Parque Ecológico Municipal Los Cerritos, Municipio de Salamá, Departamento de Baja Verapaz, Guatemala. Es la primer área silvestre protegida en los valles secos de Guatemala. Actualmente es administrada por la Fundación para el Desarrollo y Protección del Medio Ambiente de Baja Verapaz, FUNDEMABV. El área posee abundancia de cactus columnares.
4. **Valle del Motagua:** Rancho El Limonar, Aldea Tulumaje, Municipio de San Agustín Acasaguastlán, Departamento de El Progreso, Guatemala. Esta localidad se encuentra en la parte alta y mas seca del Río Motagua, probablemente la zona con menor precipitación en el país. Se realizaron colectas en varios sitios cercanos al Rancho El Limonar, como el Aserradero Los Anturios, el cementerio de la localidad, la vega del río, etc. Son abundantes los potreros y las zonas con vegetación natural. También son abundantes los cactus columnares.

Captura de murciélagos

En cada sitio de colecta se colocan 36 metros de redes de niebla. Las redes son abiertas por un espacio de cinco horas a partir del crepúsculo, aproximadamente de 18:00 a 23:00 Horas, que es el intervalo de tiempo en el que se registra el pico mayor de actividad. El esfuerzo de captura fue como se describe a continuación: 36 m lineales de redes (tres redes de 12 metros c/u) activas por 5 horas diarias, durante cinco noches, en cada localidad. Esto hace un total de esfuerzo mensual de 900 horas por metro de red en cada uno de los cuatro sitios de muestreo. Las redes son colocadas en sitios relativamente abiertos donde la vegetación permite el vuelo de los animales y no afecta demasiado a la captura, en los denominados “corredores de vuelo”. De todos los ejemplares colectados, se registro especie, sexo, edad, estado reproductivo, peso y longitud del antebrazo. De las especies nectarívoras se tomaron muestras de polen (ver adelante) y de algunos ejemplares se tomaron muestras de tejidos (riñón, ala) para pruebas de ADN posteriores.

Todos los individuos capturados fueron liberados, excepto 40 especímenes que fueron colectados, preparados como pieles de estudio y depositados en las colecciones de referencia de la Escuela de Biología de la USAC. Para la identificación de los especímenes se utilizaron las guías de identificación de campo más utilizadas en Mesoamérica como Medellín *et al.* 1997 y Reid 1997.

Colecta del polen del pelo de los murciélagos nectarívoros

A los murciélagos nectarívoros (Sub-Familias Glossophaginae y Stenodermatinae) que se capturaron se les tomaron muestras del polen que llevaran fijado en el pelaje. Estas muestras se tomaron con la ayuda de unos cubos de gelatina que contenía eosina como colorante y fenol como preservante. Estos cubos de gelatina de aproximadamente 5 mm de lado se guardaron en tubos Ependorf; en el campo, los cubos son frotados con el pelaje de los murciélagos, tomando muestras separadas de la cabeza, dorso y vientre de cada animal, antes de ser liberados.

Determinación de las plantas consumidas por los frugívoros

Con el fin de identificar aquellas plantas consumidas por los frugívoros se obtuvieron muestras de heces de los murciélagos frugívoros. Para obtener estas muestras se retienen los individuos en bolsas de manta por un período de 2 a 3 horas antes de liberarlos (López 1996). Estas muestras de heces se retiran de las bolsas de manta y se colocan en sobres de papel parafina, en las cuales se secan y almacenan para su posterior identificación. Cada sobre es debidamente rotulado, indicando a que individuo pertenece, fecha de captura y sitio de captura. Posteriormente en el laboratorio se analizan dichas muestras de semillas colectadas, se identifican haciendo uso en primer lugar de la colección de referencia de semillas que para el efecto fue realizado (ver 8.5) y aquellas colecciones que con fines similares ya se han realizado en el país, así como muestras de herbario que eventualmente sean necesarias.

Colección de referencia de frutos y semillas

Con el fin de poder identificar aquellas plantas que están siendo consumidas por los murciélagos se realizó una colección de referencia de frutos y semillas de las localidades de muestreo. Para realizar esta colección se hicieron caminatas con el fin de identificar aquellas plantas potencialmente chiropterófilas que estén fructificando durante cada uno de los eventos del muestreo.

Análisis estadístico

Curva de acumulación de especies

Para cada uno de los cuatro sitios de muestreo se realizaron curvas de acumulación de especies. Estas curvas se construyeron contabilizando el número de especies de murciélagos nuevas que se iban sumando a la lista con cada uno de los muestreos. El número de especies acumuladas se gráfico contra el esfuerzo de muestreo mensual realizado en cada uno de los muestreos. El esfuerzo de muestreo mensual en cada localidad consistió de cinco noches consecutivas de capturas con 3 redes neblineras, de 12 m de longitud y que estuvieron activas cada noche por un periodo de cinco horas consecutivas a partir del anochecer. Para eliminar el efecto del orden en que las especies fueron sumadas al total de especies, los resultados de los muestreos fueron aleatorizados 200 veces utilizando para ello el programa EstimateS (Colwell 2000). Con la aleatorización se obtuvo una curva de acumulación de especies suavizada. Para estimar el número total de especies en cada uno de los sitios de muestreo se realizó una extrapolación paramétrica utilizando el exponencial negativo el cual se ajusto a la curva de acumulación de especies suavizada (Soberón y Llorente 1993). Para hacer el ajuste del modelo exponencial negativo se utilizo una regresión no lineal (SigmaPlot 5, SPSS Inc.).

