

16



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

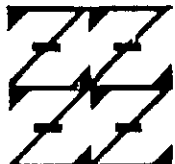
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

ANALISIS ISOTOPICO DE LA DIETA DE *Glossophaga soricina* HANDLEYI (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EN CHAMELA, JALISCO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A :
LETICIA MIRON MELO

177076

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO HUMANO ES JE
DE NUESTRA DEFLEXION

DIRECTOR: DR. L. GERARDO HERRERA MONTALVO
INSTITUTO DE BIOLOGIA, UNAM

ASESOR INTERNO: BIOL. CRISTOBAL GALINDO GALINDO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

MEXICO, D. F.

MARZO 2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este trabajo esta dedicado a:

Mis padres:
Margarita y Jorge
Mis hermanos
Sonia, Jorge, David y Daniela

Agradezco profundamente a:

A mi madre con quien compartí lágrimas, tristezas,
esperanza, alegrías y triunfos, gracias por ser
siempre mi amiga incondicional

A mi padre gracias a quien llegué a ser lo que
soy, gracias por dejarme ser

A mis hermanos, quienes me sirvieron de
aliciente para llegar a este momento

Gracias a Rosalva, a Polo, a Bony
quienes me apoyaron siempre

Gracias a la Vida

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me dio dos luceros que cuando los abro
Perfecto distingo lo negro del blanco
Y en el alto cielo su fondo estrellado
Y en las multitudes al hombre que yo amo.

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me ha dado el oído que en todo su ancho
Graba noche y día grillos y canarios
Martillos, turbinas, ladridos, chubascos
Y la voz tan tierna de mi bien amado.

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me ha dado la marcha de mis pies cansados
Con ellos anduve ciudades y charcos
Playas y desiertos, montañas y llanos
Y la casa tuya, tu calle y tu patio.

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me dio el corazón que agita su marco
Cuando miro el fruto del cerebro humano
Cuando miro al bueno tan lejos del malo
Cuando miro el fondo de tus ojos claros

Gracias a la vida que me ha dado tanto
Me ha dado la risa y me ha dado el llanto
Así y distingo dicha de quebranto
Los dos materiales que forman mi canto
Y el canto de ustedes que es el mismo canto
Y el canto de todos que es mi propio canto.

Gracias a la vida que me ha dado tanto.

Violeta Parra

Agradecimientos

Al Dr. L. Gerardo Herrera Montalvo le agradezco en primer lugar la dirección de este trabajo. Agradezco su asesoría, la paciencia que tuvo conmigo, el apoyo logístico, las correcciones al presente trabajo, gracias por mostrarme el mundo de la biología.

Al Biól. Cristobal Galindo Galindo por haberme introducido al estudio de los murciélagos, por su apoyo, sus consejos y los comentarios que ayudaron a concluir el presente trabajo.

Al M. en C. Manuel Rico Bernal, al M. en C. Efraín Angeles Cervantes y al M. en C. J. Salvador Hernández Avilés por la revisión de este trabajo y por los comentarios certeros hechos a la misma. Agradezco de igual manera a la Biól. Maricela Arteaga Mejia por el apoyo que me brindó.

Quiero agradecer al Dr. Keith Hobson del Servicio Canadiense de Vida Silvestre por su valiosa ayuda para realizar el análisis isotópico.

Agradezco de manera especial a aquellas personas que me ayudaron a la identificación de las muestras, pues sin su ayuda este trabajo no habría concluido: M. en C. Alfredo Pérez Jiménez, a la M. en C. Martha Olvera García y al Biól Tomás Martínez Cruz del Instituto de Biología, UNAM, quienes me ayudaron con la identificación de plantas, semillas e insectos respectivamente. Gracias al M. en C. Víctor López Martínez del Colegio de Posgraduados de Chapingo por la identificación de insectos. Un agradecimiento especial al Dr. Rodolfo Palacios Chávez[†] y a la M. en

C. Leonor D. Quiroz de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, por la ayuda que me prestaron para la identificación del polen, gracias por mostrarme el mundo de la palinología, gracias a la maestra Leonor por resolver mis dudas, aguantar mis bromas y mis achaques, pero sobre todo por la amistad que me brindó.

Gracias a Nichte, con quien compartí el trabajo de campo (que fue mucho), el trabajo de laboratorio, interminables horas frente a la computadora y una que otra discusión acerca de los caminos más sencillos para lograr nuestros objetivos, pero sobre todo gracias por su amistad.

Gracias a mis amigos y maestros: Alex, Paty, Miguel, Rubén. Ellos me dieron su apoyo, me regañaron cuando fue necesario, con ellos pase largas horas conversando, cotorreando y filosofando.

A todos mis amigos, quienes me impulsaron, me apoyaron y de una u otra forma contribuyeron a llevar a término este trabajo.

Finalmente le agradezco a la DGAPA por el apoyo económico que me brindo y que hizo posible que el proyecto No. IN206998 siguiera adelante.

Resumen

En este trabajo se determinó el hábito alimentario del murciélago *Glossophaga soricina* Handleyi (Phyllostomidae) sus variaciones estacionales y la relación con el patrón reproductivo de la especie, durante un ciclo anual en una selva baja caducifolia en Chamela, Jalisco. Este sitio se eligió debido a la abundancia de esta especie y a los marcados cambios fenológicos existentes en la zona. Se capturaron 67 ejemplares en cuatro sitios de muestreo, obteniendo muestras de sangre y excretas para llevar a cabo dos análisis complementarios, el primero se utilizó para conocer el nivel trófico de la especie así como sus fuentes primarias de alimento (análisis isotópico), con el segundo fue posible identificar algunos de los alimentos consumidos por este murciélago (análisis de excretas). Simultáneamente se colectaron muestras de frutos e insectos para poder interpretar el análisis isotópico. Los resultados indican *G. soricina* se alimentó principalmente de insectos C3 durante el año con excepción de agosto y diciembre cuando el consumo de las plantas fue similar al de los insectos en las hembras. En función de los resultados obtenidos se considera a *G. soricina* como una especie omnívora. El examen de excretas reveló que la proporción de insectos que consume esta especie varía de acuerdo a la época del año. Entre las especies de polen identificados en las muestras se encontró que esta especie se alimenta principalmente de *Ipomoea* sp, *Ceiba pentafila*, *Bombax* sp, *Coursetia seleri* además de que se observaron granos de polen de la familia Cactaceae. El patrón reproductivo de esta especie en Chamela fue poliéstrico bimodal. El número de individuos capturados en cada estado reproductivo fue muy pequeño, sin embargo no hubo cambios en la alimentación de esta especie relacionados con su condición reproductiva.

Palabras clave: murciélagos, Phyllostomidae, *Glossophaga soricina*, hábitos alimentarios, isótopos estables

Indice

Introducción	1
Objetivos	5
Descripción de <i>Glossophaga soricina</i> Handleyi	6
Descripción de la zona de estudio	10
Método	13
Resultados	20
Discusión	26
Conclusiones	29
Literatura citada	30
Apéndices	36

INTRODUCCION

En México una de las familias del orden Chiroptera mejor representada es la Phyllostomidae, la cual incluye cerca de 55 especies (Ceballos y Miranda, 1986; Medellín y Arita, 1997; Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1993a). Los murciélagos pertenecientes a esta familia, además de presentar la mayor riqueza de especies en México, muestran una gran diversidad en sus hábitos alimentarios ya que existen especies insectívoras, carnívoras, hematófagas, frugívoras, polínivoras y nectarívoras (Hill, 1992). Además, sus estrategias reproductivas son igualmente diversas pues pueden presentar patrones monoestrícos (*Leptonycteris*), poliestriscos bimodales (*Glossophaga*, *Artibeus*, *Carollia*) o poliestriscos continuos (*Desmodus*) (Wilson, 1979)

Los murciélagos filostómidos tienen diversas funciones ecológicas. La mayoría son polinizadores y dispersores de plantas clave en ecosistemas desérticos y en bosques tropicales. Otras especies desempeñan papeles clave al mantener bajo control las poblaciones de insectos nocturnos, y algunos son los principales depredadores de plagas agrícolas importantes. (Medellín y Arita, 1997).

Las adaptaciones entre plantas y murciélagos muestran las características del síndrome de la quiropterofilia (Baker, 1970). Las plantas polinizadas por murciélagos se caracterizan por tener flores grandes de colores claros, agrupadas en inflorescencias que abren en la noche, con grandes cantidades de néctar y polen, de olor desagradable, con estambres largos en forma de cerdas que sobresalen de la flor y en donde el cuerpo del murciélago queda cubierto totalmente de polen al ponerse en contacto con éstos (Baker, 1970). El polen de estas plantas se diferencia en la ornamentación, forma y tamaño del de las plantas de la misma familia polinizadas por otros medios, y a veces hay diferencias entre especies del mismo género (Palacios, 1974). La polinización de flores por los murciélagos filostómidos de la subfamilia Glossophaginae es un fenómeno característico de las zonas tropicales. Varios autores han listado un total de 130 géneros cuya polinización depende de los murciélagos filostómidos. Algunos de esos géneros son: *Agave*, *Carnegia*, *Mucuna*, *Crescentia*

(Howell y Hodkins, 1976) *Acacia*, *Bauhinia*, *Alnus*, *Bursera*, *Cordia*, *Croton*, *Ceiba*, *Pseudobombax*, además de algunos géneros de las subfamilias Mimoseae, Papilionidae, Caesalpinaceae (Leguminosae) entre otros (Gardner, 1977).

Los murciélagos polívoros tienen altos requerimientos proteínicos y las plantas que éstos polinizan tienen flores que producen grandes cantidades de néctar y polen (Eguiarte, *et al.*, 1987). El polen y el néctar constituyen una fuente importante de energía y proteínas, sin embargo, algunos miembros de la subfamilia Glossophaginae al parecer complementan sus requerimientos energéticos y proteicos de otras fuentes tales como insectos y frutos (Howell y Hodgkin, 1976).

El estudio de los hábitos alimentarios en los murciélagos involucra tradicionalmente el examen del contenido estomacal, el contenido de las heces o la identificación del polen que se encuentre en el pelo de los animales. Este tipo de análisis provee de información detallada sobre la identidad de la presa que el murciélago ha consumido en las horas previas a su captura (Thomas, 1988, Whitaker, 1988).

Una desventaja del análisis de excretas, es que, algunos murciélagos regurgitan el exoesqueleto quitinoso de los insectos, y otros aparentemente tienen enzimas en su sistema digestivo capaces de degradar la quitina (Whitaker, 1988). Por tanto, al realizar el análisis de heces no se encuentran restos de insectos aún cuando éstos hayan sido consumidos por el murciélago. Además, el análisis de heces no necesariamente informa sobre la asimilación de los alimentos encontrados ni describe patrones a largo plazo (Whitaker, 1988).

