

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**“Polen transportado en el pelo de murciélagos nectarívoros en cuatro bosques secos de
Guatemala”**

INFORME DE TESIS

Presentado por

José Octavio Cajas Castillo

Para optar al título de

BIÓLOGO

Guatemala Marzo de 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

“Polen transportado en el pelo de murciélagos nectarívoros en cuatro bosques secos de Guatemala”

José Octavio Cajas Castillo

BIÓLOGO

Guatemala Marzo de 2005

JUNTA DIRECTIVA

M.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán	Decano
Licda. Jannette Sandoval de Cardona	Secretaria
Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo	Vocal I
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal II
Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jiménez	Vocal III
Br. Roberto José Garnica Marroquín	Vocal IV
Br. Rodrigo José Vargas Rosales	Vocal V

Tesis que dedico a:

Las fuerzas que mueven al universo, a los pueblos que se asientan y conviven con los bosques secos de Guatemala, a los murciélagos nectarívoros, cactus columnares, magueyes, ceibas, mimosas, y toda la diversidad biológica de estos ecosistemas.

A la Universidad de San Carlos y al fuerte pueblo de Guatemala.

A mi mamá y a mi papá, por sus buenos ejemplos y por forjarme los valores imprescindibles para la vida, gracias por su inmenso amor y esfuerzo (especialmente a mi mamá por su apoyo durante toda mi vida). A mis muy queridas hermanas y amigas, Mónica y Antonieta, porque son lo máximo chapulinas. A mi querida y amada compañera de la vida Scarlettte, por todo su amor, amistad, apoyo y solidaridad. A mis queridos abuelos y abuelas: Papá Chepe, Mamá Lila, Mamá Oly y a mi abuelo Gundemaro. A mis tíos Edwin, Carlos, Cesar y Miriam, a mis suegros queridos doña Eli y Don Edgar. A todo el resto de mi familia, especialmente a mis prim@s.

Agradecimientos:

A cada uno de mis amig@s y herman@s de la escuela y de la facultad, a mis entrañables del Honorable subcomité 1995-1997 (extra espeshial tencs: A la centenaria y Sacrosanta, nunca bien poderada: "*Santísima Chabela Inmorta*", de todos los dolores del pueblo de Guatemala" por no tener miedo y mostrar siempre irónica y satírica, hasta los huesos). A todos y todas con quienes compartimos la magia infinita de la naturaleza, tantas aventuras, ideales, batallas, "purrunes", dolor, el estudiar, discusiones, etc. (espero sea así mucho tiempo más). A todos los buenos profesores que conocí y que me ayudaron a forjar el espíritu de investigar y de hacer bien las cosas. A todas las personas que laboran en la Facultad (para la U o no) con las que en todos estos años hicimos amistad y compartimos charlas amenas, siempre me han mostrado su aprecio y no pocas veces su apoyo.

A la Escuela de Biología, A la Dirección General de Investigación (DIGI-USAC). Muchas gracias al Dr. Jorge E. López por su apoyo y por enseñarme como se debe realizar una investigación científica. Al lic. Sergio Pérez, por compartir conmigo su gran conocimiento sobre los murciélagos y el resto de mamíferos de Guatemala. Al ing. Mario Véliz, al Lic. Julio Morales y al Lic. Rafael Ávila, por su ayuda en la determinación de la vegetación colectada, y por facilitar la toma de muestras de polen de especímenes de herbario para la colección de referencia. Al Laboratorio de Entomología Médica de la EBUSAC por facilitar el equipo para fotografía microscópica. Al Dr. Enrique Martínez Jefe del Laboratorio de Palinología de la UNAM por su colaboración en la determinación de varios tipos de polen. Al Departamento de Química Orgánica, por proporcionar parte de los reactivos utilizados.

Agradezco a todas las personas que colaboraron para que este proyecto fuese posible, a mis amigos: Sergio Pérez, Eileen Salguero, Rafael Avila, Alex López, Jimena Sosa, Daniel Ténez, Ana Lidia Gonzales y José Luis Echeverría por colaborar en los viajes de campo en la captura de murciélagos y toma de muestras de polen. A Jessica López por su ayuda al montar las primeras láminas.

Agradecimientos especiales:

En el Valle de Salamá, Baja Verapaz:

A don Luis Alonso y su familia, Raúl Fernández y su familia, por su hospitalidad, pero sobre todo por su amistad (extensivo a todos los amigos del grupo “Sábados Culturales”, sigan adelante, su pueblo les necesita). A don Eldin Bendfieldt por el apoyo que nos brindó FUNDEMAB. A mis amigas Gudelia, Mariela y la familia Balcarcel por todas las atenciones hacia nosotros.

En aldea Catarina en Huehuetenango:

A don Jorge Santos y su señora doña Rosa, a sus dos hijos, gracias por ser tan amables y permitirnos entrar a su hogar -pues llegué a sentirme parte de su familia- y por permitirnos impregnarnos un poco de su hermoso pueblo.

En Sosí Chiquito en el Valle de Cuilco:

A doña Aura Pérez y todos sus hijos e hijas, gracias por apoyarnos con tanto cariño y permitirnos entrar a su hogar y compartir con todos ustedes su casa y su amistad.

En Tulumaje en el Valle del Motagua:

A todas las personas del “*Rancho el Limonar*”, por apoyar desde hace varios años las investigaciones que realiza la Escuela de Biología (a los lectores que viajen a Cobán, les sugiero detenerse a degustar una deliciosa limonada en “El Rancho el Limonar” en el Kilómetro 87).

INDICE

I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. ANTECEDENTES	5
III.1.1 Murciélagos de Guatemala	5
III.1.2.1 Nectarivoría	5
III.1.2.2 Adaptaciones anatómicas y fisiológicas de los murciélagos nectarívoros	7
III.1.2.3 Características de las Flores Polinizadas por Murciélagos	8
III.1.2.4 Impacto de los Murciélagos Nectarívoros	9
III.1.2.5 Estudios sobre mutualismos entre murciélagos nectarí- voros y plantas asociadas a estos	10
III.1.3 Migración del murciélago magueyero <i>Leptonycteris curasoae</i>	13
III.1.4 Estado de conservación de los murciélagos nectarívoros	13
III.2.1 Sitios de Estudio	14
III.2.2 Los Bosques secos como corredor biológico	15
III.2.2.1 Valle del Motagua	17
III.2.2.2 Valle de Cuilco	18
III.4.3 Valle de Salamá	19
III.4.3 Valle de Nentón	20
IV. JUSTIFICACIÓN	21
V. OBJETIVOS	23
V.1. Objetivo General	23
V.2. Objetivos Específicos	23
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	24
VI.1. Recursos Humanos	24
VI.2. Materiales	25
VI.3 Metodología	25
VI.3.1 Captura de murciélagos y toma de muestras de polen	26
VI.3.2 Identificación del Polen	26
VI.4 Análisis estadístico	27

VII. RESULTADOS	30
VII.1.1 Composición de murciélagos nectarívoros en los valles secos	30
VII.1.2 Proporción de sexos	31
VII.1.3 Abundancia temporal de murciélagos nectarívoros en los valles secos	32
VII.1.4 Polen transportado por Murciélagos nectarívoros	35
VII.1.5 Temporalidad de utilización de recursos florales	37
VII.6 Utilización de recursos florales por murciélagos nectarívoros en los Bosques Secos	40
VII.1.7 Otros componentes de la dieta	40
VII.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS	43
VII.2.1 Comparación de riqueza y abundancia de Murciélagos Nectarívoros en los valles secos	43
VII.2.2. Traslape y amplitud de nicho alimentario de las distintas especies de murciélagos nectarívoros de los valles secos	44
VII.2.3 Comparación de los recursos florales de los distintos valles secos utilizados por Murciélagos nectarívoros	45
V.III DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
VIII.1 Composición de murciélagos nectarívoros en los valles secos	46
VIII.2 Abundancia temporal de murciélagos nectarívoros en los valles secos	47
VIII.3 Polen transportado por murciélagos nectarívoros	49
VIII.4 Temporalidad de utilización de recursos florales	50
VIII.5 Recursos florales por valle	52
VIII.6 Otros componentes de la dieta	54
VIII.7 Conservación de murciélagos nectarívoros y valles secos intermontanos	54
X. CONCLUSIONES	57
XI. RECOMENDACIONES	57
XII. BIBLIOGRAFÍA	58
XIII. ANEXOS	64
XIII. 1 Anexo 1. Mapa de ubicación de los valles secos	
XIII.2 Anexo 2. Receta de Gelatina para tomar muestras de polen	
XIII.4 Anexo 3. Fotografías de murciélagos nectarívoros	
XIII.4 Anexo 4. Fotografías de polen encontrado en muricélagos	
XIII.3 Anexo 5. Tablas completas de polen por valle y por especie	

I. RESUMEN

Se ha determinado que los murciélagos nectarívoros están asociados a la polinización de una gran diversidad de especies de plantas que caracterizan los bosques secos (Howell 1974; Heithaus *et al.* 1974; Arita Y Wilson 1987; Arita y Martínez del Río 1990; Fleming y Sosa 1994; Petit y Freeman 1997; Ruiz *et al.* 1997). Debido a la capacidad que tienen de movilizar polen grandes distancias, estos animales contribuyen al mantenimiento de la diversidad genética de poblaciones de plantas que dependen de ellos para su polinización (Fleming y Sosa 1994). En este estudio, se determinó el polen que transportan los murciélagos nectarívoros hasta familia, género y cuando fue posible especie, en cuatro valles secos intermontanos de Guatemala (Stuart 1954; De la Cruz 1982; Villar 1987; Campbell y Vannini 1989; Véliz 2002): los valles de Cuilco, Salamá, Nentón y Motagua. Además se estudió la estructura y composición de las cuatro comunidades de murciélagos nectarívoros durante todo un año. La toma de los datos se realizó de febrero a diciembre del 2003.

Entre las especies de murciélagos registradas en los bosques secos, se encuentran las especies migratorias: *Leptonycteris curasoae* y *Choeronycteris mexicana* (*Phyllostomidae: Glossophaginae*), ambas, se encuentran protegidas por la legislación de Guatemala (CONAP 2002), EEUU y México (USDI 1988; SEDESOL 1993).

Se encontró que *Glossophaga soricina* y *Leptonycteris curasoae* fueron las especies más frecuentes en estos valles. Se capturó durante el estudio otras especies nectarívoras como: *Anoura geoffroyii*, *Phyllostomus discolor*, *Glossophaga leachii* y *Glossophaga commissarisi*.

Los tipos de polen que se encontraron con mayor frecuencia en el pelo de murciélagos nectarívoros en tres de los valles estudiados fueron: cactus columnares (65%), *Caesalpinaceae-1* (13%), *C. aescutifolia* (12.32%), *Inga sp.* (10.33%), *Sapotaceae-1* (9.5%), *Agave sp.*(7%), *Calliandra sp.* (7%) y *Crescentia sp.* (5%), se encontraron otros 12 tipos de polen que representaron menos del 5%.

En tres de los valles, los cactus columnares fueron los recursos florales más utilizado por los murciélagos nectarívoros. En Nentón los recursos más importantes fueron: *Caesalpinaceae-1* y *Sapotaceae-1*.

Al hacer análisis de similitud entre la riqueza de especies de nectarívoros de los valles y de los recursos florales utilizados en cada valle, se observó que los valles con mayor similitud son: Cuilco-Salamá y Nentón-Motagua. Los valles del primer grupo se ubican sobre los 1000 msnm, mientras que los otros dos por debajo de los 900 msnm.

Se encontró evidencia indirecta de que las especies *A. geoffroyii*, *G. soricina* y *L. curasoe* realizan movimientos altitudinales durante períodos cortos de tiempo. La presencia de polen de pino y gramas en las muestras, así como agaves que son plantas que crecen en bosques de montaña.

La especie *L. curasoe*, mostró durante el estudio evidencia de movimientos latitudinales, fue más abundante durante la época seca en el valle de Cuilco y el Valle de Salamá, mientras que *G. soricina* fue más abundante en los valles de Nentón y Motagua. Esta última fue mucho más abundante durante la estación lluviosa. *L. curasoe*, tuvo una menor amplitud de nicho alimenticio en base a los recursos florales utilizados, siendo los cactus columnares los más frecuentemente encontrados. *G. soricina*, tuvo una amplitud de nicho mayor, además de ser la especie que registró mayor número de tipos de polen en el pelo. *Phyllostomus discolor* fue la especie más generalista y *Anoura geoffroyii*, consumió más insectos que cualquier otro recurso (polen, frutos). Sin embargo esta última, fue muy selectiva en la utilización de recursos florales, se encontró más muestras con polen de cactus columnares que de los otros.

II. INTRODUCCIÓN

Los bosques secos intermontanos, se encuentran al sur de las principales cordilleras del país. Conforman tres sistemas de valles pertenecientes a tres cuencas hidrográficas y tres subcuencas: un sistema lo constituye el valle de Nentón y Cuilco sobre la cuenca del río Grijalva y la subcuenca de los ríos Selegua y Nentón para el primer valle y subcuenca del río Cuilco para el segundo. El segundo sistema lo constituye el Valle del Motagua, sobre la cuenca del Río del mismo nombre. El tercer sistema lo constituyen los Valles de Chixoy hasta el valle de Salamá sobre la cuenca del Río Usumacinta y la subcuencas de los ríos Chixoy y Salinas (Stuart 1954; Campbell y Vannini 1989) (Anexo 1).

En estos bosques las familias de plantas que dominan el paisaje son: las cactaceas, mimosaceas, bombacaceas, bignoniaceas, etc. (Castañeda y Ayala 1996; Véliz 2002; Véliz *et al.* 2003). Varios géneros pertenecientes a estas familias de plantas, han coevolucionado durante millones de años, junto con los murciélagos nectarívoros (MN) para su polinización (Howell 1974; Arita y Martínez del Río 1990; Fleming y Sosa 1994; Petit y Freeman 1997; Petit 1997; Ruiz *et al.* 1997; Fleming *et al.* 2001).

Se ha encontrado que los murciélagos nectarívoros son más diversos y abundantes en los ecosistemas semiáridos en México (Arita y Santos del Prado 1999). En Guatemala se encontró, que efectivamente en los bosques secos son más diversos y su abundancia es mayor que en otros ecosistemas del país. En estos ecosistemas encontramos al menos nueve de las once especies registradas (Lara *et al.* 2000; Calvo y Valle 2001; López *et al.* 2003; MUSHNAT-USAC 2005 datos no pub.). Dentro de estas podemos mencionar una especie endémica de Mesoamérica y característica de bosques secos, *Glossophaga leachii*, así como la presencia de dos especies migratorias: *Leptonycteris curasoae* y *Choeronycteris mexicana*. Estas especies están asociadas a la polinización de importantes plantas de ecosistemas con bajas precipitaciones.

Diversos autores han demostrado que estos sistemas de valles intermontanos, constituyen desde hace millones de años corredores biológicos que conectan los valles secos de la depresión central de Chiapas (que conecta con los bosques secos del sur de Norte América) con otros bosques secos de Centro América, por los que algunos taxa se

han desplazado para la colonización de nuevas áreas (Stuart 1954; Campbell y Vannini 1989).

Actualmente se tiene evidencia de que este corredor permanece activo para el desplazamiento de una importante especie migratoria (*L. curasoae*) de hábitos nectarívoros. Esta especie viaja desde Arizona y Sonora (EEUU y México respectivamente) hacia los bosques secos de Guatemala y posiblemente Honduras siguiendo un corredor de agaves y cactus que florecen durante su migración (Arita y Wilson 1987; Wilkinson y Fleming 1996; Herrera 1997; Arita y Santos del Prado 1999; Salazar y Fernández 2000; Ibarra *et al.* 2003). Plantas de las cuales se sabe son importantes polinizadores (Petit y Pors 1996; Ruiz *et al.* 1997; Arizaga *et al.* 2000; Fleming *et al.* 2001)

La conservación tanto de especies de cactus columnares, magueyes y otras especies características de bosques secos, así como de murciélagos nectarívoros, dependen de que este corredor se mantenga activo (Arita y Santos del Prado 1999).

III. ANTECEDENTES

III.1.1 Murciélagos de Guatemala

Debido a su posición geográfica cercana al Ecuador, y la diversidad de hábitats creados a consecuencia de la orografía, Guatemala es un país con una gran riqueza biológica. El país cuenta con más de 200 especies de mamíferos, de los cuales alrededor del 50% son murciélagos (McCarthy 1993; Reid 1997). En el país se encuentran representadas nueve familias de murciélagos, de estas, siete son exclusivamente insectívoros. De las nueve familias, seis son exclusivas del neotrópico. La familia Phyllostomidae incluye a todas las especies frugívoras, nectarívoras y las tres especies hematofágas existentes, además de murciélagos insectívoros y carnívoros, esta es la familia con más especies en el país (Fleming 1988; McCarthy 1993; Reid 1997).

La mayoría de las especies pertenecientes a las subfamilias *Stenodermatinae*, *Carollinae* y *Glossophaginae* han desarrollado diferentes niveles de especialización en su dieta a base de frutos, polen y néctar. Estas especies han coevolucionado durante al menos los últimos 15 millones de años con las plantas que les sirven de alimento y a las que proporcionan los servicios de dispersión y polinización (Howell 1974; Gardner 1977; Cooper-Smith 1978; Dinerstein 1986; Fleming 1986; Fleming 1988; Arita y Martínez del Río 1990; Fleming y Sosa 1994;).

III.1.2 .1 Murciélagos Nectarívoros

Este término, se refiere a las adaptaciones de ciertos grupos de animales especializados en alimentarse de polen y néctar. La interacción animal planta, tiene sus orígenes durante finales del cretácico y principios del terciario (Reagal 1977; Burger 1981 cit. Por Fleming 1988).

La competencia de las plantas por llamar la atención de dispersores y polinizadores dio como resultado la diversificación de las angiospermas (Reagal 1977; Burger 1981 cit. Por Fleming 1988; Arita y Martínez del Río 1990).

Los murciélagos nectarívoros (MN), aparecen durante el Mioceno (20 millones de años), y evolucionaron a partir de un murciélago insectívoro de la sub-familia *Phyllostominae*. Se cree que la evolución de este tipo de alimentación se debió a que mientras buscaban

insectos en las flores y frutos de las plantas ingerían polen néctar y pulpa.(Baker y Bleier 1971; Gillete 1976; Arita Y Martínez del Río 1990).

La subfamilia *Glossophaginae (Phyllostomidae)* reúne alrededor de 29 especies de murciélagos adaptados para la nectarivoría (Cartners *et al* 2002). De estas 10 están presentes en Guatemala y al menos ocho en los bosques secos, además se encuentra presente *Phyllostomus discolor*, de la sub familia Phyllostominae que también está adaptada a la nectarivoría (Fischer 1992; McCarthy 1993; Reid 1997).

Diversas investigaciones, han demostrado que los murciélagos son importantes polinizadores de especies pertenecientes a distintas familias, estas relaciones se han vuelto más estrechas en los bosques secos que en otros ecosistemas (Arita y Martínez del Río 1990; Fleming y Sosa 1994; Ruiz *et al.* 1997; Arita y Santos del Prado 1999; Arizaga *et al.* 2000; Fleming *et al.* 2001). Los murciélagos también son polinizadores de distintas especies vegetales, asociadas principalmente a las familias: *Agavaceae*, *Bombacaceae*, *Convolvulaceae*, *Leguminosae* y *Bignonaceae*. Algunas especies notables polinizadas por murciélagos son la Ceiba, Magueyes (*Agave spp.*) jicamas o morros, (*Crescentia spp.*), algunas especies de la familia Sapotaceae, etc.

Diversas investigaciones han demostrado la importancia de los murciélagos como polinizadores de distintos grupos de plantas, cumplen el papel nocturno equivalente a los colibríes (Heithaus *et al.* 1974; Lemke 1985; Eguarte *et al.* 1987; Fischer 1992; Salazar y Fernández 2000; Fleming *et al.* 2001, Ibarra *et al.* 2004). Se ha desarrollado una relación de millones de años entre plantas y murciélagos, que ha permitido que ambos grupos desarrollen características que representan beneficios para ambos. Por ejemplo, las flores de las plantas que presentan síndrome de quiropterofilia, tienen normalmente formas que se asemejan a trompeta o cartucho, los colores suelen ser pálidos y con olores fuertes (Cooper- Smith 1978; Hill y Smith 1984; Arita y Martínez del Río 1990; Fleming y Sosa 1994; Fleming *et al.* 2001).

Existe dentro de los murciélagos nectarívoros, diversos grados de especialización, que van desde los menos especializados como *Glossophaga soricina*, que es una especie que se alimenta de una gran cantidad de insectos, frutos y polen, hasta especies como *L. curasoae*, que se encuentra en el otro extremo, con alto grado de especialización hacia la

nectarivoría, especialmente en la familia *Cactaceae* (Arita y Martínez del Río 1990; Herrera y Martínez del Río 1998; Salazar y Fernández 2000).

Los MN en el neotrópico, participan como polinizadores de al menos 500 especies de plantas en más de 27 familias (Heithaus 1982; Fleming y Sosa 1994; Winter y Helversen 2003).

III.1.2.2 Adaptaciones anatómicas y fisiológicas de los murciélagos nectarívoros

Las grandes cantidades de polen y néctar que producen las flores polinizadas por murciélagos, pueden ser una compensación a la ineficiencia que causa el gran tamaño de los animales en relación al área estigmática de la flor (Heithaus *et al.* 1974). Los murciélagos, al igual que otros polinizadores, pueden ser primarios, secundarios, comensales y parásitos. Es decir primarios, cuando son el polinizador más importante de la planta, secundarios cuando existe un polinizador más importante, comensales cuando roban el polen sin causar daño a la flor y parásitos cuando roban el polen y destruyen la flor (Heithaus *et al.* 1974).

La adaptación a la nectarivoría, ha conllevado una serie de cambios anatómicos y fisiológicos en los murciélagos, que les han permitido depender del polen y del néctar casi exclusivamente para satisfacer sus requerimientos energéticos y nutricionales. Dentro de las adaptaciones anatómicas de los MN, podemos mencionar la dentadura, que es simple y reducida en número y tamaño de los dientes en comparación con murciélagos frugívoros e insectívoros. La lengua también presenta adaptaciones especiales. Existen dos tipos principales de lengua: el primero es característico de los géneros *Lonchophylla*, *Lionycteris* y *Platalina*, y consta de dos canales laterales que permiten el escurrimiento del néctar. El otro tipo es el del resto de los géneros, y se caracteriza por poseer papilas grandes y adaptadas para coleccionar el polen y el néctar. Tanto la lengua como el rostro suelen ser muy alargados (Hill y Smith 1984; Arita y Martínez del Río 1990).

El sistema digestivo de los MN, es corto si se le compara con el de otros murciélagos. El pelaje también presenta modificaciones que le permiten coleccionar y retener el polen. Este pelo especial, se encuentra principalmente distribuido en la cabeza, cuello y región escapular. Estos pelos presentan escamas divergentes o divaricadas. El vuelo es lento y maniobrado, además de que pueden realizar vuelo sostenido durante algunos segundos

mientras visitan las flores. Las alas de estos murciélagos son cortas y con puntas alargadas (Hill y Smith 1984; Arita y Martínez del Río 1990). A diferencia de los murciélagos insectívoros, que dependen de la ecolocalización para su alimentación, en los MN, existe una tendencia a la reducción de la capacidad de emitir vocalizaciones a medida que aumenta el grado de especialización. A cambio poseen mas desarrollados los lóbulos olfativos y visuales en su cerebro (Hill y Smith 1984; Arita y Martínez del Río 1990).

De sus adaptaciones fisiológicas podemos mencionar su capacidad de digerir el polen. Los granos están cubiertos con una sustancia protectora, la exina. Esta protege a los granos de la desecación y es resistente a condiciones adversas que lo preservan en buen estado. Sin embargo los murciélagos están adaptados para la digestión del polen (Howell 1974; Arita y Martínez del Río 1990).

III.1.2.3 Características de flores polinizadas por murciélagos nectarívoros

Los polinizadores pueden competir para obtener recursos, pero las flores también pueden competir por atraer polinizadores. De este modo, para lograr atraer la mayor cantidad de visitantes y que el polen sea depositado en los individuos correctos, las plantas han desarrollado distintas estrategias: la hora a la que se abren, la hora a la que producen mayor cantidad de néctar, la posición de la flor en la planta, color, olor, el diseño de la flor y la ubicación de los estambres, permiten depositar el polen en diferentes partes del cuerpo de los murciélagos (Thomas 1988; Fleming y Sosa 1994).

Las flores más atractivas para los murciélagos, presentan en su mayoría “**síndrome de quiropterofilia**”. Las características principales de las flores quiropterófilas incluyen:

- 1 Se abren de noche y la antesis ocurre después de la caída del sol.
- 2 Usualmente permanecen abiertas sólo una noche
- 3 Tienen colores pálidos o blancos
- 4 Las flores producen olores fuertes
- 5 Producen grandes cantidades de néctar diluido y polen (Cooper-Smith 1978; Heithaus 1982; Hill y Smith 1984; Arita y Martínez del Río 1990).

Otra característica interesante, es que los MN, llenan sus requerimientos proteínicos con la ingestión de polen, ya que algunas flores con síndrome de quiropterofilia como los agaves, contiene alrededor de 23 - 47% de proteínas, mientras que otras plantas producen la mitad. Un murciélago puede obtener de entre 200 - 400 mg de proteína por gramo de polen consumido (Howell 1974).

III.1.2.4 Impacto de los Murciélagos Nectarívoros

Muchas de las plantas polinizadas por murciélagos tienen diversos usos y valores para las sociedades humanas. Por ejemplo, el valor cívico que tiene la ceiba como árbol nacional de Guatemala y cultural como árbol sagrado para los Mayas. Otras plantas como el maguey del cual se extraen las fibras para fabricar lazo y bebidas como el tequila. Los cactus que en muchas regiones son comercializados como plantas ornamentales o sus frutos. Por tales motivos, reviste de mucha importancia el generar conocimientos que nos ayuden a comprender los procesos que conllevan a la actual composición y estructura de la vegetación.

Los murciélagos nectarívoros, juegan un papel muy importante en la estabilidad genética de las plantas que polinizan. Estos transportan el polen grandes distancias, permitiendo el intercambio genético en poblaciones distantes. (Arita y Martínez del Río 1990; Fleming y Sosa 1994; Wilkinson y Fleming 1996). Se ha encontrado que las plantas polinizadas por MN, poseen poblaciones genéticamente más estables que las que son polinizadas por otros grupos (Fleming y Sosa 1994).

Como polinizadores los murciélagos pueden influenciar los procesos reproductivos de las plantas pues el éxito de polinización determina el volumen de la producción de semillas. El éxito de la polinización depende de la capacidad de los polinizadores de ubicar el polen en flores de las mismas especies que el polen que transportan. Los polinizadores deben cumplir al menos con tres requerimientos: Depositar el polen en estigmas conoespecíficos, depositar más polen que el que se pierde o es consumido y aportar en gran medida a la producción de semillas (Fleming y Sosa 1994).

Los murciélagos nectarívoros, tienen mayor importancia como polinizadores en ambientes secos que en ambientes húmedos, debido al alto grado de coevolución que existe entre

las plantas que dominan estos ambientes (Fleming y Sosa 1994). Los murciélagos son particularmente importantes en la polinización de grupos de plantas asociadas a bosques secos: Cactus columnares, agaves, leguminosas, bombacáceas, etc.

III.1.2.5 Estudios sobre mutualismos entre murciélagos nectarívoros y plantas asociadas a estos.

En México, Baker y colaboradores (1971,) encontraron que para la especie *Ceiba acuminata*, el polinizador primario es *L. curasoe*, como polinizadores secundarios de esta ceiba están las polillas y colibríes. Las abejas *Bombus sp.*, *Xilocopa sp.*, *Apis melifera* y *Centris sp.*, depredan el polen de esta especie. Algunas aves percheras (*Icterus pustulatus* y *Cassiculus melanicterus*) utilizan el néctar durante el día.