El modelo exponencial negativo (modelo de dependencia lineal) se basa en el concepto de que la probabilidad de agregar nuevas especies decrece linealmente conforme el esfuerzo de muestreo aumenta (Soberón y Llorente 1993):

$$S(t) = a / b [1 - \exp(-bt)]$$

Para evaluar si el esfuerzo de captura había sido suficiente para realizar un inventario de especies en cada uno de los sitios de muestreo, estimamos el número máximo de especies esperadas en uno de los sitios de acuerdo con el modelo exponencial negativo. En este modelo ese máximo está definido por un valor que se puede estimar cuando la curva se acerca a una asíntota (Soberón y Llorente 1993). Utilizando el mismo modelo matemático evaluamos el esfuerzo necesario de muestreo de murciélagos en el bosque seco para registrar al 90% de las especies.

Análisis de agrupamiento

Con los datos de las capturas totales por especie y sitio de muestreo se realizó un análisis de agrupamiento entre las cuatro localidades. Para realizar el análisis se estandarizaron los datos de número total de individuos por especie capturados en los cuatro sitios de muestreo, esto con el fin de reducir el sesgo de aquellas especies más abundantes. Utilizando el programa Past ver. 1.14 (Hammer y Harper 2003) se realizó dicho análisis cuyos resultados fueron graficados como un fenograma de similitud de los ensamblajes de murciélagos capturados en los cuatro bosques secos. Para el análisis se utilizó el algoritmo de grupos pareados y como índice de similitud la distancia euclidiana.

Amplitud de nicho

Para la estimación del índice de amplitud de nicho alimentario se utilizó la media de Levin estandarizada (Krebs 1989)

Vocalizaciones de murciélagos

Paralelo al estudio de murciélagos filostómidos capturándolos con redes de niebla, se recopiló información sobre la composición de las comunidades de murciélagos no-filostómidos utilizando un método indirecto que no necesariamente requiere de las capturas. Este método se basa en la identificación de las especies por medio de las características de los sonidos ultrasónicos emitidos durante las vocalizaciones, que en la mayoría de los casos es típico de cada especie. Para el presente estudio se utilizó un detector de murciélagos ANABAT conectado a una computadora portátil donde se grafican los cambios en la frecuencia de los sonidos a través del tiempo (utilizando el programa Analook Versión 4.8e). Los archivos electrónicos fueron analizados utilizando el Programa Analook 4.6, comprimiendo las señales (omitiendo los espacios en blanco) y ajustando la gráfica a rangos de tiempo de 10 milisegundos (eje de las x) y un rango de frecuencia de sonido de 10 a 80 KHz (eje de las y). Las gráficas obtenidas fueron comparadas manualmente con sonotipos conocidos de Belice, Izabal, Venezuela y Estados Unidos. Algunos sonotipos no fueron identificados y no se incluyen en el listado de especies.

11 RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuatro muestreo realizado por localidad se colectaron un total de 2,148 especímenes de 27 especies diferentes de murciélagos (Tabla 1).

Tabla 1. Numero de especímenes capturados en cada uno de los cuatro bosque secos. Los números representan el total de individuos capturados en cada una de las localidades entre febrero y diciembre del 2003.

Especie	El Baja				TOTAL
	Cuilco	Nenton	Progreso	Verapaz	
1 <i>Anoura geoffroyi</i>	11	1	0	10	22
2 <i>Artibeus intermedius</i>	136	99	138	105	478
3 <i>Artibeus jamaicensis</i>	133	108	264	155	660
4 <i>Artibeus lituratus</i>	32	57	18	9	116
<i>Artibeus sp.</i>	2	2	4	0	8
5 <i>Centurio senex</i>	1	1	0	2	4
6 <i>Chiroderma salvini</i>	8	8	2	13	31
7 <i>Chiroderma villosum</i>	0	2	0	5	7
8 <i>Choeronycteris mexicana</i>	1	0	0	3	4
9 <i>Dermanura azteca</i>	6	2	0	0	8
10 <i>Dermanura tolteca</i>	0	7	1	0	8
11 <i>Dermanura watsoni</i>	0	1	0	0	1
12 <i>Desmodus rotundus</i>	9	31	66	2	108
13 <i>Enchistenes harti</i>	0	0	1	0	1
14 <i>Glossophaga commissarisi</i>	0	4	9	0	13
15 <i>Glossophaga leachii</i>	0	4	5	0	9
16 <i>Glossophaga soricina</i>	9	78	44	19	150
<i>Glossophaga spp.</i>	1	3	1	1	6
17 <i>Leptonycteris curasoae</i>	59	0	4	12	75
18 <i>Micronycteris megalotis</i>	0	4	0	0	4
19 <i>Mormops megalophylla</i>	2	0	0	0	2
20 <i>Molossus molossus</i>	0	0	0	1	1
<i>Myotis sp.</i>	0	1	0	0	1
21 <i>Phyllostomus discolor</i>	2	4	2	6	14
22 <i>Platyrrhinus helleri</i>	0	3	0	0	3
23 <i>Pteronotus davyi</i>	0	1	0	0	1
24 <i>Pteronotus parnelli</i>	0	4	3	0	7
25 <i>Rhogessa tumida</i>	0	0	3	0	3
26 <i>Sturnira lilium</i>	118	59	24	59	260
27 <i>Sturnira ludovici</i>	93	7	4	20	124
<i>Sturnira sp.</i>	0	6	0	0	6
Escapados	3	0	4	6	13
				TOTAL	2148

Diversidad de especies

Dos especies del genero *Artibeus* (*A. jamaicensis* *A. intermedius*) fueron la especies mas frecuentemente capturada en todos los sitios de muestreo. Las especies del genero *Sturnira* fueron en todos los sitios de muestreo la segunda especie mas abundante (Tabla 1).

El sitio de muestreo con una mayor riqueza de especies fue Nentón (21 especies en total). Esta localidad mostró también una mayor diversidad medida con el Índice de Shannon-Wiener (0.96). Las diferencias en el valor de este índice de diversidad entre los cuatro sitios, si bien no son muy grandes, parecen relacionarse con la cercanía entre las localidades siendo los sitios de muestreo en Nentón y Cuilco más cercanos entre si y con valores de diversidad similares y más elevados (0.96 y 0.92) y los sitios de muestreo de El Progreso y Motagua que están cercanos entre si mostraron índices de diversidad menores (Tabla 2).