Recientemente se ha implementado una nueva técnica para el estudio de los hábitos alimentarios de los murciélagos, basada en la determinación de su composición de isótopos estables de C y N (Fleming, 1995a). Este método se basa en la cuantificación de isótopos de C y N en los tejidos del animal y su interpretación con base en la composición de grupos de alimentos isotópicamente diferentes

Existen dos isótopos estables para el carbono (^{12}C y ^{13}C) y dos para el nitrógeno (^{14}N y ^{15}N). El carbono es tomado por las plantas de la atmósfera e incorporado a las

diversas rutas fotosintéticas mientras que el nitrógeno es incorporado de la atmósfera, del suelo y en la fijación bacteriana del nitrógeno (Enlenger, *et al.*, 1986; Hobson y Clark, 1992). Los animales, a su vez, incorporan los isótopos estables a sus tejidos al alimentarse de las plantas (Fleming, 1995a). Los isótopos estables pueden ser usados para determinar el nivel trófico del animal debido a un proceso conocido como enriquecimiento trófico. Este proceso se da al aumentar (enriquecimiento) la proporción de ^{13}C y ^{15}N en los tejidos en comparación al alimento debido a que existe una mayor afinidad por ^{12}C y ^{14}N en los procesos de eliminación de bióxido de carbono y de los productos nitrogenados de deshecho, respectivamente (Gannes, *et al.*, 1997). De esta manera, los tejidos del animal están enriquecidos en ^{13}C y ^{15}N en promedio en 1 y 3⁰/∞, respectivamente, con relación a sus fuentes de alimento (Fleming, 1995).

Los valores de isótopos de carbono pueden ser usados también para determinar el origen fotosintético del alimento debido a que la composición isotópica de carbono de las plantas varía con la ruta fotosintética que éstas utilizan. Por ejemplo, las plantas que utilizan las vías fotosintéticas C4 (pastos) y CAM (cactáceas) generalmente están más enriquecidas en ^{13}C que las plantas que siguen la vía C3 (árboles y arbustos; Ehleringer, 1991). Las diferencias en las proporciones de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ se reflejan en el contenido isotópico de los tejidos animales originados por el tipo de planta del cual se alimentaron (Hobson y Clark, 1992).

La información obtenida del análisis isotópico en animales depende de la elección del tejido a analizar. Por ejemplo en el gerbil (*Muriones unguiculatus*: Muridae) el pelo tarda en reemplazar su contenido isotópico de carbono en 47.5 días, la sangre en 45-60 días, el cerebro y músculo cada 28.2 y 27.6 días, respectivamente, el hígado cada 15.6 días y la grasa tarda aproximadamente 6.4 días. (Tieszen, *et al.*, 1983). De acuerdo con estos resultados la elección del tejido tendrá que ser en función de período de tiempo en que se quiera saber lo que ha consumido el animal.

Esta técnica presenta muchas ventajas, ya que nos puede indicar patrones generales de alimentación con diferentes ventanas de tiempo basándose en lo que el animal ha asimilado (no solo ingerido) (Fleming, 1995a).. El uso de isótopos estables en los estudios de la dieta de los murciélagos esta en sus primeros estadios, y su aplicación promete mucho (Des Marais *et al.*, 1980, Herrera *et al.*, 1993, 1998; Fleming, 1995; Fleming *et. al.*, 1993; Ceballos, *et al.*, 1997).

En este trabajo se determinó la dinámica trófica de un murciélago nectarívoro (*Glossophaga soricina* Handleyi) durante un año, en la región de la Bahía de Chamela en el estado de Jalisco combinando las técnicas del análisis visual de heces (para saber el tipo de alimento que consume este murciélago a corto plazo) y el análisis de isótopos estables de C y N (para obtener datos a largo plazo). Debido a que los patrones de comportamiento de plantas y animales están influenciados por los cambios en el clima de la zona donde viven (Heithaus, *et al.*, 1975) se predijo que la dieta de *G. soricina*, al igual que otros mamíferos en la zona de estudio (Ceballos y Miranda, 1986), tendría variaciones a lo largo del año influenciadas por la marcada estacionalidad de la misma. Además, debido a que durante la época reproductiva los requerimientos nutricionales aumentan, especialmente en las hembras Preñadas y lactantes (Dinerstein, 1986), se predijo también que los picos reproductivos de *G. soricina* estarían acompañados de un aumento en el consumo de insectos.

OBJETIVO GENERAL

Estimar la importancia relativa de plantas e insectos en la alimentación del murciélago *Glossophaga soricina* Handleyi durante un ciclo anual y evaluar la relación entre ésta, su actividad reproductiva y la fenología de la vegetación de la zona de estudio.

OBJETIVOS PARTICULARES:

- a) Determinar la composición isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$) en la sangre de *Glossophaga soricina* Handley y utilizarla como un indicador a mediano plazo de la importancia relativa de plantas e insectos en su alimentación.
- b) Determinar la identidad taxonómica de las plantas e insectos de los que se alimenta *Glossophaga soricina* Handleyi
- c) Estimar la contribución relativa de plantas e insectos y utilizarla como un indicador a corto plazo de la importancia relativa de estos alimentos.
- d) Determinar el patrón reproductivo de *G. soricina* y evaluar su relación con cambios en la alimentación de esta especie.
- e) Evaluar su relación con el patrón reproductivo y las variaciones en la alimentación de *G. soricina*, la fenología de floración y fructificación en la zona de estudio.

DESCRIPCIÓN DE *Glossophaga soricina* HANDLEYI

Distribución en México.- Esta especie se distribuye por la vertiente del Pacífico desde Sonora y en el Golfo de México desde Tamaulipas hasta los límites con Guatemala (Fig.1; Hall, R. 1981)

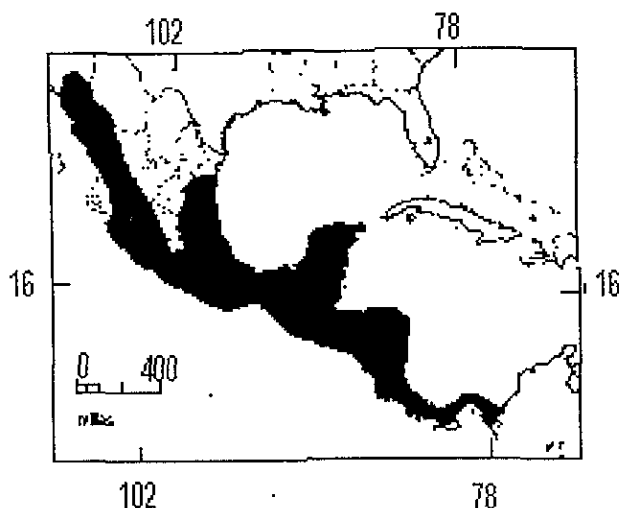


Figura 1: Distribución de *Glossophaga soricina* Handleyi según Hall (1981)

Características generales.- Es de talla pequeña, con hocico alargado y provisto de una hoja nasal. Las orejas son cortas y redondeadas; el labio inferior está escotado en su porción media. La lengua es protráctil y está provista de papilas filiformes. La membrana interfemoral es amplia y en ella está incluida la cola, con excepción de su porción media distal que es libre. La coloración varía de gris-acanelado a café canela con el vientre es más claro (Villa, B. 1966). La lengua tiene una gran cantidad de papilas especializadas para coleccionar néctar. El aparato digestivo es modificado para procesar néctar en corto tiempo (Arita y Martínez, 1990). Sin embargo, Pacheco-R.

y Salazar, (1990) señalan que el estómago es muy especializado, y señalan que de acuerdo a la anatomía gástrica se muestra hasta cierto punto una reminiscencia de sus hábitos alimentarios insectívoros y de frutas blandas.

Diagnosis.- El cráneo presenta el rostro largo y la caja craneana semiglobosa y el arco cigomático simple. Las diferencias entre esta especie y *G. comissarisí* son a nivel de cráneo son que *G. soricina* presenta incisivos procumbentes y el premaxilar alargado, mientras que *G. comissarisí* no tiene incisivos procumbentes ni el premaxilar alargado (Medellín y Arita, 1997; Ceballos y Miranda, 1986).

Patrón reproductivo.- Varios autores sugieren que *G. soricina* tiene el patrón reproductivo de los murciélagos frugívoros, con picos bimodales de preñez y lactancia, es decir, es Poliestrico Bimodal (Fleming, *et al.*, 1972; Rasweiler, 1973; Heithaus, *et al.*, 1975; Wilson, 1979; Sánchez, *et al.*, 1985; Willing, 1985; Ceballos y Miranda, 1986). Wilson (1949) sugiere que *G. soricina* tiene variaciones en sus picos de natalidad de acuerdo a la variación geográfica, además de que algunos autores creen que los períodos de preñez, lactancia y destete de los murciélagos nectarívoros están sincronizados con los ciclos de abundancia de recursos (picos de floración y fructificación; Fleming, 1972; Willing, 1985, 1993), pero hay que contar con los datos precisos de la fenología (Arita y Martínez, 1990).

Hábitos alimentarios.- Los hábitos alimentarios de *Glossophaga soricina h.* todavía no son bien conocidos, y en la mayoría de los trabajos reportados para esta especie, se confrontan los resultados. Algunos autores reportan que esta especie consume una gran variedad de frutas, polen néctar e insectos. Se cree que estos organismos son poco específicos en lo que a fuentes de alimentación se refiere (Boncorso y Gush, 1987; Arita y Martínez, 1990; Howell y Burch, 1974). Gardner (1977) reporta que esta especie está considerada como netamente omnívora o facultativa y concuerdan con esto los resultados obtenidos por Fleming, *et al.* (1972), Pacheco y Salazar (1990) y Ayala y D'Alessandro (1973). Lemke (1984) considera a esta especie como polinívora. Quiroz *et al.* (1986) consideran a esta especie como polinófaga facultativa y que satisface sus necesidades nutricionales con

otros recursos alimentarios tales como invertebrados (insectos y arácnidos) y néctar. Además, indican que sus características morfológicas y fisiológicas ponen de manifiesto su capacidad para suplir su dieta con el consumo de partes florales, frutos e insectos.

La mayoría de los trabajos existentes sobre hábitos alimentarios de *G. soricina* se hicieron con base a un análisis de contenido estomacal, examen de heces o por observación directa del autor. Entre los alimentos consumidos por esta especie se encuentran:

Frutos: *Muntingia calabura* (Ramírez-Pulido y Armella, 1987), *Piper amalago*, *Ficus ovalis*, *Cecropia peltata* (Bonaccorso y Gush, 1987), *P. hispidum*, *P. auritum*, *C. obtusifolia* (Gaona, 1997), y miembros de la familia Melastomaceae (Howell y Burch, 1974). Heithaus, *et al.*, (1974) encontraron remanentes de frutos de siete especies, predominantemente *Muntingia calabura*. Willing (1993) reporta que en Brasil esta especie tiene preferencia por *Solanum* y *Visma*.