Eguiarte y colaboradores (1987) estudiaron *Pseudobombax ellipticum*, un árbol caducifolio que florece en época seca y cuyas flores son blancas o rojas. Encontraron que el néctar producido se acumula en el espacio entre la base del estigma y la base de la corona de estambres. Las flores se abren a partir de las 19:00 hrs. y comienzan a producir néctar y polen, teniendo el pico más alto en el volumen de producción a la 1:00 hrs. Estos autores encontraron que en un árbol con 92 flores se registraron 4,636 visitas de MN en una noche, aproximadamente 450 por hora. El murciélago más común fue *L. curasoe*, seguido de *Choeronycteris mexicana* y *Glossophaga leachii*. Los murciélagos visitan las flores muy rápidamente en un promedio de 0.813 s., y chocan contra estambres y estigmas. Generalmente visitan una o dos flores en el árbol y se retiran, dan otras vueltas y regresan. Todos los murciélagos capturados presentaron cargas mixtas de polen. En todos se encontró *Ipomoea sp.*, la más cercana se encontraba a 500 metros del árbol (Eguiarte *et al.*1987).

La eficiencia de los MN como polinizadores es innegable. Visitan las flores de frente, chocando con los estambres y los estigmas. Tres características de las flores sugieren que las aves tienen o han tenido un papel importante en la polinización y evolución de las flores de *P. ellipticum*: el color rojo de algunos morfos, la producción de néctar durante el día y después de los murciélagos, son las aves las que más las visitan. Esta planta es cornucópica, y permite que muchas especies aunque no sean sus polinizadores principales (pero si pueden serlo de otras especies a lo largo del año) subsistan de ella en épocas en que los recursos son limitados (Eguiarte *et al.*1987).

Fischer (1992) realizó una investigación en el sureste de Brasil en vegetación secundaria en savana y bosque de galería. Él encontró que *Bahuinia unguata*, es un arbusto (1.5 - 4 m), que crece a una distancia mínima de tres metros entre sí. Las flores que crecen debajo de 2.5 m, se encuentran en todas las plantas. Las flores que crecen arriba de 2.5, se encuentran sólo en individuos muy grandes. La producción de néctar comienza a las 17:30 hrs. y disminuye después de la 1:00 hr. Realizaron observaciones de forrajeo con la luz de la luna o con luces rojas. En este estudio se registró en agosto el pico mas alto de floración. *Phyllostomus discolor* fue más comúnmente observado en las flores más altas (arriba de 2.5 m). *G. soricina* y *Anoura caudifer*, fueron mas comúnmente observados en flores bajas.

P. discolor empezaba las visitas después de la caída del sol aproximadamente a las 19:00 hrs. La duración de cada visita varió de 1 a 2 s. Las flores fueron visitadas una vez en cada llegada al arbusto. Después de visitar la mayoría de flores en un arbusto, *P. discolor* se movía hacia el arbusto contiguo. *G. soricina* y *A. caudifer* empezaban sus visitas posterior a las 20:30 y solamente contactan las flores fracciones de segundo. Las flores eran visitadas mas de una vez en cada llegada al arbusto. *P. discolor* y *G. soricina*, visitan solos, mientras que *A. caudifer*, en parejas. En septiembre al final de la floración solo *P. discolor* realizó visitas en parejas. Al principio de la noche, sólo las flores altas fueron visitadas. Pero avanzada la noche, cualquier flor era visitada. La presencia de los murciélagos pequeños durante la parte alta de la floración puede desplazar a *P. discolor* a las flores altas. Al final de la floración solamente quedan flores altas, por los que las especies pequeñas no las visitan (Fisher 1992).

Ruiz y colaboradores, (1997), encontraron que en un valle seco intermontano de Venezuela, *Glossophaga longirostris* se encuentra asociado con tres especies de cactus columnares, las cuales poliniza y dispersa (Soriano *et al.* 1991, Sosa y Soriano 1996 cit. por Ruiz *et al.* 1997). También encontraron que estas cactáceas ofrecen alimento a los murciélagos todo el año y presentan sus picos de floración y fructificación en épocas distintas, lo que posiblemente les permite a estas plantas reducir la competencia por polinizadores y dispersores.

A diferencia de los murciélagos frugívoros que presentan picos reproductivos restringidos

(Fleming *et al.* 1972; Dinerstein 1986), *G. longirostris* presenta períodos reproductivos muy amplios en este valle de Venezuela. Es probable que este comportamiento sea la respuesta a la disponibilidad de otros recursos alimentarios (Ruiz *et al.* 1997).

En la alimentación de *G. longirostris*, encontraron que el polen correspondió con un 53.1% de las muestras, seguido por los frutos 41.0%, los insectos 5.9%. Las familias a las que pertenece el polen encontrado fueron: *Cactaceae* con 61.9% a *Sterculiaceae* (*Helicteris baruensis*) 38.1%, las semillas colectadas correspondieron al cactus columnar *Stenocereus griseus* (90% de las muestras), seguida por *Muntingia calabura* con 7.5%, *Pilosocereus* spp. y otra especie no determinada con 1.2%. Estudiaron 104 muestras fecales que contenían polen y semillas. Estas mezclas aparecieron especialmente en los períodos de transición en los meses de diciembre (63.2%) y mayo (55.5%) que corresponden a los cambios de lluvia y sequía y en el mes seco de julio (65%). El polen fue más importante en los períodos secos de diciembre (59.4%), febrero 86.4% junio (90.6%), agosto (73.3%) y octubre (69.2%) mes lluvioso. Los frutos fueron frecuentes en la dieta durante el período de lluvia de marzo a mayo (Ruiz *et al.* 1997).

Heithaus y colaboradores (1974) encontraron que en Guanacaste Costa Rica la actividad polinizadora de los MN en *Bahinia pauletia* varía dependiendo las especies que visitan esta planta. Se registró por observación directa y fotografía. El polen fue muestreado frotando cubos de gelatina (Beattie 1971 cit. Por Heithaus *et al.* 1974). Encontraron que las flores de *B. pauletia* permanecen abiertas solamente una noche. El néctar comienza a producirse justo al momento de abrirse las flores y sigue hasta el amanecer. La época de florecimiento es a finales de octubre.

Esta especie presenta flores hermafroditas y flores macho (andromonoceismo). Encontraron distintas especies de murciélagos visitantes: *Uroderma bilobatum*, *Sturnira liliium*, y *Artibeus jamaicensis* (*Stenodermatinae*). *Phyllostomus discolor* y *G. soricina* (*Phyllostominae* y *Glossophaginae* respectivamente), siendo los últimos los principales visitantes. Los murciélagos grandes tendieron a visitar las flores altas. La estrategia de andromonoceismo parece estar asociada con la dependencia del animal para el transporte del polen. La autopolinización de flores por murciélagos es improbable, ya que los murciélagos al empujar los estambres y el pistilo aparte, así las anteras nunca tocan el estigma (Heithaus *et al.* 1974).

III.1.3 Migración del murciélago magueyero (*Leptonycteris curasoae yerbabuenae*)

Se ha documentado que los murciélagos nectarívoros del género *Leptonycteris* (*L. curasoae* y *L. nivalis*), *Choeronycteris mexicana*, y el insectívoro *Tadarida brasiliensis*, realizan ciclos migratorios anuales. Para *L. curasoae yerbabuenae*, se ha determinado que estos realizan migraciones desde los desiertos de Arizona en EEUU y el Norte de México, en donde permanecen únicamente durante el verano y la primavera. Viajan hacia al sur en Chiapas, Guatemala y los valles secos de Honduras siguiendo un corredor de agaves y cactus que florecen mientras van bajando al sur (Arita y Wilson 1987; Wilkinson y Fleming 1996; Herrera 1997; Arita y Santos del Prado 1999; Salazar y Fernández 2000; Ibarra *et al.* 2003). Se conoce poco sobre la situación de esta especies en Guatemala así como de aspectos importantes de su historia natural en Guatemala. En Guatemala no se tenía registro de *L. curasoae* desde 1952 (Hoffmeister 1957).

III. 1.4 Estado de Conservación de los Murciélagos Nectarívoros

Los atributos ecológicos de los murciélagos nectarívoros, sugieren que las especies de este grupo son más susceptibles a la extinción que a otros murciélagos tropicales. Los más especializados son mucho más vulnerables que los generalistas. Muchas de estas especies viven en colonias en cavernas, y se ven expuestos a erradicaciones constantes debido a la creencia de que todos chupan sangre. En este grupo existen al menos tres especies migratorias que se ven afectadas por los distintos estados de conservación de diferentes áreas de cobertura vegetal a lo largo de su ruta. Otros son vulnerables a la extinción debido a su rareza, existen bajas poblaciones o están restringidos en su distribución (Arita y Santos del Prado 1999).

En Norte América existe evidencia de que en los últimos años las poblaciones de algunas especies de murciélagos nectarívoros han disminuido considerablemente, principalmente de *L. curasoae*, y *L. nivalis* y *Ch. mexicana* (Arita y Santos del Prado 1999).

Las tres especies de murciélagos nectarívoros migratorios de la región mesoamericana se encuentran protegidas por las leyes de EEUU y México (USDI 1988; SEDESOL 1994). En Guatemala únicamente dos se encuentran en lista roja. Es importante mencionar que las

tres especies limitan su distribución en Guatemala y Honduras (Wilkinson y Fleming; Reid 1997; Arita y Santos del Prado 1999).

III.2.1 Sitios de Estudio

Este estudio se realizó en cuatro bosques secos intermontanos de Guatemala, ubicados en tres sistemas al sur de las principales cadenas montañosas de Guatemala (Anexo 1) (Stuart 1954; Dengo 1999; Véliz 2002). A la vez se encuentran ubicados en tres cuencas y cuatro subcuencas de las vertientes del Atlántico y del Golfo de México. (Campbell y Vannini 1989; Castañeda y Ayala 1996; Dengo 1999). La vegetación que predomina en estos ambientes está adaptada a condiciones de baja precipitación, como por ejemplo: cactáceas y leguminosas.

Dependiendo de la clasificación que se adopte, los valles secos intermontanos se encuentran representados de la siguiente manera: En el sistema de biomas propuesto por Villar (1987), que se basa en criterios asociados a provincias biogeográficas y características de la biodiversidad, se les ha asignado como Chaparral Espinoso. Campbell y Vannini (1989) los colocan como Biorregión “Zacapa”, utilizando como criterios la distribución de reptiles y anfibios. En el sistema de Zonas de Vida propuesto por Holdridge, Dengo (1999) los ubica de la siguiente forma: el valle de Cuilco, se encuentra en dos zonas de vida: Bosque subtropical seco o sabana, y Bosque montano bajo seco. El valle de Nentón se encuentra en la zona de vida Bosque subtropical seco o sabana. El valle de Salamá se encuentra en la zona de vida Bosque subtropical seco o sabana; y el valle del Motagua se encuentra en Bosque tropical de variedades espinosas y bosque tropical muy seco. Este sistema utiliza como criterios la precipitación pluvial y otras características climáticas.

Los valles secos, se ven sometidos a fuertes presiones que transforman la cobertura vegetal original. El potencial agrícola de las tierras planas del valle del Motagua ha sido la causa de la mayor parte de la deforestación de esta área. Extensos territorios del Motagua y Salamá, han sido convertidos en campos agrícolas dedicados a la siembra de tabaco, melón, tomate, uva, etc. La ganadería y la extracción selectiva de leña han provocado que las áreas de laderas estén bastante degradadas, siendo pocos los remanentes en buen estado de conservación (Castañeda y Ayala 1996; Secaira *et al.* 2003).

Hasta la fecha no existe áreas protegidas legalmente establecidas de los bosques secos en el SIGAP (CONAMA 1999). Existen algunas áreas que se están gestionando en el valle del Motagua (Secaira *et al.* 2003) y únicamente una iniciativa en el valle de Salamá (Benfieldt 2003 comm. Per) y debido a que entre los objetivos de este se encuentran proteger muestras representativas de nuestra biodiversidad y sus ecosistemas (Congreso de la República de Guatemala 1989), es necesario realizar investigaciones de este tipo que contribuyan a la toma de decisiones en la conservación de estos ecosistemas.

Dentro de los valles estudiados, el valle del Motagua representa la zona de más baja precipitación en C. A. (Castañeda y Ayala 1996; Dengo 1999; Véliz 2002). Este valle tiene importancia por su diversidad particular. Está limitado al norte por una de las principales cadenas montañosas de Guatemala (Sierra de las Minas) dándole un alto grado de aislamiento. En la actualidad este valle en particular se deteriora rápidamente debido al avance de la frontera agrícola. El río Motagua sufre de un alto grado de deterioro, debido a que en él, desaguan gran cantidad de fábricas, agroquímicos y distintas ciudades que están a lo largo de su recorrido. Sumado además, los materiales que se asolvan a causa de la escorrentía y la erosión de las zonas altas deforestadas (Castañeda y Ayala 1996; Monroy y Marroquín 2001; Véliz 2002).

III.2.2 Los bosques secos como corredor biológico

Los valles secos intermontanos, comparten entre sí una serie de características que los distinguen de otros ecosistemas. Entre estas, podemos mencionar las altas temperaturas, las bajas precipitaciones anuales, además de que se encuentran ubicados a sotavento de las principales cadenas montañosas de Guatemala (Stuart 1954; De la Cruz 1982).

Numerosos estudios, han propuesto la existencia de un corredor seco que conecta los bosques secos del istmo de Tehuantepec y los bosques secos de Centro América nuclear. Estos sistemas de valles intermontanos, conforman una continuación de la depresión Central de Chiapas (Stuart 1954). En Guatemala, los valles secos intermontanos, se orientan de este a oeste, al sur de las dos principales cordilleras del país. Hacia el norte del país las sierras de Los Cuchumatanes, Chamá y Santa Cruz, y hacia el sur las sierras de Cuilco, Chuacus y Las Minas. La porción occidental del

corredor que ocupa la porción de la depresión central de Chiapas, adquiere en México dimensiones de 175 Km de largo por 50 de ancho en su parte más alta (Stuart 1954, Dengo 1999).

Los valles secos intermontanos, constituyen tres sistemas de valles independientes ubicados de la siguiente manera: El Valle de Nentón, y el valle de Cuilco en el noroccidente del país, al sur de las sierras de los Cuchumatanes y Cuilco respectivamente. Los otros dos están formados por el sistema Salamá-Chixoy al sur de La Sierra de Chamá y Cuilco-Motagua, y el valle del Motagua al sur de la Sierra de Las Minas. Los valles, pueden ser considerados como unidades independientes, debido a que existen elevaciones montañosas perpendiculares a las grandes sierras (norte a sur) que los separan unos de otros (Stuart 1954).

Las condiciones descritas han permitido que para algunos grupos de la biota estas condiciones han propiciado suficiente aislamiento para que en ellos existan centros importantes de endemismo como es el caso de algunos grupos de insectos (Monroy y Marroquín 2001) y algunos grupos de la vegetación (Véliz *et al.* 2003). Por otro lado, estas pequeñas extensiones montañosas que separan los valles, poseen zonas en las cuales se forman depresiones lo suficientemente bajas como para que exista conectividad entre ellos, lo que permite que estos valles independientes funcionen como un corredor para otros grupos bióticos como los reptiles (Campbell 1989; Stuart 1954) aves (Valdez y Marroquín 2000), y algunos murciélagos como *Leptonycteris curasoae yerbabuena* y *Choeronycteris mexicana* (Arita y Wilson 1987; Wilkinson y Fleming 1996; Arita y Santos del Prado 1999; Ibarra *et al* 2003)).

Se ha propuesto que durante diversas épocas, este corredor, fue utilizado como ruta de dispersión para numerosos reptiles y anfibios, que ingresaron provenientes de la franja sea de la costa sur, utilizando la ruta de jalapa, hacia el valle del Motagua. Entre los reptiles que utilizaron esa ruta se encuentran *Rhinoclemmys pulcherrima*, *Heloderma horridum*, *Loxocemus bicolor*, y *Porthidium ophryomegas*. Estos valles se encuentran entre alturas que van de los 100-1000 msnm, aunque en Chixoy y Salamá, las condiciones sub-húmedas se mantienen hasta los casi 1500 msnm (Campbell y Vannini 1989). En Cuilco, las condiciones subhúmedas llegan hasta los 1300 msnm (Obs. Pers)

Durante las glaciaciones, los bosques de condiciones áridas se extienden y ganan lugar. Esto se debe a que aunque disminuye la temperatura ambiental, también disminuye la nubosidad, la humedad ambiental y las lluvias pues el agua está concentrada en los polos y regiones templadas. Por el contrario, durante los períodos interglaciales (como el actual), los bosques secos retroceden quedando separados unos de otros. (Stuart 1954, Campbell y Vannini 1989, Monroy y Marroquín 2001; Véliz 2002).

A continuación se hace una descripción de los valles en los que se realizó la captura de los murciélagos.

III.2.2.1 Valle del Motagua

Este valle, se encuentra en la cuenca del Río Motagua, de la vertiente del Atlántico. está limitado al norte por la Sierra de las Minas, y al sur por las sierras menores de la Cadena Volcánica. Este Valle se encuentra ubicado en la Zona de sutura que une al Bloque Maya de la Placa Norte América con el Bloque Chortí de la Placa Caribe (Dengo 1999). La altitud varía entre los 140 - 560 msnm (De la Cruz 1982), la biotemperatura es de 24 -26 °C. Esta zona es la más seca de toda C. A. y solamente llueve entre 400 - 600 mm anuales (De la Cruz 1982; Dengo 1999; Véliz 2002), la humedad relativa oscila entre el 60 - 72%, la evapotranspiración potencial está entre 60 - 800 mm anuales. El uso del suelo se encuentra distribuido de la siguiente manera: 28% son tierras dedicadas a la agricultura en diferentes escalas, el 69 % son ecosistemas controlados y el 3% son sistemas urbanos (Castañeda y Ayala 1996).

Castañeda y Ayala (1996), mencionan la existencia de 5 estrados de la vegetación bien definidos de las cuales el 32.7% son especies arbóreas, 23.3% especies arbustivas, 30.8% son herbáceas, 7.5% lianas y epifitas 5.7%. Los bosques maduros suman asociaciones entre el 20%. Las comunidades vegetales de la parte baja están dominadas por asociaciones mixtas de *Cactaceae*, *Mimosaceae*, *Cesalpiniaceae*, *Fabaceae*. En esta región se encuentran presentes como vegetación distintiva: *Cactus*, *Pereskia jaquinia*, *P. autumnalis*, *Guaiacum sp*, *Bucida sp*, *Acacia farmesiana*, *A. deamii*, *Mimosa platicarpa*, *M. Zacapana* *Cordia alba*, *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 adstringes*, *Nyctocereus guatemalensis* (De la Cruz 1982; Castañeda y Ayala 1996; Véliz *et al.* 2003).

El sitio de muestreo se ubica en la aldea Tulumajillo, Municipio de San Agustín Acasaguastlán, en el Rancho el Limonar, en el Kilómetro 87 de la carretera que conduce a Cobán. Las coordenadas en donde se tomaron los datos son: latitud 14.925° , long. 90.040° .

III.2.2.2 Valle de Cuilco

Este valle se encuentra sobre la cuenca del río Grijalva y la subcuenca del río Cuilco hacia la vertiente del Golfo de México. El valle de Cuilco, limita al sur con las sierras de la cadena Volcánica del Departamento de San Marcos, al norte limita con la Sierra de Cuilco al oeste limita con México. Se encuentra ubicado sobre el bloque maya de la placa Norte América (Stuart 1954; Dengo 1999). El valle es bastante estrecho teniendo en sus partes mas anchas unos cuantos kilómetros. Aquí se forma un corredor cálido, el cual constituye una entrada estrecha proveniente de la Depresión de Chiapas, que lo conecta con el resto de los Valles Secos. Este continuo montañoso constituye la zona de rocas más antiguas que se conocen de Centro América Nuclear (Dengo 1999). Las alturas entre las que oscila este valle son 900 - 1200 msnm, La temperatura promedio es de 23.15° , la precipitación anual oscila entre 800 - 1000 mm lluvia anuales. C. La humedad relativa es del 75%.

El uso de la tierra en este municipio es bastante intensiva, dedicándose principalmente sus tierras a la siembra del maíz, ganadería y algunos cultivos de hortalizas y frutas. Se encuentra seriamente fragmentado, y es quizá junto con el valle de Salamá el más perturbado. Debido a su pequeño tamaño, la posición clave que tiene, pues es la entrada del corredor seco, es posible que sea el que enfrenta las mayores amenazas (obs. Per.)

La vegetación ha sido sumamente alterada, aunque en el área dominan los cactus columnares del género *Stenocereus*, ceibas, burseras, mimosaceas y nopales (obs. Per.)

El sitio de trabajo se ubicó en el caserío Sosí Chiquito, contiguo al oeste de la cabecera municipal. Las coordenadas del sitio de muestreo son: lat. 15.405° , long. 91.963°

III.2.2.3 Valle de Salamá

El valle, pertenece a la Cuenca del Río Usumacinta y a la subcuenca del Río Salinas, de la Vertiente del Golfo de México. Al norte se encuentra limitado por la sierra de Chamá y al Sur por la Sierra de las Minas. Se encuentra ubicado sobre el bloque Maya de la placa Caribe. Este Valle se encuentra comprendido entre los 800 - 1000 msnm. La precipitación oscila entre los 500 - 1000 mm de lluvia (De la Cruz 1982). . Está ubicada en valles extendidos entre pequeñas sierras paralelas que forman parte de la Cordillera Central de Guatemala (Dengo 1999).

En el área se cultivan una gran variedad de vegetales como tomates, pepinos, frutos como papayas, melones sandías, maíz y algunas porciones se utilizan para ganado a pequeña escala.

Las plantas características de la zona son: *Cochlospermum vitifolium*, *Swietenia umilis*, *Alvaradoa amorphoides*, *Sabal mexicana*, *Phyllocarpus septentrionales*, *Ceiba aesculifolia*, *Albizia caribea*, *Albizia caribea*; *Pilosocereus leucocephalus*, *Marshallocereus eichlamii*; *Stenocereus pruinosus*; *Mamillaria voburnensis.*, *Melocactus curviespinus*, *Nopalea guatemalensis*, *Pereskia lichenidiflora*, *Acacia diamii*, *A. farnesiana*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Lysiloma. kellermanii*, *Haematoxylon brasiletto* (Avila 2004 com. Per.). (De la Cruz 1982; Cajas 2003 obs. Pers.). Las zonas periféricas al pie de las montañas que lo rodean son las únicas que conservan bosques secos en regular estado de conservación, todo el valle ha sido modificado (Castañeda y Ayala 1996; obs. Per.).

El sitio de muestreo, se ubica en el Parque Municipal los Cerritos, ubicado en la parte sur del Valle de Salamá. Este parque es administrado por Fundación de Defensa del Medio Ambiente de Baja Verapaz (FUNDEMABV). Las coordenadas de los sitios de muestreo son: lat. 15.085⁰ y long. 90.300⁰

III.2.2.4 Valle de Nentón

Este valle se encuentra ubicado sobre la cuenca del río Grijalva, y las subcuencas de los ríos Selegua y Nentón, tributarios de la vertiente del Golfo de México, se encuentra limitado al noreste por la Sierra de los Cuchumatanes, al Sur por la Sierra de Cuilco y al oeste por la Depresión central de Chiapas en México. Esta es la porción más extensa del

bioma Chaparral espinoso en el occidente del país (Villar 1987). Aún así posee zonas inundables. La época de lluvia es de junio a octubre (De la Cruz 1982). Las alturas a las que se encuentra son 700 - 900 msnm. La temperatura promedio es 18 - 24⁰ C. La precipitación anual está entre 600 - 2000 mm, la evaporación es de 1260 mm anuales. La humedad relativa está en el rango de 66 - 71%. La evapotranspiración es de 800 - 1250 mm. Este valle es una gran depresión topográfica, separa la Sierra Madre del Sur de las montañas del Cinturón Plegado en Chiapas México. Sólo una porción se extiende hacia Guatemala (Dengo 1999).

Es un área muy extensa de terrenos cársticos, en donde la vegetación natural ha sido muy alterada, los cactus columnares son más bien escasos y la vegetación arbórea y arbustiva que domina el paisaje son las leguminosas y bombacáceas. En las zonas en donde la vegetación aún se conserva, pueden observarse cactus columnares del género *Marshallocereus eichlamii* (Cajas 2003 Obs. Per.)

Este valle es sometido a grandes presiones por fuegos, debido a que grandes extensiones son utilizadas para ganadería extensiva. Se cultiva el maíz, manías, jocotes y algunos otros productos en menor escala (Obs. Per.)

El lugar de trabajo, se ubica en el municipio de Jacaltenango, aunque es parte del Valle de Nentón, en la Aldea Catarina en el kilómetro 367, que conduce a Nentón. Las coordenadas de los sitios de muestreo son: lat. 15.775⁰ y long. 91.788⁰

IV. JUSTIFICACIÓN

Los murciélagos son un grupo de mamíferos que han sido muy poco comprendidos, que gozan de muy mala reputación y se ven sometidos a distintos tipos de presiones que los ponen en riesgo (Arita y Santos del Prado 1999). Sin embargo, este grupo brinda importantes beneficios sociales y a los ecosistemas. Son importantes controladores de insectos, dispersores y polinizadores de muchas plantas en los trópicos. En los bosques secos las interacciones mutualísticas entre murciélagos nectarívoros y las plantas características de estas zonas son muy estrechas y son importantes polinizadores de muchas de ellas.

Se han registrado en los bosques secos al menos ocho de las diez especies de murciélagos nectarívoros reportadas para Guatemala, cuatro son exclusivas de estos ecosistemas. Ningún otro ecosistema del país registra tantas especies. Además fueron más abundantes en estos ecosistemas (Valle 1997; Calvo y Valle 2001; López *et al* 2003; MUSHNAT 2005- datos no pub.).

Muchas plantas que se encuentran en los bosques secos de Guatemala como la Ceiba, los magueyes los cactus columnares, pitayas, los morros y mimosas (De la Cruz 1982; Castañeda y Ayala 1996; Véliz 2002; Secaira *et al.* 2003). y que son de importancia comercial, biológica y cultural están asociadas a los murciélagos nectarívoros para su polinización (Heithaus *et al.* 1974; Howell 1974; Cooper-Smith 1978; Arita y Wilson 1987; Eguiarte *et al.* 1987; Arita y Martínez del Río 1990; Petit y Pors 1996),

Esta investigación aporta datos importantes sobre los hábitos alimenticios de 7 especies de murciélagos nectarívoros. Además refuerza el hecho de que las condiciones climáticas y la vegetación de los valles secos intermontanos permiten que especies altamente especializadas a estos ambientes, puedan utilizarlas como corredor, encontrando en ellos recursos similares.

Este trabajo provee además evidencia sobre la movilización de las especies migratorias *Leptonycteris curasoae* y *Choeronycteris mexicana* que viajan desde Arizona EEUU y el Norte de México hacia los valles secos de Guatemala en un ciclo anual (Arita y Wilson

1987; Wilkinson y Fleming 1996; Arita y Santos del Prado 1999; Fleming *et al.* 2001; Ibarra *et al.* 2003), ambas especies con un alto grado de especialización hacia la nectarivoría y polinización de distintas plantas de bosques secos. Además provee datos acerca de las comunidades de murciélagos nectarívoros de los bosques secos y la utilización de recursos florales y otros recursos.

Los murciélagos nectarívoros, así como toda la vegetación asociada a ellos, dependen del estado de conservación de los de los distintos valles que utilizan durante la migración. Con esto se ven beneficiadas además las poblaciones de murciélagos residentes. Existen datos que indican que aproximadamente 1200 especies de vertebrados polinizadores se encuentran en peligro de extinción (Gordon y Bernhardt 1998). En Norte América, los murciélagos nectarívoros migratorios (*C. mexicana*, *L. curasoae*, *L. nivalis*) han disminuido considerablemente sus abundancias en los últimos años (Arita y Prado 1999). Si disminuyen las poblaciones de murciélagos nectarívoros, se ponen en peligro las poblaciones de plantas asociadas a estas.

En el futuro es recomendable continuar realizando investigaciones a lo largo del tiempo y que permitan profundizar más en el conocimiento de las interacciones animal planta y prevenir extinciones en cadena de especies de suma importancia para los ecosistemas y para las poblaciones humanas que utilizan muchas especies asociadas a los murciélagos nectarívoros.

V. OBJETIVOS

V.1. OBJETIVO GENERAL

V.1.1 Determinar las familias, géneros o especies de las plantas con las que interaccionan cada una de las especies de MN en cada uno de los cuatro bosques secos.