Tabla 2. Riqueza de especies de murciélagos en cuatro localidades ubicadas en bosques xerofíticos. Diversidad de especies en las cuatro localidades estimada con el índice de Schannon-Wiener.

Localidad	Riqueza de especies	Índice de Shannon-Wiener (H)	Equidad (J)	H max
Cuilco	15	0.92	0.23	4.00
Nenton	21	0.96	0.21	4.45
El Progreso	16	0.74	0.18	4.08
Baja Verapaz	15	0.85	0.21	3.08

Similitud entre las localidades de muestreo

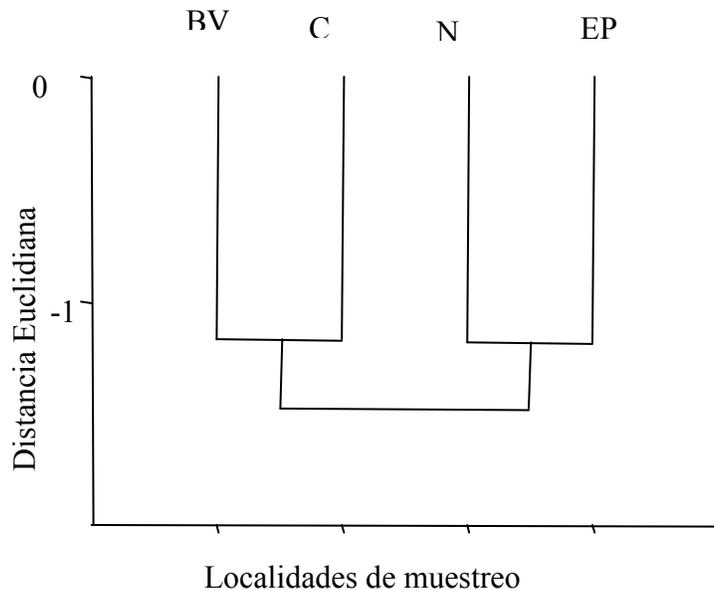
Las especies de murciélagos parecen presentar una distribución diferente entre los cuatro sitios influenciada por la altitud, de ahí que hemos observado algunas especies solamente en los sitios de muestreo ubicados por arriba de los 1000 msnm y otras que se localizan preferentemente abajo de estas altitudes. Por ejemplo especies como *Leptonycteris curasoae*, *Choeronycteris mexicana* y *Sturnira ludovici* parecen preferir los bosque secos de altura tal es el caso de los sitios de muestreo ubicados en Cuilco (1129 msnm) y Salamá (1039 msnm). Por otro lado observamos otro grupo de especies que se distribuyen preferentemente en las localidades ubicadas abajo de los 1000 msnm, tal es el caso de *Sturnira lilium* y *Glossophaga leachii*. Lo anterior también se vio reflejado en los valores de similitud estimados con el cociente de similaridad de Sorensen que fueron mayores (mayor similaridad) entre los sitios de colecta en Cuilco y Salamá (0.87) seguidos de los sitios entre Nentón y Motagua (0.70), los dos primeros ubicados arriba de los 1000 msnm y los otros dos por debajo (Tabla 3). Estas observaciones nos permitirían clasificar al menos para el caso de los murciélagos estos hábitats xerofíticos entre aquellos de tierras altas y los de tierras bajas.

Por otro lado cabe mencionar que la mayoría de especies de murciélagos endémicos en Centroamérica habitan en los bosques montanos y semiáridos (Voss y Emmons 1996), en los bosques de húmedos de tierras bajas este endemismo es menor. Esto hace particularmente importantes estos bosques secos pues contienen elementos de la biodiversidad que no son abundantes en otros tipos de habitats, tal es el caso de: *Leptonycteris curasoae*, *Glossophaga leachii*, *Choeronycteris mexicana*, *Chiroderma salvinii*, *Artibeus intermedius*, *A. aztecus*, estas especies están asociadas a los habitats xerofíticos de Mesoamérica.

Tabla 3. Grado de similitud, con relación a las especies de murciélagos, entre cuatro hábitats xerofíticos de Guatemala. La similitud entre los sitios fue estimada con el Índice de Sorensen (1 máxima similitud y 0 máxima disimilitud).

	Cuilco	Nentón	Salamá, 1039 msnm	El Progreso, 346 msnm
Cuilco, 1129 msnm	--	0.67	0,87	0,65
Nentón, 847 msnm		--	0,67	0,70
Salamá			--	0,67
El Progreso				--