Polen y néctar: *Pseudobombax ellipticum* (Arita y Martínez, 1990; Eguiarte, *et al.*, 1987); *Agave* sp. (Lemke, 1984), *Inga* sp, *Musa paradisiaca*, *Macuna* sp, *Pitcaina* sp, *Crescentia* sp., así como polen de las familias Hymenaceae y Bombacaceae, (Howell y Burch, 1974). En Guerrero se encontró polen de *Bauhinia unguolata*, *Ipomoea* sp., *Combretum farinosum*, y de la familia Cactaceae (Quiroz *et al.*, 1986). Haithaus, *et al.* (1974) encontró polen de cerca de veinte especies predominando el polen de *Crescentia* sp. Wilson (1979) menciona cerca de 41 especies y 11 familias de polen encontrados en contenidos estomacales de *G. soricina*.

Insectos: Se han encontrado restos de Lepidópteros (Howell y Burch, 1974), arácnidos (Quiroz, *et al.*, 1986) e himenópteros (Willing, 1993).

Hábitos generales de comportamiento.- *G. soricina* es de hábitos gregarios y forma colonias numerosas, en las cuales al parecer no hay segregación sexual (Coates-Estrada y Estrada, 1986). Esta especie vive en cuevas y se ha encontrado asociada con *Sturnira* sp. (Corona, 1993), *Artibeus jamaicensis* y *Macrotus waterhousii*

hábitos de forrajeo solitario, no siempre usa la misma ruta al volar, de ahí que sea difícil volver a capturarlo (Heithaus, *et al.*, 1974). *G. soricina* realiza sus actividades de forrajeo a pocos metros de altura (Bonacorso y Gush, 1987). En contraposición con esto, Ramírez-Pulido y Armella (1987) reportan que en Guerrero esta especie tiene un alto índice de recaptura

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El presente trabajo se llevó a cabo en la Bahía de Chamela, Jalisco, (Fig. 2, De Villa, 1998) la cual se ubica en la costa oeste de la República Mexicana, dentro del Municipio la Huerta, en la subprovincia fisiográfica denominada Sierra de la Costa de Jalisco y Colima, perteneciente a la provincia de la Sierra Madre del Sur, limitándose a la región comprendida entre los ríos Cuitzmala (aproximadamente $19^{\circ}25''$ N y $104^{\circ}57''$ O) y san Nicolás ($19^{\circ}40''$ N y $105^{\circ}13''$ O) y desde la franja costera hasta aproximadamente 10 Km al interior. El rango de altitud del área va desde el nivel del mar hasta aproximadamente 500 msnm. En esta área se encuentra localizada la Estación de Investigación, Experimentación y Difusión "Chamela" de la UNAM que se ubica en las cercanías del pueblo con dicho nombre. La estación cuenta con una superficie de 15884 has. dispuestas en un rectángulo de aproximadamente 8 km de largo por 2 km de ancho (Arizmendi, 1990).

El clima del área pertenece a los cálidos-húmedos. Sus características más importantes son una temperatura media anual de 24.9°C , con la del mes más frío de 18°C , y 32.2°C como máxima, siendo el tipo más seco de los cálidos subhúmedos Awo(x')I con una precipitación anual de 748 mm (Ceballos y Miranda, 1986).

Los principales tipos de vegetación en Chamela son: la selva baja caducifolia, la selva mediana suberennifolia, la vegetación riparia, el manglar, el matorral xerófilo y el palmar. También son importantes las tierras de cultivo y las ganaderas (Ceballos y Miranda, 1986; Lott, 1993). A continuación se describe cada uno de los tipos de vegetación.

Selva baja caducifolia: es la más importante en la región por su extensión si bien la única zona bien representada se encuentra en los terrenos de la EBCh. Está compuesta por especies arbóreas y que pierden sus hojas durante 5-7 meses del año.

Lysiloma divaricata, *Lonchocarpus* spp., *Heliocarpus pallidus*, *Jatropha chamelensis*, *Guapira* sp., *Trichilia trifolia*, y *Croton* spp.

a) Selva mediana subperennifolia: típica en Chamela, restringida a los cauces de los arroyos y con una extensión muy limitada. Algunas especies importantes de este tipo de vegetación son: *Brosimum alicastrum*, *Sciadodendron excelsum*, *Astronium graveolens*, *Couepia polyandra*, *Tabebuia donnell-smithi*, *Ficus* spp., y *Thouinidium decandrum*.

b) Vegetación riparia: este tipo de vegetación se encuentra exclusivamente a lo largo de los cauces de los ríos del área, como el río San Nicolás, el Cuitzmala y el Arroyo Chamela. Los árboles típicos de la zona son *Salix chilensis*, *Astianthus viminalis* y varias especies de *Ficus*.

c) Manglar: tiene una distribución restringida en Chamela, se encuentran cerca del mar, en suelos con drenaje deficiente, inundados gran parte del año y con concentraciones altas de sales. Las especies dominantes son *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*.

d) Matorral xerófilo: restringido a áreas cercanas al mar. Esta caracterizado por la presencia de especies arbustivas y especies arbóreas características de la selva, muchas de las cuales son espinosas. Son comunidades de 1 a 3 m de altura, muy densas y que se desarrollan en lugares arenosos o rocosos, algunos representantes son *Opuntia excelsa*, *Acacia* spp, y *Mimosa* sp.

e) Palmares: se localizan en partes bajas, cercanas al mar y con suelos húmedos bien drenados. Estas comunidades pueden ser muy abiertas o muy densas y se encuentran dominadas por la palma del coquito *Orbygnia guacuyule* y *Cocos nucifera*.

f) Cultivos y pastizales: los terrenos desmontados para realizar actividades agrícolas son destinados a la siembra de cultivos anuales, principalmente de maíz, o bien a la siembra de cultivos perennes (mango, plátano, naranja, limón) o cocotales, dependiendo de las condiciones del terreno. Los terrenos son sembrados con cultivos anuales y después son destinados a la ganadería (Ceballos y Miranda, 1986).

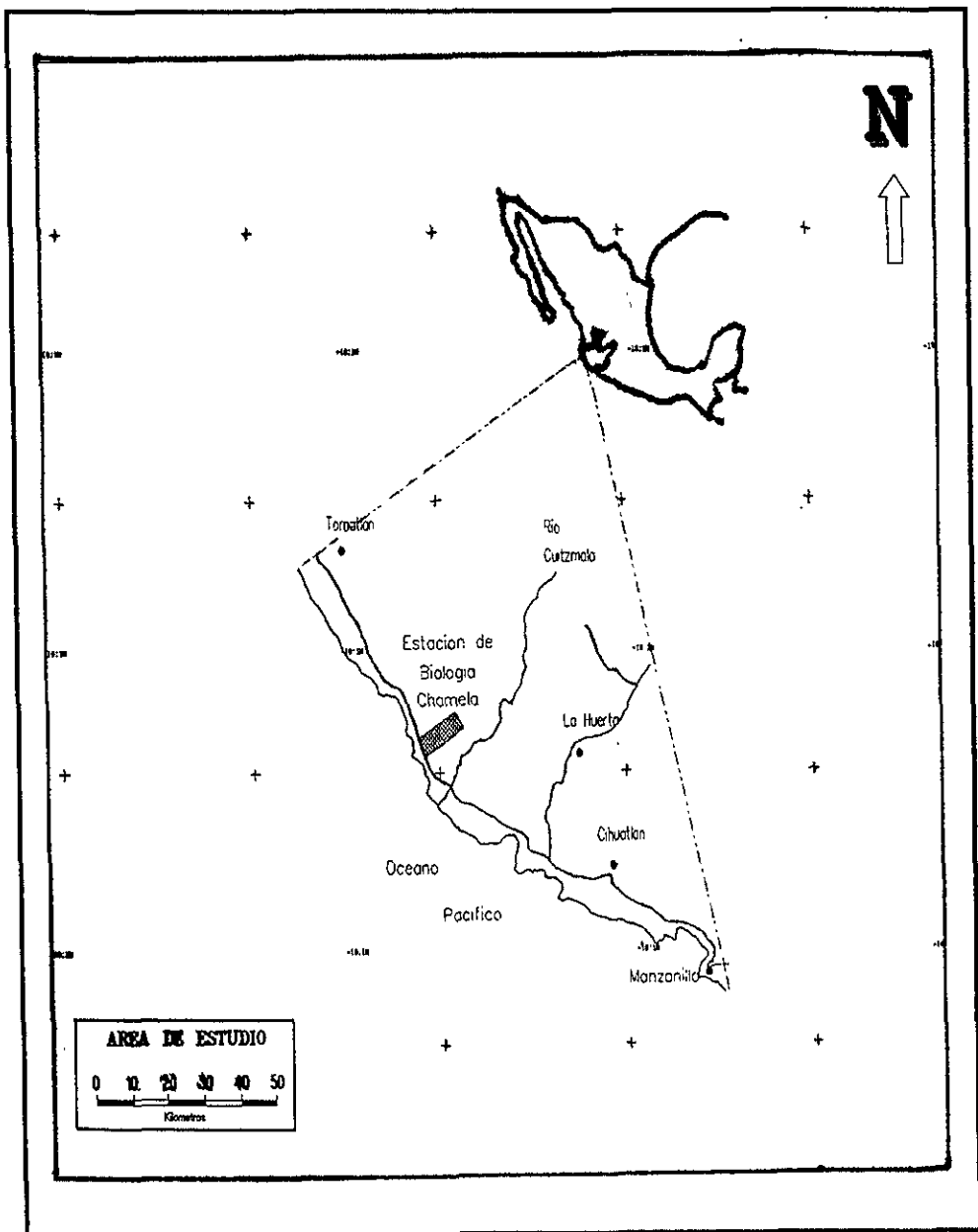


Figura 2. Ubicaci3n del 1rea de estudio, Estaci3n de Investigaci3n, Experimentaci3n y Difusi3n "Chamela", Jalisco, M3xico

METODO

Trabajo de Campo

El presente trabajo se llevó a cabo de febrero a diciembre de 1998, con un total de seis visitas cada dos meses. Cada visita tuvo una duración aproximada de cinco días, hasta cubrir un total de 32 días de trabajo de campo efectivo.

Sitios de muestreo.- Se eligieron cuatro sitios de muestreo dependiendo de las características vegetales de la zona, tratando que fuesen lugares a la orilla de los ríos y con disponibilidad de frutos. Estos sitios se enumeran a continuación con una descripción de la presencia de especies vegetales que son usadas por murciélagos como alimento:

1) Estación de Biología Chamela (19°30"N y 105°03" O):

a) En una alcantarilla cerca del tanque de gas camino a la estación con vegetación predominante de selva baja caducifolia, compuesta por especies arbóreas y que pierden sus hojas durante 5-7 meses del año. Las especies consumidas por los murciélagos en esta zona son *Cordia alliodora*, y *Croton* spp.

b) En el arroyo Colorado con una vegetación predominante de selva mediana subperennifolia; en este lugar existen varias especies de *Ficus*.

2) Arroyo Chamela (19°30"N y 105°03" O): ubicado en el poblado del mismo nombre, sobre la carretera federal 200 Barra de Navidad-Puerto Vallarta, aproximadamente a 5 km al norte de la EBCh. La vegetación predominante en esta zona es riparia, con varias especies de *Ficus*, además de que en esta zona hay asentamientos humanos, zonas de cultivo (predominantemente árboles frutales) y zonas de pastoreo. Se colocaron redes en el arroyo, además de que se capturó una colonia de *Glossophaga soricina* en un pozo

3) Puente Cuiztuala: 19°25" N y 104°57" O con vegetación predominantemente riparia. Se muestreo a la orilla del río Cuiztuala, en el lugar existen varios árboles de *Ficus*.