V.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

V.2.1 Determinar las especies, géneros o familias a las que pertenece el polen de las plantas que es transportado por murciélagos nectarívoros (MN) en bosques secos de Guatemala.

V.2.2 Comparar la composición de especies y abundancias relativas de las comunidades de murciélagos nectarívoros en cuatro bosques secos de Guatemala.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI.1. Recursos Humanos

Para la toma de datos de campo, se contó con la participación de las siguientes personas.:

Dr. Jorge E. López, Escuela de Biología USAC

Lic. Sergio Pérez, Escuela de Biología USAC

Biol. Daniel Ténez, Escuela de Biología USAC

Br. Alexander López

Biol. Rafael Avila, Escuela de Biología USAC

Br. Eileen Salguero, Fundación Para el Ecodesarrollo y la Conservación de Izabal

Biol. Jimena Sosa, Fundación Para el Ecodesarrollo y la Conservación de Izabal

Colaboradores en la Identificación de plantas:

Ing. Mario Véliz, Herbario BIGUA de La Escuela de Biología

Biol. Rafael Avila, Herbario USCG del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON)

Lic. Julio Morales, Herbario del USCG-CECON

Colaborador en identificación de polen:

Dr. Enrique Martínez, Jefe del laboratorio de Palinología, Instituto de Ecología
Universidad Nacional Autónoma de México

VI.2. Materiales

Unidad	Descripción	Aportó
3	Redes neblineras de 12 m largo	MUSHNAT
3	Redes neblineras de 12 m largo	FUNDAECO
10	Giras al campo,	P.A.B.E.E.Q.4. B.S.G . -DIGI- ¹
2	Pares de guantes de cuero	Propios
3	Linternas de cabeza	EBUSAC
350	Ependorfs	LENAP
350	Portaobjetos	EBUSAC
500	Cubreobjetos	EBUSAC
1	Microscopio Óptico	EBUSAC
100	Gr de gelatina sin sabor	EBUSAC
150	Gr de glicerina	EBUSAC
0.5	Gr de fuccina	EBUSAC
10	gr. de fenol	Depto. De Orgánica de Fac. CCQQ y F.

¹P.A.B.E.E.Q.4.B.S.G. Proyecto: Análisis Biogeográfico y Ecológico de Ensamblajes de Quirópteros en 4 Bosques Secos de Guatemala - DIGI- USAC.

VI.3 Metodología

Durante el 2003, se desarrolló el proyecto Análisis Biogeográfico y Ecológico de Ensamblajes de Quirópteros en Cuatro Bosques Secos de Guatemala. En los Valles de: Nentón, Salamá, Motagua y Cuilco (López *et al.* 2003). Se realizaron diez viajes al campo a los bosques secos, de febrero a diciembre (los valles de Salamá y Motagua, se muestrearon a partir de marzo). Estos viajes se realizaron de manera simultánea por dos equipos de trabajo. El primero visitaba los valles de Nentón y Cuilco y el otro los del Motagua y Salamá.

En el Valle de Nentón se trabajó en aldea Catarina en el Municipio de Jacaltenango. En el Valle de Cuilco en el caserío Sosí Chiquito en el Municipio de Cuilco (contiguo a la cabecera municipal). Ambos en del departamento de Huehuetenango. En El Valle de Salamá en Baja Verapaz se trabajó Parque Municipal los Cerritos en Salamá y en el Valle del Motagua en la aldea Tulumaje, municipio de San Agustín Acasaguastlán en el Depto. de El Progreso.

VI.3.1 Captura de murciélagos y toma de muestras de polen

Para capturar los murciélagos se utilizó el siguiente esfuerzo de muestreo en cada valle: 36 m de redes de niebla X 6 noches X 5 horas /noche X 9 muestreos (10 en Cuilco y Nentón) (López *et al.* 2003).

Para obtener las muestras de polen de los murciélagos nectarívoros, se frotó la cara, cuello, espalda y abdomen de estos, con cubos de gelatina con fuccina y fenol (Thomas 1988; Petit 1997; Ruiz *et al.* 1997; Salazar y Fernández 2000) (ANEXO 2). Las muestras obtenidas, se colocaron en pequeños recipientes plásticos, rotulados con los datos del animal, fecha y sitio de colecta. Se tomó como una muestra positiva, a aquella que contenía al menos tres granos de polen del mismo tipo (Thomas 1988).

VI.3.2 Identificación del Polen

Las muestras fueron derretidas sobre portaobjetos y montadas como láminas fijas, que se encuentran en la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos.

Simultaneo al trabajo con murciélagos, se colectó la vegetación en flor de los valles secos. Se tomó muestras del polen de los especímenes florales de la misma forma en que a los MN. De esta forma, se determinó en el laboratorio, por comparación con la colección elaborada, con muestras de herbario, con ayuda de Atlás palinológicos (Roubik 1990; Palacios *et al.* 1991; Sladarriga y van der Hammen 1996). y el apoyo del Dr. Enrique Martínez de la Universidad Nacional Autónoma de México, las familias, géneros o especies cuando fue posible, de las plantas que visitan los murciélagos nectarívoros.

A los murciélagos capturados, se les retenía dos horas en bolsas de manta para obtener muestras de heces y determinar la presencia de semillas y/o insectos. En las heces no se estudió presencia de polen.

Los especímenes de murciélagos nectarívoros colectados, se depositaron en la colección de referencia del Museo de Historia Natural de la USAC.

VI.4 Análisis Estadístico

Para comparar la similitud en la diversidad de especies de murciélagos nectarívoros entre los valles secos, los recursos florales utilizados por los murciélagos nectarívoros en los distintos valles secos, así como la dieta de las especies de murciélagos nectarívoros, se utilizó el índice de Sorensen (S_o):

$$S_o = 2a / (2a+b+c)$$

Donde: a es el número de especies en la muestra A y B (suma),

b es el número de especies en B pero no en A

c es el número de especies en A pero no en B (Krebs 1989)

Este índice descrito es uno de los más ampliamente utilizados y únicamente proporcionan datos cualitativos binarios de presencia ausencia dando importancia a las especies raras.

Se realizaron análisis de agrupamiento utilizando diferentes índices que dan valor a las abundancias de las variables utilizadas. Todos estos dendrogramas, se realizaron utilizando el programa "past" ([http:// folk.uio.no/ohammer/past](http://folk.uio.no/ohammer/past)).

Los valores de todas las tablas utilizadas para los análisis, se estandarizaron sacando las proporciones con respecto a los totales para cada línea. Así mismo todos los agrupamientos se realizaron usando UPGMA (por sus siglas en inglés *Unweighted pair-group method using arithmetic averages*). Este es el método más ampliamente utilizado pues elimina los posibles errores de los métodos por enlace simple y enlace completo (Krebs 1989).

Para encontrar tendencias de agrupamiento entre los valles secos por la composición de murciélagos nectarívoros (ver tabla 1), se elaboró un dendrograma utilizando el coeficiente de Distancia Eucladiana. Este coeficiente de disimilitud tiene valores hacia el infinito, donde cero, significa dos comunidades completamente idénticas.

$$\Delta_{jk} = \sqrt{\sum (x_{ij} - x_{jk})}$$

donde: Δ_{jk} es la distancia eucladiana entre dos muestras j y k
 x_{ij} es el número de individuos de especies i en la muestra j
 x_{jk} es el número de individuos de especies i en la muestra k

Para realizar el análisis de agrupamiento de los valles por los recursos florales utilizados por los murciélagos nectarívoros (tabla 5), se utilizó el coeficiente de disimilitud de Bray-Curtis, la escala va de 0-1 donde cero representa dos comunidades iguales (Krebs 1989).

$$B = \frac{\sum(x_{ij} - x_{ik})}{\sum(x_{ij} + x_{ik})}$$

Donde: B es el índice de Bray-Curtis

x_{ij} es el número de individuos de especies i en cada muestra j y k
n es el número de especies en las muestras.

Los dos coeficientes descritos arriba, dan peso a la abundancia de las especies, por lo que las especies raras tienen menos influencia (Krebs 1989).

Se utilizó el coeficiente de distancia de Chord para determinar la similitud entre las dietas de los murciélagos nectarívoros (traslape de nicho). Este, da peso a las abundancias y restan influencia a las especies raras .

$$Cd = \sqrt{\left[\frac{\sum_k [y_{ki} / \sum_k (y_{ki}^2)^{1/2}} - y_{kj} / \sum_k (y_{kj}^2)^{1/2}]^2 \right]}$$

Donde: Cd es el valor del índice de Chord

y_{ki} es la abundancia de la especie k, en el sitio i, si los sitios i y j son comparados (Jongman *et al.* 1995).

Se realizaron análisis de amplitud de nicho utilizando la amplitud de Levins, aquí los valores más cercanos al cero significan mayor especialización hacia un recurso específico, tiende al infinito. Se analizaron los recursos florales visitados (tabla 3) y de otros componentes de la dieta como polen, semillas e insectos (tabla 6).

$$B = 1 / \sum p^2_j$$

Donde: B, es la amplitud de nicho

p es la proporción de individuos encontrados utilizando el recurso j

Para convertir los valores de este índice en un rango de 0-1 se realiza una estandarización de la siguiente manera:

$$B'a = B' - 1 / n - 1$$

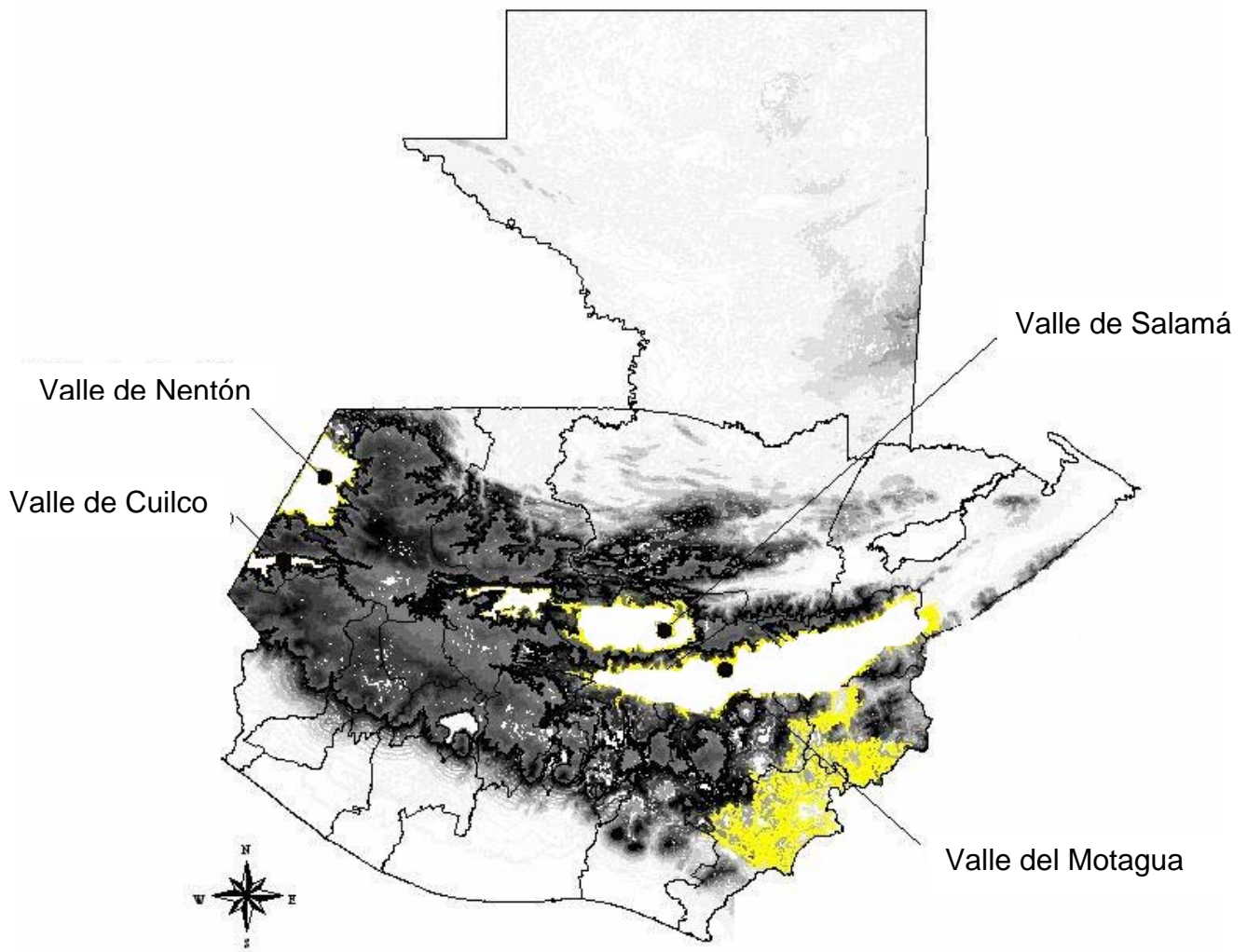
Donde B'a es el valor de rango 0-1

B' es el valor obtenido de B

n es el número de recursos disponibles.

Anexo 1

Valles Secos intermontanos de Guatemala



Leyenda

- Valles Intermontanos entre 300 y 1300 msnm
- Altitud entre 300 y 1300 msnm (no valles secos)
- Altitud arriba de 1700 msnm
- Altitud entre 1300 y 1700 msnm

Elaborado por Roberto Garnica y José Cajas en base a la información proporcionada por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación
Febrero 2005

Anexo 2.

RECETA DE GELATINA PARA COLECTA DE POLEN

Ingredientes

75 ml de agua destilada

75 ml de glicerina

5 g de fenol cristalizado

50 gramos de gelatina sin sabor

fuccina a criterio.

Procedimiento

Poner a calentar en un recipiente el agua e ir agregando despacio sin dejar de mezclar todos los ingredientes. Por último agregar la fuccina con mucho cuidado, debe ser una pizca.

Dejar enfriar y cuajar, cortar los cubos de 0.5 mm por lado. La gelatina puede guardarse en refrigeración mientras no se esté utilizando (Thomas 1988.)

Anexo 3

Murciélagos nectarívoros de los bosques secos de Guatemala



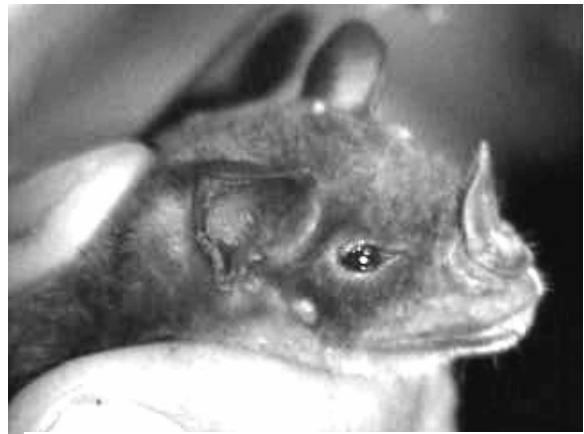
Anoura geoffroyii



Choeronycteris mexicana



Glossophaga soricina



Phyllostomus discolor



*Leptonycteris curasoae**

* fotografía Bat Conservation International

Anexo 5

Porcentaje de todos los tipos de polen encontrado en las cuatro especies más frecuentes de murciélagos nectarívoros. Cactus columnares (A), *Caesalpinaceae* 1 (B), *Ceiba aescutifolia* (C), *Inga sp.*(D), *Sapotaceae* 1(E), *Agave sp* (F), *Calliandra sp.* (G), *Crescentia sp.* (H), *Malvaceae*-1. (I), no identificada-1(J), no identificada-2 (K) *Bignonaceae* 2 (L), *Ipomoea sp.*, (M), y no identificada-3 (N), *Bignonaceae*-3 (O), No identificada-4 (Q), No identificada-5 (R), No identificada- 6 (S), No identificada-7 (T), *Pinus sp.* (U), Gramínea (V).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Q	R	S	T	U	V
<i>Anoura geoffroyii</i>	87	25	25	25		37		13						2.5						13	25
<i>Glossophaga soricina</i>	45	16	3	10	16	5	13	6	3	3	6	2	3				3	3	3	21	19
<i>Leptonycteris curasoae</i>	88	8	10	8		5		2		3		3	2	2		3				7	16
<i>Phyllostomus discolor</i>	50	33	30	17	50	16															

Porcentaje de todos los tipos de polen encontrado en los cuatro valles secos intermontanos estudiados. Cactus columnares (A), *Caesalpinaceae* 1 (B), *Ceiba aescutifolia* (C), *Inga sp.*(D), *Sapotaceae* 1(E), *Agave sp* (F), *Calliandra sp.* (G), *Crescentia sp.* (H), *Malvaceae*-1. (I), no identificada-1(J), no identificada-2 (K) *Bignonaceae* 2 (L), *Ipomoea sp.*, (M), y no identificada-3 (N), *Bignonaceae*-3 (O), No identificada-4 (Q), No identificada-5 (R), No identificada- 6 (S), No identificada-7 (T), *Pinus sp.* (U), Gramínea (V).

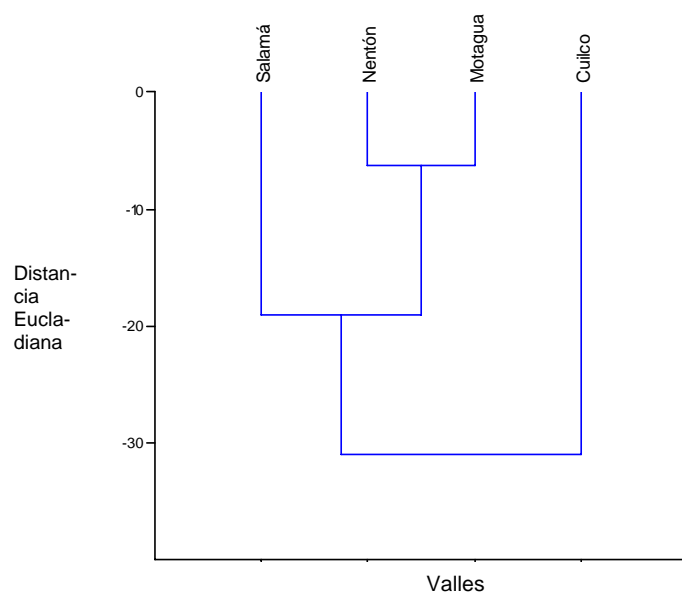
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Q	R	S	T	U	V
Cuilco	89	4	7	13	2	9	2	0		4		2	2	5	4					11	20
Salamá	96	8	24	4		16	32	4			8				4					20	16
Nentón	14	31		16	33	3	3	11	8	3	8		3			3		6	5	8	
Motagua	67	15	18	4	4			7		4	4		4			4	7			22	30

VII.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

VII.2.1 Comparación de riqueza y abundancia de Murciélagos Nectarívoros en los valles secos

Tabla 5. Similitud de los valles secos en base a la composición de murciélagos nectarívoros (Índice de Sorensen).

	Salamá	Nentón	Motagua
Cuilco	1	0.6	0.6
Salamá		0.6	0.6
Nentón			0.8

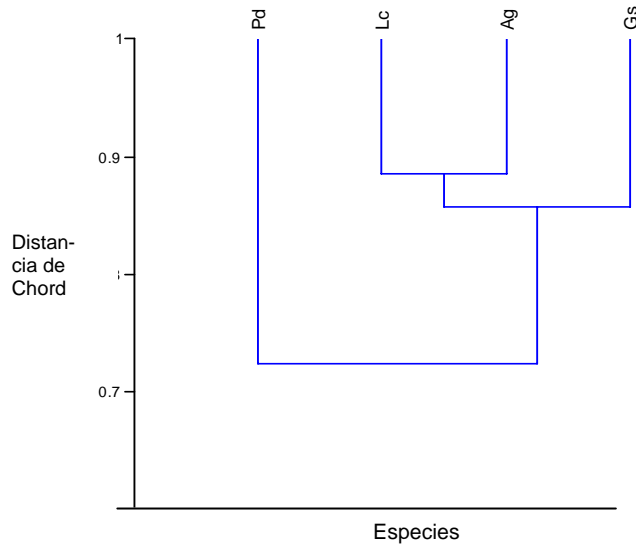


Gráfica 8, Dendrograma de agrupamiento de los Valles secos en base a Riqueza y abundancia relativa de especies de murciélagos nectarívoros (distancia euclidiana).

VII.2.2 Traslape y amplitud de nicho alimentario de las distintas especies de murciélagos nectarívoros de los valles secos

Tabla 6. Similitud entre las especies de murciélagos nectarívoros en base a los tipos de polen encontrado en el pelo (Índice de Sorensen).

	Ag	Gs	Lc	Pd
<i>Anoura geoffroyii</i> (Ag)	1	0.58	0.74	0.71
<i>Glossophaga soricina</i> (Gs)		1	0.69	0.41
<i>Leptonycteris curasoae</i> (Lc)			1	0.53
<i>Phyllostomus discolor</i> (Pd)				1



Gráfica 9. Dendrograma de similitud entre especies de murciélagos nectarívoros en base a la riqueza y abundancia relativa de tipos polen encontrados en muestras de murciélagos nectarívoros (distancia de Chord). *Anoura geoffroyii* (Ag), *Glossophaga soricina* (Gs), *Leptonycteris curasoae* (Lc), *Phyllostomus discolor* (Pd).

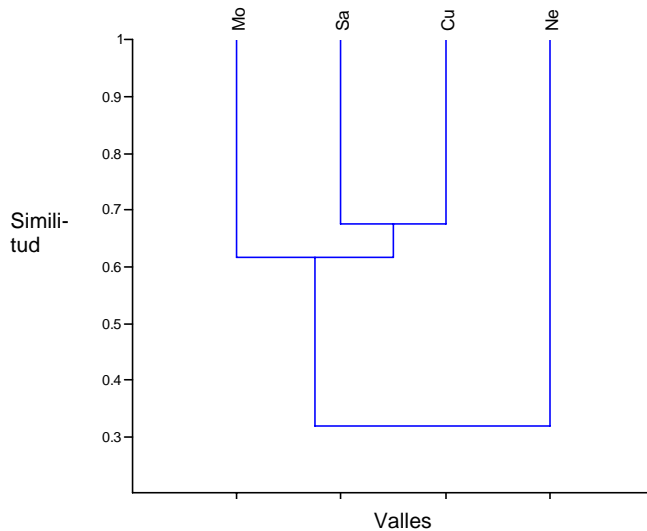
Tabla 7. Amplitud de nicho (Amp Nch.) de murciélagos nectarívoros, Amp. Nch. 1: según los tipos de polen encontrados en las muestras. Amp Nch 2: Semillas, Polen e insectos (Índice de Levins)

	Amp. Nch. 1	Amp. Nch. 2
<i>Anoura geoffroyii</i>	0.07	0.7
<i>Glossophaga soricina</i>	0.19	0.65
<i>Leptonycteris curasoae</i>	0.06	0.62
<i>Phyllostomus discolor</i>	0.27	1

VII.2.3 Comparación de los recursos florales de los distintos valles secos utilizados por Murciélagos nectarívoros

Tabla 8. Similitud entre los valles según los recursos florales utilizados por Murciélagos nectarívoros

	Cu	Sa	Ne	Mo
Cuilco	1	0.73	0.62	0.8
Salamá		1	0.55	0.48
Nentón			1	0.67
motagua				1



Gráfica 10. Dendrograma de similitud entre los valles secos, en base a la riqueza y abundancia de tipos de polen encontrados en murciélagos nectarívoros en cada valle. Cuilco (Cu), Salamá (Sa), Nentón (Ne),

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

VIII.1 Composición de murciélagos nectarívoros en los valles secos

En los análisis de riqueza de murciélagos nectarívoros, se encontró que los valles secos forman dos parejas con valores altos de similitud. El índice de Sorensen, muestra un valor de uno (máxima similitud) a la pareja Cuilco-Salamá y un valor alto también para los valles de Nentón-Motagua (0.8) (Tabla 5). La primera pareja, tiene la característica de que son los dos valles más altos, situados arriba de 800 msnm. El otro grupo está constituido por los valles más bajos (Nentón 600 msnm y Motagua 300 msnm) (López *et al* 2003). Existe un valle alto y uno bajo en el occidente y centro-orienté del país. Las especies características de los sitios altos (Cuilco y Salamá) fueron: *Ch. mexicana*, *L. curasoae* y *A. geoffroyii*. Mientras que para los valles bajos fueron: *G. leachii* y *G. commissarisii*. *L. curasoae* se encontró también en el valle del Motagua, en donde fue menos frecuente debido quizá al efecto del tamaño del valle, razón por la cual los individuos podrían estar dispersos.

Para los valles secos de Guatemala, se registraron en esta investigación seis especies de Glossophaginae, además existe un registro de *Choeroniscus godmani* y dos de *Hylonycteris underwoody*, es decir, en total se han registrado ocho de las diez especies de glossophaginos del país. Cuatro de estas especies, se han capturado exclusivamente en bosques secos de Guatemala (MUSHNAT 2005- datos no pub.). *G. leachii* es una especie endémica de América Central, y *Ch. mexicana* habita desde Arizona E.E.U.U., hasta Guatemala (Arita y Santos del Prado 1999). Otras especies encontradas tienen una distribución más amplia. En ningún otro ecosistema del país se han registrado más de dos o tres especies coexistiendo en una misma región (Valle 1997; Calvo y Valle 2001; López *et al* 2003; MUSHNAT 2005- datos no pub.).

Al analizar riqueza y abundancia de MN, el Valle de Nentón y del Motagua son más similares en comparación con los demás, Salamá se agrupó con estos dos (Gráfica 8). En estos tres valles la especie más abundante fue *G. soricina*. El Valle de Cuilco se muestra más alejado del resto, la razón es que en este valle *L. curasoae* fue la especie más abundante, 79% del total capturados de esta especie en todos los valles y 72.22% del total de nectarívoros capturados en el valle de Cuilco. Solamente el 20.7% de las capturas fueron en Salamá y el Motagua. (Gráfica 1 y Tabla 1).

L. curasoae fue la segunda especie de mayor abundancia en Salamá y *G. soricina*, lo fue en Cuilco. En estos dos valles *G. soricina*, se encontró con mayor frecuencia, cuando *L. curasoae* estuvo ausente (Cuilco) y cuando la frecuencia de captura disminuyó durante la época lluviosa (Salamá).

El número de capturas de *L. curasoae* fue más alto en Cuilco que en cualquier otro valle, debido quizá a que este es más pequeño y los recursos son más limitados por el alto grado de perturbación, lo que los concentra en áreas menores (comm. Per.). Por el contrario, el V. del Motagua es grande y permite que los individuos se dispersen (Anexo 1). El Valle de Salamá también se encuentra muy perturbado, y aunque es extenso, los bosques originales con cactus columnares únicamente se encuentran en la periferia, cercanos a las faldas de las montañas.

VIII.2 Abundancia temporal de murciélagos nectarívoros en los valles secos

Los valles de Cuilco y Salamá, presentaron mayores abundancias y mayor riqueza durante la estación seca. Por el contrario, en los valles de Nentón y Motagua la mayor riqueza y abundancia se presentó durante la estación lluviosa. Las capturas disminuyeron al mínimo durante los meses de julio y agosto. *G. soricina*, fue menos abundante durante los meses de febrero-mayo (estación seca), principalmente en los valles en donde *L. curasoae* se encontró presente. Durante la estación lluviosa, fue mucho más abundante.

En el Motagua *G. soricina* aumentó su frecuencia de marzo a mayo, en los meses de la estación lluviosa fueron menos abundantes, sin embargo hubo mayores capturas aquí que en Salamá y Cuilco (Gráfica 5). Contrario a esto, en el valle de Nentón, esta especie registró mayores abundancias en junio y septiembre, en este último se registró el pico más alto (Gráfica 5). Los valles de Nentón y Motagua mostraron similitud en las especies registradas, las especies encontradas coincidieron con la temporalidad en que las mismas se encontraron en ambos valles. *G. leachii* sólo se reportó para la época lluviosa (septiembre-octubre) en ambos sitios. *P. discolor* sólo se encontró durante los últimos meses en Nentón y en el Motagua, mientras que se capturó únicamente en abril y mayo en Salamá y Cuilco (Gráficas 3 y 5). Estos datos podrían dar cuenta de movimientos estacionales de las especies.