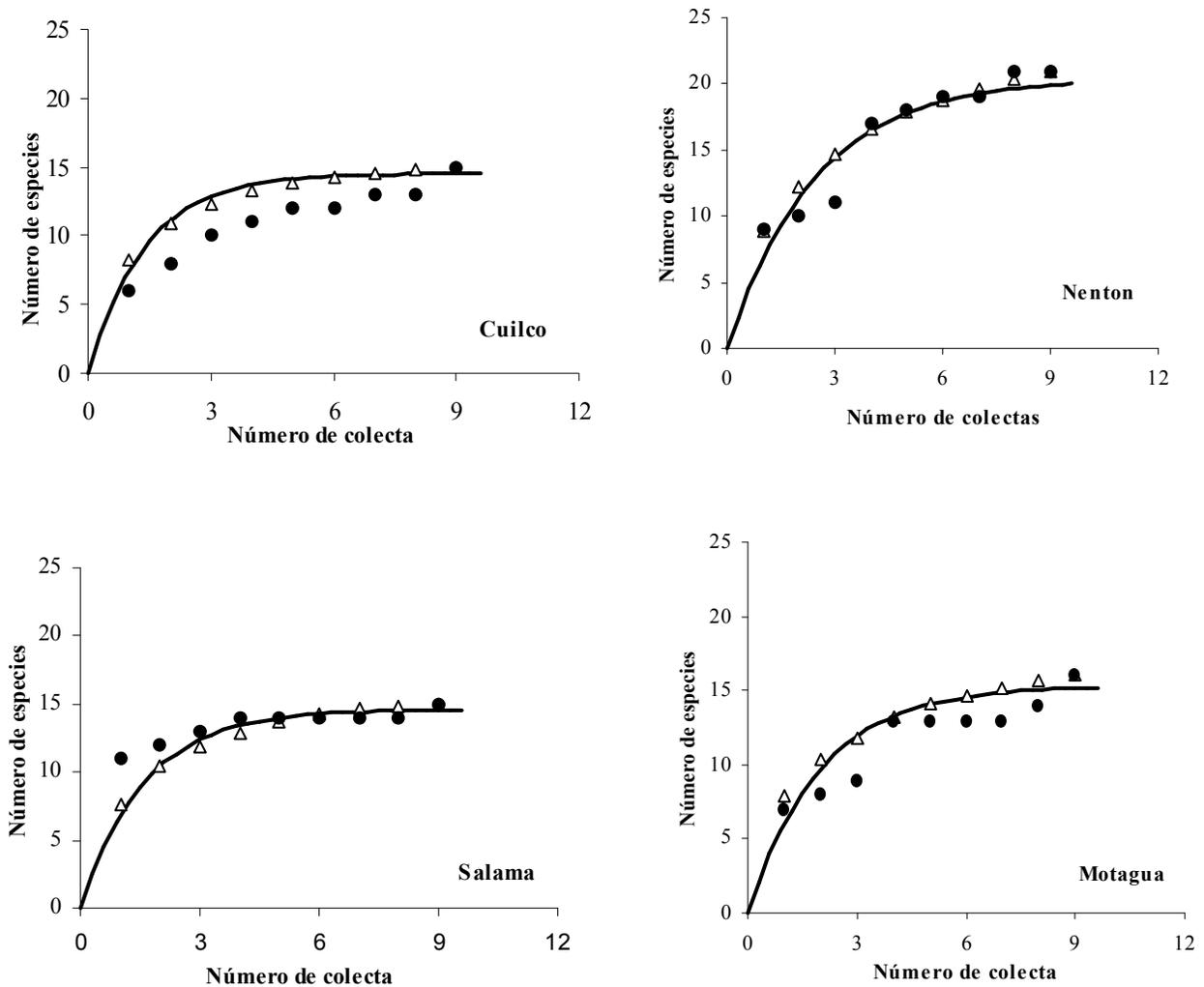
El análisis de agrupamiento muestra también una mayor similitud entre las localidades ubicadas arriba de los 1000 msnm (Gráfica 2)



Gráfica 2. Fenograma de similitud entre los ensambles de murciélagos capturados en cuatro bosque secos de Guatemala. Se utilizo la distancia Euclidiana como una medida de Similitud y el algoritmo de grupos pareados para el agrupamiento.

Estimación de la diversidad usando curvas de acumulación de especies:

La diversidad de especies esperadas en cada uno de los cuatro sitios de muestreo, estimada a partir de la curva de acumulación ajustada a el modelo exponencial negativo muestra que en los cuatro sitios de muestreo alcanzamos la asintota de la misma (Fig. 2), incluso habiendo capturado mas del 100% del numero esperado de acuerdo con el modelo (Tabla 4). Esto ultimo solo demuestra que el modelo entrega estimaciones mas bien conservadoras del numero total de especies.



Gráfica 3. Curvas de acumulación de especies de murciélagos capturados en cuatro valles secos. En el eje de las abscisas el número de colecta esta en unidades que representan cinco noches consecutivas de muestreo con redes neblineras (ver métodos). Los puntos representan las observaciones realizadas, los triángulos son las mismas observaciones aleatorizadas y la línea continua representa la curva ajustada por el modelo exponencial negativo (Soberón y Llorente 1993).

Tabla 4. Número de especies capturadas en los cuatro bosques secos y las predicciones del número de especies esperadas de acuerdo al modelo exponencial negativo (Soberón y Llorente 1993), en el cual a es la pendiente de la curva de acumulación de especies al inicio del muestreo, b es una constante relacionada a la forma de la curva acumulativa, r² es el coeficiente de determinación de la curva. Los valores de la última columna muestran el esfuerzo de muestreo requerido para capturar el 90% de las especies de murciélagos en el bosque seco.

	r ²	P<	a	b	Número de especies capturadas	Número de especies esperadas	Esfuerzo requerido para capturar el 90 % de las especies (noches captura)
Cuilco	0.96	0.0001	10.54	0.73	15	14.4	15.8
Nentón	0.97	0.0001	8.35	0.41	21	20.4	28.1
Salamá	0.97	0.0001	9.15	0.63	15	14.6	18.4
Motagua	0.96	0.0001	7.65	0.50	16	15.3	23.0

Especies de Semillas que fueron consumidas por los murciélagos frugívoros:

Se han analizado un total de 247 muestras de heces de 12 especies de murciélagos frugívoros en las cuales se han podido identificar un total de 10 morfoespecies de semillas (Tabla 4). Cabe resaltar que de las 12 especies de murciélagos frugívoros, en nueve especies se determinó el consumo de del género *Ficus* (Grafica 2). Semillas de dos especies de cactus columnares (*Pilosocereus leucocephalus* y *Stenocereus sp.*) pudieron ser identificadas de las heces de *Leptonycteris curasoae* (Tabla 4). Semillas de plantas pioneras en la sucesión vegetal, tal es el caso de *Cecropia sp.*, *Piper spp.* y *Solanum sp.* pudieron ser identificadas en las heces de varias especies de murciélagos frugívoros, por ejemplo en murciélagos del género *Artibeus* (Grafica 3).