4) Miguel Hidalgo: (19°24" 3N y 105°53"5 O) población localizada sobre la carretera federal 200 Barra de Navidad-Puerto Vallarta. Esta zona esta caracterizada por su gran número de cultivos (maíz, papaya, coco, plátano) y las áreas de pastoreo de ganado. Las redes se colocaron a la orilla del río.

Captura de ejemplares.- La captura de organismos se llevó a cabo con redes de niebla (tres redes) de 2 x 12 m. Estas se colocaron al menos una vez en cada salida en los sitios de muestreo descritos anteriormente. Con el fin de estandarizar el muestreo, las redes se colocaron una hora antes del ocaso y permanecieron abiertas 3 horas después de que oscureció. Las redes se revisaron cada media hora y los murciélagos capturados fueron colocados en botes de plástico de 1 litro durante 3 horas para coleccionar sus heces. Cuando se capturo un murciélago con polen en el pelaje, el polen se coleccionó con una cinta adhesiva. Los individuos fueron transportados al laboratorio de la Estación de Biología Chamela al finalizar la captura.

Colecta de muestras.- En el laboratorio y una vez retirado el ejemplar del recipiente, se coleccionaron las excretas y se almacenaron en viales de plástico para su análisis en el laboratorio de Mastozoología del Instituto de Biología de la UNAM.

Antes de liberar a los ejemplares, a cada individuo se le tomaron las medidas morfométricas convencionales con ayuda de un Vernier de plástico marca Scala. También se registró el peso de los organismos con una balanza analítica marca Ohaus con precisión de 0.001 g. Cuando el peso tuvo que ser tomado en campo se utilizó un dinamómetro de 100 g. Se determinó el sexo de cada individuo y su condición reproductiva de la siguiente manera: para los machos se determinó la posición de los testículos clasificándose como abdominales o escrotados, y para las hembras se observaron las glándulas mamarias y se realizaron palpaciones, a nivel de bajo vientre para determinar si la hembra estaba Preñada, lactante o inactiva. Se coleccionaron aproximadamente 80 microlitros de sangre de la vena del antebrazo de cada individuo, con ayuda de una aguja de 0.65 X 25 mm y un tubo capilar con heparina. La sangre se colocó en viales con etanol al 70% y se mantuvo en refrigeración hasta antes de ser secada, para posteriormente llevar a cabo el análisis isotópico. La colecta

de sangre no tiene efectos negativos en el ejemplar (Swan, *et al.*, 1997). También se cortó pelo de la región dorsal para evitar coleccionar sangre del mismo individuo en el mismo período de captura.

Colecta de frutos e insectos.- Paralelamente durante el muestreo se coleccionaron frutos e insectos presumiblemente consumidos por los murciélagos para incluirlos en el análisis isotópico. Los frutos se coleccionaron al azar dentro de la estación y en sus inmediaciones. Los frutos se colocaron en bolsas de papel para posteriormente secarlos en una estufa. Los insectos se capturaron con una trampa de luz mixta colocada a orilla del río Chamela. La captura de insectos se llevó a cabo durante el tiempo en que estuvieron abiertas las redes (aproximadamente 4 horas). Los insectos se colocaron en frascos con alcohol al 70%.

Colecta de falanges.- Debido a que en octubre no fue posible capturar más que dos ejemplares, fue necesario complementar el análisis con 8 ejemplares de la Colección Nacional de Mamíferos de la UNAM coleccionados en la zona de estudio en años previos en la misma época (Apéndice 1). A estos ejemplares se les cortó una falange la cual fue sometida al análisis isotópico. Fleming, *et al.*, 1993 utilizan este método para llevar a cabo el análisis de la dieta de *Leptonycteris curasoae*, *L. nivalis*, *Choeronycteris mexicana* y *Glossophaga soricina*, de igual manera Herrera, *et al.*, utilizan este método para analizar la variación en la composición isotópica y sus implicaciones en la dieta de *Antrozous pallidus*.

Trabajo de Laboratorio

Análisis de Heces.- Las muestras fecales fueron secadas a temperatura ambiente y almacenadas hasta que éstas fueron examinadas. Cada muestra fecal fue luego hidratada con agua para su examen, y traspasada a una cápsula de Petri. Las excretas fueron disgregadas con agujas de disección y examinadas con una lámpara entomológica (Sosa, 1986). En cada muestra se determinó el porcentaje de insectos, semillas, tejido vegetal y polen de acuerdo a lo establecido por Thomas (1988) y

Whitaker (1988). Cuando se encontró polen en las heces se hicieron preparaciones con el colorante descrito por Thomas (1988).

Identificación de muestras.- Los insectos colectados en campo se identificaron hasta familia u orden con ayuda de personal del Colegio de Posgraduados de Chapingo y del Instituto de Biología de la UNAM. Las plantas colectadas en campo fueron identificadas por personal del Instituto de Biología. La identificación de semillas encontradas en las heces fue realizada por personal del Instituto de Biología. El polen encontrado en excretas y en pelo se identificó con ayuda de personal del Instituto Politécnico Nacional. El polen encontrado en el pelo se identificó siguiendo la técnica acetolítica propuesta por Erdman (Kapp, 1969).

Isótopos Estables

Preparación de muestras para el análisis isotópico.- Las muestras de sangre, insectos y frutos se llevaron al laboratorio de Mastozoología de la UNAM, donde se pusieron a secar en una estufa a 50° durante aproximadamente 36 horas. Las muestras ya secas se almacenaron en un refrigerador, para su posterior análisis isotópico. Los insectos y los frutos fueron guardados en bolsas de plástico. Las muestras de sangre, insectos, frutos y falanges se enviaron para el análisis isotópico al Servicio Canadiense de Vida Silvestre.

Análisis isotópico.- Las muestras (sangre, insectos y frutos) fueron pulverizadas en un pequeño mortero y 1 mg de éstas fue colocado en una cápsula y sometido a combustión en un Robo-Prep a 1800°C. Como resultado de la combustión hubo separación de gases los cuales fueron analizados en un espectrómetro de flujo continuo (CFIRMS) para la cuantificación de las proporciones de isótopos estables de nitrógeno y carbono en la misma muestra. El CFIRMS involucra la medición automática y de manera secuencial de muestras de isótopos de carbono y nitrógeno no conocidas y las compara con un material de referencia. Se usó un estándar de laboratorio (albúmina de huevo) por cada cinco muestras de

proporción no conocidas en secuencia. Las proporciones de isótopos estables se reportan en δ denotadas en partes por mil en relación con un estándar internacional. El estándar internacional fue PDB (Pee Dee Belemnite) para carbono aire atmosférico para nitrógeno. Los dedos de murciélagos fueron remojados en HCl 0.5N antes de someterse al análisis isotópico (Hobson y Clark, 1992).

El análisis isotópico involucra el determinar la proporción de los dos isótopos en la muestra y es expresado por la siguiente fórmula

$$\delta X = \left\{ \left(\frac{R \text{ muestra}}{R \text{ estándar}} \right) - 1 \right\} \times 1000$$

Donde X es ^{13}C o ^{15}N y R es $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ ó $^{15}\text{N} / ^{14}\text{N}$. (Fleming, 1995a, Herrera, *et al.*, 1993) Los resultados del análisis isotópico en murciélagos, frutos e insectos se encuentran en los apéndices 1, 2, 3, y 4.

Análisis de resultados.- Se estimo la dieta de cada murciélago usando un modelo de fuente múltiple usando los valores combinados de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, basándonos en un modelo propuesto por Kline (Ben-David, *et al.* 1997). Este modelo utiliza los valores promedio de los deltas de cada tipo de alimento (denominados A, B, C, D), los cuales deben de ser isotópicamente diferentes entre sí. Esta condición fue probada mediante un Análisis de Varianza Múltiple (MANOVA, Yamane, 1979), el análisis estadístico se llevó a cabo en Statistica for Windows Release 4.5. Los valores isotópicos de los alimentos fueron corregidos antes de su inclusión en el modelo debido a que existe un enriquecimiento entre el tejido del animal y su alimento. Se utilizaron los valores de enriquecimiento de 1‰ para el carbono y 3‰ para el nitrógeno. Los valores promedio corregidos se denotan como A', B', C', etc. Las distancias euclidianas entre los valores corregidos del alimento y cada murciélago se usaron para estimar la contribución del cada tipo de alimento a la dieta del murciélago (fig. 3). Las distancia euclidianas se calcularon mediante la fórmula:

$$PA' = \left[(\delta^{13}\text{C P} - \delta^{13}\text{C A}')^2 + (\delta^{15}\text{N P} - \delta^{15}\text{N A}')^2 \right]^{-1/2}$$

Donde PA' es la distancia euclídana entre los valores isotópicos del murciélago (P) y os valores corregidos del alimento (A' ; Ben-David, et al. 1997).

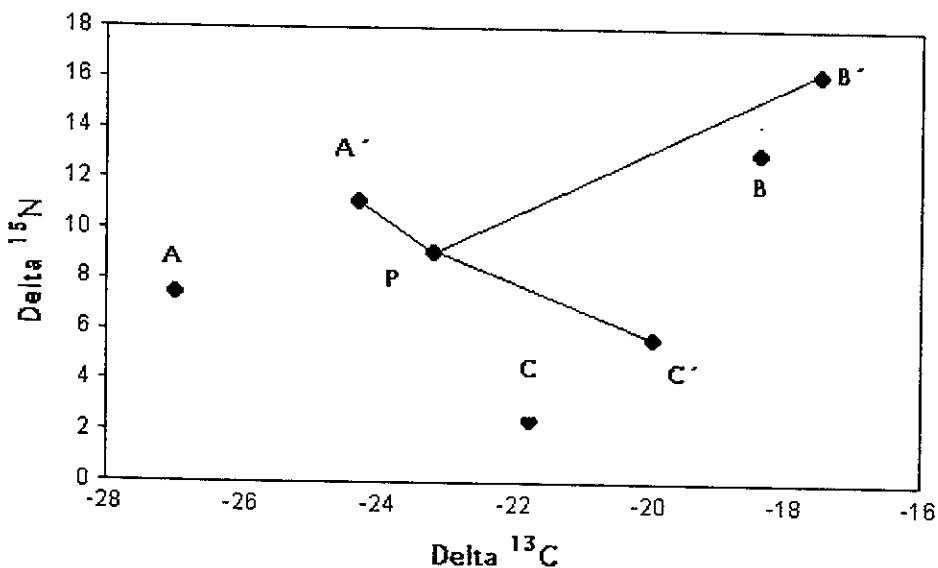


Figura 3: Distancias euclidianas. A, B, C son los alimentos, A', B', C' son los valores isotópicos corregidos de los alimentos y P es el murciélago.