L. curasoae, fue la especie más abundante en el valle de Cuilco, el 50% de las capturas se realizó aquí en mayo. En el valle de Salamá esta fue la segunda especie más frecuente.

Durante la estación seca fue la especie más abundante. En los meses de marzo a mayo la frecuencia de capturas disminuyó en Salamá y el Motagua, mientras que en Cuilco la frecuencia de capturas aumentó de como ya se mencionó (Gráfica 4). Estos datos reflejan desplazamientos latitudinales de la especie en el país, la cual se ha documentado, realiza un ciclo migratorio desde los desiertos del norte de México y sur de E.E.U.U. hacia el sur en México, Guatemala y Honduras (Wilkinson y Fleming 1996). No se tenían registros desde 1952 (Hoffmeister 1957). En Guatemala se registró nuevamente la especie en el año 2003 durante el estudio.

El tiempo durante el cual se ha registrado la migración de esta especie (Arita y Wilson 1987; Wilkinson y Fleming 1996; Herrera 1997; Arita y Santos del Prado 1999; Salazar y Fernández 2000; Ibarra *et al.* 2003), coincide con los meses en que se reportó variación en la frecuencia de capturas en Guatemala. En Chamelá Jalisco (región Pacífico central de México) se reportó que esta especie presentó su máximo pico de abundancia en un refugio, durante el mes de mayo de 2003 (Ibarra *et al.* 2003), ese mismo mes se trabajó en Guatemala. Si tomamos en cuenta que las capturas de murciélagos se realizan durante la luna nueva, los datos de Chamelá, Cuilco, Salamá y el Motagua son de días muy cercanos.

En esta misma área de Jalisco México, las mayores abundancias se registran durante los meses de junio y septiembre (Ceballos 1997), permanecen hasta diciembre y disminuyen entre enero y mayo (Salazar y Fernández 2000). En Chiapas se ha capturado en enero (Wilkinson y Fleming 1996). Es importante hacer ver que según el mapa propuesto por Wilkinson y Fleming (1996), *L. curasoe*, únicamente llega hasta la región occidental de los valles secos de Guatemala. Sin embargo estos datos sugieren que la migración continua hasta el valle del Motagua en la parte oriental del corredor sub-húmedo propuesto por Stuart (1954).

Otro dato que refuerza la propuesta de que los murciélagos capturados pueden ser parte de poblaciones migrantes, es el hecho de que las capturas de machos fueron mucho mayores que las de hembras (10:1). Únicamente en el valle del Motagua se capturaron más hembras que machos. Esto podría ser un indicio de pequeñas poblaciones residentes (Wilkinson y Fleming 1996).

Stuart (1954), Propuso que los valles secos aunque discontinuos por las grandes sierras, presentan puntos de conectividad en algunas porciones estrechas. El Valle de Nentón se

presenta como el más aislado de todos teniendo un estrecho muy pequeño hacia el valle de Cuilco con alturas que llegan hasta los 1700 msnm (Anexo 1). A pesar de la altitud, cuando se transita la carretera que rodea en U este estrecho, puede observarse cactus columnares a la orilla del camino en los cerros, además en estas altitudes los agaves son plantas comunes.

Para Cuilco y Salamá las capturas de nectarívoros, disminuyeron considerablemente tanto en abundancia como en riqueza durante la estación lluviosa. Situación contraria a los valles de Nentón y de Motagua en donde la época lluviosa fue más diversa en cuanto a nectarívoros y aunque en Nentón las abundancias fueron mayores, en el Motagua se mantuvo más o menos constantes (Gráfica 3).

A. geoffroyii, la especie más asociada a alturas, fue más abundante en Cuilco y Salamá durante la estación seca. En Nentón solamente se capturó uno en el mes de diciembre (Gráfica 4).

VIII.3 Polen transportado por murciélagos nectarívoros

Para los análisis de dieta, se realizaron análisis de amplitud de nicho y traslape de nicho. Para estos únicamente se tomaron en cuenta las cuatro especies de nectarívoros más abundantes. De estas, *L. curasoe* y *G. soricina*, fueron las que mostraron mayor porcentajes de muestras positivas (con polen) sobre el total analizadas (Tabla 1). En estas especies, el polen de cactus columnares fue el más abundante, las únicas especies que fueron consumidas por las cuatro especies fueron: Cactus columnares, *Caesalpinaceae* 1, *C. aescutifolia*, *Inga sp.*, y *Agave sp.* Esta última fue consumida con mayor frecuencia por *A. geoffroyii*, en la que representó el segundo tipo de polen más frecuente. Esta especie es más común en sitios montañosos (Valle 1997).

El análisis de similitud de MN, en base al polen encontrado, mostró que *A. geoffroyii* y *L. curasoe* fueron los de mayor similitud, seguidos de *A. geoffroyii* y *P. discolor* (valores de 0.74 y 0.71 respectivamente). La tercera pareja que se formó fue *G. soricina* y *L. curasoe* (0.69).

Al evaluar traslape de nicho tomando en cuenta riqueza y frecuencia de tipos de polen en las muestras, las especies se agrupan de manera similar, al utilizar distancia de Chord (da poca importancia a las especies raras), *A. geoffroyii* y *L. curasoe*, se agrupan con un valor cercano al 0.85, estas especies consumieron de manera preferente el polen de las mismas especies en

las mismas proporciones (Gráfica 6 y 9). Estas dos especies, tienen un traslape con un valor superior a 0.8 con *G. soricina*, básicamente consumen las mismas especies de importancia para las otras. Dos de los tipos de polen más abundantes, *Sapotaceae-1* y *Calliandra sp.*, fueron consumidas casi con exclusividad por esta última en el valle de Nentón (Gráfica 6).

La especie más distante fue *P. discolor*, que registró la menor riqueza de recursos florales visitados y únicamente se registraron los tipos de polen más importantes para la mayoría de las especies, además todas registraron frecuencias similares (Gráfica 6).

Se ha encontrado que los distintos grupos de polinizadores, escogen sus recursos en base a sus contenidos de azúcar (Baker *et al.* 1998). Los murciélagos nectarívoros utilizan flores que producen concentraciones medias tanto de fructuosa como sucrosa. Esto coincide con los géneros y familias que se encontraron en las muestras de nectarívoros de Guatemala (Baker, *et al.* 1998; Petit 1995; Winter y von-Helversen 2003).

Los análisis de amplitud de nicho con base en los tipos de polen encontrados en cada especie, muestran que *L. curasoe* y *A. geoffroyii*, son las más especializadas en el consumo de polen de cactus columnar. *G. soricina* y *P. discolor*, mostraron ser los menos especializados en los recursos florales que visitan (Tabla 7). Al evaluar amplitud tomando en cuenta polen, insectos y semillas se encontró que *L. curasoe* y *G. soricina*, son las especies con mayor especialización a la nectarivoría, seguidos de *A. geoffroyii*. *P. discolor* fue la especie más generalista en cuanto a su dieta (podría ser un efecto pues se analizaron pocas muestras de esta última especie).

VIII.4 Temporalidad de utilización de recursos florales

Durante la época seca (febrero-mayo) las flores visitadas por los nectarívoros, fueron más abundantes (Gráfica 3). Es en esta época que los cactus columnares presentan sus picos de floración (Véliz *et al.* 2003). Se encontró cactus columnares en flor casi todo el año, sin embargo, durante la estación lluviosa, solamente los cactus más altos presentaron una o dos flores, en el caso de *Inga sp.*, solamente las cercanas a ríos presentaron flores durante todo el año (Obs. Per). Pérez (2004) encontró que durante la estación lluviosa en el Valle del Motagua, el cactus columnar: *Stenocereus pruinosus*, tiene una fase de estado vegetativo (sin flores ni frutos) durante los meses de julio y agosto, mientras que de septiembre-noviembre observó un

nuevo pico ascendente. Para *Pilosocereus leucocephala*, encontró producción de flores y frutos sólo en agosto y septiembre. Para *Myrtilocactus sp.* el mes de producción fue julio.

Los recursos están distribuidos a lo largo del año, así *C. aescutifolia* parece ser un importante recurso durante los meses secos fríos y cálidos (diciembre-abril). Los *Agave sp.* representan recursos a lo largo del año siendo, más frecuentes en las muestras durante marzo, mayo y septiembre (Tabla 2 y Anexo 5).

Durante los meses de transición de mayo y junio, los recursos florales más visitados fueron los Cactus columnares, *Caesalpinacea 1*, *Sapotaceae 1*, *Agave sp.*, y *Calliandra sp.* No identificada 2, *Bignonaceae 2* y *Ipomoea sp.*, *Malvaceae-1.*, *Calliandra sp.*, se encontraron durante los meses lluviosos.

Estos cambios de disponibilidad de recursos pueden ser los factores que determinan la presencia y ausencia de los murciélagos nectarívoros. Valle (1997), encontró en el Valle del Motagua y sierra de las Minas, que durante la estación lluviosa *G. soricina* es más abundante entre los 1400-1800 msnm, también encontró que durante la estación seca esta especie desciende a los bosques secos. Encontró más de la mitad de los individuos capturados de murciélagos nectarívoros durante diciembre y enero con polen. Encontró este mismo patrón para murciélagos frugívoros (Valle 1997).

Otras investigaciones llevadas a cabo en bosques secos de otros países dan cuenta de movimientos altitudinales entre los murciélagos nectarívoros. En el valle de Tehuacan en el centro de México se encontró evidencia de que existe más bien un movimiento altitudinal que latitudinal de la especie *L. curasoae*, (Herrera 1997).

En Guatemala se encontró en este estudio evidencia indirecta de movimientos altitudinales de los murciélagos nectarívoros. Evidencias que sugieren estos movimientos altitudinales son la presencia de polen de *Agave sp.*, gramíneas y *Pinus sp.* en las muestras de las especies: *A. geoffroyii*, *L. curasoae* y *G. soricina*. Tomando en cuenta que el tiempo que transcurre entre la visita del murciélago a la flor hasta que se limpia y consume todo el que se ha adherido a su cuerpo y cabeza es de entre 15 – 45 min (Thomas 1988), esto puede significar que los movimientos altitudinales ocurren en períodos cortos de tiempo. Además el pino se encuentra a partir de los 1500 msnm aproximadamente.

Las plantas de *Agave sp.* no se observan frecuentemente en los valles secos del país, más bien se encuentran a partir de las etapas transicionales a partir de aproximadamente los 1300 msnm hasta arriba de los 2000 msnm (Obs. Pers). Muchos estudios han demostrado que tanto en Norte América como en los valles secos de México, los agaves y los cactus columnares están íntimamente relacionados con los murciélagos nectarívoros, principalmente con especies migratorias como *L. curasoae*, *L. nivalis* y *C. mexicana* (Arizaga y Ecurra *et al.* 2000; Salazar y Fernández 2000; Fleming *et al.* 2001; Petit 1995; Ruiz *et al.* 1997; Petit y Freeman 1997; Arita y Santos del Prado 1999). Esto también sucede en la isla de Curacao y otros bosques secos de Colombia. En todos estos sitios los murciélagos han demostrado ser los principales polinizadores de estos, mientras que constituyen su principal fuente de alimento y constituye el polinizador principal de *Agave* y de Cactus columnares (Lemke 1984; Lemke 1985; Howell 1979; Arizaga y Ecurra *et al.* 2000; Salazar y Fernández 2000; Fleming *et al.* 2001; Petit 1995; Ruiz *et al.* 1997; Petit y Freeman 1997; Arita y Santos del Prado 1999).

Otra especie que ha demostrado fuerte dependencia a la polinización por murciélagos y que fue importante como recurso durante los meses secos incluidos los fríos es *C. aescutifolia*, que en otras investigaciones ha mostrado que provee un recurso importante durante distintas épocas del año para distintos grupos de polinizadores (Eguiarte *et al.* 1987; Salazar y Fernández 2000).

VIII.5 Recursos florales por valle

Se encontró qué, según el tipo de recursos florales utilizados por los MN en los distintos valles, estos se agrupan de manera similar que en su composición de MN (Tabla 5). Los valles más similares son Nentón y Motagua seguidos de Cuilco y Salamá. Luego le sigue con alta similitud también el valle de Cuilco y Nentón que se encuentran en la porción más occidental del país (Tabla 8). Los valles más disímiles son Salamá y Motagua que se encuentran contiguos el primero en la porción norte-centro y el segundo al este. Ambos valles están separados por la Sierra de las Minas (Anexo 1).

Este análisis mostró la similitud entre los valles por las plantas diferentes a cactus columnares ya que en ellos no fue posible distinguir entre géneros y especies. En el valle del Motagua y Salamá existen al menos cinco y tres especies de cactus columnares respectivamente y dos de cactus rastreros (Véliz *et al.* 2003), todas estas cactáceas presentan características similares en cuanto a la forma de sus flores, colores pálidos, y comparten la característica de que sus

flores se abren de noche (Véliz 2004 comm. Pers). Estas especies puede que sean polinizadas por murciélagos nectarívoros. De estas especies, dos son endémicas del valle del Motagua (*Escontria lepidantha* y *Myrtillocactus eichlamii*). La especie *Acanthocereus tetragonus* es endémica de Guatemala (Véliz *et al.* 2003).

Dado que los murciélagos nectarívoros consumen principalmente polen y néctar de cactus columnares, el equilibrio de estos ecosistemas y probablemente la existencia de estas especies endémicas, tiene estrecha relación con el estado de las poblaciones de los murciélagos. Hacia el occidente, en el valle de Cuilco, únicamente se encontró *Stenocereus pruinosus* y en Nentón *Marshallocereus eichlamii* (Obs. Pers.).

En el Valle de Nentón, los cactus columnares y cactus rastreros como *Acanthocereus sp.*, únicamente se encontraron en pequeñas aglomeraciones rocosas que están a salvo de los procesos de quemadas de grandes extensiones que se dan anualmente y en cerros cercanos a ríos y a las faldas de los Cuchumatanes, en donde la vegetación llega hasta los 20 mt de altura y presenta condiciones de alta humedad (Obs. Pers). Es probable que más al occidente, en las porciones más secas del valle, se encuentren más cactus columnares presentes.

Cuando se tomaron en cuenta las proporciones de los recursos florales utilizados por cada especie de murciélago, se encontró que los valles se agrupan de distinta manera. Cuilco y Salamá presentan las mayores similitudes, seguidos del valle del Motagua, mientras que el valle de Nentón es el más disímil de todos. Aquí es importante notar que fue en este valle donde se encontró que los cactus columnares son más escasos. En este valle las flores más visitadas fueron *Caesalpinaceae-1* y *Sapotaceae-1*, cuyas frecuencias fueron considerablemente más bajas en otros valles (Gráfica 7).

La especie migratoria *L. curasoae*, utiliza distintos recursos florales durante su migración. Sin embargo en todos los sitios donde se han descrito sus hábitos nectarívoros, consume principalmente *Agave sp.* y cactus columnares (Wilkinson y Fleming 1996; Herrera 1997; Fleming *et al.* 1998; Rojas 1999; Arita y Santos del Prado 1999; Arizaga y Ecurra *et al.* 2000; Salazar y Fernández 2000; Fleming *et al.* 2001; Ibarra *et al.* 2004). Es probable que la ausencia de *L. curasoae* en el valle de Nentón, se deba a la poca presencia de cactus columnares.

VIII.6 Otros componentes de la dieta

En las cuatro especies más abundantes de nectarívoros, se encontró que los frutos y los insectos constituyen recursos importantes en diferentes niveles para las especies. Se encontró por ejemplo que aunque *A. geoffroyi*, mostró una baja amplitud de nicho al tomar únicamente recursos florales. Al hacer el análisis tomando en cuenta semillas e insectos, mostró una gran amplitud ya que estos últimos resultaron ser más abundantes que el polen y las semillas en las muestras (Tabla 3).

La especie que mostró ser la más generalista de todas, tanto en la selección de polen como los frutos consumidos e insectos fue *P. discolor*, con un valor de 1 que es el valor que indica menor especialización (Tabla 7). Esta especie únicamente mostró semillas de *Ficus sp.*

L. curasoae y *G. soricina*, mostraron tener la menor amplitud de nicho, siendo el polen más frecuente que otros recursos. En las muestras fecales de *G. soricina* se encontraron siete morfotipos de semillas (Tabla 4), siendo las menos abundantes las del cactus columnar *P. leucocephala*. En el caso de *L. curasoae*, las semillas más abundantes las de *Stenocereus pruinosus* y *Pilosocereus leucocephala* (tabla 4). En otros valles secos de México, Colombia y Curacao, los murciélagos nectarívoros utilizan frutos y polen de cactus de los géneros *Stenocereus* y *Subpilosocereus* (Ruiz *et al.* 1997; Petit 1995; Petit 1997)

G. soricina y *L. curasoae*, fueron las especies más abundantes durante el estudio. Sin embargo estas especies se distribuyen de manera distinta en el espacio, en el tiempo y tienen muy poco traslape en sus dietas, razón por la cual estas especies presentan poca competencia.

VIII.7 Conservación de murciélagos nectarívoros y valles secos intermontanos

Los nectarívoros, son los más sensibles a la extinción dentro del grupo de los murciélagos. Esto se debe al alto grado de especialización hacia los recursos que utilizan (Arita y Santos del Prado 1999). Se ven amenazados por cambios en el paisaje y pérdida de las plantas con las que coexisten. Esta sensibilidad afecta mayormente a poblaciones de murciélagos migratorios como es el caso de *L. curasoae*, *L. nivalis* y *C. mexicana* que en los últimos años han disminuido considerablemente sus poblaciones en Norte América (Arita y Santos del Prado 1999).

Dado que dependen de los recursos que ofrece cada sitio por el que viajan, la conservación de estas especies migratorias, y de los ecosistemas ligados a estas, dependen del manejo que se de en cada uno de los países de las especies con las que coexisten en las zonas que utilizan (Arita y Santos del Prado 1999).

En Guatemala la situación es compleja y crítica, si visualizamos el hecho de que, según los resultados obtenidos, las especies migratorias *L. curasoe* y *Ch. mexicana* entran en el corredor seco a través del valle de Cuilco, que es un corredor estrecho, de unos pocos kilómetros de ancho. Este funciona como cuello de botella que recibe a los murciélagos provenientes de la depresión central de Chiapas. Este corredor tiene un largo aproximado de 50 Km, se encuentra altamente perturbado, y las áreas que poseen cubierta vegetal original son muy escasas y separadas. Este valle se encuentra separado de la continuación del corredor en el valle de Chixoy-Salamá, por aproximadamente 75 Km (Anexo 1).

Si tomamos en cuenta que los requerimientos nutricionales de los nectarívoros son altos, [pues se ha encontrado que en un bosque seco en Curacaco, *L. curasoe* requiere visitar entre 139-297 cactus por noche (Petit y Freeman 1997)]. Podríamos inferir que la pérdida de hábitat, en consecuencia, amenaza no sólo a los murciélagos, sino además a las poblaciones de cactus columnares, agaves, ceibas y otras muchas plantas a lo largo del corredor desde Norte América hasta Guatemala que dependen de ellos para su polinización.

Otra situación que pone en riesgo los complicados sistemas de polinización en los que participan murciélagos nectarívoros, es el hecho de que todas la especie de este grupo que habitan en el país, utilizan preferentemente cuevas. En México 10 de las 12 especies de nectarívoros las utilizan como refugios. Entre estas las 3 especies migratorias las utilizan (Arita y Santos del Prado 1999). En Guatemala las cuevas se ven sometidas a constantes perturbaciones por seres humanos que erradican a los residentes con la intención de controlar a los vampiros u otras razones (Cajas 2004). De tal modo que la conservación de la diversidad biológica de estos ecosistemas, depende del conocimiento que poseamos de ellos y del manejo que les demos.

X. CONCLUSIONES

1. Los valles secos intermontanos, ubicados en los mismos pisos altitudinales (Cuilco-Salamá y Nentón-Motagua), mostraron las mayores similitudes, tanto en los murciélagos nectarívoros que las habitan, así como en los recursos florales que fueron explotados en cada uno.
2. Los cactus columnares fueron el recurso floral más común para los murciélagos nectarívoros, a excepción del valle de Nentón en donde una *Caesalpinaceae* y una *Sapotaceae* fueron los recursos más utilizados.
3. Los recursos florales más importantes para los murciélagos nectarívoros fueron: cactus columnares *Inga sp.*, *C. aescutifolia*, *Sapotaceae-1*, *Caesalpinaceae-1*, *Calliandra sp.*, y *Agave sp.*
4. Las dos especies más abundantes fueron *L. curasoeae* y *G. soricina*, estas especies son además las más especializadas en el consumo de polen, sin embargo no representan mucha competencia, pues los recursos florales utilizados por ambos como fuente de polen y néctar son distintas, así como su distribución espacial y temporal.
5. *Leptonycteris curasoeae*, fue la especie más especializada a la nectarivoría y mostró gran afinidad hacia los cactus columnares, de los cuales consume frutos de *Stenocereus pruinosus* y *Pilosocereus leucocephala*, por lo que podría ser además de su polinizador un importante dispersor de semillas de estos.
6. La especie más generalista tanto en el consumo de polen como en la utilización de otros recursos fue *Phyllostomus discolor*.
7. Las cuatro especies más abundantes de los valles secos utilizaron otros recursos como insectos y frutos en distintas proporciones.
8. La única especie que consumió más insectos que polen y en menor cantidad frutos, fue *Anoura geoffroyii*. Sin embargo en el consumo de polen, esta especie mostró una alta especialización hacia el consumo de polen de cactus columnares.

9. Las abundancias espacial y temporal de *L. curasoae* en los valles, así como la alta proporción de machos, podrían ser evidencia de que las poblaciones de Guatemala son en su mayoría migratorias, probablemente de la región pacífico norte de México.

10. La presencia de polen de pinos, gramas y Agaves, pueden ser evidencia de movimientos altitudinales en Cuilco y Motagua principalmente, pero también en Nentón y Salamá. Estos movimientos los realizan principalmente *L. curasoae*, *G. soricina* y *A. geoffroyii*.

11. Los valles de Cuilco Salamá y Motagua, parecen constituir parte del corredor migratorio de *L. curasoae* debido a la abundancia de cactus columnares en estos.

XI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con los estudios sobre nectarivoría, principalmente en la distribución de los recursos y la estimación de tamaños poblacionales. Es importante iniciar trabajos con otros grupos de polinizadores para comprender las relaciones mutualísticas entre la vegetación y estos.
2. Realizar estudios de cobertura vegetal original en los bosques secos, incluyendo los sitios que no fueron tomados en cuenta en este estudio. Con esto se podrá identificar puntos críticos.
3. Realizar estudios que permitan comprender mejor las relaciones entre las especies de cactus columnares y las diferentes especies de murciélagos nectarívoros en Salamá y el Motagua donde conviven al menos cinco especies de cactus columnares y dos rastreros, de los cuales tres son endémicos.
4. Incluir a los murciélagos nectarívoros dentro de los listados de especies protegidas por su susceptibilidad a la extinción. Poner atención principalmente a las tres especies migratorias.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Arita H., Wilson D., 1987. **Long – Nosed Bats and Agaves: the tequila connectionn.** Bat Conservation International. Vol 5(2): 3 –5.
2. Arita H., Humphrey S., 1988. **Revisión taxonomica de los murciélagos magueyeros del género *Leptonictis curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae).** Acta Zoologica Mexicana, nueva serie. N_o. 2. Instituto de Ecología México D. F. 60pp
3. Arita H., Martínez del Río C., 1990. **Interacciones flor – murciélago: un enfoque zoocéntrico.** Universidad Nacional Autónoma de México. Publicaciones Especiales. 35 pp.
4. Arita H., Santos del Prado K., 1999. **Conservation biology of néctar feeding bats in México.** Journal of Mammalogy 80(1): 31-41.
5. Arizaga S., Ezcurra E., Peters E., Ramírez F., Vega E., 2000. **Pollination ecology of *Agave macronatha* (Agavaceae) in a Mexican tropical desert I. Floral Biology and Pollination mechanisms.** American Journal of Botany 87(7): 1004-1010.
6. Baker H., Cruden W., Baker I., 1971. **Minor parasitism in pollination biology and its community function: The case of *Ceiba acuminata*.** Bioscience 21: 1127- 1129.
7. Baker H., Baker I., Hodges S., 1998. **Sugar composition of Nectars and fruits Consumed by Birds and Bats in the Tropics and Subtropics.** Biotropica 30(4): 559-566.
8. Bendfieldt E. Comm. Per. 2003, establecimiento del Parque Municipal los Cerritos, en el Valle de Salamá.
9. Cajas J., 2003. **Determinación del polen presente en tres diferentes partes del cuerpo (Cabeza, abdomen y dorso) de murciélagos nectaívoros de dos bosques secos de Guatemala.** Informe Final de Ejercicio Profesional Supervisado, Escuela de Biología Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Cajas J., 2004. **Caracterización de la Quiropterofauna de las Cuevas de Silvino.** Informe Técnico, Fundación Para e Ecodesarrollo y la Conservación de Izabal. Guatemala.
11. Calvo L., Valle L., 2001. **Diversidad y abundancia de quirópteros en plantaciones de café bajo sombra en Palajunoj, Quetzaltenango Guatemala.** Centro para la Conservación de Biodiversidad en Guatemala.
12. 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.
13. Cartners B., Lundrigan I, Myers P., 2002. **A phylogeny of the neotropical nectar-feeding bats (Chiroptera: Phyllostomidae) based on morphological and molecular data.** Journal of mammalian evolution. Vol 9 No. 1/2 23-52.

14. Castañeda C., Ayala H., 1996. **Vida en la zona semiarida de Guatemala.** Cuadernos Chac. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36pp.
15. Comisión Nacional del Medio Ambiente –CONAMA- 1999. **Conociendo el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas** Estrategia Nacional de Biodiversidad. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala.
16. Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP), 2002. **Lista Roja de especies protegidas.**
17. Congreso de la República de Guatemala 1989 **Decreto 4- 89: Ley de Areas Protegidas.**
18. Cooper-Smith J., 1978. **Chiropterophilous plants: a review.** M.A. thesis, Duke University.
19. De la Cruz J., 1982. **Clasificación de zonas de Guatemala a nivel de reconocimiento.** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 42 pp.
20. Dengo G., 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.
21. Eguiarte L., Martínez del Río C., Arita H. 1987. **El néctar y el polen como recur-sos: el papel ecológico de los visitantes a las flores de *Pseudobombax ellipticum* (H.B.K) Dugand.** Biotropica 19(1): 74 – 82.
22. Fischer E., 1992. **Foraging of nectarivorous bats on *Bahuinia ungulata*.** Biotropica 24(4): 579 – 582.
23. Fleming T., 1986. **Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats.** Estrada and Fleming eds. Frugivores and seed dispersal. Dr. W. Junk Publishers.
24. Fleming T., 1988. **The short-tailed frug bat. A study in plant-animal interactions.** The University of Chicago Press. U.S.A. 365 pp.
25. Fleming T., Sosa V., 1994. **Effects of nectarivorous And frugivorous mammals on reproductive success of plants.** Journal of Mammalogy. 75(4): 841 – 851.
26. Fleming T., Sahley C., Holland N., Nason J., Hamrick N., 2001. **Sonoran desert columnar cacti and the evolution of generalized pollination systems.** Ecological Monographs. 71(4) 511-530.
27. Gardner A. 1977. **Feeding habits.** In Baker, Jones and Carter (1977, 293-350).
28. Guevara S., Laborde J., 1993. **Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures. Consequences for local species availability.** Vegetatio 107/108 319 – 318. Fleming and Estrada (Eds.) Frugivory and seed dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects. Kluwer Academic Publishers. Printed in Belgium.
29. Guillete D. 1976. **Evolution of feeding strategies in bats.** Tebiwa 18:39-48

30. Gordon A., Bernhardt P., Bitner R., Burquez A., Buchman S., Kevan P., Koopowitz H., Medellín R., Medellín S., 1998. **The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and Stability of food crop yields.** *Conservation Biology* 12(1) 8-17.
31. Herrera L., 1997. **Evidence of altitudinal movements of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in central México.** *Revista Mexicana de Mastozoología* 2(1). 116-118.
32. Herrera G., Martínez del Río C., 1998. **Pollen digestión by new world bats: effects of processing time and feeding habits.** *Ecology* 79(8) 2828-2838.
33. Heithaus R, Opler P, Baker H. 1974. **bat activity and pollination of *Bahuinia pauletia*: Plant pollinator coevolution** *Ecology* 55: pp 412 – 419.
34. Heithaus R., Stashko E., Anderson K., 1982. **Cumulative effects of plant-animal interactions on seed production by *Bauhinia ungulata*, a neotropical legume.** *Ecology* 63: 1294-1302.
35. Hill J., Simth J., 1984. **Bats a Natural History.** University of Texas Presss. EEUU. 243 pp.
36. Hoffmeister D., 1957. **Review of the long nosed bats of the genus *Leptonycteris*.** *Journal of Mammalogy* 38: 454-461.
37. Howell D., 1974. **Bats and Pollen: Physiological aspects of the syndrome of chiropterophily.** *Comp. Biochem. Physiology.* Pergamon Press. Printed in Great Britain Vol. 48A263 – 276.
38. Ibarra M., Iñiguez L., Jiménez N., Ibarra C., 2003. **Cambios estacionales en las poblaciones de murciélagos nectarívoros en el valle de Autlán, Jalisco, México.** *Mesoamericana* 7(1). Libro de resúmenes del VII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Tuxtla, Chiapas, México.
39. Ibarra M., Iñiguez L., Jiménez N., Ibarra C., 2004. **Variación estacional de la dieta de *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga soricina*.** *Mesoamericana* 8(4). Libro de resúmenes del VIII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Managua Nicaragua.
40. Jongman R., Ter Braak C., van Tongeren O. (eds), 1996. **Data analisis in community and landscape ecology.** Cambridge University Press. 299 pp
41. Krebs, Ch. 1989. **Ecological methodology.** Addison Wesley Press, U.S.A. Harper and Row Publishers. 520 pp.
42. Kremen C., Ricketts T., 2000. **Global perspectives on pollination disruptions.** *Conservation Biology* 14(5) 1226-1228.
43. Lara, O., Lou S., Yurrita C., 2000. **Habitos alimenticios de murciélagos Frugívoros del Bosque Subtropical de Yaxha, Petén.** Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos. Guatemala. 36pp.