Tabla 5. Frecuencia de semillas (Especies y morfoespecies) observadas en las heces de murciélagos frugívoros, capturados en ambientes xerofíticos. Las cantidades representa el número de heces que contenían determinado Item. Las abreviaturas superiores son las especies de murciélagos en las que se encontró determinado Item: Aj= *Artibeus jamaicensis*, Al= *Artibeus lituratus*, Ai= *Artibeus intermedius*, GLS= *Glossophaga soricina*, LC=*Leptonycteris curasoae*, SL= *Sturnira lilium* Slu= *Sturnira lilium*

Plantas	Especies de Murciélagos						
	Al	Ai	Aj	Sli	Slu	Gs	Lc
<i>Cecropia</i> sp.	4	29	13	36	9	2	
<i>Ficus</i> sp.1		10	33	6	4	3	1
<i>Ficus</i> sp.2		12	13	11	1	13	1
<i>Ficus</i> sp.3	1	24	14				
<i>M. carabura</i> L.	3	6	30	9	6	6	
<i>Nopalea</i> sp.			1				
<i>P. hirtianus</i>				1		1	
<i>P. leucocephala</i>				1		1	
<i>Piper</i> sp.	1	3	4	14	3	1	
<i>P. guajaba</i>		6	6				
<i>Solanum</i> sp.	1	1	4	5	2	1	
<i>S. crenulatum</i>				1			
<i>S. umbellatum</i>		7	9	14	7	1	
<i>S. eichlamii</i>				1		3	27
Desconocida 2	2						
Desconocida 4						1	
Desconocida 5		1					
Desconocida 7					1		
TOTALES	12	99	127	99	33	33	29

Amplitud de nicho trófico:

Los valores de amplitud de nicho trófico para seis de las especies más frecuentemente capturadas muestran valores estandarizados (Índice de Levin) muy similares (Tabla 6) con excepción de el valor para la dieta de *Leptonycteris curasoae* lo cual denota una dieta con menos ítem lo cual podría estar asociado con lo especializado de esta especie. Las especies más generalistas fueron *S. liliium* y *G. soricina*, con 11 tipos de semillas encontradas, *A. intermedius* y *A. jamaicensis* con 10.

En las heces de los murciélagos frugívoros, se encontró un total de 18 morfotipos de semillas, de las cuales 4 no pudieron ser determinadas a ningún nivel. Se encontraron 3 morfotipos que pertenecen al género *Ficus*, los cuales fueron divididos según su tamaño, siendo la morfoespecie 1, de tamaño mediano, la morfoespecie 2, es pequeña, y a la morfoespecie 3 pertenecen las semillas más grandes. Se determinó la presencia de semillas pertenecientes a 4 especies de cactáceas. En cuanto al consumo de semillas, *Cecropia sp.* y *Piper sp.* fueron las más consumidas por todas las especies de murciélagos (Tabla 5). Es importante hacer notar que estos géneros son de especies pioneras, importantes en la regeneración secundaria del bosque. Las semillas de *Muntingia carabura* fueron también comunes y se encontraron durante todo el año, esta planta se encontró en fructificación durante todo el año, normalmente esta especie crece cerca del agua por lo que puede constituirse como un recurso permanente, en estos bosques secos. Los morfotipos del género *Ficus*, fueron consumidos por la mayoría de las especies siendo los mayores consumidores los murciélagos del género *Artibeus* y *Glossophaga soricina*. Es interesante notar que el tamaño de los frutos de las morfoespecies consumidas corresponden con el tamaño de las especies de murciélagos que las consumieron. En el caso de *G. soricina*, las semillas presentes en las heces corresponden en su mayoría al morfotipo 2, que es la más pequeña de las tres. La morfoespecie 1 que es de tamaño mediano, fue consumida principalmente por *A. jamaicensis*, que es la especie más pequeña de las 3 que pertenecen al género. *A. intermedius*, es la especie de tamaño intermedio entre *A. jamaicensis* y *A. lituratus* y consumió preferentemente la morfotipo 3 que es la más grande de las semillas de *Ficus*. En el caso de las especies pertenecientes al género *Sturnira*, ambas presentaron preferencia por las semillas de los géneros *Cecropia*, *Piper* y *Solanum*. La especie *S. ludovicii*, es de mayor tamaño que *S. liliium*, y aquí también hubo preferencia en cuanto al tamaño de las semillas de *Ficus* en las heces. Aunque muchas de las semillas encontradas en las muestras fecales han sido documentadas ampliamente (Fleming 1986; Dinerstein 1986) como consumidas por las especies mencionadas, es de especial interés el hecho de que en cada tipo de ecosistema existen otras plantas consumidas de distribución local (Lara *et al.* 2001). Es así que en el caso de los bosques secos, las cactáceas se constituyen como un grupo importante y que en el caso de *L. curasoae*, una especie que habita bosques secos, que evidencia una alta especialización en el consumo de frutos de cactáceas. De las 29 muestras fecales obtenidas de esta especie, 27 pertenecen al género *Stenocereus*. En total 4 especies de murciélagos consumieron frutos de cactáceas.

Tabla 6. Valores de la amplitud de nicho trófico de siete especies de murciélagos que ocurren en cuatro bosques secos, estimada con el índice de Levin . B= Amplitud de nicho, BA= amplitud de nicho de Levin Estandarizada. Para las abreviaturas de las especies ver Tabla 5.

	Especies			De	Murciélagos		
	Al	Ai	Aj	Sli	Slu	Gs	Lc
B	4.5	5.5	6	5	5.5	4.7	1.2
BA	0.21	0.26	0.30	0.24	0.27	0.22	0.01

Polen transportados por murciélagos

Los murciélagos nectarívoros juegan un papel importante en la polinización de muchas plantas en el trópico. Se estima que polinizan hasta el 1% del total de las especies vegetales. Esta importancia se acentúa en los bosques secos (Fleming y Sosa 1994).

Muchas plantas de ambientes xerofíticos han coevolucionado con este grupo de mamíferos para su polinización. Entre los grupos de plantas que utilizan a los murciélagos como agentes polinizadores, se encuentran las cactáceas, bombacáceas, convulvuláceas, y otros grupos en menor grado.