La contribución de cada alimento a la dieta del murciélago está inversamente relacionada con la distancia entre el valor corregido de cada alimento y el valor del murciélago. A distancia mas corta, mayor es la contribución del alimento a la dieta del murciélago. Se calcularon las proporciones del alimento consumido por los murciélagos con la fórmula:

$$\% X = [(1/PX') / (1/PA') + (1/PB') + (1/PC')] \times 100$$

donde X es un tipo de alimento (A, B o C), y PA' , PB' y PC' son las distancias euclidianas correspondientes a cada uno de ellos (Ben-David, et al. 1997).

Una vez obtenidas las proporciones de alimentos consumidos, estos valores fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANOVA) de dos vías. Las variables independientes fueron tiempo y sexo, y la variable dependiente fue la contribución relativa de las plantas a la dieta de *G. soricina*. Cuando alguno de los factores o su interacción fueron significativos, se aplicó la prueba de Tukey para muestras desiguales. El análisis estadístico se llevó a cabo en Statistica for Windows Release 4.5.

Este modelo asume que cada murciélago consume todos los posibles tipos de alimento, por lo tanto tiende a sobrestimar la proporción del alimento consumido en menor cantidad y a subestimar la proporción de alimento consumido en mayor cantidad. Es por ello que este modelo se usa como un índice de la proporción del alimento que consume un murciélago

RESULTADOS

Se capturaron un total de 67 individuos. Las capturas fueron en la proporción siguiente: en febrero 8 hembras y 7 machos, en abril 7 hembras y 5 machos, en junio 5 hembras y 6 machos, en agosto 8 hembras y 2 machos; en octubre 2 hembras, 0 machos, y en diciembre 10 hembras y 8 machos (Apéndice 2). No se determinó la condición reproductiva de todos los individuos, debido a que a muchos de los organismos se les extrajo sangre en campo y se liberaron pocos minutos después de su captura.

Análisis estadístico de las fuentes alimenticias.- Los valores isotópicos de las plantas (Apéndice 3) e insectos (Apéndice 4) se sometieron a análisis estadístico. No se encontraron diferencias significativas en los valores estacionales de los insectos (Kruskal-Wallis ANOVA; $\delta^{13}\text{C}$: $P=0.10$; $\delta^{15}\text{N}$: $P = 0.16$) y las plantas ($\delta^{13}\text{C}$: $P = 0.10$; $\delta^{15}\text{N}$: $P = 0.19$). Por tanto, se usaron los valores anuales para caracterizar cada tipo de alimento. La composición isotópica de los distintos tipos de alimento fue significativamente diferente (MANOVA, Nitrógeno: $F = 26.69$, $P < 0.00001$; Carbono: $F = 67.88$, $P < 0.00001$). Se encontraron diferencias entre las plantas C_3 , las plantas CAM y los insectos C_3 en ambos valores isotópicos ($P < 0.001$). Aunque las plantas C_3 tuvieron valores más bajos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ que los valores de los insectos CAM-C4, la diferencia fue estadísticamente significativa solo en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ ($\delta^{15}\text{N}$: $P=0.102$, $\delta^{13}\text{C}$: $P=0.0001$). Las plantas CAM tuvieron $\delta^{13}\text{C}$ similares a los $\delta^{13}\text{C}$ de los insectos CAM-C4 ($P=0.999$), mientras que sus valores de $\delta^{15}\text{N}$ fueron significativamente ($P=0.001$). Finalmente, los insectos C-3 tuvieron valores de $\delta^{15}\text{N}$ similares a los de los insectos C-4/CAM ($P=0.988$) pero presentaron diferencias en sus valores de $\delta^{13}\text{C}$ ($P = 0.0001$).

Composición de $\delta^{13}\text{C}$ vs $\delta^{15}\text{N}$ de *G. soricina* y de sus fuentes alimenticias.- Los valores isotópicos de *G. soricina* sugieren que esta especie es un consumidor secundario pues presentó $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ más enriquecidos que los valores

encontrados para los insectos. Estos valores también indican que las fuentes de alimento principales durante el año fueron C3 (fig. 4).

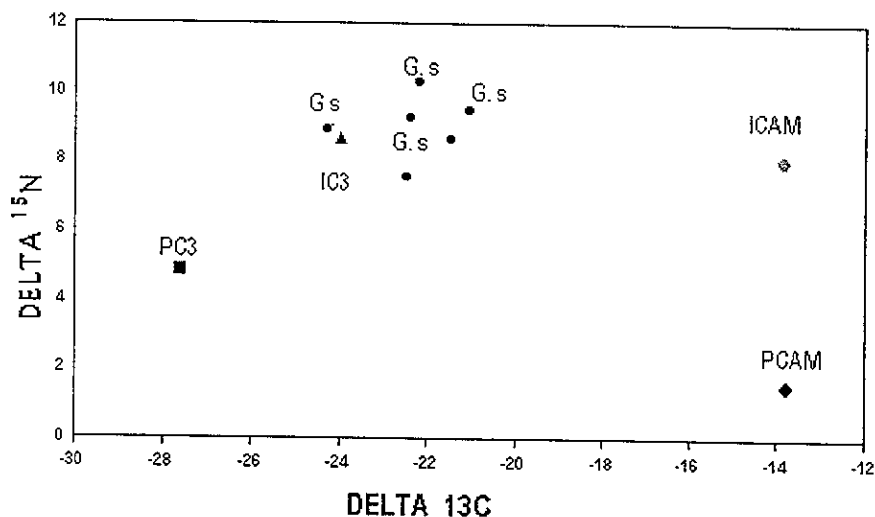


Figura 4. Composición isotópica de carbono y nitrógeno de *Glossophaga soricina* y de sus fuentes potenciales de alimento. Cada punto representa valores medios mensuales para *G. soricina* y valores medios anuales para plantas e insectos. Gs: *Glossophaga soricina*; PC3: plantas C3; PCAM: plantas CAM; IC3: insectos C3; ICAM: insectos CAM-C4.

Proporciones relativas de plantas e insectos en la dieta de *Glossophaga soricina*. - *Glossophaga soricina* se alimentó casi exclusivamente de fuentes C3 durante el año (fig. 5). Los insectos predominaron en su dieta la mayor parte del tiempo (51-75%) con variaciones significativas en las hembras en algunos periodos (fig. 4, Tiempo: $F = 8.53$, $P < 0.00001$; Sexo: $F = 0.57$, $P = 0.573$; Tiempo-Sexo: $F = 4.79$, $P = 0.001$). Las hembras fueron principalmente insectívoras de febrero a junio, y luego se incrementó su consumo de plantas hasta igualar el de los insectos en agosto ($P = 0.003$). El consumo de plantas disminuyó de nuevo en octubre ($P = 0.027$) y se volvió a incrementar en diciembre ($P = 0.005$).

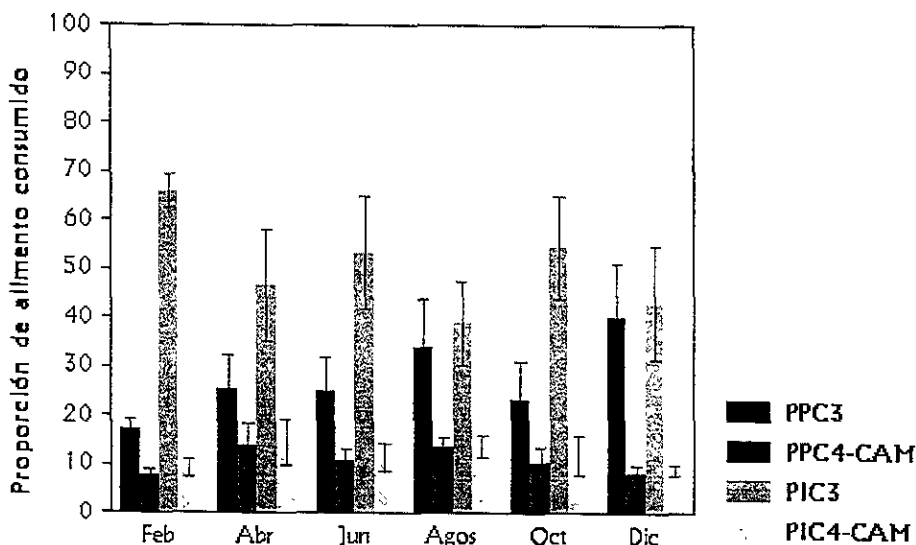


Figura 5. Proporción de cada alimento consumidos por machos y hembras de *G. soricina* en Chamela. PPC3: Proporción de Plantas C3; PPCAM: Proporción de plantas CAM; PIC3: Proporción de Insectos C3; PICAM: Proporción de Insectos CAM-C4.

El consumo de insectos por las hembras fue ligeramente mayor que el de los machos durante el año. En comparación con las hembras los machos consumieron plantas en mayor proporción que las hembras a lo largo del año.

Análisis de excretas y de polen en pelo.- A pesar de que se trató de obtener excretas de *G. soricina* durante todo el año, solamente se obtuvieron muestras para febrero, junio y agosto. En el análisis de excretas (fig. 6) se encontró que en febrero *G. soricina* se alimentó predominantemente de insectos, y en menor proporción de pulpa y de 5 especies de polen (Cuadro 1). En junio, *G. soricina* se alimentó exclusivamente de polen, cuya identificación taxonómica no fue posible debido a que no se aplicó en ellas las técnicas convencionales para la identificación de

debido a que no se aplicó en ellas las técnicas convencionales para la identificación de polen en excretas (Palacios, Ch, R., 1974). En agosto la alimentación de *G. soricina* fue más variada e incluyó distintas proporciones de frutos, insectos y polen

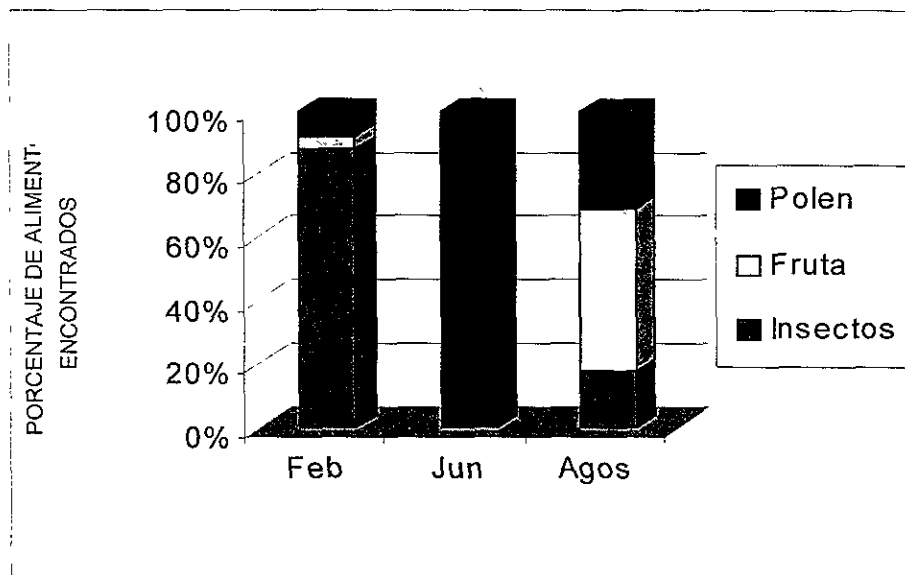


Figura 6: Alimentos encontrados en las excretas de *Glossophaga soricina*, en Chamela, Jalisco.