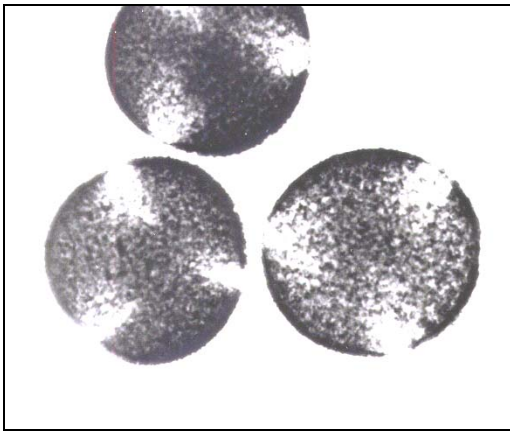
44. Lemke T., 1984. **Foraging ecology of the long-nosed bat, *Glossophaga soricina*, With respect to resource availability.** Ecology 65(2): 538-548.
45. Lemke T., 1985. **Pollen Carrying by the nectar feeding-bat *Glossophaga sorina* in a suburban environment.** Biotropica 17(2): 107-111.
46. López J., Pérez S., Cajas J. 2003 **Análisis biogeográfico y ecológico de ensambles de quirópteros en cuatro bosques secos de Guatemala.** Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. 29pp.
47. Mapa Hidrográfico de la República de Guatemala. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
48. McCarthy T., 1993. **Bat (Mammalia: Chiroptera) records, early collectors and faunal lists for northern Central America.** Annals of Carnegie Museum 62 (3): 191-228.
49. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA)., Plan de Acción Forestal de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 1999. **Política Forestal de Guatemala.**
50. Monroy C., Marroquín R., 2001. **Inventario de la biodiversidad entomológica respecto a su distribución altitudinal en dos áreas representativas de bosque espinoso de Guatemala.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas - IIQB -. 20pp.
51. Museo de Historia Natural (MUSHNAT-USAC) 2005. Datos de las colecciones de referencia proporcionados por el Lic. Sergio Pérez.
52. Opler P., Frankie W., Baker H., 1980. **Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica.** Journal of Ecology 68:167-188.
53. Palacios-Chavez R., Ludlow B., Villanueva G., 1991. **Flora Palinológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México.** Centro de investigaciones de Quintana Roo, México.
54. Pérez S. 2003 **Comunicación Personal**
55. Pérez M., 2004. **fenología de cactaceae presentes en el bosque seco y espinoso de la region semiárida del motagua, durante la epoca lluviosa.** Informe Final de EDC, Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
56. Petit S., Pors L., 1996. **Survey of columnar cacti and carrying capacity for nectar-feeding bats on Curacao.** Conservation Biology 10(3) 769-775.
57. Petit S. 1997. **The diet and reproductive schedules of *Leptonycteris curasoae* and *Glossophaga longirostris elongata* (Chiroptera: Glossophaginae) on Curacao.** Biotropica 29(2): 214 – 223.
58. Pettit S., Freeman E. 1997. **Nectar production of two sympatric species of columnar cacti.** Biotropica 29(2) 175-183.

59. Ponciano I., 1988. **Propuesta para un proyecto de restauración de bosques en ecosistemas semiáridos.** Univ. San Carlos de Guatemala. Centro de Estudios Conservacionistas.
60. Reid F., 1997. **A field guide to the mammals of Central América and southeast México.** Oxford University Press, Inc. New York EEUU. 334pp.
61. Roubik D., 1990. **Pollen and spores on Barro Colorado island.** The Missouri botanical Garden.
62. Ruiz A, Santos M., Soriano J., Cavelier J., Cadena A. 1997. **Relaciones mutua-lísticas entre el murciélago *Glossophaga longirostris* y las cactáceas columnares en la zona árida de la Tatacoa, Colombia.** Biotropica 29(4) 469 – 479.
63. Salazar K., Fernandez C., 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.
64. Sladarrriaga G., y van der Hammen T., 1996. **Estudios de la amazonía colombiana XI. Atlas de polen de plantas utiles y cultivadas de la amazonía colombiana.** TROPENBOS Colombia.
65. Secaira S., Prado P., Pérez S., 2003. **Plan de Conservación de la Región Semiárida del Valle del Motagua.** Consejo Nacional de Areas Protegidas, Fundación Defensores de Guatemala, The Nature Conservancy. Guatemala. 60pp.
66. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)., 1994. **Norma oficial mexicana NOM 0-59-ECOL.** Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial. Diario oficial 438:2 – 60.
67. Stuart L., 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.
68. Thomas D., 1988. **Análisis of diets of plant visiting bats.** In T.H. Kunz (Ed) Ecological and behavioral methods for the study of bats, pp. 211-220. Smithsonian Institutuon Press, Washington D.C.
69. USDI, Fish and Wildlife Service, 1988. **Endangered and threatened wildlife and plants; determnation of endangeed status for two long –nosed bats.** Federal Register 53(190): 38456 – 38560.
70. 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 Conseervación (CDC), Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). Guatemala. 39pp.

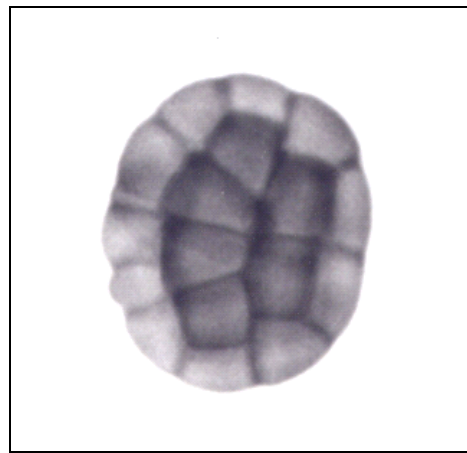
71. Valle L., 1997. **Distribución altitudinal de la comunidad de quirópteros de San Lorenzo Zacapa, Reserva de Biosfera Sierra de las Minas. Guatemala.** Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle de Guatemala. 93pp.
72. Véliz M., 2002. **El bosque seco y monte espinoso de Guatemala. INISEFOR. Bosques Secos Tropicales.** Costa Rica. Octubre 2002: 62-69.
73. Véliz M., Ramírez F., Cobar A., García M., 2003. **La diversidad florística del Monte Espinoso de Guatemala.** Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. 58 pp.
74. Villar L., 1987. **La fauna silvestre de Guatemala.** Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala.
75. Wilkinson G., Fleming T., 1996. **Migration and evolution of lesser long – nosed bats *Leptonicteris curasoae*, Inferred from mitochondrial DNA.** Molecular Ecology 5: 329-339.
76. Winter Y., Helversen V., 2003 **Bats as pollinators: Foraging energetics and floral adaptations.** In Kunz T., Fenton M., (Eds.) Bats Ecology.

Anexo 4.

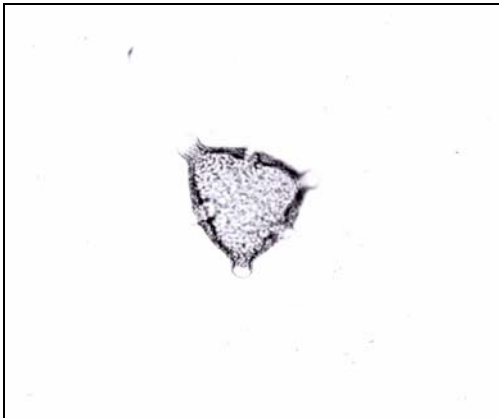
Polen encontrado en murciélagos nectarívoros de bosques secos.



Cactus columnares (400 x)



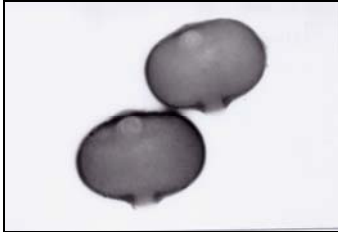
Inga sp. (200 x)



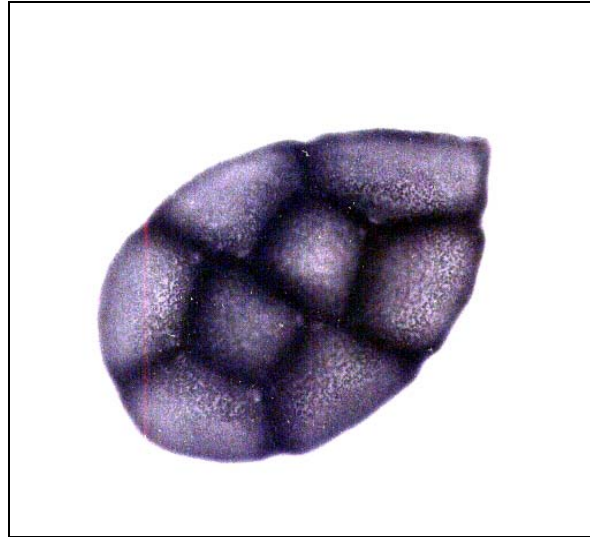
Ceiba aescutifolia (200 x)



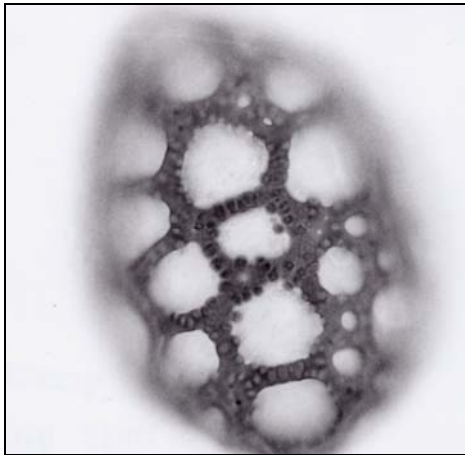
Caesalpinacea-1 (400 X)



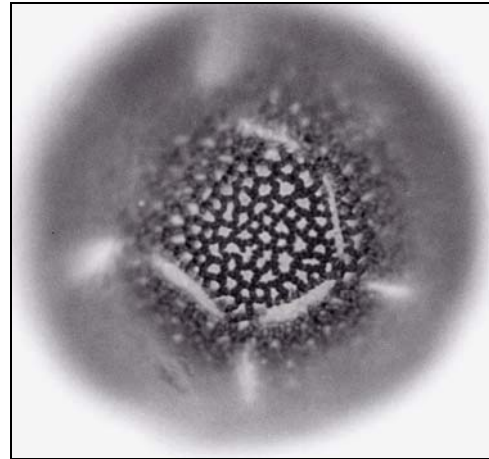
Sapotacea- 1 (400 x)



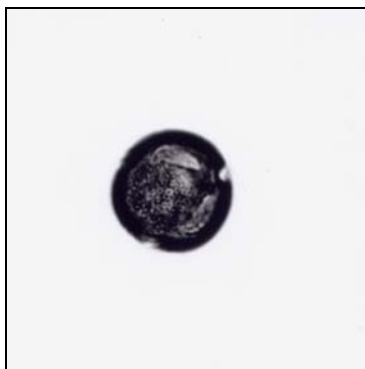
Calliandra sp. (200 x)



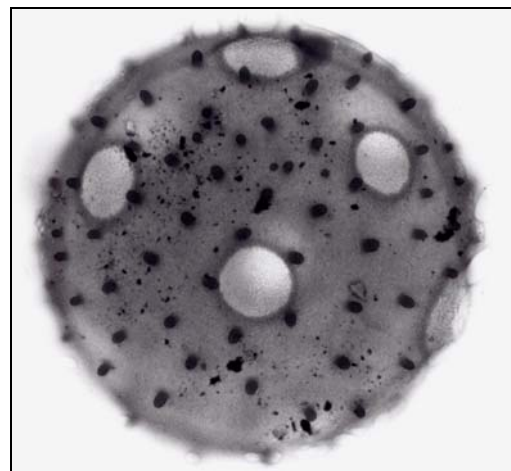
Agave sp. (1000 x)



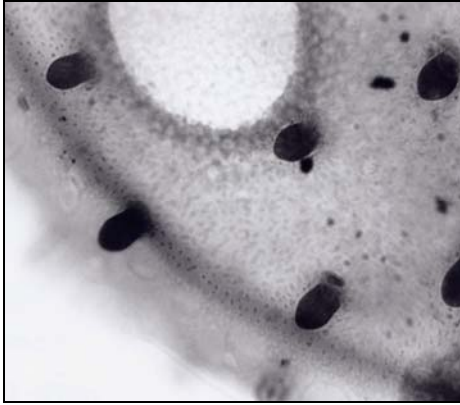
Agave sp. (1000 x)



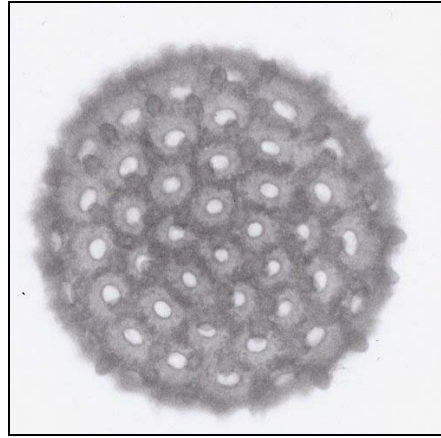
Bignonaceae sp. (400 x)



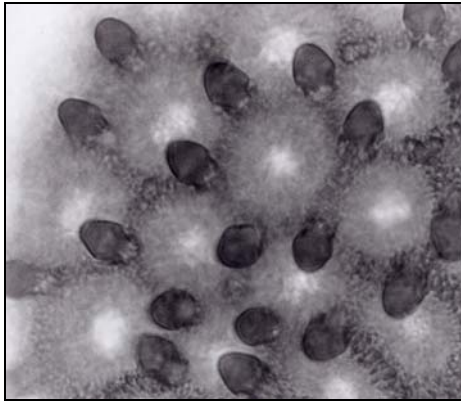
Malvaceae-1. (200 x)



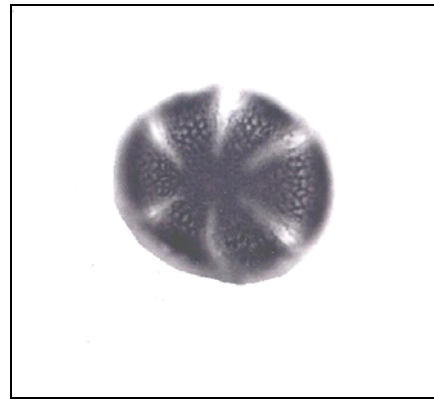
Malvaceae-I (1000 x)



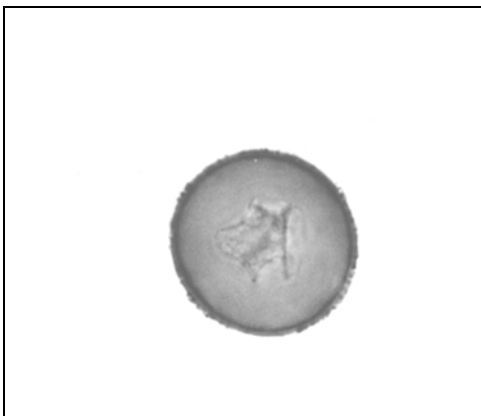
Ipomoea sp. (200 x)



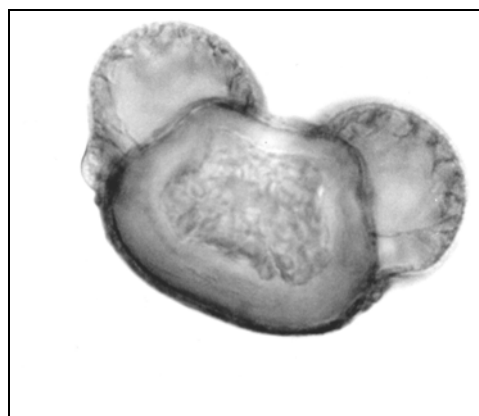
Ipomoea sp. (1000 x)



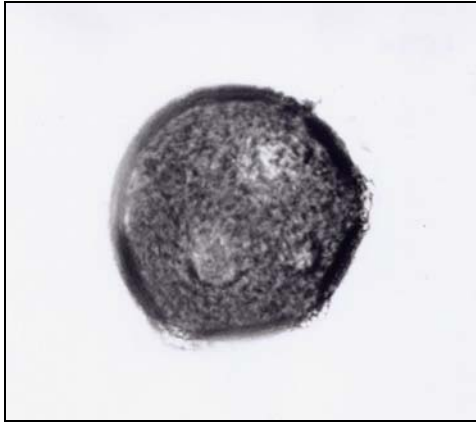
Crescentia sp. (1000 x)



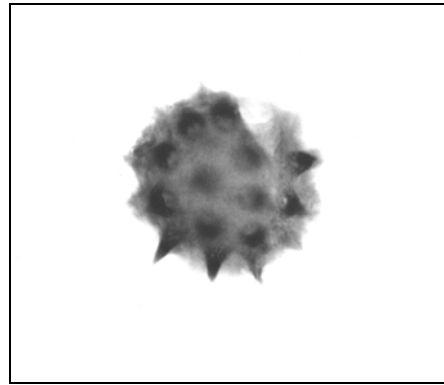
Gramínea (1000 x)



Pinus sp. (1000x)



Opuntia sp. (400 x)



Asteraceae (1000 X)



Bombacaceae (400x)

Especies de polen transportado en el pelo de murciélagos nectarívoros en cuatro bosques secos de Guatemala

José Cajas C.¹ Jorge López G.²

¹ Escuela de Biología Universidad de San Carlos

² Departamento de zoología Genética y Vida Silvestre de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos

Resumen. Se estudió el polen que transportan los murciélagos nectarívoros en cuatro valles secos intermontanos de Guatemala (Stuart 1954; De la Cruz 1982; Villar 1987; Campbell y Vannini 1989; Véliz 2002): los valles de Cuilco, Salamá, Nentón y Motagua. Además se estudió la estructura y composición de las cuatro comunidades de murciélagos nectarívoros de febrero a diciembre del 2003. Entre las especies de murciélagos registradas en los bosques secos, se encuentran las especies migratorias: *Leptonycteris curasoae* y *Choeronycteris mexicana* (*Phyllostomidae: Glossophaginae*), las dos especies más abundantes fueron *Glossophaga soricina* y *Leptonycteris curasoae*. Estas fueron las que mostraron mayor consumo de polen en comparación con otros recursos. Los tipos de polen que se encontraron con mayor frecuencia en el pelo de murciélagos nectarívoros en tres de los valles estudiados fueron: cactus columnares (65%), *Caesalpinaceae-1* (13%), *C. aescutifolia* (12.32%), *Inga sp.* (10.33%), *Sapotaceae-1* (9.5%), *Agave sp.* (7%), *Calliandra sp.* (7%) y *Crescentia sp.* (5%), se encontraron otros 12 tipos de polen que representaron menos del 5% de las muestras positiva. En tres de los valles, los cactus columnares fueron el recurso más utilizado por los murciélagos nectarívoros. En Nentón los recursos florales más importantes fueron: *Caesalpinaceae-1* y *Sapotaceae-1*.

Al hacer análisis de similitud entre la riqueza de especies de nectarívoros de los valles y de los recursos florales utilizados en cada valle, se observó que los valles con mayor similitud son: Cuilco-Salamá y Nentón-Motagua. Los valles del primer grupo se ubican sobre los 1000 msnm, mientras que los otros dos por debajo de los 800 msnm.

Se encontró evidencia indirecta de que las especies *A. geoffroyii*, *G. soricina* y *L. curasoae* realizan movimientos altitudinales durante períodos cortos de tiempo. La presencia de polen de pino, gramas y agaves, que son plantas que crecen en las montañas constituyen el principal indicio de estos movimientos. La especie *L. curasoae*, fue más abundante en el valle de Cuilco, mientras que *G. soricina* fue más abundante en los otros valles. La primera especie se encontró casi exclusivamente durante la estación seca, mientras que la segunda fue mucho más abundante durante la estación lluviosa. *L. curasoae*, tuvo una menor amplitud de nicho en cuanto a los recursos florales utilizados, siendo el polen de cactus columnares los más frecuentemente encontrados en las muestras. *G. soricina*, tuvo una amplitud de nicho mayor, además de ser la especie que registró mayor número de tipos de polen en el pelo.

Palabras Clave: murciélagos nectarívoros, bosques secos, polen, *Leptonycteris curasoae*, *Glossophaga soricina*, *Choeronycteris mexicana*, cactus columnares.

Introducción

Los bosques secos intermontanos, se encuentran al sur de las principales cordilleras del país. Conforman tres sistemas de valles pertenecientes a tres cuencas hidrográficas: un sistema lo constituye el valle de Nentón y Cuilco sobre la cuenca del río Grijalva. El se-

gundo sistema lo constituye el Valle del Motagua, sobre la cuenca del Río del mismo nombre. El tercer sistema lo constituyen los Valles de Chixoy hasta el valle de Salamá sobre la cuenca del Río Usumacinta y la subcuencas de los ríos Chixoy y Salinas (Stuart 1954; Campbell y Vannini 1989) (Fig.1).

En estos bosques las familias de plantas que dominan el paisaje son: las cactaceas, mimosaceas, bombacaceas y bignoniaceas, principalmente. (Castañeda y Ayala 1996; Véliz 2002; Véliz *et al.* 2003). Varios géneros pertenecientes a estas familias de plantas, han coevolucionado durante millones de años, junto con los murciélagos nectarívoros (MN) para su polinización (Howell 1974; Arita y Martínez del Río 1990; Fleming y Sosa 1994; Petit y Freeman 1997; Petit 1997; Ruiz *et al.* 1997; Fleming *et al.* 2001).

Se ha encontrado que los murciélagos nectarívoros son más diversos y abundantes en los ecosistemas semiáridos en México (Arita y Santos del Prado 1999). En Guatemala se encontró que efectivamente los bosques secos son más diversos y su abundancia es mayor que en otros ecosistemas del país. En estos ecosistemas encontramos al menos nueve de las doce especies registradas (Lara *et al.* 2000; Calvo y Valle 2001; López *et al.* 2003; MUSHNAT-USAC 2005 datos no pub.). Dentro de estas podemos mencionar una especie endémica de mesoamérica y característica de bosques secos, *Glossophaga leachii*, así como la presencia de dos especies migratorias: *Leptonycteris curasoae* y *Choeronycteris mexicana*. Estas especies están asociadas a la polinización de importantes plantas de ecosistemas con bajas precipitaciones.

Diversos autores han demostrado que estos sistemas de valles intermontanos, constituyen desde hace millones de años corredores biológicos que conectan los valles secos de la depresión central de Chiapas (que conecta con los bosques secos del sur de Norte América) con otros bosques secos de Centro América,

por los que algunos taxa se han desplazado para la colonización de nuevas áreas (Stuart 1954; Campbell y Vannini 1989).

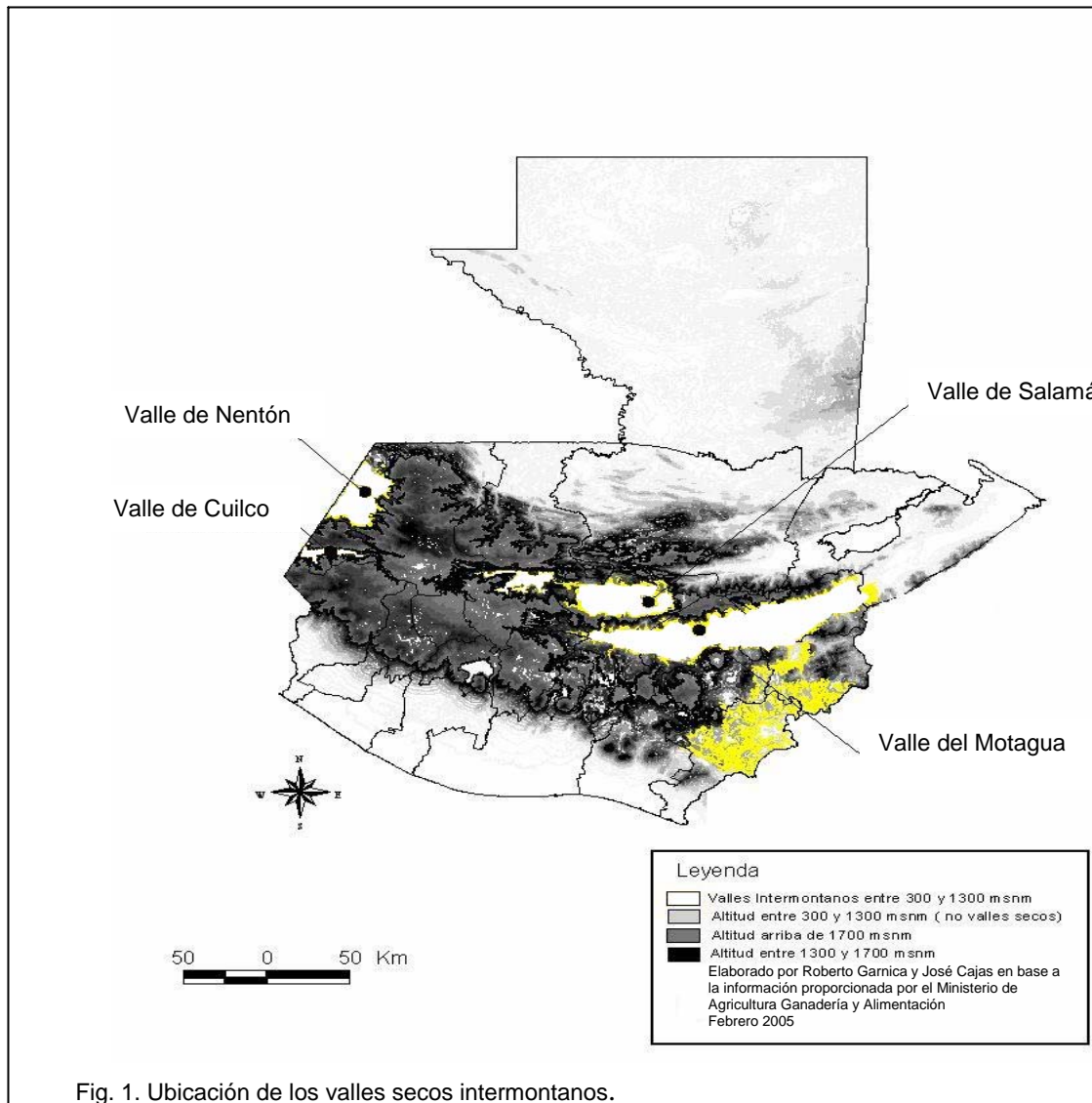
Actualmente se tiene evidencia de que este corredor permanece activo para el desplazamiento de una importante especie migratoria (*L. curasoae*) de hábitos nectarívoros. Esta especie viaja desde Arizona y Sonora (EEUU y México respectivamente) hacia los bosques secos de Guatemala y posiblemente Honduras siguiendo un corredor de agaves y cactus que florecen durante su migración (Arita y Wilson 1987; Wilkinson y Fleming 1996; Herrera 1997; Arita y Santos del Prado 1999; Salazar y Fernández 2000; Ibarra *et al.* 2003). Plantas de las cuales se sabe son importantes polinizadores (Petit y Pors 1996; Ruiz *et al.* 1997; Arizaga *et al.* 2000; Fleming *et al.* 2001)

La conservación tanto de especies de cactus columnares, magueyes y otras especies características de bosques secos, así como de murciélagos nectarívoros, dependen de que este corredor se mantenga activo (Arita y Santos del Prado 1999).