En los valles secos de Guatemala, se capturaron hasta el mes de octubre 285 MN pertenecientes a 7 especies. Se encontró que existen dos picos de abundancia tanto en el número de especies, como en el número de individuos de murciélagos nectarívoros. El primer pico es ascendente hacia el mes de mayo y el segundo es hacia el mes de septiembre. Los cactus columnares presentan sus picos de floración al igual que las Ceibas e Ingas en la etapa seca (feb – mayo). En esta época son estas las plantas que se consumen con mayor frecuencia. En la época de lluvia se encuentra un mayor número de especies de polen en el pelaje de los murciélagos.

Dentro de las muestras analizadas se encontró que el polen consumido o transportado por murciélagos nectarívoros, pertenece a 27 especies de las cuales 7 no pudieron ser determinadas. Se observó también que la especie más generalista en su alimentación es *G. soricina*, en la que se encontró polen de las 17 especies reportadas. En *A. geoffroyii* y *L. curasoae*, se encontraron 11 morfoespecies de polen. Dado que el número de muestras de polen analizadas para algunas especies de murciélagos fue reducido, por lo tanto estos resultados no permiten hacer conclusiones generales.

En el caso de *L. curasoae*, sus abundancias parecen coincidir con el pico de floración de los cactus columnares ya que este grupo de plantas es muy abundante durante la época en que este murciélago realiza una parte de su ciclo migratorio.

Los valles secos parecen agruparse en el caso de este grupo particular de murciélagos, siendo los valles del Motagua y Nentón muy similares (0.83), pero la mayor similitud, la presentan los valles de Cuilco y Salamá (0.91), según índice de sorensen. En cuanto a las plantas que estos murciélagos consumen, parece no haber grandes diferencias al utilizar el mismo índice.

Vocalizaciones de murciélagos:

Con el método utilizado para la captura de murciélagos, que consistió en el uso de redes neblineras que se erguían desde el suelo hasta aprox. 3 m de altura, tiene el inconveniente que no es posible capturar especies de murciélagos que vuelan en sobre el dosel de los arboles o a cielo abierto como es el caso de las especies de murciélagos insectívoros de las familias Molossidae, Emballonuridae, Vespertilionidae (Kalko 1997 y Matt F. 2001). Para disminuir este sesgo en nuestros resultados se realizaron grabaciones de las vocalizaciones de los murciélagos, sobre todo de aquellos que normalmente no se pueden capturar con el método utilizado (redes de niebla a nivel del suelo).

En total se trabajo durante 1270 minutos, en los mismos sitios y simultaneo a los muestreos con redes de niebla. Se determinaron doce especies de murciélagos, 1 embalonúrido, 1 mormópido, 1 filostómido, 3 vespertiliónidos y 6 molósidos. De estas especies solo tres fueron capturadas con red de niebla (*Leptonycteris curasoae*, *Myotis sp.* y *Molossus molossus*), por lo que se estarían añadiendo 09 especies al listado de los valles secos estudiados. Por lo menos *Leptonycteris curasoae* y *Tadarida brasiliensis* son murciélagos considerados migratorios. *Eumops glaucinus* representaria el segundo registro para Guatemala. Por lo menos tres sonotipos mas todavía no han sido identificados.

Tabla 7. Esfuerzo realizado con el detector de murciélagos Anabat (en minutos) en los cuatro valles secos y el numero de archivos electrónicos grabados con el programa Anabat6. Cada archivo electrónico representa el paso de un murciélago dentro del área de sensibilidad del detector.

	CUILCO	NENTON	SALAMA	EL PROGRESO	TOTAL
Esfuerzo de trabajo (minutos)	460	260	280	270	1270
Numero de archivos grabados	130	29	40	122	321

Tabla 8. Sonotipos de murciélagos obtenidos utilizando el detector de murciélagos Anabat6 en los cuatro valles secos muestreados.

Sonotipo/localidad	CUILCO	NENTON	SALAMA	EL PROGRESO
1. <i>Peropteryx macrotis</i>	X	X		X
2. <i>Pteronotus davyi</i>	X	X		
3. <i>Leptonycteris curasoae</i>	X			X
4. <i>Myotis sp</i>	X	X	X	X
5. <i>Lasiurus ega</i>	X			X
6. <i>Eptesicus furinalis</i>	X		X	X
7. <i>Molossus molossus</i>				X
8. <i>Molossus ater</i>			X	X
9. <i>Molossus sinaloae</i>				X
10. <i>Tadarida brasiliensis</i>	X	X	X	
11. <i>Nyctinompos laticaudatus</i>	X		X	X
12. <i>Eumops glaucinus</i>	X	X	X	

12 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que la composición de especies de murciélagos en los cuatro valles esta caracterizada por elementos típicos de ambientes xerofitos de Mesoamérica, como *Chiroderma salvini*, *Glossophaga leachii*, *Artibeus intermedius*, *A. aztecus*, *Balantiopteryx plicata* y otros.

Entre esos murciélagos cabe destacar el hallazgo y confirmación para Guatemala de *Leptonycteris curasoae* y *Choeronycteris mexicana*, dos especies de murciélagos consideradas migratorias y que están actualmente propuestas para su protección a nivel internacional (Convencion de Especies Migratorias –CMS-y CITES). Hasta ahora la información de que se disponía era muy escasa y prácticamente de carácter histórico. Una tercera especie, *Tadarida brasiliensis*, también es considerada migratoria y hay indicios de su presencia en los valles secos de Guatemala según los resultados de las vocalizaciones de murciélagos, sin embargo no fueron capturados individuos de esta especie que confirmen su presencia.

Las cinco especies mas frecuentes durante el presente estudio fueron: *Artibeus jamaicensis*, *A. intermedius*, *Sturnira lilium*, *S. ludovici* y *Glossophaga soricina*. Estas especies son comunmente capturadas en diversidad de ambientes incluso no-xerofitos, con la excepción de *A. intermedius* que es particularmente abundante en los valles secos.