Cuadro 1. Especies de polen encontrados en excretas de *Glossophaga soricina*.

Periodo	Polen
Febrero	<i>Cactaceae</i> , <i>Ipomea</i> sp. , <i>Cordia</i> sp. <i>Ceiba pentafila</i> , <i>Bombax</i> sp. y <i>Acacea</i> sp.
Agosto	<i>Combretum</i> sp.

Las muestras de polen colectado de pelo en febrero correspondieron a 5 especies (Cuadro 2) y en octubre a 8 especies.

Cuadro 2. Polen encontrado en muestras colectadas del pelo de *Glossophaga soricina* Handleyi.

	No. de granos de polen
Febrero	
Cactaceae	24
<i>Combretum</i> sp.	1
Gramineae	1
<i>Ipomoea</i> sp.	74
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	1
Octubre	
Bignoniaceae	7
Compositae	3
<i>Coursetia seleri</i>	58
Desconocidas	2
Poligalaceae	2
<i>Polygonium punctatus</i>	5
<i>Psidium sarturianum</i>	1
Urticaceae	1

Patrón reproductivo.- El número de hembras capturadas a lo largo del año fue muy pequeño (37), con excepción de agosto (8) y diciembre (10) (fig. 7). En abril se capturaron dos hembras preñadas, y el número de hembras estas se incrementó a finales de la época seca (agosto y octubre) mientras que a inicios de la época de secas aumentó el número de hembras lactantes y post-lactantes. En febrero los machos (6) fueron inactivos, en junio se encontraron machos con testículos escrotados (2).

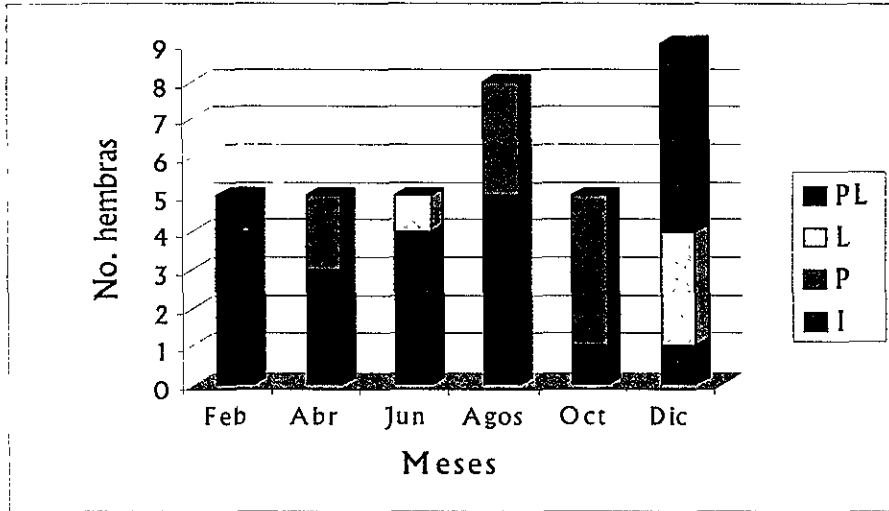


Figura 7. Patrón reproductivo de *Glossophaga soricina* en Chamela, Jalisco. PL: Poslactante; L: Lactante; P: Preñada; I: inactiva.

No se observaron diferencias en los porcentajes de alimento consumidos por las hembras en distintos períodos reproductivos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores promedio de los porcentajes de plantas consumidas por hembras de *G. soricina* en diferentes estados reproductivos.

Mes	Inactivas	Preñadas	Lactantes	Post lactante
Febrero	24.9 ± 5.8 n = 5			
Abril	39.1 ± 13.6 n = 4	35.3 ± 9.8 n = 2		
Junio	26.8 ± 6.5 n = 5		33.8 n = 1	
Agosto	49.9 ± 9.4 n = 6	50.6 ± 8.8 n = 3	49.3 ± 8.8 n = 3	
Octubre	33.5 n = 1	36.4 ± 11.7 n = 1		
Diciembre	46.5 n = 1		59.4 ± 4.5 n = 3	40.5 ± 4.5 n = 5

DISCUSION

Los insectos fueron más importantes en la dieta de *G. soricina* que las plantas en algunos períodos. En ambos casos las fuentes de alimento fueron predominantemente C3.

Al parecer esta especie cubrió sus requerimientos proteicos con insectos durante la mayor parte del año, con excepción de agosto y diciembre cuando el consumo de las plantas fue similar al de insectos en las hembras. El mayor consumo de insectos se dio a mediados de la época de secas, aunque a mediados de la época de lluvias *G. soricina* consumió un porcentaje elevado de insectos. El análisis isotópico reveló que *G. soricina* no consume frecuentemente plantas CAM o Insectos CAM-C4, lo que podría explicarse porque en Chamela no existe un número importante de Cactaceas o de Crasulaceas. Los resultados del análisis isotópico y el análisis de excretas son similares.

No se puede dar una conclusión definitiva sobre los hábitos alimentarios de *G. soricina* a partir del examen del contenido de excretas debido al pequeño número de muestras colectado, ya que sólo se obtuvieron muestras para el mes de febrero, junio y agosto. Durante febrero se encontró un alto contenido de insectos mientras que en junio *G. soricina* consumió solo polen y en agosto frutos, insectos y polen. Debido a que los restos de los insectos encontrados en las excretas estaban fragmentados fue imposible su identificación aunque se detectaron escamas de Lepidóptera, lo que concuerda con lo reportado en la literatura (Lemke 1984). Varios estudios indican que *G. soricina* responde oportunamente a la abundancia de insectos, aun cuando pueda seleccionar otro tipo de alimento (Fleming, *et al.*, 1972; Fleming 1995b; Howell y Burch, 1974; Ayala y D'Alessandro, 1973)

Los granos de polen encontrados en excretas y en pelo fueron de especies, géneros y familias que han sido reportadas en otros trabajos como consumidas por *G. soricina*, con excepción de *Coursetia seleri*. Por ejemplo, *Ipomoea*, *Combretum*

farinosum, *Bombax ellipticum*, *Ceiba sp.*, y *Agave* han sido reportadas en Guerrero (Quiroz *et. al.*, 1986), y *Pseudobombax ellipticum* en Morelos (Eguiarte, *et al.*, 1987). El número de granos de polen que se encontraron en las muestras analizadas fue muy bajo en comparación con los encontrados en otros trabajos (Quiroz, *et al.*, 1986; Eguiarte, 1987; Arita y Martínez, 1991). Quiroz *et. al.*, (1986) indican que la cantidad de polen consumida por *Glossophaga soricina* es considerablemente menor que la consumida por *Leptonycteris curasoae*; las autoras califican a *G. soricina* como una especie de bajo consumo de polen, que satisface sus necesidades nutricionales con otros recursos alimentarios tales como invertebrados (insectos y arácnidos) y néctar, y por lo tanto califican a esta especie como palinófago facultativo. Además, indican que sus características morfológicas y fisiológicas ponen de manifiesto su capacidad para suplementar su dieta con el consumo de partes florales, frutos e insectos (Quiroz, *et al.* 1986).

Los resultados que se obtuvieron a través del examen del contenido de excretas y de pelo coinciden con los resultados encontrados en otros trabajos, los cuales indican que los insectos son una fuente importante de alimento para *G. soricina* (Fleming *et al.*, 1972; Gaona 1997; Howell and Burch 1974; Lemke 1984, Quiroz *et al.*, 1986, Willing *et al.*, 1993).

Los resultados isotópicos obtenidos en este trabajo, concuerdan con los obtenidos por Fleming *et al.*, (1993) en el suroeste de México. En ambos casos, se encontró que *G. soricina* consume básicamente alimentos de origen C₃, aun cuando estos valores varían significativamente entre algunos meses probablemente por cambios en el uso relativo de plantas e insectos en su alimentación. Los resultados de este trabajo son también similares a los encontrados por Herrera *et al.* (1998) en Campeche donde estos autores valoraron el nivel trófico de varias especies de murciélagos utilizando sus valores isotópicos. En Campeche, *G. soricina* tiene valores isotópicos que sugieren una dieta mixta de plantas e insectos (Herrera *et al.* 1998). Finalmente un estudio similar al presente trabajo en la selva húmeda de Los Tuxtlas,

Veracruz utilizando métodos isotópicos, indica que la alimentación de *G. soricina* es una mezcla de insectos y plantas (Manzo y Estrada, inédito).

A lo largo de todo el año se capturaron hembras lactantes, aún cuando no se conoce el tiempo de lactancia para esta especie, en *L. curasoe* el período es de cuatro a ocho semanas (Jennes y Studier, 1979) lo que sugiere que *G. soricina* se reproduce durante todo el año. Datos similares fueron encontrados por Wilson (1979) en el estado de Jalisco. Este autor clasificó el patrón reproductivo de *G. soricina* como poliéstrico bimodal. El pico de preñez ocurrió en los meses de agosto y octubre, cuando hay una mayor abundancia de recursos ya que coincide con el pico de lluvias, por tanto es de suponer que los períodos de preñez, lactancia y destete de los murciélagos nectarívoros estén sincronizados con los ciclos de abundancia de recursos (Arita y Martínez, 1990).

El patrón reproductivo encontrado en Chamela es poliéstrico bimodal, lo cual coincide con lo reportado en la literatura (Fleming, *et al.*, 1972; Wilson, 1979; Nowak R. y J. Paradisco. 1983; Ceballos y Miranda, 1986)

Los cambios en las proporciones isotópicas de los alimentos consumidos por *G. soricina* probablemente reflejan los cambios estacionales en la disponibilidad de fuentes alimenticias. Por ejemplo, la aparición de ciertas especies de polen en excretas y pelo de *G. soricina* coincide con los períodos de floración de estas plantas en Chamela. Bullock y Solís-Magallanes (1990) reportan que para Chamela la actividad de floración de los árboles de dosel ocurre al comienzo de la época húmeda (a finales de Junio y comienzos de Julio). Los picos de floración en de las plantas visitadas por murciélagos, ocurren en enero (*Ipomoea*), junio (*Crescentia alata*, *Cephalocereus purpusii*), agosto (*Stenocereus chrysocarpus*) y noviembre (*Bauhinia unguolata*, *Ceiba aesculifolia*). El aumento en el consumo de alimentos vegetales en la dieta de *G. soricina* que ocurre en Diciembre, está relacionado probablemente por el pico de floración de *Ceiba* y *Bauhinia* en noviembre (Bullock y Solís-Magallanes 1990).