En este estudio se determinó el polen transportado en el pelo de murciélagos nectarívoros en cuatro bosques secos, hasta familia, género o cuando fue posible especie,. Así mismo se analizó las comunidades de nectarívoros.

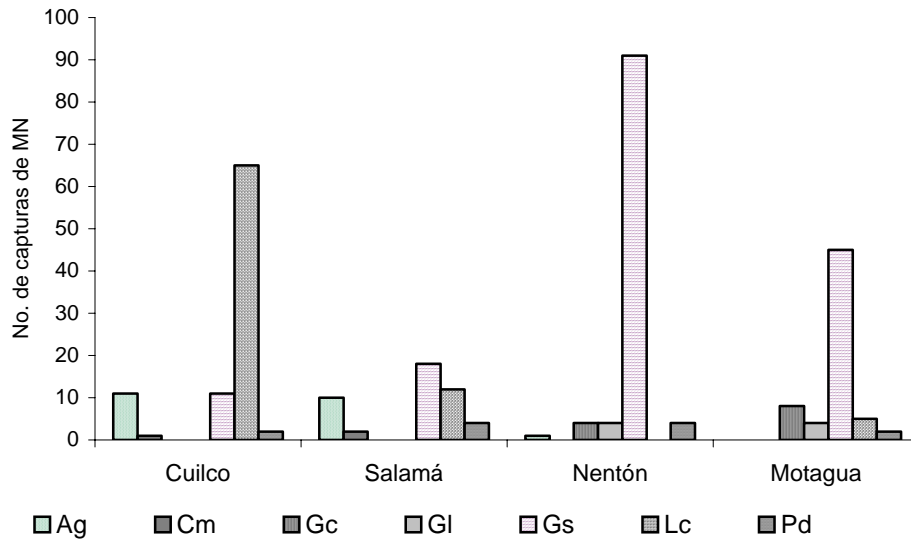
Sitio de estudio

En el sistema de biomas propuesto por Villar (1987), que se basa en criterios asociados a provincias biogeográficas y características de la biodiversidad, se les ha asignado como Chaparral Espinoso. En el sistema de Zonas de



Vida propuesto por Holdridge, Dengo (1999) los ubica de la siguiente forma: el valle de Cuilco, se encuentra en dos zonas de vida: Bosque subtropical seco o sabana, y bosque montano bajo seco, el valle de Nentón se encuentra en la zona de vida Bosque subtropical seco o sabana. El valle de Salamá se encuentra en la zona de vida Bosque subtropical seco o sabana; y el valle del Motagua se encuentra en Bosque tropical de variedades espinosas y bosque tropical muy seco. Este sistema utiliza como

criterios la precipitación pluvial y otras características climáticas. Dentro de los valles estudiados, el valle del Motagua representa la zona de más baja precipitación en C. A. (Castañeda y Ayala1996; Dengo 1999; Véliz 2002). La altitud varía en este valle, entre los 140 - 560 msnm (De la Cruz 1982), la biotemperatura es de 24 -26 °C. La precipitación oscila entre 400 - 600 mm anuales (De la Cruz 1982; Dengo 1999; Véliz 2002). En el valle de Cuilco, las alturas oscilan entre 900 - 1200 msnm. La temperatura promedio es de 23.15°, la



Gráfica 1. Total de capturas por especie de Murciélagos nectarívoros en cada Valle (eje horizontal) seco y total de Nectarívoros por valle. *Anoura geoffroyii* (Ag), *Choeronycteris mexicana* (Cm), *Glossophaga commissarisi* (Gc), *Glossophaga leachii* (Gl), *Glossophaga commissarisi* (Gc), *Glossophaga soricina* (Gs), *Leptonycteris curasoae* (Lc), *Phyllostomus discolor* (Pd).

precipitación anual oscila entre 800 - 1000 mm lluvia anuales. En el valle de Salamá, las alturas oscilan entre los 800-1000 msnm, la precipitación anual es de entre 500 - 1000 mm de lluvia (De la Cruz 1982). El valle de Nentón se encuentra entre los 700 - 900 msnm. La temperatura promedio es 18 - 24⁰ C y la precipitación anual oscila entre 600 - 2000 mm de lluvia (Dengo 1999) (fig 1).

Metodología

Durante el año 2003, se realizaron diez viajes a los bosques secos (febrero- diciembre) (los valles de Salamá y Motagua, se muestrearon a partir de marzo). Estos viajes se realizaron de manera simultanea por dos equipos de trabajo. El primero visitaba los valles de Nentón y Cuilco y el otro los del Motagua y Salamá.

Captura de murciélagos y toma de muestras de polen

Para capturar los murciélagos se realizó el siguiente esfuerzo en cada valle: 36 m de redes de niebla X 6 noches X 5 horas/ noche

X 9 muestreos (10 en Cuilco y Nentón) (López *et al.* 2003).

Para obtener las muestras de polen de los murciélagos nectarívoros, se frotó la cara, cuello, espalda y abdomen de estos, con cubos de gelatina con fuccina y fenol (Thomas 1988; Petit 1997; Ruíz *et al.* 1997; Salazar y Fernández 2000). Las muestras fueron derretidas sobre portaobjetos y montadas como láminas fijas, que se encuentran en la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos.

La determinación de los granos de polen se realizó por comparación con polen obtenido de colectas de la vegetación de los sitios y polen obtenido de muestras de herbario (BIGUA y USCG, ambos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala). Se utilizaron además atlas palinológicos como referencia (Roubik 1990; Palacios *et al.* 1991; Sladarrriaga y van der Hammen 1996).

A los murciélagos capturados, se les retenía dos horas en bolsas de manta para obtener muestras de heces y determinar la presencia de semillas y/o insectos. En las heces no se estudió presencia de polen.

Análisis Estadístico

Para comparar la similitud en la composición de especies de murciélagos nectarívoros entre los valles secos, los recursos florales utilizados en los distintos valles secos, así como la dieta de las especies de murciélagos nectarívoros, se utilizó el índice de Sorensen (Krebs 1989). Se utilizó el índice de Levins para estudiar amplitud de nicho, sólo con tipos de polen y otro tomando en cuenta, polen, semillas e insectos.

Resultados

Composición de las comunidades de murciélagos nectarívoros en los valles secos

Se capturaron un total de 303 individuos de murciélagos nectarívoros (MN) pertenecientes a la subfamilia *Glosso-phaginae* y 12 pertenecientes a la subfamilia *Phyllostominae*. Se capturó 7 especies, seis pertenecientes a la primera subfamilia y una especie a la segunda (*Phyllostomus discolor*). En todos los valles se capturó un total de cinco especies de MN. Sin embargo hubo sólo dos especies comunes en todos los valles: *Glossphaga soricina* y *Phyllostomus discolor*.

Cuilco y Salamá comparten las mismas especies, Nentón y Motagua comparten la mayoría (Gráfica 1). Las especies: *Leptonycteris curasoae* y *Anoura geoffroyi*

se capturaron con mayores abundancias en Cuilco y Salamá (*A. geoffroyi*, sólo se capturó una vez en el valle de Nentón).

Las especies más frecuentemente capturadas fueron *G. soricina* y *L. curasoae*, razón por la cual, la mayoría de los análisis y conclusiones de este trabajo son en relación principalmente a estas dos especies. Se consideran también *A. geoffroyi* y *P. discolor*, que aunque fueron mucho menos abundantes aportaron más datos que el resto de las especies (Gráfica 1). *Ch. mexicana*, fue exclusiva de Salamá y Cuilco, mientras que *G. commissarisi* y *G. leachii* fueron exclusivas de Nentón y del valle del Motagua.

En el valle de Nentón se registró el mayor número de capturas de MN. La especie más frecuentemente capturada en tres de los valles (con excepción del valle de Cuilco) fue *G. soricina*. El segundo valle en que se registraron más capturas fue en el valle de Cuilco, en donde la especie más frecuente fue *L. curasoae* con mayor abundancia relativa en la estación seca. Los Valles del Motagua y Salamá registraron las más bajas capturas de MN respectivamente (Gráfica 1).

Abundancia temporal de murciélagos nectarívoros en los valles secos

Las comunidades de murciélagos presentaron mayor riqueza y abundancia durante la estación seca que en la lluviosa en tres de los cuatro valles estudiados a excepción del Valle de Nentón (Gráfica 2).

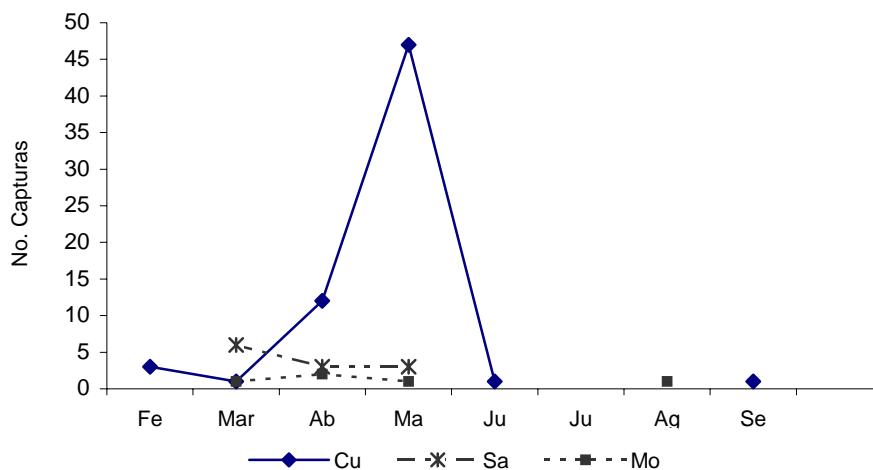
Durante los meses de julio y agosto los murciélagos nectarívoros son más bien escasos en el Valle de Cuilco. La especie más abundante en estos meses fue *G. soricina* (Gráfica 2). Se capturó únicamente un individuo de *L. curasoae* y

uno de *A. geoffroyi*. La especie *G. soricina* fue la más abundante de todas las especies capturadas (n=165). En el valle de Nentón fue más abundante que en ningún otro valle (n=91) (Gráfica 1). En este valle, varió su frecuencia de captura durante todo el año, registrando un pico durante el mes de septiembre, durante octubre la frecuencia de captura disminuyó de manera similar al mes de junio. En el valle de Salamá, *G. soricina* se encontró durante todo el año, su mayor abundancia se registró durante el mes de mayo.

En el valle de Cuilco se capturó a partir de mayo siendo más abundante en septiembre. En ambos valles las capturas aumentaron cuando *L. curasoae* fue menos abundante. En el valle del Motagua estuvo durante todo

el valle de Cuilco se capturó la mitad del total registrados (Gráfica 3). En Salamá y Motagua estuvo presente con mayor abundancia entre marzo y abril. Fue mucho más frecuente en Salamá que en el valle del Motagua (n=12 y 5 respectivamente).

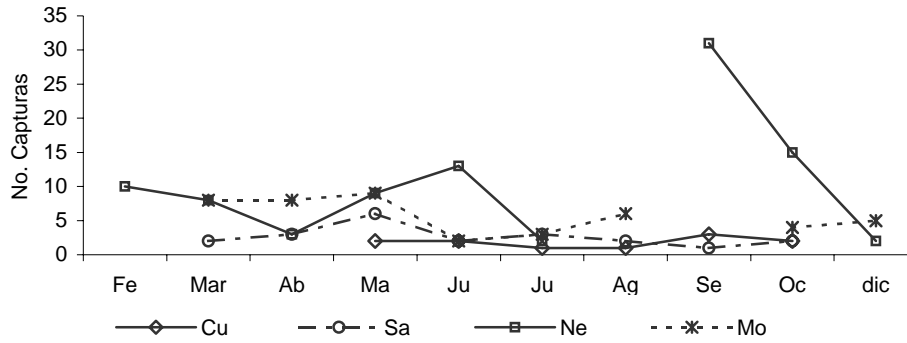
A. geoffroyi, fue la tercera especie más frecuente (n= 22). En Cuilco y Salamá tuvieron frecuencias de captura similares (n=11 y 10 respectivamente) fueron más abundantes durante la estación seca. En el valle de Cuilco, se capturó durante casi todos los meses del año con menor abundancia en la época lluviosa. Únicamente se realizó una captura en Nentón, en mayo. *Phyllostomus discolor*, una de las dos especies de la subfamilia *Phyllostominae* que han sido descritas con



Gráfica 2. Capturas mensuales *Leptonycteris curasoae* en los diferentes valles secos Guatemala. Cuilco (Cu), Salamá (Sa), Motagua (Mo).

el año con un pico de abundancia de marzo a mayo (Gráfica 2). La especie *L. curasoae*, fue la segunda especie con mayor número de capturas (n=82). En el valle de Cuilco fue más abundante que en ningún otro (n=65). De febrero a mayo se capturó el 96.3 % del total capturados en el año. En este mes, en

hábitos nectarívoros (Heithaus 1974; Fischer 1992; Cajas 2003), registró un total de 12 individuos. Esta especie presentó dos picos de abundancia. El primero entre marzo-mayo (Cuilco y Salamá) y el segundo entre octubre-diciembre (Nentón y Motagua).



Gráfica 3. Capturas de *Glossophaga soricina* a lo largo del año en los distintos valles secos de Guatemala. Cuilco (Cu), Salamá (Sa), Nentón (Ne), Motagua (Mo).

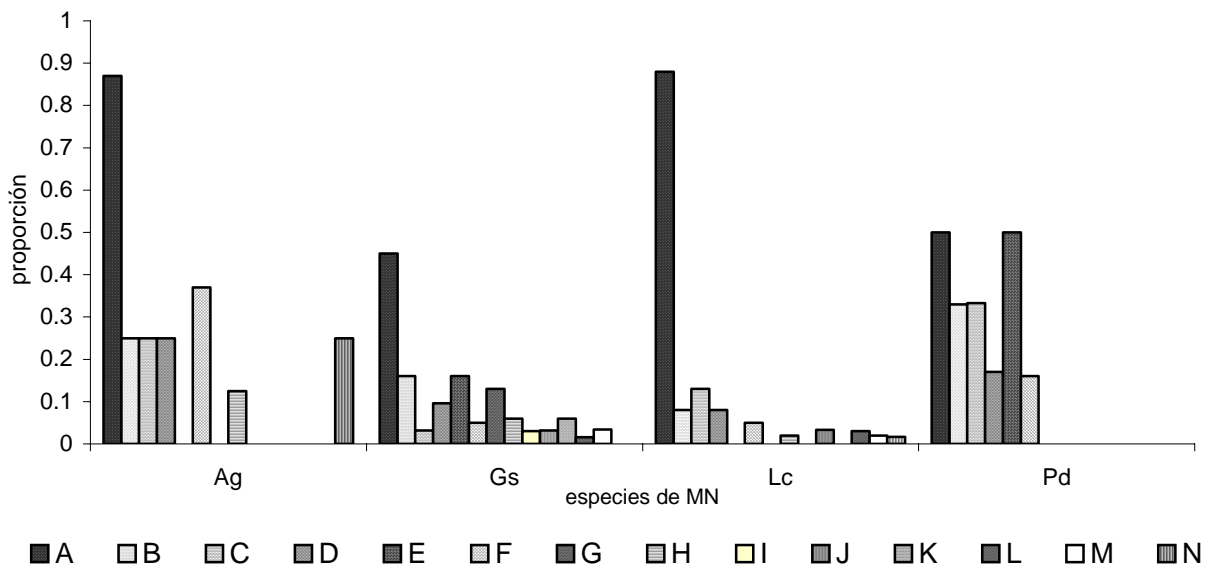
Las especies *G. commissarisi* y *G. leachii*, fueron capturadas ambas en los Valles de Nentón y Motagua durante la estación lluviosa principalmente, se capturó un total de 12 y 8 individuos respectivamente (Gráficas 1 y 3). La especie migratoria *C. mexicana* fue la especie con más bajas capturas (n=3) únicamente fue capturada en los Valles de Salamá en marzo y mayo, mientras que en el valle de Cuilco se capturó un individuo durante el mes de diciembre.

Polen transportado por Murciélagos nectarívoros

De los 315 murciélagos nectarívoros capturados, se tomó muestras del pelo y de heces a 249 individuos (79%). El polen de cactus columnares fue el más frecuentemente en el pelo de murciélagos nectarívoros durante el presente estudio, se encontró presente en el 65% de las muestras positivas (con polen). De las cuatro especies más abundantes, *A. geoffroyi*, fue la especie de la que mayor porcentaje de muestras se analizó (86.36%), seguida de *Leptonycteris curasoae*, (84.14%), *G. soricina* (77.57%) y *P. discolor* (75%).

De estas, las que presentaron mayor porcentaje de muestras positivas fueron *L. curasoae* y *G. soricina* respectivamente. En la primera especie, el polen fue mucho más abundante que en el resto.

En la especie *L. curasoae*, el polen de cactus columnares se encontró en el 88% de las muestras positivas. En *A. geoffroyi* se encontró en el 87%. En las especies *G. soricina* y *P. discolor* representó el 50% y 45% respectivamente. En estas 4 especies los cactus columnares constituyeron el polen más frecuente. Otros tipos de polen que estuvieron bien representados en las muestras analizadas fueron: una especie de la familia *Caesalpinaceae* (13%), *Ceiba aescutifolia* (12.32%), *Inga sp.* (10.3%), una especie de *Sapotaceae* (9.5%), *Agave sp.* (7%), *Calliandra sp* (7%), *Crescentia sp.* (5%), *Hapmea sp.*, no identificada 1 y no identificada 2 estuvieron presentes cada una en el 2.8% de las muestras (Gráfica 4). Se encontró polen de *Bignonaceae* 2, *Ipomoea sp.* y no identificada 3, cada uno en el 2.1% del total de muestras positivas. *Bignonaceae* 3, no identificadas 4, 5, 6 y 7, se encontraron representadas cada una en el 1.4 % del total



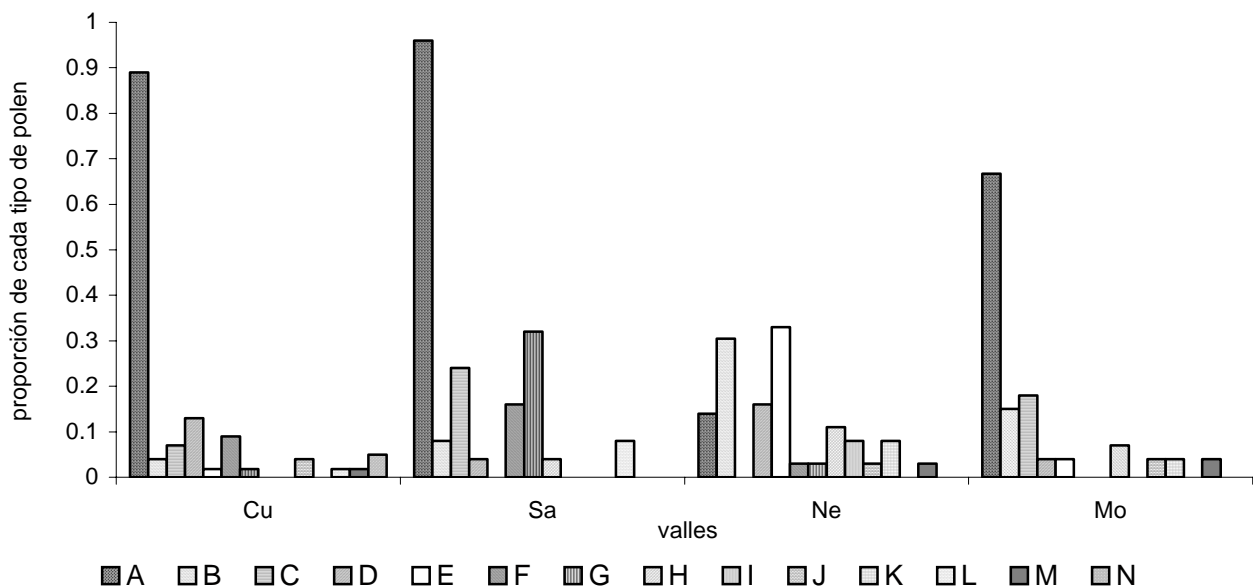
Gráfica 4 Proporción de los 14 tipos de polen con mayor frecuencia encontrados en cuatro especies de murciélagos nectarívoros. *Anoura geoffroyi* (Ag), *Glossophaga soricina* (Gs), *Leptonycteris curasoae* (Lc), *Phyllostomus discolor* (Pd). cactus columnares (A), *Caesalpinaceae* 1 (B), *Ceiba aescutifolia* (C), *Inga sp.*(D), *Sapotaceae* 1(E), *Agave sp* (F), *Calliandra sp.* (G), *Crescentia sp.*, (H), *Malvaceae-1*(I), no identificada 1(J), no identificada 2(K) *Bignonaceae* 2 (L), *Ipomoea sp* 1. (M), y no identificada 3 (N),

de muestras positivas (únicamente se encontraron en dos muestras cada una, razón por la cual no se tomaron en cuenta para estos análisis).

seguida de *L. curasoae* con 12. Las especies *A. geoffroyi* y *P. discolor* con 7 y 6 tipos respectivamente.

La especie que presentó mayor diversidad de polen fue *G. soricina* con 18 tipos de polen,

Se encontró polen de *Pinus sp.* y de la familia *Poaceae*, relativamente frecuentes (13% y 17% del total de las muestras positivas respec-



Gráfica 5. Proporción de los 14 tipos de polen encontrado con mayor frecuencia en murciélagos nectarívoros en cada valle seco. Cuilco (cu), Salamá (Sa), Nentón (Ne), motagua (Mo). Cactus columnares (A), *Caesalpinaceae-1* (B), *Ceiba aescutifolia* (C), *Inga sp.*(D), *Sapotaceae-1*(E), *Agave sp* (F), *Calliandra sp.* (G), *Crescentia sp.* (H), *Malvaceae-1*(I), no identificada 1 (J), no identificada 2 (K), *Bignonaceae* 2 (L), *Ipomoea sp.1* (M), y no identificada 3 (N).

tivamente). Ambos tipos de polen estuvieron presentes en las muestras de todos los valles, siendo más abundantes en los valles del Motagua y de Cuilco. Las especies en las que más se encontraron estos dos tipos de polen fueron *G. soricina* y *L. curasoeae*. Una se encontró en una de las dos muestras positivas de *G. leachii*. Estos dos tipos de polen tampoco fueron tomados en cuenta para los análisis.

Utilización de recursos florales por murciélagos nectarívoros en los Bosques Secos

Cada valle presentó distinta composición en cuanto a los recursos florales que son utilizados por murciélagos nectarívoros. En los Valles de Salamá, Cuilco y Motagua el polen de cactus columnares se encontró en el 67-96% de las muestras con polen. En el valle de Nentón, *Sapotaceae-1* y *Caesalpinaceae-1* fueron los tipos de polen más frecuentes en las muestras, mientras que en el resto de los valles estos fueron menos abundantes. La primera es más abundante en Nentón y el Motagua respectivamente. La segunda fue el recurso floral más utilizado en el valle de Nentón y sólo se encontró en una muestra de Cuilco y el Motagua (Gráfica 5).

Se encontró tres tipos de polen en común en las muestras de todos los valles. Los Cactus columnares, *Inga sp.*, y *Caesalpinaceae 1*. Esta última se encontró en mayor abundancia en Nentón y Motagua.

De los cuatro tipos de polen más abundan-

tes, solamente *Ceiba aescutifolia* estuvo ausente del Valle de Nentón. Los valles de Cuilco y Salamá compartieron dos especies de la familia *Bignonaceae*. En cada uno de estos valles se encontró una especie única. Nentón presentó sólo una especie única. Los valles del Motagua y Nentón presentaron tres tipos de polen que sólo fueron consumidos en ellos: *Malvaceae-1*, No identificada 2 y no identificada 6 (Gráfica 5).

Otros componentes de la dieta

Se determinó que además de polen, los murciélagos nectarívoros hacen uso de otros recursos en los valles secos. En *A. geoffroyi*, se encontró que los restos de insectos estuvieron presentes en el 58% de las muestras analizadas, mientras que el polen y semillas tuvieron 42% y 10% respectivamente. En el resto de las especies los insectos estuvieron presentes con niveles de importancia entre 12-33%.

Polen fue el recurso que se encontró con mayor frecuencia en las muestras de los individuos capturados. Sin embargo las combinaciones de al menos tres tipos de recursos (polen, frutos e insectos) fueron importantes. La combinación que más se encontró fue la de polen-semillas, seguida de polen-insectos. En *G. soricina* las muestras sólo con polen y la combinación polen-semillas obtuvieron 25% cada una del total de muestras analizadas.

Se encontró insectos en poca cantidad, en combinación con polen y/o semillas. En *L. curasoeae* lo que más se obtuvo fue una combinación de polen con semillas (42%) (polen y semillas de cactus columnares principalmente), en segundo lugar muestras sólo de polen (35%),

Tabla 1. Similitud de los valles secos en base a la composición de murciélagos nectarívoros (Índice de Sorensen).

	Salamá	Nentón	Motagua
Cuilco	1	0.6	0.6
Salamá		0.6	0.6
Nentón			0.8

en tercer lugar sólo semillas, esta especie fue la que presentó los valores más altos de los tres elementos combinados en la misma muestra.

Las semillas fueron las muestras positivas más frecuentes después de las de polen. Se identificó un total de 8 variedades de semillas, la más frecuente fue la del cactus *Stenocereus pruinosus*, principalmente en las muestras de *L. curasoeae*, sobre todo del valle de Cuilco.

La especie que más tipos de semillas presentó en las muestras fue *G. soricina* con un total de siete tipos (*Muntingia carabura*, *Solanum sp.*, *Ficus sp 1.*, *Ficus sp.2*, *Cecropia sp.*, *Piper sp.*, *S. pruinosus*).

Discusión: Composición de murciélagos nectarívoros en los valles secos

En los análisis de riqueza de murciélagos nectarívoros, se encontró que los valles secos tienden a separarse en dos parejas muy similares. El índice de Sorensen, mostró un valor de uno (máxima similitud) a la pareja Cuilco-Salamá y un valor alto también para los valles de Nentón-Motagua (0.8) (Tabla 1). La primera pareja, tiene la característica de que son los dos valles más altos, situados arriba de los 1000 msnm. La otra pareja está formada por los valles

más bajos (Nentón 600 msnm y Motagua 300 msnm) (López *et al* 2003). Existe un valle alto y uno bajo en el occidente y centro-oriente del país. Las especies características de los sitios altos (Cuilco y Salamá) fueron: *Ch. mexicana*, *L. curasoeae* y *A. geoffroyii*. Mientras que para los valles bajos fueron: *G. leachii* y *G. commissarisi*.

L. curasoeae se encontró también en el valle del Motagua, en donde fue menos frecuente debido quizá al efecto del tamaño del valle, razón por la cual los individuos podrían estar dispersos.

Para los valles secos de Guatemala, se registraron en esta investigación seis especies de la sub-familia *Glossophaginae*, además existe un registro de *Choeroniscus godmani* y dos de *Hylonycteris underwoody*, es decir, en total se han registrado ocho de las diez especies del país. Cuatro de estas se han capturado exclusivamente en bosques secos de Guatemala (MUSHNAT 2005- datos no pub.). *G. leachii* es una especie endémica de América Central, y *Ch. mexicana* habita desde Arizona EEUU hasta Guatemala (Arita y Santos del Prado 1999; López *et al*. 2003).