El Valle de Nenton muestra la mayor riqueza de especies de los cuatro valles estudiados. Los valles secos que se encuentran a mayor altura, Cuilco y Salama, cerca de 1000 msnm, muestran mayor entre ellos, en relación a la similitud mostrada entre cualquier otro par de valles.

Las predicciones de la diversidad de especies de murciélagos, según el modelo exponencial negativo, en los cuatro valles secos muestran que es necesario un esfuerzo de entre 15 y 28 noches de trabajo (con 36 mts. de red/hora por cinco horas) para registrar el 90% de las especies. Este dato, desconocido hasta ahora, puede ser utilizado en otros estudios de murciélagos.

Las semillas más consumidas por los murciélagos de los valles secos pertenecen a los géneros *Ficus*, *Solanum*, *Pilosocereus*, *Stenocereus*, *Piper*, *Cecropia* y *Muntingia*.

La especie de murciélago que mostró una mayor especialización en su dieta de semillas fue *Leptonycteris curasoae* (índice de amplitud de nicho 0.01). Por el contrario, *Artibeus jamaicensis* mostró la dieta más generalizada (índice de amplitud de nicho 0.3).

13 RECOMENDACIONES

Es importante que los próximos estudios de murciélagos en los valles secos de Guatemala se tome en cuenta el esfuerzo de trabajo mínimo requerido para obtener el 90% de la diversidad de especies (entre 15 y 28 noches).

Actualmente existen varias iniciativas internacionales para la protección de murciélagos migratorios. En su momento Guatemala será requerida de información y es muy importante que Guatemala recopile sus propios datos sobre el estatus de estas especies en nuestro territorio, especialmente sobre su distribución e historia natural. De esta forma se estará contribuyendo a la protección de estas especies y en general a la protección de los ecosistemas en donde viven.

Recomendamos que el Consejo Nacional de Áreas Protegidas tome en cuenta estos hallazgos y que se brinde mayor apoyo a la protección de las zonas áridas. Sobre todo al momento de considerar áreas para protección que incluyan el bosque seco, deberían de considerar las diferencias que muestran nuestros resultados entre los bosques secos de altura (ubicados por arriba de los 1000 msnm) y los bosques secos de tierras bajas (ubicados por debajo de los 1000 msnm).

Recomendamos a la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI), Escuela de Biología y a otras instituciones que se dedican al estudio de la diversidad biológica que se profundice en el estudio de las zonas áridas de Guatemala, principalmente en los temas de historia natural, migraciones, restauración, etc. Los estudios de murciélagos aunados a los estudios con otros taxa serán claves en la protección de estos ambientes.

14 BIBLIOGRAFIA

1. Arita H., Humphrey S. (1988) *Revisión taxonomica de los murciélagos magueyeros del género Leptonicteris curasoae (Chiroptera: Phyllostomidae)*. Acta Zoologica Mexicana, nueva serie. N^o. 2. Instituto de Ecología México D. F. 60pp
2. Arita H., Wilson D., (1987) *Long – Nosed Bats and Agaves: The Tequila Connection*. Bat Conservation International. Vol 5(2): 3 –5.
3. Campbell J. Vannini J. 1989. *Distribution of Amphibians and Reptiles in Guatemala and Belize*. Western Foundation of Vertebrate Zoology. Vol. 4 N^o. 1. 21pp
4. Castañeda Cesar, Ayala Helmer. (1996) *Vida en la zona semiárida de Guatemala*. Cuadernos Chac. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36pp
5. Colwell, R. 2,000 Programa estadístico, Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Versión 6.v1 University of Connecticut USA.
6. De la Cruz J. R. (1982) *Clasificación de zonas de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 42 pp.
7. Dengo Gabriel (1999) *El medio físico de Guatemala*. Historia General de Guatemala. Asociación Amigos del País, Fundación Para la Cultura y el Desarrollo. Editorial Amigos del País. Tomo I pp 51-86
8. Fleming T., Hooper E., Wilson D. 1972 “Three Central American Bat Communities: Structure, Reproductive Cycles, and Movement Patterns”. Ecology. Vol. 53, No. 4: 555 – 569.
9. Fleming T.H., Sahley C.T., Holland J. 2001. *Sonoran desert columnar cacti and the evolution of generalized pollination systems*. Ecological Monographs, 71(4) pp. 511 – 530
10. Galindo-González, J., S. Guevara and Vinicio J. Sosa. 2000. Bat and bird generated seed rains at Isolated trees in Pastures in a tropical rainforest. Conservation Biology 14(6): 1693-1703.
11. Gannon M., Willig R., 1989 “ Long Term Monitoring Protocol for Bats: Lessons From The Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico”. (Dallveier and Comierskey eds.
12. Hammer, O. & Harper, D. 2003. Programa estadístico PAST. Versión 1.15
13. Herrera G., Martinez del Río C. (1998) *Pollen digestion by new world bats: effects of processing time and feeding habits*. Ecology 79(8), pp 2828 – 2838
14. Hill J., Simth J., 1992 *Bats a Natural History*. University of Texas Presss. EEUU. 243 pp
15. Jones K. (1966) *Bats from Guatemala*. University Kansas Publication, Mus. Nat. His. 16:439-472
16. Kalko E. Handley Ch. Handley D. 1996. “Organization, Diversity and Long – Term Dynamics of a neotropical Bat Community”. Long Term Studies of Vertebrate Communities 501 – 553.
17. Krebs, Ch. 1989. Ecological methodology. Addison Wesley Press 520 pp.
18. Lara, O., S. Lou y C. Yurrita C. 2000 “Habitos alimenticios de murciélagos Frugivoros del Bosque Subtropical de Yaxha, Petén”. Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos. Guatemala. 36pp