CONCLUSIONES

- *Glossophaga soricina* se alimentó principalmente de una mezcla de insectos (Lepidopteros) y plantas C3 durante el año, en agosto y diciembre el consumo de las plantas fue similar al de los insectos en las hembras, mientras que las fuentes C4-CAM no son importantes para esta especie en la región de Chamela, Jalisco.
- Entre las especies de polen identificados en las muestras se encontró que esta especie se alimenta principalmente de *Ipomoea* sp, *Ceiba pentafila*, *Bombax* sp, *Coursetia seleri* además de que se identificaron granos de polen de la familia Cactaceae.
- Se considera a *Glossophaga soricina* como una especie omnívora.
- Esta especie cubre sus requerimientos proteicos con insectos durante la mayor parte del año.
- El número de individuos capturados en cada estado reproductivo fue muy pequeño, pero se puede afirmar que no existen cambios en la alimentación de esta especie relacionados con la condición reproductiva de las hembras.
- El patrón reproductivo de esta especie en Chamela es poliestríco bimodal.
- El patrón reproductivo de *G. soricina* no está relacionado con los cambios fenológicos existentes en la zona de Chamela, Jalisco

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

LITERATURA CITADA

- Arita, H. T., y Martínez, C. 1990. Interacciones flor-murciélago: un enfoque zoocéntrico. UNAM: Publicaciones Especiales, Instituto de Biología UNAM. 4
- Arizmendi, M. 1990. Avifauna de la región de Chamela, Jalisco. Cuadernos del Instituto de Biología 4. UNAM, México.
- Ayala, S. C y D'alessandro. 1973. Insect feeding behavior of some Colombian Fruit-eating. J. of Mammalogy 54(1): 266-267
- Baker, H. G., 1970. Two cases of bat pollination in Central America. Rev. Biol. Trop. 17: 1987-197
- Ben-David, M, R.W Flynn y D.M Schell. 1997. Annual and seasonal changes in diets of martens: evidence from stable isotope analysis. Oecologia. 111: 280-291
- Bonacorzo, F., y Th. J. Gush. 1987. Feeding behavior and foraging strategies of captive phyllostomid fruit bats: an experimental study. J. Mamm. 56, 907-920.
- Bullock, S., y A. S. Magallanes, 1990. Phaenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. Biotropica 22 (1): 22-35.
- Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco. Manual de campo. UNAM. Instituto de Biología.
- Ceballos, G. y Th. Fleming. 1997. Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, Mexico. Journal of Mammalogy, 78(4): 1220-1230.
- Corona, T. M., 1993. Conocimiento y análisis actual sobre la biología de los murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en la cueva del Polvorín, cerro de Oro, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Inédito. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

- De Villa, A., 1998. Análisis de los hábitos alimentarios del ocelote (*Leopardis pardalis*) en la selva baja caducifolia de la región de Chamela, Jalisco, México. Inédito. Tesis de Licenciatura de la Carrera de Biología. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala.
- Dinerstein, E. 1986. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit reproduction in a Costa Rican cloud forest. *Biotropica*, 18(4): 307:318
- Des Marais, D.J., Mitchell, J. M., Meinschein, W.G. & Hayes, J. N, 1980. The carbon isotope biogeochemistry of the individual hydrocarbons in bat guano and the ecology of the insectivorous bats in the region of Carlsbad, New Mexico. *Geochim. Cosmochim. Acta* 44: 2075-2086
- Eguiarte, L. Martínez del Río, y Arita, H. T. 1987. El néctar y el polen como recurso: el papel ecológico de los visitantes a las flores de *Pseudobombax ellipticum* (H.B.K.) Dugand. *Biotropica* 19 (1): 74-82
- Ehleringer, J. R., P. Rundel y K. A. Nagy. 1986. Stable Isotopes in physiological ecology and food web research. *IREE*. Vol. 1 August, 42-45.
- Ehleringer, J. R., 1991. $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ Fractionation and its utility in terrestrial plant studies. En Coleman D., y B. Fry (ed.) *Carbon Isotope Techniques*. Academic Press Inc.
- Fleming, Th., Hooper, E, and D. E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology* 53 (4): -569.
- Fleming, Th., R. A. Nuñez y L. da S. Lobo. 1993. Seasonal changes in the diets of migrant and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope analysis. *Oecologia* 94: 72-75.
- Fleming, Th. 1995a. The use of stable isotopes to study the diets of plant-visiting bats. *Simp. Zool. Soc. Lond. No. 67*: 99-110

- Fleming, Th. 1995b. Pollination ad frugivory in Phyllostomid bats of arid regions. *Marmosiana* No.1 87-93
- Gannes, L., D. O'Brian y C. Martínez D. R. 1997. Stable isotopes in animal ecology: assumptions, caveats and a call for more laboratory experiments. *Ecology*. 78(4) 1371-1276
- Gaona, P. O., 1997. Dispersión de semillas y hábitos alimenticios de murciélagos frugívoros en la Selva Lacandona, Chiapas. Inédito. Tesis Licenciatura: Departamento de Biología, Fac. Ciencias, UNAM: México.
- Gardner, A. L. 1977. Feeding habits. In biology of Bats of the New World Family Phyllostomidae, Part II. (B. J. Backer, J. K. Jones y D. C. Carter eds.). Special Publications. The museum Texas Teach University 13: 293-350
- Goodwin, E. R., 1970. The ecology of Jamaican bats. *J. Mamm* 51(3): 571-579
- Heithaus, E. R. Th. Fleming y P. A. Opler. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bat in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56: 841-854
- Herrera, L. G; Fleming, T. H. & Findley, J. S. 1993. Geographic variation in carbon composition of the pallid bat, *Antrozous pallidus*, and its dietary implications. *J. Mammal*. 74: 601-606
- Herrera, L. G.; Th. Fleming & Stenberg, 1998. Trophic relationships in a neotropical bat community: a preliminary study using carbon and nitrogen isotopes signatures. *Tropical Ecology* 39(1): 23-29
- Hill J. E. 1992. Bats a natural history. University of Texas. Austin, USA.
- Hobson, K. A. y R. G. Clark, 1992. Assessing avian diets using stable isotopes turnover of ^{13}C in tissues. *The Condor*. 94: 181-188.
- Howell, D. J. y D. Burch. 1974. Food habits of some Costa Rican bats. *Rev. Biol. Trop.* 21 (2), 281-294.

- Howell, D. J y N. Hodkins. 1976. Feeding adaptations in the hairs and tongues of nectar-feeding bats. *J. Morph.* 148: 329-336
- Jennes, R, y E. H. Studier. 1979. Lactation and milk. In *biology of Bats of the New World Family Phyllostomidae, Part I.* (B. J. Backer, J. K. Jones y D. C. Carter eds.). Special Publications. The museum Texas Teach University 10: 201-218
- Kapp, R. 1969. *How to know: pollen and spores.* WM Brown Company Publishers, USA.
- Lemke, Th. D. 1984. Foraging ecology of the long-nosed bat, *Glossophaga soricina* with respect to resource availability. *Ecology.* 65 (2), 538-548
- Lott, E. J. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela Bay region, Jalisco, Mexico. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences.* No. 143. 1-60.
- Manzo, A. A., y D. A. Estrada. . Variación estacional de los hábitos alimenticios de *Sturnira lilium* y *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae) mediante el uso de marcadores isotópicos de carbono y nitrógeno. Tesis que se está desarrollando en el Instituto de Biología, UNAM.
- Medellín, A. R, y H.T. Arita. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Ed. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México.
- Nowak R. y J. Paradisco. 1983. *Walker's mammals of the world. Volume I.* The John Hopkins. University Press Baltimore and London.
- Pacheco, R., Salazar E., 1990. Anatomía gruesa y descriptiva de los quirópteros frugívoros de la Costa Chica de Guerrero, México. Inédito. Tesis conjunta (Licenciatura: Carrera de Biología) ENEP Zaragoza, UNAM. México.

- Palacios, Ch., R. 1974. Observaciones en el polen de plantas con probable polinización quiropterofilia. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN.* 21: 115-143. México.
- Quiroz, D. L., Xelhuantzi, S., y Zamora, C., 1986. Análisis palinológico del contenido gastrointestinal de los murciélagos *Glossophaga soricina* y *Leptonycteris yerbabuenae* de las grutas de Juxtahuaca, Guerrero. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Colección Científica. México.
- Ramírez-Pulido, J. y M. A. Armella. 1987. Activity patterns of neotropical bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Guerrero, Mexico. *The Southwestern Naturalist* 32(3): 363-370
- Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1993a. Diversidad mastozoológica en México. Vol. Esp. (XLIV) *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 413-427
- Ramírez-Pulido, J.; M. A. Armella y A. Castro-Campillo. 1993b. Reproductive patterns of three neotropical bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Guerrero, México. *The South Western Naturalist* 38(1): 24-28.
- Sánchez, H. C, Chaves, T. C., Nuñez G. A., Ceballos, D. E. y M. A. Gurrola. 1985. Notes on distributions and reproduction of bats from coastal regions of Michoacán, Mexico. *J. Mamm* 66(1): 544-553
- Sosa, M.; De Ascençao, A, y P. Soriano. 1996. Dieta y patrón reproductivo de *Rhogeessa minutilla* (Chiroptera: Vespertilionidae) en una zona árida de los Andes, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 44(2): 867-875
- Swan, D. E., Kuenzi, A.J., Morrison, M. L. y DeStefano, S. 1991. Effects of sampling blood on survival of small mammals. *J. of Mammalogy* 78 (3) 908-913.
- Thomas, D. W., 1988. Analysis of diets of plants-visiting bats. *In* Kunz, Th. (Ed) *Ecological a Behavioral Methods for the study of bats.* Smithsonian Institution Press. USA.

- Tieszen, S; Boutton, T. W.; K. G. Tesdhal, y N. A. Slade. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: Implications for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. *Oecologia*. 57: 32-37
- Villa, R., B. 1966. Los murciélagos de México: su importancia en la economía y la salubridad, su clasificación y sistemática. Instituto de Biología. UNAM.
- Whitaker, J. O., 1988. Food habits analysis of insectivorous bats, *In* Kunz, Th. (Ed) *Ecological Behavioral Methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press. USA.
- Wilson, D. 1979. Reproductive patterns in Bats. In *biology of Bats of the New World. Family Phyllostomidae, Part II (B.J)*.
- Willing, M. R., 1985. Reproductive patterns of bats from Coatingas y Cerrado Biomes in Northeast Brazil. *J. Mamm.* 66(4): 668-681
- Willing, R., G. R. Camilo y S. J. Noble. 1993. Dietary overlap in frugivorous and insectivorous bats from Edaphic Cerrado habits of Brazil. *J. of Mammalogy* 74 (1): 117-128.
- Yamane, R. 1973. *Estadística*. Tercera Edición. Harla, S. A., México. 770 pp.