Otras especies encontradas tienen una distribución más amplia, en ningún otro ecosistema del país se han registrado más de dos o tres especies coexistiendo en una misma región (Valle 1997; Calvo y Valle 2001; López *et al* 2003; MUSHNAT 2005- datos no pub.).

En los valles de Nentón, Motagua y Salamá,

G. soricina fue la especie más frecuente. En el valle de Cuilco *L. curasoae* fue la especie más abundante, 79% del total capturados en todos los valles y 72.22% del total de nectarívoros capturados en el valle de Cuilco. Solamente el 20.7% de las capturas fueron en Salamá y el Motagua.

Abundancia temporal de murciélagos nectarívoros en los valles secos

A excepción de *G. soricina*, todas las especies de murciélagos nectarívoros fueron más abundantes durante la estación seca. Las capturas disminuyeron al mínimo durante los meses de julio y agosto. La única especie capturada en este tiempo fue *G. soricina*. En la estación seca esta especie no se encontró en Cuilco, sin embargo a partir de mayo hacia septiembre aumentó su abundancia.

L. curasoae fue la segunda especie de mayor abundancia en Salamá y *G. soricina*, lo fue en Cuilco. En estos dos valles *G. soricina*, se encontró con mayor frecuencia, cuando *L. curasoae* estuvo ausente (Cuilco) y cuando la frecuencia de capturas disminuyó durante la época lluviosa (Salamá). El hecho de que el número de capturas de *L. curasoae* fue más alto en Cuilco, puede deberse quizá a que este es más pequeño y los recursos son más limitados por el alto grado de perturbación (comm. Per.).

En el Motagua *G. soricina* aumentó su frecuencia de marzo a mayo, en los meses de

la estación lluviosa fueron menos abundantes, sin embargo hubo mayores capturas aquí que en Salamá y Cuilco (Gráfica 5). Contrario a esto, en el valle de Nentón, esta especie registró mayores abundancias en junio y septiembre, en este último se registró el pico más alto (Gráfica 5).

Los valles de Nentón y Motagua mostraron similitud en las especies registradas, las especies encontradas coincidieron con la temporalidad en que las mismas se encontraron en ambos valles. *G. leachii* sólo se reportó para la época lluviosa en ambos sitios. *P. discolor* sólo se encontró durante los últimos meses en Nentón y en el Motagua, mientras que se capturó únicamente en abril y mayo en Salamá y Cuilco.

De todas las capturas de *L. curasoae*, únicamente dos se realizaron durante la estación lluviosa (Gráfica 2). Durante los meses de marzo a mayo la frecuencia de capturas disminuyó en Salamá al igual que en el Motagua, mientras que en Cuilco en este mismo lapso de tiempo la frecuencia de capturas de esta especie aumentó considerablemente (Gráfica 2).

Lo anterior puede ser indicio de una gran movilidad de esta especie, la cual se ha documentado, realiza un ciclo migratorio desde los desiertos del norte de México y sur E.E.U.U. hacia el sur en México, Guatemala y Honduras. En el país, no se tenían registros desde 1952 (Hoffmeister 1957).

En Guatemala se registró nuevamente la especie en el año 2003 durante el estudio.

El tiempo durante el cual se ha registrado la migración de esta especie (Arita y Wilson 1987; Wilkinson y Fleming 1996; Herrera 1997; Arita y Santos del Prado 1999; Salazar y Fernández 2000; Ibarra *et al.* 2003), coincide con los meses en que se reportó variación en la frecuencia de capturas en Guatemala. En Chamelá Jalisco (región Pacífico central de México) se reportó que esta especie presentó su máximo pico de abundancia en un refugio, durante el mes de mayo de 2003 (Ibarra *et al.* 2003), ese mismo mes se trabajó en Guatemala. Si tomamos en cuenta que las capturas de murciélagos se realizan durante la luna nueva, los datos de Chamelá, Cuilco, Salamá y el Motagua son de días muy cercanos.

En esta misma área de Jalisco México, las mayores abundancias se registran durante los meses de junio y septiembre (Ceballos 1997), permanecen hasta diciembre y disminuyen entre enero y mayo (Salazar y Fernández 2000). En Chiapas se ha capturado en enero (Wilkinson y Fleming 1996). Es importante hacer ver que según el mapa propuesto por Wilkinson y Fleming (1996), *L. curasoae*, únicamente llega hasta la región occidental de los valles secos de Guatemala. Sin embargo estos datos sugieren que la migración continua hasta el valle del Motagua en la parte oriental del corredor sub-húmedo propuesto por Stuart (1954).

Para Cuilco y Salamá las capturas de nectarívoros, disminuyeron considerablemente tanto en abundancia como en riqueza durante la estación lluviosa.

Situación contraria a los valles de Nentón y de Motagua en donde la época lluviosa presentó mayor riqueza de murciélagos nectarívoros.

Polen transportado por murciélagos nectarívoros en los valles secos

De las cuatro especies más frecuentes, *L. curasoae* y *G. soricina*, fueron las que presentaron mayor porcentaje de muestras positivas (con polen) sobre el total analizadas. Los únicos tipos de polen encontrados en las cuatro especies fueron: Cactus columnares, *Caesalpinaceae* 1, *C. aescutifolia*, *Inga sp.* y *Agave sp.*

El análisis de similitud de MN, en base al polen encontrado, mostró que *A. geoffroyii* y *L. curasoae* fueron los más similares, seguidos de *A. geoffroyii* y *P. discolor* (valores de 0.74 y 0.71 respectivamente) (Tabla 2). La tercera pareja que se formó fue *G. soricina* y *L. curasoae* (0.69). Dos de los tipos de polen más abundantes, *Sapotaceae* 1 y *Calliandra sp.*, fueron consumidos casi con exclusividad por *G. soricina* en el valle de Nentón.

Los murciélagos nectarívoros utilizan flores que producen concentraciones medias tanto de frutuosa como sucrosa (Baker, *et al.* 1998; Petit 1995; Winter y von-Helversen 2003). Esto coincide con los géneros y familias que se encontraron en las muestras de nectarívoros de Guatemala (Baker, *et al.* 1998; Petit 1995; Winter y von-Helversen 2003). De las cuatro especies analizadas, *P. discolor* fue la que menos tipos de polen registró. Únicamente se registraron los tipos de polen más frecuentes en las otras tres especies, todas estuvieron presentes en las muestras con frecuencias similares (Gráfica 4).

Los análisis de amplitud de nicho con base en los

tipos de polen encontrados en cada especie, muestran que *L. curasoeae* y *A. geoffroyii*, son las más especializadas en el consumo de polen de cactus columnares. *G. soricina* y *P. discolor*, mostraron ser los menos especializados en los recursos florales que visitan (Tabla 3).

Al evaluar amplitud tomando en cuenta polen, insectos y semillas se encontró que *L. curasoeae* y *G. soricina*, son las especies con mayor especialización a la nectarivoría, seguidos de *A. geoffroyii*, *P. discolor* fue la especie más generalista en cuanto a su dieta (esto podría ser un efecto pues se analizaron pocas muestras de esta última especie).

Recursos florales por valle

Se encontró qué, según el tipo de recursos florales utilizados por los MN en los distintos

Tabla 2. Similitud entre los tipos de polen encontrados en las diferentes especies de murciélagos nectarívoros (Índice de Sorensen)

	Ag	Gs	Lc	Pd
A. geoffroyii(Ag)	1	0.58	0.74	0.7
G. soricina (Gs)		1	0.69	1
L. curasoeae (Lc)			1	3
P. discolor (Pd)				1

valles, estos se agrupan de manera similar que en su composición de MN (Tabla 3). Los valles más similares son Nentón y Motagua seguidos de Cuilco y Salamá. Luego le sigue con alta similitud el valle de Cuilco y Nentón, que se encuentran en la porción más occidental del país. Los valles más disímiles fueron Salamá y Motagua que se encuentran contiguos,

el primero en la porción norte-centro y el segundo al este. Ambos valles están separados por la sierra de las Minas (Figura 1).

Este análisis muestra la similitud entre los valles por las plantas diferentes a cactus columnares ya que en estos, no fue posible distinguir entre géneros y especies. En el valle del Motagua y Salamá existen al menos cinco y tres especies de cactus columnares

Tabla 3. Amplitud de nicho (Amp Nch.) de murciélagos nectarívoros, Amp. Nch. 1: según los tipos de polen encontrados en las muestras. Amp Nch 2: Semillas, Polen e insectos (sólo se incluyeron como grupos) (Índice de Levins).

	Amp. Nch. 1	Amp. Nch. 2
A. geoffroyii	0.072	0.7
G. soricina	0.186	0.65
L. curasoeae	0.064	0.62
P. discolor	0.271	1

respectivamente y dos de cactus rastreros (Véliz *et al.* 2003).

Todas estas cactáceas presentan características similares en cuanto a la forma de sus flores, colores pálidos, y comparten la característica de que sus flores se abren de noche (Véliz 2004 comm. Pers). Estas especies pueden que sean polinizadas por murciélagos nectarívoros. De estas, dos son endémicas del valle del Motagua (*Escontria lepidantha* y *Myrtillocactus eichlamii*). La especie *Acanthocereus tetragonus* es endémica de Guatemala (Véliz *et al.* 2003).

Dado que los murciélagos nectarívoros consumen principalmente polen y néctar de cactus columnares, el equilibrio de estos eco-

sistemas y probablemente la existencia de estas especies endémicas, tiene estrecha relación con el estado de las poblaciones de los murciélagos. Hacia el occidente, en el valle de Cuilco, únicamente se encontró *Stenocereus pruinosus* y en Nentón *Marshallocereus eichlamii* (Obs. Pers.).

Otros componentes de la dieta

En las cuatro especies más abundantes de nectarívoros, se encontró que los frutos y los insectos constituyen recursos importantes en diferente grado para cada especie. Se encontró que aunque *A. geoffroyii*, mostró poca amplitud de nicho al tomar únicamente recursos florales. Al hacer el análisis tomando en cuenta semillas e insectos, mostró gran amplitud, estos últimos resultaron ser más abundantes que el polen y las semillas en las muestras. En esta especie se reportó la presencia de semillas de *Muntingia carabura* y *Ficus sp.* en las heces.

La especie que mostró ser la más generalista de todas, tanto en la selección de polen como los frutos consumidos e insectos fue *P. discolor*, con un valor de 1 que es el valor que indica menor especialización (Tabla 3). Esta especie únicamente mostró semillas de *Ficus sp.* *L. curasoe* y *G. soricina*, mostraron tener la menor amplitud de nicho, siendo las que mostraron mayor frecuencia de polen en las muestras. Se encontró en *L. curasoe*, con mucha mayor frecuencia, semillas de cactus columnares de *Stenocereus pruinosus* y *Pilosocereus leucocephala*.

Conservación de murciélagos nectarívoros y valles secos intermontanos

Dado que los MN migratorios, dependen de los recursos que ofrece cada sitio por el que viajan, la conservación de estas especies, y de los ecosistemas ligados a estas, dependen del manejo que se de en cada uno de los países de las especies con las que coexisten en las zonas que utilizan (Arita y Santos del Prado 1999).

En Guatemala la situación es compleja y crítica si visualizamos el hecho de que, según los resultados obtenidos, las especies migratorias *L. curasoe* y *Ch. mexicana* entran en el corredor seco a través del valle de Cuilco, que es un corredor estrecho, de unos pocos kilómetros de ancho. Este funciona como cuello de botella que recibe a los murciélagos provenientes de la depresión central de Chiapas. Este corredor tiene un largo aproximado de 50 Km, se encuentra altamente perturbado, y las áreas que poseen cubierta vegetal original son muy escasas y separadas. Este valle se encuentra separado de la continuación del corredor en el valle de Chixoy-Salamá, por aproximadamente 75 Km.

Si tomamos en cuenta que los requerimientos nutricionales de los nectarívoros son altos, [pues se ha encontrado que en un bosque seco en Curacaco, *L. curasoe* requiere visitar entre 139-297 cactus por noche (Petit y Freeman 1997)]. Podríamos inferir que la pérdida de hábitat, en consecuencia, amenaza no sólo a los murciélagos, sino además a las poblaciones de cactus columnares, agaves, ceibas y otras muchas plantas a lo largo del corredor desde Norte América hasta Guatemala que dependen de ellos para su polinización.

Otra situación que pone en riesgo los complicados sistemas de polinización en los que participan murciélagos nectarívoros, es el hecho de que todas las especies de este grupo que habitan en el país, utilizan preferentemente cuevas. En México 10 de las 12 especies de nectarívoros las utilizan como refugios. Entre estas las 3 especies migratorias (Arita y Santos del Prado 1999). En Guatemala las cuevas se ven sometidas a constantes perturbaciones por seres humanos que erradican a los residentes con la intención de controlar a los vampiros o por otras razones (Cajas 2004).

De tal modo que la conservación de la diversidad biológica de estos ecosistemas, depende del conocimiento que poseamos de ellos y del manejo que les demos.

Agradecimientos

A la Escuela de Biología, A la Dirección General de Investigación (DIGI-USAC). Muchas gracias al Dr. Jorge E. López por su apoyo y por enseñarme como se debe realizar una investigación científica. Al lic. Sergio Pérez por compartir tantos conocimientos sobre los murciélagos y otros mamíferos de Guatemala conmigo. Al ing. Mario Véliz, al Lic. Julio Morales y al Lic. Rafael Ávila, por su ayuda en la determinación de la vegetación colectada, y por facilitar la toma de muestras de polen de especímenes de herbario para la colección de referencia. Al Laboratorio de Entomología Médica de la EBUSAC por facilitar el equipo para fotografía microscópica. Al Dr. Enrique Martínez Jefe del Laboratorio de Palinología de la UNAM por su colaboración en la determinación de varios tipos de polen. Al

Departamento de Química Orgánica, por proporcionar parte de los reactivos utilizados. Agradezco a todas las personas que colaboraron para que este proyecto fuese posible, a mis amigos: Rafael Avila, Eileen Salguero, Alex López, Jimena Sosa, Daniel Ténez, Ana Lidia Gonzales, José Luis Echeverría y Jessica López.

Bibliografía

1. Arita H., Wilson D., 1987., **Long – Nosed Bats and Agaves: the tequila connection**. Bat Conservation International. Vol 5(2): 3 –5.
2. Arita H., Martínez del Río C., 1990. **Interacciones flor – murciélago: un enfoque zoocéntrico**. Universidad Nacional Autónoma de México. Publicaciones Especiales. 35 pp.
3. Arita H., Santos K., 1999. **Conservation biology of néctar feeding bats in México**. Journal of Mammalogy 80(1): 31-41
4. Arizaga S., Ezcurra E., Peters E., Ramírez F., Vega E., 2000 **Pollination ecology of *Agave macronatha* (Agavaceae) in a Mexican tropical desert. I. Floral Biology and Pollination mechanisms**. American Journal of Botany 87(7): 1004-1010.
5. Baker H., Baker I., Hodges S., 1998. **Sugar composition of Nectars and fruits Consumed by Birds and Bats in the Tropics and Subtropics**. Biotropica 30(4): 559- 566.
6. Calvo L., Valle L., 2001. **Diversidad y abundancia de quirópteros en plantaciones de café bajo sombra en Palajunoj, Quetzaltenango Guatemala**. Centro para la Conservación de Biodiversidad en Guatemala.
7. 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
8. Castañeda C., Ayala H.,1996. **Vida en la zona semiárida de Guatemala**. Cuadernos Chac. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 36pp.
9. De la Cruz J. R. 1982. **Clasificación de zonas de Guatemala a nivel de reconocimiento**. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 42 pp.
10. Dengo G. 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

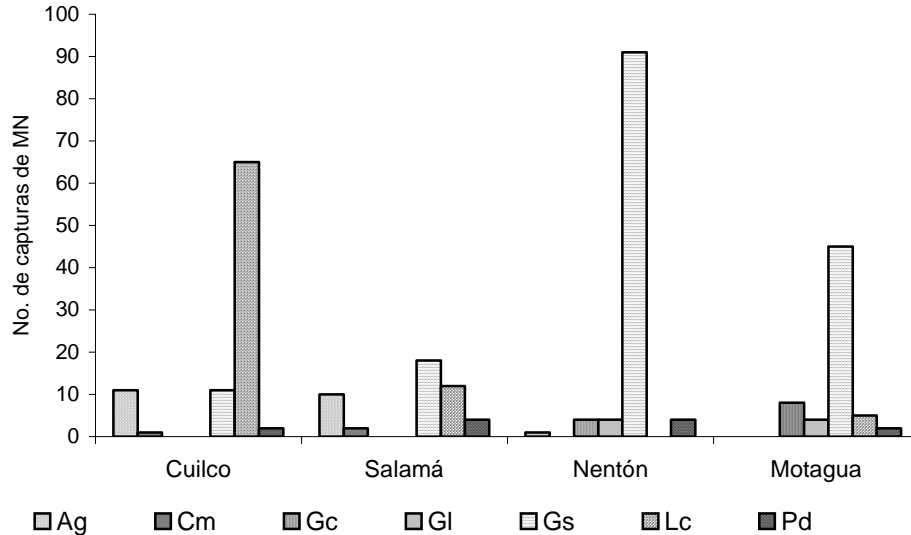
11. Eguiarte L., Martínez del Río C., Arita H. 1987. **El néctar y el polen como recursos: el papel ecológico de los visitantes a las flores de *Pseudobombax ellipticum* (H.B.K) Dugand.** Biotropica 19(1): 74 – 82
12. Fischer E. 1992. **Foraging of nectarivorous bats on *Bahinia unguata*.** Biotropica 24(4): 579 – 582.
13. Fleming T., Sosa V., 1994. Effects of nectarivorous And frugivorous mammals on reproductive success of plants. Journal of Mammalogy. 75(4): 841 – 851.
14. Fleming T., Sahley C., Holland N., Nason J., Hamrick N. 2001. **Sonoran desert columnar cacti and the evolution of generalized pollination systems.** Ecological Monographs. 71(4) 511-530
15. Gardner A. 1977. **Feeding habits.** In Baker, Jones and Carter (1977, 293-350).
16. Herrera L. 1997. **Evidence of altitudinal movements of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in central México.** Revista Mexicana de Mastozoología 2(1). 116-118
17. Heithaus R, Opler P, Baker H. 1974. **bat activity and pollination of *Bahinia pauletia*: Plant pollinator coevolution** Ecology 55: pp 412 – 419.
30. Ibarra M., Iñiguez L., Jiménez N., Ibarra C., 2003. **Cambios estacionales en las poblaciones de murciélagos nectarívoros en el valle de Autlán, Jalisco, México.** Mesoamericana 7(1). Libro de resúmenes del VII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Tuxtla, Chiapas, México.
31. Ibarra M., Iñiguez L., Jiménez N., Ibarra C., 2004. **Variación estacional de la dieta de *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga soricina*.** Mesoamericana 8(4). Libro de resúmenes del VIII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Managua Nicaragua.
32. López J., Pérez S., Cajas J. 2003 **Análisis biogeográfico y ecológico de ensamblajes de quirópteros en cuatro bosques secos de Guatemala.** Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. 29pp.
33. Museo de Historia Natural (MUSHNAT-USAC) 2005. Datos de las colecciones de referencia proporcionados por el Lic. Sergio Pérez.
34. Pérez M., 2004 **fenología de cactaceae presentes en el bosque seco y espinoso de la region semiárida del motagua, durante la epoca lluviosa.** Informe Final de EDC, Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
18. Petit S., Pors L. 1996 **Survey of columnar cacti and carrying capacity for nectar-feeding bats on Curacao.** Conservation Biology 10(3) 769-775.
19. Petit S. 1997. **The diet and reproductive schedules of *Leptonycteris curasoae* and *Glossophaga longirostris elongata* (Chiroptera: Glossophaginae) on Curacao.** Biotropica 29(2): 214 – 223.
20. Pettit S., Freeman E. 1997. **Nectar production of two sympatric species of columnar cacti.** Biotropica 29(2) 175-183
21. Ruiz A, Santos M., Soriano J., Cavelier J., Cadena A. 1997. **Relaciones mutualísticas entre el murciélago *Glossophaga longirostris* y las cactáceas columnares en la zona árida de la Tatacoa, Colombia.** Biotropica 29(4) 469 – 479.
22. Salazar K., Fernandez C. 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.
23. 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.
24. Thomas D., 1988. **Análisis of diets of plant visiting bats.** In T.H. Kunz (Ed) Ecological and behavioral methods for the study of bats, pp. 211-220. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
25. Véliz M. 2002. **El bosque seco y monte espinoso de Guatemala. INISEFOR. Bosques Secos Tropicales.** Costa Rica. Octubre 2002: 62-69.
26. Véliz M., Ramírez F., Cobar A., García M. 2003. **La diversidad florística del Monte Espinoso de Guatemala.** Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. 58 pp.
27. Villar L. 1987. **La fauna silvestre de Guatemala.** Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala.
28. Wilkinson G., Fleming T. 1996. **Migration and evolution of lesser long – nosed bats *Leptonictoris curasoae*, Inferred from mitochondrial DNA.** Molecular Ecology 5: 329-339.
29. Winter Y., Helversen V. 2003 **Bats as pollinators: Foraging energetics and floral adaptations.** In Kunz T.. Fenton M.. (Eds.) Bats Ecology.

VII. RESULTADOS

VII.1.1 Composición de las comunidades de murciélagos nectarívoros en los valles secos

Se capturaron un total de 303 individuos de murciélagos nectarívoros (MN) pertenecientes a la subfamilia *Glossophaginae* y 12 pertenecientes a la subfamilia *Phyllostominae*. Se capturó 7 especies, seis pertenecientes a la primera subfamilia y una especie a la segunda (*Phyllostomus discolor*). En todos los valles se capturó un total de cinco especies de MN. Sin embargo hubo sólo dos especies que se encontraron en todos los valles: *Glossphaga soricina* y *Phyllostomus discolor*. Cuilco y Salamá comparten las mismas especies, Nentón y Motagua comparten la mayoría (Gráfica 1).

Las especies: *Leptonycteris curasoae*, y *Anoura geoffroyi* se capturaron con mayores abundancias en Cuilco y Salamá (*A. geoffroyii*, sólo se capturó una vez en el valle de Nentón).



Gráfica 1. Total de capturas por especie de Murciélagos nectarívoros en cada Valle (eje horizontal) seco y total por especie en cada valle. *Anoura geoffroyii* (Ag), *Choeronycteris mexicana* (Cm), *Glossophaga commissarisi* (Gc), *Glossophaga leachii* (Gl), *Glossophaga soricina* (Gs), *Leptonycteris curasoae* (Lc), *Phyllostomus discolor* (Pd).

Las especies más frecuentemente capturadas fueron *G. soricina* y *L. curasoeae*, razón por la cual, la mayoría de los análisis y conclusiones de este trabajo son en relación principalmente a estas dos especies. Se consideran también *A. geoffroyi* y *P. discolor*, que aunque fueron mucho menos abundantes aportaron más datos que el resto de las especies (Gráfica 1). *Ch. mexicana*, fue exclusiva de Salamá y Cuilco mientras que *G. commissarisi* y *G. leachii* fueron exclusivas de Nentón y del valle del Motagua.

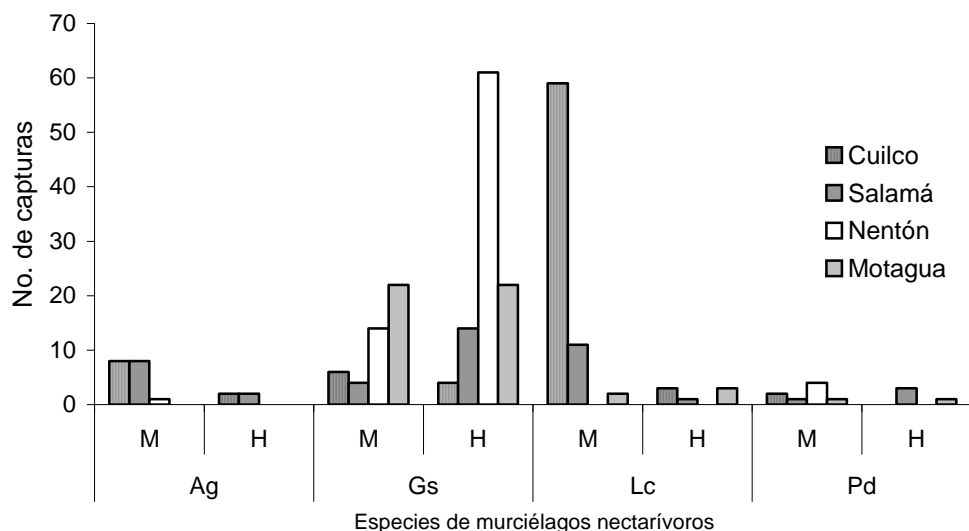
En el valle de Nentón se registró el mayor número de capturas de MN. La especie más frecuentemente capturada en tres de los valles (con excepción del valle de Cuilco) fue *G. soricina*. El segundo valle en que se registraron más capturas fue en el valle de Cuilco, en donde la especie más frecuente fue *L. curasoeae*. Los Valles del Motagua y Salamá registraron las más bajas capturas de MN respectivamente (Gráfica 1).

VII.1.2 Proporción de sexos

Las cuatro especies más frecuentes en las capturas presentaron distintas proporciones en sus sexos, de igual modo estas proporciones variaron en cada valle. Para la especie *A. geoffroyi*, los machos fueron mucho más abundantes que las hembras en Cuilco y Salamá con una proporción de 4.3:1 del total de capturas de la especie.

Para *G. soricina* la proporción del total de las capturas fue de 0.5:1. En el único valle en el que los machos fueron más abundantes que las hembras fue en Cuilco, con una proporción para este sitio de 1.5:1. En el valle de Nentón la proporción de hembras fue mayor que en ningún otro sitio, con una relación de 0.23:1. En el valle del Motagua la proporción fue 1:1

Para la especie *L. curasoeae*, la proporción total fue de 10:1, sin embargo en el valle del Motagua, se capturó más hembras que machos y la proporción fue: 0.7:1. Para *P. discolor* la proporción en el total de las capturas fue 0.5:1, las proporciones para esta especie fueron distintas en cada valle (Gráfica 2).

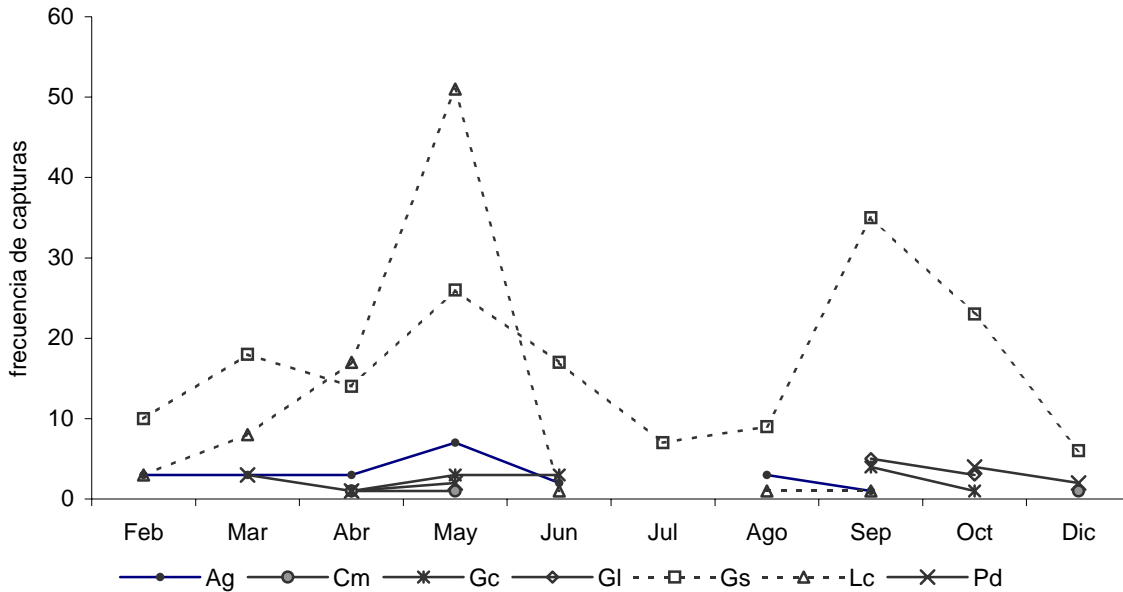


Gráfica 2. Abundancia relativa de machos y hembras de murciélagos nectarívoros en cuatro diferentes valles secos de Guatemala, *Anoura geoffroyii* (Ag), *Glossophaga soricina* (Gs), *Leptonycteris curasoae* (Lc), *Phyllostomus discolor* (Pd). Machos (M), Hembras (H).