19. López, J. 1996. Hábitos alimentarios de murciélagos frugívoros en la estación biológica "La Selva", Costa Rica. Tesis (Maestría), Costa Rica: Universidad Nacional.
20. Llorente J. y J. Morrone 2001. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. Eds. Facultad de Ciencias UNAM, México, 277 pp.
21. McCarthy, T. J. 1993. Bat (Mammalia: Chiroptera) records, early collectors and faunal lists for northern Central America. *Annals of Carnegie Museum* 62 (3): 191-228.
22. Matt, F. 2001. Pflanzenbesuchende Fledermaese im tropischen Bergregenwald: Diversitaet, Einnischung und Gliedenstruktur. Tesis Doctoral Universidad Erlangen Nuremberg, RFA. 101pp.
23. Medellín Rodrigo 1993. "Estructura y Diversidad de Una Comunidad de Murciélagos en el Trópico Húmedo. Avances en el Estudio de los Mamíferos de México". Publicaciones especiales. Vol.1 Asociación Mexicana de Mastozoología. 333 – 353.
24. Medellín, R. A., M. Equihua and M. A. Amin. 2000. Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology* 14 (6): 1666-1675.
25. Méndez Claudio 1999. "Comunidad y Diversidad". Guatemala, Universidad de San Carlos, Consejo Nacinal de Areas Protegidas. 27 pp.
26. Méndez C. 2001. "Biogeografía de Guatemala". Universidad de San Carlos de Guatemala". Escuela de Biología. 12 pp Fenton, M. B., et al. 1992. Phyllostomid Bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of Habitat Disruption in the Neotropics, 24(3):440-446.
27. Miranda, F. 1978. *Vegetación en la Península Yucateca*. Colegio de Posgrados. Chapingo, México. 173 pp.
28. Monroy C. Marroquín R. (2001) *Inventario de la Biodiverisdad Entomológica respecto a su distribución altitudinal en dos áreas representivs de bosque espinoso de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas - IIQB -. 20pp
29. Salazar Karla, Fernandez Carola (2000) "Cambios En La Abundancia Y La Utilización De Recursos Florales A Través de Un Año En Los Murciélagos Nectarívoros De la Región De Chamelá, Jalisco". Informe de Tesis para Licenciatura de Biología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. México. 42pp.
30. Soberon, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conervation Biology* 7:480-488
31. Standley et al 1976. *Flora of Guatemala*. Chicago, Chicago, Natural History Museum. Fieldiana Botany. Vol 24
32. Stuart L. C. 1954. A Description Of A Subhumid Corridor Across Northern Central América, With Comments on Its Herpetofaunal Indicators. University of Michigan, Ann Arbor, Michigan. No. 65, 27pp.
33. Thomas, D.W. 1988. Analysis of diets of plant-visiting bats. Páginas 211-221 en T. H. Kunz, ed. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. U.S.A.

34. Valdez R., Marroquín D.,(eds.) (2000) *Biodiversidad de Huehuetenango, Inventarios de fauna en los alrededores del maciso montañoso de los Cuchumatanes*. Centro de Datos para la Conservación (CDC), Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). Guatemala. 39pp
35. Wilkinson G. S., Fleming T. H. (1996) Migration and evolution of lesser long – nosed bats *Leptonycteris curasoae*, Inferred from mitochondrial DNA. *Molecular Ecology* 5: 329-339
36. Dinerstein Eric. 1986. “Reproductive Ecology of Fruit Bats and the Seasonality of fruit production in a Costa Rican Cloud Forest” . *Biotrópica* 18(4):307 – 318.
37. Heithaus R, Opler P, Baker H. 1974. “bat activity and pollination of *Bahuinia pauletia*: Plant pollinator coevolution” *Ecology* 55: pp 412 – 419.
38. Reid Fiona A. (1997) *A Field Guide To The Mammals of Central América and Southeast México*. Oxford University Press, Inc. New York EEUU. 334pp
39. Ponciano Ismael (1988) “*Propuesta para un proyecto de restauración de bosques en ecosistemas semiáridos*”. Univ. San Carlos de Guatemala. Centro de Estudios Conservacionistas.
40. Véliz,M. 2002. *El bosque seco y monte espinoso de Guatemala*. INSEFOR.
41. Voss, R. Y M. Emmos. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland reinfrest: A preliminary assesment. *Boullletin of American Museum of natural History* No.230:116pp.

Anexo

Lista de especies de murciélagos registradas en cuatro bosque secos de Guatemala (capturas y registros de vocalizaciones)

- Familia Emballonuridae
1. *Peropteryx macrotis*
 2. *Balantiopteryx plicata*
- Familia Mormoopidae
3. *Pteronotus davyi*
 4. *Pteronotus parnellii*
 5. *Mormops megalophylla*
- Familia Phyllostomidae:
6. *Phyllostomus discolor*
 7. *Micronycteris megalotis*
 8. *Anoura geoffroyi*
 9. *Choeronycteris mexicana*
 10. *Glossophaga commissarisi*
 11. *Glossophaga leachii*
 12. *Glossophaga soricina*
 13. *Leptonycteris curasoae*
 14. *Sturnira lilium*
 15. *Sturnira ludovici*
 16. *Chiroderma salvini*
 17. *Chiroderma villosum*
 18. *Artibeus intermedius*
 19. *Artibeus jamaicensis*
 20. *Artibeus lituratus*
 21. *Centurio senex*
 22. *Dermanura azteca*
 23. *Dermanura tolteca*
 24. *Dermanura watsoni*
 25. *Enchisthenes hartii*
 26. *Platyrrhinus helleri*
 27. *Desmodus rotundus*
- Familia Vespertilionidae:
28. *Rhogeessa tumida*
 29. *Myotis* sp.
 30. *Lasiurus ega*
31. *Eptesicus furinalis*
- Familia Molossidae:
32. *Molossus molossus*
 33. *Molossus ater*
 34. *Molossus sinaloae*
 35. *Tadarida brasiliensis*
 36. *Nyctinompos laticaudatus*
 37. *Eumops glaucinus*