Apéndice 1. Datos de los ejemplares a los cuales se les tomo una muestra, y que están depositados en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM. Los números corresponden al catálogo de la CNM

No. Catálogo	Sexo	Condición Reproductiva	Fecha	Localidad	* $\delta^{13}\text{C}$	* $\delta^{15}\text{N}$
13975	Macho	test. Escrotados	Octubre-1971	2 km S Chamela,	-21.70	10.20
13976	Macho	test. Escrotados	Octubre-1971	2 km S Chamela,	-22.20	10.20
13977	Macho	test. Escrotados	Octubre-1971	± 2 km. S Chamela	-21.80	9.30
13978	Macho	N. D	Octubre-1971	2 km. S Chamela	-19.40	10.00
14026	Hembra	Preñada	Octubre-1971	6 km E Chamela,	-23.30	8.40
14036	Macho	N. D	Octubre-1971	2 km S Chamela,	-21.80	8.70
14037	Hembra	Preñada	Octubre-1971	2 km S Chamela,	-22.00	10.60
16851	Hembra	Preñada	Noviembre-78	Estero " El Negrito" Chamela	-22.50	9.30

Apéndice 2.- Ejemplares de *Glossophaga soricina* h. capturados de febrero de 1998
a Diciembre de 1998.

Sexo	Edo. reprod.	Fecha	Localidad	* δ ^{13}C 0/00	* δ ^{15}N 0/00
Hembra	N. D.	Feb	3	-21,45	11,28
Macho	Test. Abdominales	Feb	3	-	-
Macho	Test. Abdominales	Feb	1	-22,19	10,41
Macho	Test. Abdominales	Feb	1	-23,39	9,97
Hembra	N. D.	Feb	1	-21,80	10,06
Macho	Test. Abdominales	Feb	1	-22,32	9,94
Macho	Test. Abdominales	Feb	1	-23,39	9,94
Hembra	N. D.	Feb	1	-22,47	10,27
Hembra	N. D.	Feb	1	-	-
Hembra	N. D.	Feb	2	-21,94	9,94
Macho	Test. Escrotados	Feb	2	-	-
Hembra	N. D.	Feb	2	-	-
Hembra	N. D.	Feb	2	-21,51	11,14
Hembra	Preñada	Feb	2	-	-
Macho	Test. Abdominales	Feb	2	-21,70	10,56
Macho	Test. Abdominales	Abr	1	-23,01	7,57
Macho	Test. Abdominales	Abr	1	-22,37	9,00
Macho	Test. Abdominales	Abr	1	-20,95	8,84
Hembra	Preñada	Abr	1	-22,62	8,38
Hembra	N. D.	Abr	1	-21,52	10,77
Hembra	N. D.	Abr	1	-21,22	8,63
Macho	Test. Abdominales	Abr	1	-21,21	9,49
Macho	Test. Abdominales	Abr	1	-18,42	8,45
Hembra	N. D.	Abr	3	-21,94	5,59
Hembra	Preñada	Abr	2	-21,54	10,13
Macho	Preñada	Jun	2	-	-
Macho	Test. Escrotados	Jun	3	-22,58	7,95
Macho	Test. Escrotados	Jun	1	-22,64	7,99
Hembra	Lactante	Jun	1	-22,45	8,19
Hembra	Test. Abdominales	Jun	1	-22,93	9,35
Macho	N. D.	Jun	1	-22,78	9,27
Macho	Test. Abdominales	Jun	1	-22,16	7,57
Hembra	Lactante	Jun	2	-22,26	9,35
Hembra	N. D.	Jun	2	-22,47	9,95

Hembra	N. D.	Jun	2	-22,6	10,34
Macho	N. D.	Jun	2	-21,34	13,17
Macho	Test. Abdominales	Jun	2	-	-
Macho	Test. Escrotados	Agos	1	-21,36	8,71
Hembra	N. D.	Agos	1	-21,98	9,19
Hembra	N. D.	Agos	1	-24,06	6,26
Hembra	N. D.	Agos	1	-23,47	7,67
Hembra	N. D.	Agos	1	-21,92	8,25
Hembra	N. D.	Agos	1	-20,33	9,05
Hembra	Preñada	Agos	1	-22,44	6,21
Hembra	Preñada	Agos	4	-23,82	5,55
Hembra	Preñada	Agos	4	-21,56	8,33
Hembra	N. D.	Agos	4	-23,82	6,39
Macho	N. D.	Oct	4	-22,20	9,30
Hembra	Test. Escrotados	Oct	1	-23,60	10,20
Macho	Poslactante	Dic	1	-24,90	10,40
Hembra	Test. Escrotados	Dic	5	-24,30	10,00
Macho	Poslactante	Dic	5	-25,00	9,00
Hembra	N. D.	Dic	5	-25,10	10,30
Macho	Poslactante	Dic	5	-23,20	9,20
Hembra	Poslactante	Dic	5	-23,90	8,80
Macho	N. D.	Dic	5	-25,00	8,40
Hembra	Lactante	Dic	6	-23,70	8,90
Macho	Test. Escrotados	Dic	6	-25,10	8,40
Hembra	N. D.	Dic	6	-24,00	10,40
Macho	Lactante	Dic	6	-24,50	8,60
Macho	Test. Escrotados	Dic	6	-24,30	9,50
Hembra	N. D.	Dic	6	-24,80	9,70
Hembra	Poslactante	Dic	6	-23,80	8,50
Hembra	Lactante	Dic	6	-24,00	6,80
Hembra	Poslactante	Dic	6	-24,60	8,50
Hembra	Inactiva	Dic	6	-23,80	8,70

Apéndice 3. Valores obtenidos del análisis Isotópico de las plantas. Las plantas fueron colectadas en la EBCh

Especie	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	$\delta^{15}\text{N}$ ‰	Fecha
<i>Ficus insipida</i>	-25.709	3.741	Feb
<i>Ficus insipida</i>	-24.068	4.823	Feb
<i>Ficus insipida</i>	-27.59	4.57	Feb
<i>Ficus insipida</i>	-24.13	4.01	Feb
<i>Ficus insipida</i>	-21.139	0.009	Feb
<i>Opuntia excelsa</i>	-14.72	2.14	Abr
<i>Opuntia excelsa</i>	-14.68	1.95	Abr
<i>Solanum</i>	-29.835	6.886	Abr
<i>Ficus insipida</i>	-29.877	5.31	Abr
<i>Ficus insipida</i>	-32.555	8.881	Abr
<i>Ficus insipida</i>	-27.267	9.21	Abr
<i>Ficus insipida</i>	-30.595	6.137	Abr
<i>Ficus insipida</i>	-28.826	9.964	Abr
<i>Ficus insipida</i>	-28.554	5.526	Abr
<i>Spondias purpurea</i>	-27.262	3.694	Abr
<i>Spondias purpurea</i>	-27.597	1.983	Abr
<i>Spondias purpurea</i>	-28.511	4.102	Jun
<i>Opuntia puberla</i>	-12.68	0.97	Jun
<i>Spondias purpurea</i>	-25.415	2.975	Jun
<i>Opuntia puberla</i>	-13.08	1.01	Jun
<i>Annona muricata</i>	-26.651	7.829	Jun
<i>Manguifera indica</i>	-25.86	4.29	Jun
<i>Ficus insipida</i>	-28.671	5.853	Jun
<i>Spondias purpurea</i>	-26.761	-3.319	Jun
<i>Spondias purpurea</i>	-28.24	2.66	Jun
<i>Spondias purpurea</i>	-26.74	3.37	Jun
<i>Spondias purpurea</i>	-24.78	2.378	Jun
<i>Ficus sp</i>	-27.755	6.407	Oct
<i>Ficus insipida</i>	-30.45	5.527	Oct
<i>Ficus sp</i>	-30.489	5.652	Oct
<i>Ficus sp</i>	-25.918	5.18	Oct
<i>Ficus sp</i>	-21.825	2.813	Dic
<i>Terminelia catappa</i>	-30.315	1.506	Dic
<i>Terminelia catappa</i>	-29.137	1.02	Dic

<i>Ficus insipida</i>	-25.287	6.208	Dic
<i>Ficus</i> sp	-31.135	-1.335	Dic
<i>Ficus insipida</i>	-26.672	5.147	Dic
<i>Ficus</i> sp	-29.082	2.786	Dic
<i>Ficus insipida</i>	-32.123		Dic

Apéndice 4.- Valores obtenidos del análisis isotópico de insectos. En su mayor parte los insectos fueron colectados en la EBCh o en el arroyo Chamela

Orden	Familia	Fecha	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	$\delta^{15}\text{N}$ ‰
Coleoptera	Escarabaeidae	Feb	-28,04	8,02
Lepidoptera	-	Feb	-16,60	8,71
Himenoptera	Vespidae	Feb	-26,09	5,68
Diptera	Culicidae	Feb	-20,89	7,88
Himenoptera	Sphécidae	Feb	-25,65	8,56
Himenoptera	Mutillidae	Feb	-25,14	9,62
Lepidoptera	-	Feb	-31,67	4,82
Lepidoptera	-	Abr	-24,51	5,98
Lepidoptera	-	Abr	-27,97	8,14
Coleoptera	Staphylinidae , Elateridae	Jun	-22,93	4,07
Coleoptera	Carabidae, Platypodidae, Anthicidae y Dryopidae	Jun	-25,13	18,23
Coleoptera	Elateridae	Jun	-23,54	9,34
Coleoptera	Carabidae	Jun	-17,82	8,16
Coleoptera	Carabidae	Jun	-13,40	9,21
Coleoptera	Elateridae y Melolontidae	Jun	-18,14	10,43
Desconocido	Carabidae	Jun	-22,96	9,86
Hemiptera	Cicindelidae	Jun	-20,22	16,85
Desconocido	Cerambycidae	Jun	-25,19	5,12
Coleoptera	Tenebrionidae y Melolontidae	Jun	-20,99	5,68
Coleoptera	Carabidae	Jun	-13,44	7,66
Coleoptera	Melolontidae y Elateridae	Jun	-24,77	9,34
Coleoptera	Melolontidae	Jun	-21,67	8,97
Coleoptera	Scarabaeidae	Jun	-25,92	9,28
Coleoptera	Carabidae	Jun	-12,82	8,68
Coleoptera	Coccinellidae	Jun	-23,11	10,00
Coleoptera	Escarabaeidae	Jun	-24,92	8,08
Coleoptera	Escarabaeidae	Jun	-17,57	13,87
Coleoptera	Escarabaeidae	Jun	-26,94	4,33
Coleoptera	Melolontidae	Jun	-20,85	7,61
Hemiptera	-	Jun	-24,04	6,51

Lepidoptera	-	Agos	-26,37	7,23
Coleoptera	-	Agos	-17,68	5,01
Coleoptera	-	Agos	-27,23	5,71
Coleoptera	-	Agos	-25,46	5,63
Coleoptera	-	Agos	-26,30	6,84
Coleoptera	-	Agos	-25,22	6,04
Coleoptera	-	Agos	-19,02	9,01
Coleoptera	-	Agos	-24,64	5,60
Lepidoptera	-	Dic	-28,35	10,30
Coleoptera	Escarabaeidae	Dic	-26,59	8,12
Lepidoptera	-	Dic	-30,27	5,92
Lepidoptera	-	Dic	-28,35	6,81
Coleoptera	Cureulinoidea	Dic	-12,63	7,36