VII.1.3 Abundancia temporal de murciélagos nectarívoros en los valles secos

Las comunidades de murciélagos presentaron mayor riqueza y abundancia durante la estación seca que en la lluviosa en tres de los cuatro valles estudiados a excepción del Valle de Nentón (Gráficas 3 y 5). La especie *G. soricina* fue la más abundante de todas las especies capturadas (n=165). En el valle de Nentón fue más abundante que en ningún otro valle (n=91) (Gráfica 1). En este sitio, varió su frecuencia de captura durante todo el año, registrando un pico durante el mes de septiembre, durante octubre la frecuencia de captura disminuyó de manera similar al mes de junio (Gráfica 5). En el valle de Salamá, *G. soricina* se encontró durante todo el año, su mayor abundancia se registró durante el mes de mayo. En el valle de Cuilco se capturó a partir de mayo siendo más abundante en septiembre. En estos últimos dos valles, las capturas aumentaron cuando *L. curasoae* fue menos abundante. En el valle del Motagua estuvo durante todo el año con un pico de abundancia de marzo a mayo (*L. curasoae* disminuyó) (Gráfica 5).

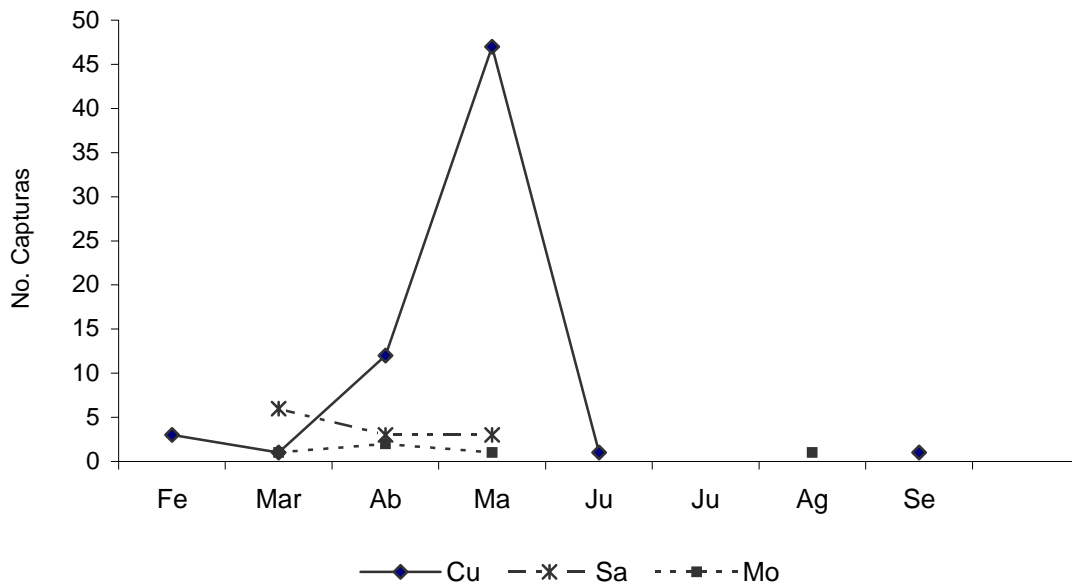
Durante los meses de julio y agosto los murciélagos nectarívoros son más bien escasos en todos los valles. La especie más abundante en estos meses fue *G. soricina*. Se capturó únicamente un individuo de *L. curasoae* y uno de *A. geoffroyi*.



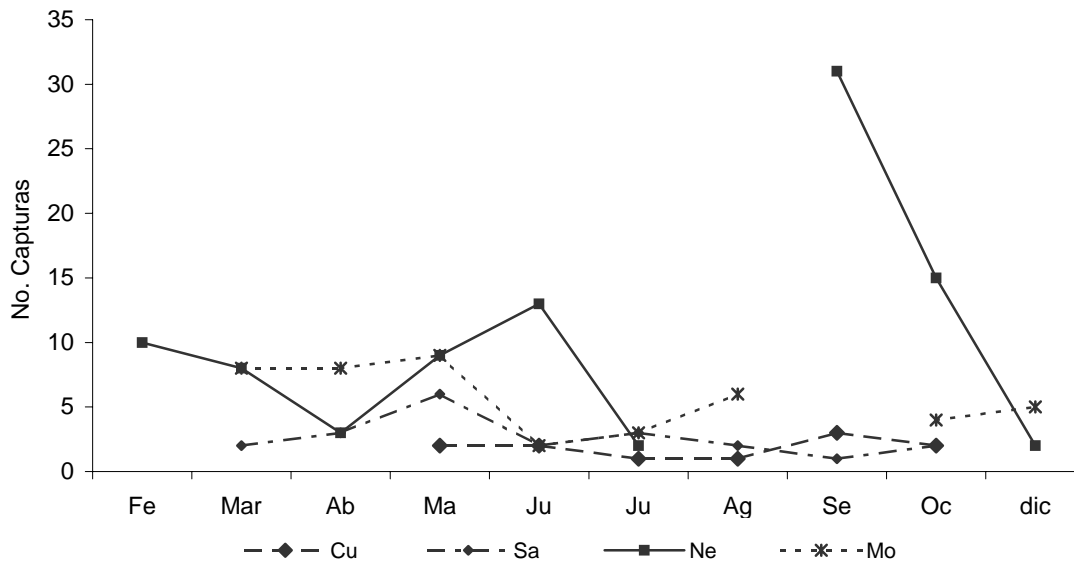
Gráfica 3. Total de capturas de Murciélagos Nectarívoros en los cuatro valles secos de Guatemala. *Anoura geoffroyi* (Ag), *Choeronycteris mexicana* (Cm), *Glossophaga commissarisi* (Gc), *Glossophaga leachii*(Gl), *Glossophaga soricina* (Gs), *Leptonycteris curasoae* (Lc), *Phyllostomus discolor* (Pd).

La especie *Leptonycteris Curasoae*, fue la segunda especie con mayor número de capturas (n=82). En el valle de Cuilco fue más abundante que en ningún otro (n=65). De febrero a mayo se capturó el 96.3 % del total capturados en el año. En este mes en el valle de Cuilco se capturó la mitad del total registrados (Gráfica 4). En Salamá y Motagua estuvo presente con mayor abundancia entre marzo y abril. Fue mucho más frecuente en Salamá que en el valle del Motagua (n=12 y 5 respectivamente). En agosto y septiembre se capturó un individuo en el Motagua y en Cuilco respectivamente (Gráfica 4).

A. geoffroyi, fue la tercera especie más frecuente (n= 22). En Cuilco y Salamá tuvieron frecuencias de captura similares (n=11 y 10 respectivamente) fueron más abundantes durante la estación seca. En el valle de Cuilco, se capturó durante casi todos los meses



Gráfica 4. Capturas mensuales *Leptoncyteris curasoe* en los diferentes valles secos de Guatemala. Cuilco (Cu), Salamá (Sa), Motagua (Mo).



Gráfica 5. Capturas de *Glossophaga soricina* a lo largo del año en los distintos valles secos de Guatemala. Cuilco (Cu), Salamá (Sa), Nentón (Ne), Motagua (Mo).

del año con menor abundancia en la época lluviosa. Únicamente se realizó una captura en Nentón, en mayo.

Phyllostomus discolor, una de las dos especies de la subfamilia *Phyllostominae* que han sido descritas con hábitos nectarívoros (Heithaus 1974; Fischer 1992; Cajas 2003), se

capturó un total de 12 individuos. Esta especie presentó dos picos de abundancia. El primero entre marzo-mayo (Salamá y Cuilco) y el segundo entre octubre-diciembre (Nentón y Motagua) (Gráficas 1 y 3).

Las especies *G. commissarisi* y *G. leachii*, fueron capturadas ambas en los Valles de Nentón y Motagua durante la estación lluviosa principalmente, se obtuvo un total de 12 y 8 capturas respectivamente (Gráficas 1 y 3).

La especie migratoria *C. mexicana* fue la especie con más bajas capturas (n=3) únicamente fue capturada en los Valles de Salamá en marzo y mayo, mientras que en el valle de Cuilco se capturó un individuo durante el mes de diciembre.

VII.1.4 Polen transportado por Murciélagos nectarívoros

De los 315 murciélagos nectarívoros capturados, se tomó muestras del pelo y de heces a 249 individuos (79%) (Tabla 1). El polen de cactus columnares fue el mas frecuente durante el presente estudio, se encontró presente en el 65% de las muestras positivas (con polen).

Tabla 1. Porcentaje de murciélagos en los que se encontró polen en el pelo, por especie. Total analizados (T ana), porcentaje de muestras positivas sobre el total analizado (% p/a)

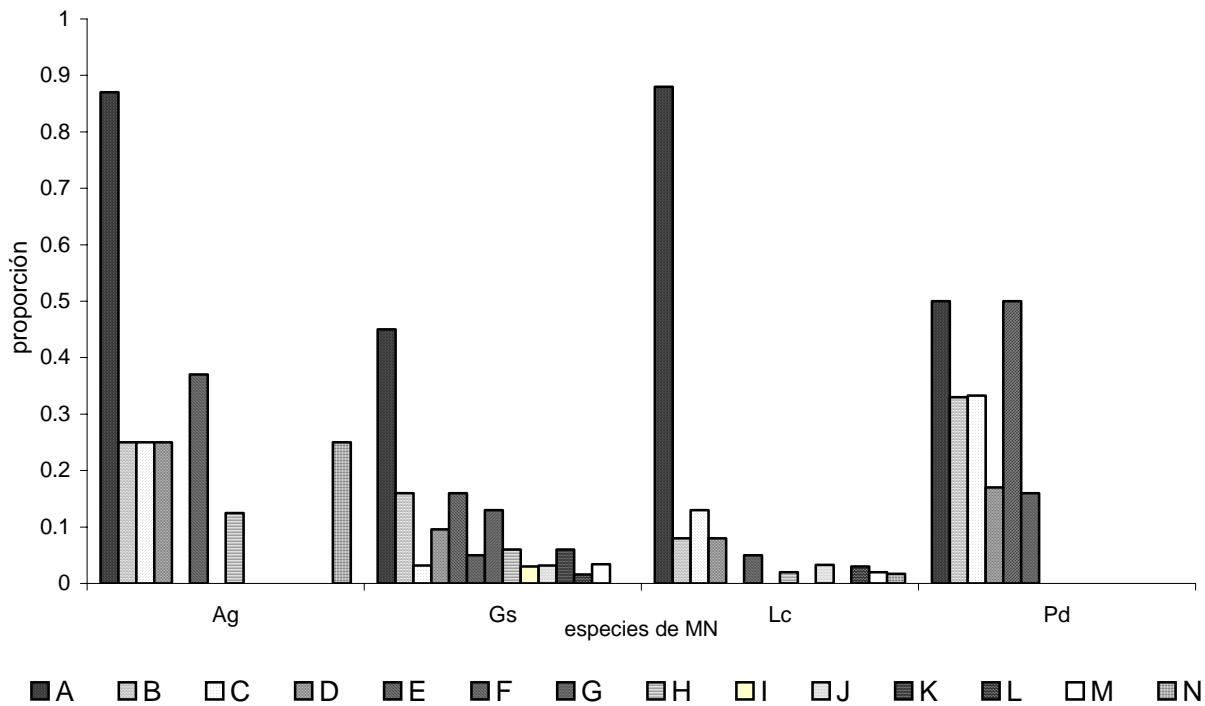
	T ana	%p/a
<i>Anoura geoffroyii</i>	19	42.1
<i>Glossophaga soricina</i>	128	48.82
<i>Leptonycteris curasoae</i>	69	85.29
<i>Phyllostomus discolor</i>	9	44.44

De las cuatro especies más abundantes, *A. geoffroyii*, fue la especie de la que mayor porcentaje de muestras se analizó (86.36%), seguida de *L. curasoae* (84.14%), *G. soricina* (77.57%) y *P. discolor* (75%). De estas, las que presentaron mayor porcentaje de muestras positivas fueron *L. curasoae* y *G. soricina* respectivamente. En la primera especie, el polen fue mucho más abundante que en el resto (Tabla 1).

En la especie *L. curasoae*, el polen de cactus columnares se encontró en el 88% de las muestras positivas. En *A. geoffroyi* se encontró en el 87%. En las especies *G. soricina* y *P. discolor* representó el 50% y 45% respectivamente. En estas 4 especies los cactus columnares constituyeron el polen más frecuente.

Otros tipos de polen que estuvieron bien representados en las muestras analizadas fueron: una especie de la familia *Caesalpinaceae* (13%), *Ceiba aescutifolia* (12.32%), *Inga sp.* (10.3%), una especie de *Sapotaceae* (9.5%), *Agave sp.* (7%), *Calliandra sp* (7%), *Crescentia sp.* (5%), *Hapmea sp*, no identificada-1 y no identificada-2 estuvieron presentes cada una en el 2.8% de las muestras (Gráfica 6).

Se encontró polen de *Bignonaceae 2*, *Ipomoea sp.* y no identificada-3, cada uno en el 2.1% del total de muestras positivas (Gráfica 6). *Bignonaceae 3*, no identificadas- 4,5,6 y 7, se encontraron representadas cada una en el 1.4% del total de muestras positivas (Anexo 5).



Gráfica 6. Proporción de los 14 tipos de polen con mayor frecuencia encontrados en cuatro especies de murciélagos nectarívoros. *Anoura geoffroyi* (Ag), *Glossophaga soricina* (Gs), *Leptonycteris curasoae* (Lc), *Phyllostomus discolor* (Pd). cactus columnares (A), *Caesalpinaceae* 1 (B), *Ceiba aescutifolia* (C), *Inga sp.*(D), *Sapotaceae* 1(E), *Agave sp* (F), *Calliandra sp.* (G), *Crescentia sp.*, (H), *Malvaceae*-1(I), no identificada-1(J), no identificada-2(K) *Bignonaceae 2* (L), *Ipomoea sp* 1. (M), y no identificada-3 (N),

La especie que presentó mayor diversidad de polen fue *G. soricina* con 18 tipos, seguida de *L. curasoeae* con 12. Las especies *A. geoffroyi* y *P. discolor* con 7 y 6 tipos respectivamente.

Se encontró 6 tipos de polen que no fueron tomados en cuenta para los análisis, debido a que únicamente se encontraron una vez. Además de estos, se encontró polen de *Pinus* sp. y de la familia *Poaceae*, estos tampoco se tomaron en cuenta ya que no constituyen recursos utilizados por los murciélagos. Se encontraron con alta frecuencia en las muestras, 13% y 17% respectivamente. Ambos tipos de polen estuvieron presentes en las muestras de todos los valles, siendo más abundantes en los valles del Motagua y de Cuilco. Las especies en las que más se encontraron estos dos tipos de polen fueron *G. soricina* y *L. curasoeae*, Una se encontró en una de las dos muestras positivas de *G. leachii* (Anexo 5).

VII.1.5 Temporalidad de utilización de recursos florales

Tanto los murciélagos nectarívoros, como el polen en las muestras, fueron más abundantes durante la estación seca (febrero-mayo). Durante este tiempo se encontró que las plantas más consumidas por la mayoría de las especies de murciélagos nectarívoros fueron por orden: cactus columnares, *C. aescutifolia*, *Inga* sp., *Caesalpinaceae-1*, *Sapotaceae-1* y *Agave* sp (Tabla 2).

Los meses en los que se encontró más tipos de polen fueron marzo y mayo con ocho y siete respectivamente y el mes de octubre con ocho.

Durante la estación lluviosa (junio-octubre), las cuatro especies más abundantes registraron polen en las muestras (Tabla 2). En esta estación, *G. soricina* fue la más frecuentemente capturada y la que presentó mayor diversidad de polen en las muestras (10 tipos de polen).

En esta estación, se encontró la mayoría de los tipos de polen encontrados en la estación seca, sin embargo como ya se mencionó, en este período los recursos disponibles son más limitados en cantidad al igual que la abundancia de MN. Los tipos de polen, que se encontraron únicamente en esta estación fueron: *Calliandra* sp., y *Malvaceae-1*

(Martínez 2004 comm. Per). *Crescentia* sp., se encontró únicamente en los meses de mayo y junio en *G. soricina* y *L. curasoeae*. (Tabla 2). *Crescentia* sp. se encontró en *G. soricina* en abril, mientras que en mayo se encontró también en *L. curasoeae*. *Malvaceae-1*, se encontró en *G. soricina*, *G. commissarisi* y *P. discolor*, únicamente en el Valle de Nentón durante el mes de octubre.

El polen de cactus columnares fue encontrado en seis de las siete especies de murciélagos capturadas (la excepción fue *G. leachii*). El polen de estos, estuvo presente en las muestras a lo largo de casi todo el año, a excepción de julio y diciembre. Se encontró con mucho menor frecuencia durante la estación lluviosa.

C. aescutifolia únicamente se encontró durante los meses de la estación seca. En diciembre y de febrero-abril, se encontró en cinco de las siete especies de murciélagos con excepción de *C. mexicana* y *G. leachii* (Tabla 2). *Caesalpinaceae-1* e *Inga* sp., fueron encontradas en las 4 especies más abundantes de murciélagos. Estas plantas representaron recursos durante febrero-mayo y septiembre-diciembre (Tabla 2).

Sapotaceae-1, se encontró principalmente en *G. soricina* y en una ocasión en *P. discolor*. Principalmente en los meses de febrero-junio y octubre-diciembre, fue el tipo de polen más abundante en las muestras de MN del Valle de Nentón, en el resto de los valles sólo se encontró 1 vez por valle. *Calliandra* sp. se encontró únicamente en *G. soricina*, principalmente durante los meses considerados los más lluviosos (junio, septiembre y octubre). Esta planta fue más frecuente en las muestras del valle de Salamá, en el resto de los valles únicamente se encontró en una muestra donde estuvo presente (Cuilco y Nentón).

Las muestras con polen de *Agave* sp., estuvieron presentes en las muestras durante marzo-mayo y septiembre-octubre, se encontró en los valles de Nentón, Salamá y Cuilco. Para la especie *A. geoffroyi*, este tipo de polen fue el segundo más frecuentemente encontrado en las muestras (37%). También se encontró *Agave* sp. en las muestras de *G. soricina*, *L. curasoeae* y *P. discolor*. (Tabla 2).

VII.1.6 Utilización de recursos florales por murciélagos nectarívoros en los Bosques Secos

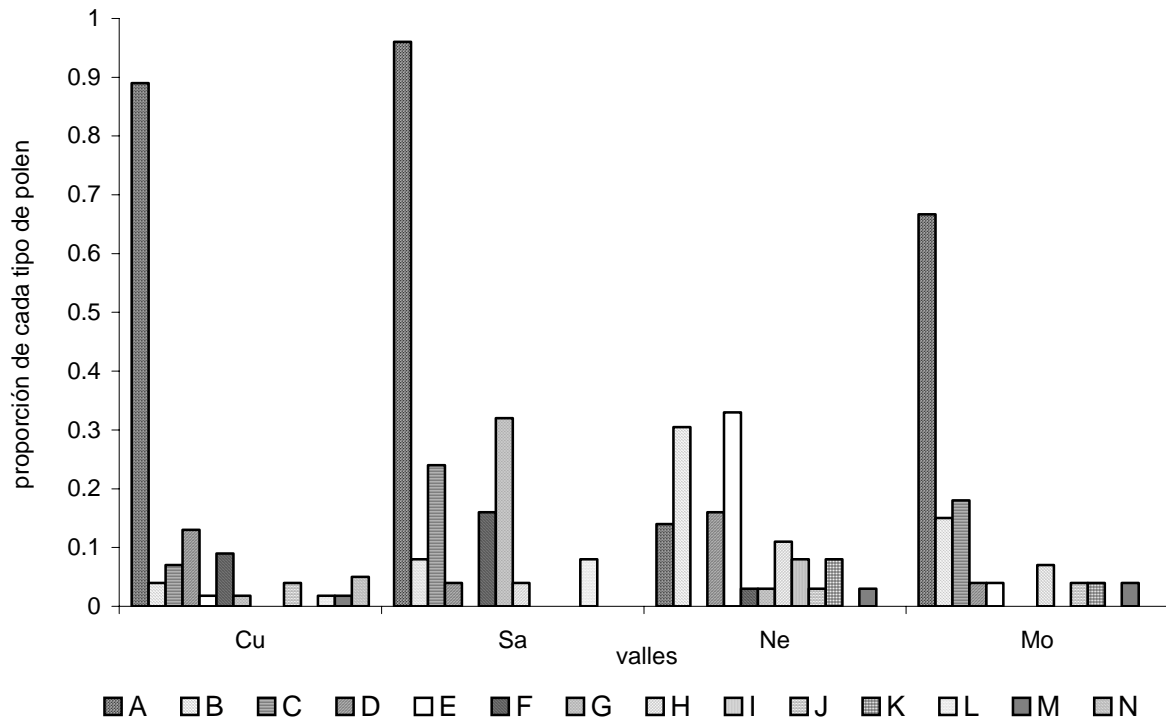
Cada valle presentó distinta composición en cuanto a los recursos florales que son utilizados por murciélagos nectarívoros. En los Valles de Salamá, Cuilco y Motagua el polen de cactus columnares se encontró en el 67-96% de las muestras con polen. En el único lugar en el que los cactus columnares no representaron el recurso floral más frecuentemente encontrado en las muestras de polen fue en Nentón (14%), en donde *Sapotaceae-1* y *Caesalpinaceae-1* fueron el polen más frecuente, mientras que en el resto de los valles estas fueron menos abundantes. La primera es más abundante en Nentón y el Motagua respectivamente. La segunda fue el recurso floral más utilizado en el valle de Nentón y sólo se encontró en una muestra de Cuilco y el Motagua (Gráfica 7).

Se encontró tres tipos de polen en común en las muestras de todos los valles. Los Cactus columnares, *Inga sp.* y *Caesalpinaceae-1*. De los cuatro tipos de polen más abundantes, solamente *C. aescutifolia*, estuvo ausente del Valle de Nentón. Los valles de Cuilco y Salamá comparten dos especies de la familia, *Bignonaceae*. En cada uno de estos valles se encontró una especie única. Nentón presentó sólo una especie única. Los valles del Motagua y Nentón presentaron tres tipos de polen que sólo fueron consumidos en ellos *Malvaceae-1*, No identificada-2 y no identificada-6 (Gráfica 7 y Anexo 5).

VII.1.7 Otros componentes de la dieta

Se determinó que además de polen, los murciélagos hacen uso de otros recursos como frutos e insectos (Tabla 3 y 4). En *A. geoffroyi*, se encontró que los restos de insectos estuvieron presentes en el 58% de las muestras analizadas, mientras que el polen y semillas tuvieron 42% y 10% respectivamente. En el resto de las especies los insectos estuvieron presentes con frecuencias de 12-33% (Tabla 3).

En *L. curasoeae*, se encontró polen en el 88% de las muestras analizadas, seguido de semillas (56%) e insectos (12%). *G. soricina* tuvo proporciones similares (48%, 39% y 8% respectivamente). En *P. discolor*, el polen fue dos veces más frecuente que semillas e insectos (66% y 33%) (Tabla 3).



Gráfica 7. Proporción de los 14 tipos de polen encontrado con mayor frecuencia en murciélagos nectarívoros en cada valle seco. Cuilco (cu), Salamá (Sa), Nentón (Ne), motagua (Mo). Cactus columnares (A), *Caesalpinaceae-1* (B), *Ceiba aescutifolia* (C), *Inga sp.*(D), *Sapotaceae-1*(E), *Agave sp* (F), *Calliandra sp.* (G), *Crescentia sp.* (H), *Malvaceae-1*(I), no identificada-1 (J), no identificada-2 (K), *Bignonaceae 2* (L), *Ipomoea sp.1* (M), y no identificada-3 (N).

Las combinaciones de al menos tres tipos de recursos (polen, frutos e insectos) fueron importantes. La combinación que más se encontró fue la de polen-semillas, seguida de polen-insectos. En *G. soricina* las muestras sólo con polen y la combinación polen-semillas obtuvieron 25% cada una del total de muestras analizadas. Se encontró insectos en poca cantidad, en combinación con polen y/o semillas. En *L. curasoae* lo que más se obtuvo fue una combinación de polen con semillas (42%) (polen y semillas de cactus columnares), en segundo lugar muestras sólo de polen (35%), en tercer lugar sólo semillas. Esta especie fue la que presentó los valores más altos de los tres elementos combinados (polen néctar y semillas) en la misma muestra.

Como ya se mencionó las semillas fueron las muestras positivas más frecuentes después de las de polen. Se identificó un total de 8 variedades de semillas, la más frecuente fue del cactus *Stenocereus pruinosus*, principalmente en las muestras de *L. curasoae*, sobre todo del valle de Cuilco, La especie que más tipos de semillas presentó

Tabla 3. Recursos utilizados por murciélagos nectarívoros. Polen (Pol), Insectos (Ins), Semillas (Sem)

	Pol	Ins	Sem
<i>Anoura geoffroyi</i>	8	11	2
<i>Glossophaga soricina</i>	62	9	52
<i>Leptonycteris curasoae</i>	61	8	39
<i>Phyllostomus discolor</i>	4	4	4
Total	142	32	100

en las muestras fue *G. soricina* con un total de 7, seguida de *L. curasoae*, *A. geoffroyi* y *P. discolor* (Tabla 4).

Tabla 4. Semillas encontradas en las heces de las especies de murciélagos nectarívoros

Especie	Semillas	Insec-tos
<i>Anoura geoffroyi</i>	<i>M. carabura, Ficus sp.</i>	+
<i>Glossophaga soricina</i>	<i>M. carabura, Solanum sp., Ficus sp 1., Ficus sp.2, Cecropia sp., Piper sp., S. pruinosus</i>	+
<i>Leptonycteris curasoae</i>	<i>S. pruinosus, P. leucocephala, Ficus sp1, Piper sp</i>	+
<i>Phyllostomus discolor</i>	<i>Ficus sp 1</i>	+

Tabla 2. Polen consumido por cada especie de MN, a lo largo del año. de Murciélagos nectarívoros en cada Valle (eje horizontal) seco y total de Nectarívoros por valle. *Anoura geoffroyii* (Ag), *Choeronycteris mexicana* (Cm), *Glossophaga commissarisi* (Gc), *Glossophaga leachii* (Gl), *Glossophaga commissarisi* (Gc), *Glossophaga soricina* (Gs), *Leptonycteris curasoae* (Lc), *Phyllostomus discolor* (Pd). Cactus columnares (A), *Caesalpinaceae* 1 (B), *Ceiba aescutifolia* (C), *Inga sp.*(D), *Sapotaceae* 1(E), *Agave sp* (F), *Calliandra sp.* (G), *Crescentia sp.* (H), *Malvaceae-1* (I), no identificada-1(J), y no identificada-2(K) *Bignonaceae* 2 (L), *Ipomoea sp.1* (M), y no identificada-3 (N),

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Feb	Ag, Lc		Lc	Ag, Lc										
Mzo	Ag, Gs, Lc, Pd	Ag, Gs, Pd	Ag, Gs, Lc, Pd	Ag, Gs, Lc, Pd	Gs	Ag, Gs, Lc, Pd				Gs, Lc			Gs	
Abr	Ag, Cm, Gs, Lc, Pd	Gs, Lc, Pd	Gc, Lc	Gs, Lc		Ag		Gs						
Myo	Gs, Lc	Ag, Gs, Lc			Gs	Ag, Lc		Gs, Lc		Gs, Lc		Gs		Ag
Jun	Gc, Lc				Gs		Gs				Gs	Lc		
Jul														
Ago	Gs, Lc													Ag, Lc
Sep	Lc			Lc		Lc	Gs					Lc	Lc	
Oct	Gs	Gs		Gs	Gs, Pd	Gs, Pd	Gs		Gc, Gs, Pd				Gs	
Dic			Gs	Gs						Gs	Gs			