



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN
PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL,
UNIDAD OAXACA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

(BIODIVERSIDAD DEL NEOTRÓPICO)

**ÁREA DE ACTIVIDAD Y PREFERENCIA DE HÁBITAT DEL
MURCIÉLAGO *Sturnira hondurensis* EN LA SIERRA NORTE
DE OAXACA, MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACÁDEMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

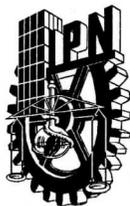
PRESENTA:

BIÓL. GABRIELA GALINDO GONZÁLEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. JOSÉ ANTONIO SANTOS MORENO

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, Oax. Mayo 2016



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 19 del mes de mayo del 2016 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca** (CIIDIR-OAXACA) para examinar la tesis de grado titulada: Área de actividad y preferencia de hábitat del murciélago *Sturnira hondurensis* en la Sierra Norte de Oaxaca, México

Presentado por la alumna:

Galindo

Apellido paterno

González

materno

Gabriela

nombre(s)

Con registro:

A	1	4	0	0	4	9
---	---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

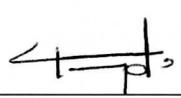
LA COMISION REVISORA

Director de tesis


Dr. José Antonio Santos Moreno


Dr. John Williams


Dr. José Williams César Torres Flores


M. en C. Graciela Eugenia González Pérez


Dra. Demetria Martha Mondragón Chaparro

EI PRESIDENTE DEL COLEGIO


Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez
Director





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 19 del mes de mayo del año 2016, el (la) que suscribe Galindo González Gabriela alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro A140049, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. José Antonio Santos Moreno y cede los derechos del trabajo titulado: **Área de actividad y preferencia de hábitat del murciélago *Sturnira hondurensis* en la Sierra Norte de Oaxaca, México** al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: posgradoox@ipn.mx ó gali_319@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Galindo González Gabriela



CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACION PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD OAXACA
I.P.N.

DEDICATORIAS

A mi pequeña hermosa Camila Ximena por la alegría con la que me inundas cada mañana, por el peligro al que te expuse durante los días en campo y por si fuera poco, porque sin darte cuenta tuviste que dormir varias noches sólo para que pudiera terminar esta tesis.

A Alex por permitirme compartir esta experiencia a tu lado, gracias por estar dispuesto a ayudarme en todo momento y hacer de esta investigación algo de los dos (esto te pertenece) sin tu apoyo, paciencia y amor esta tesis no hubiera concluido de una mejor manera.

A mis padres y hermanos por todo su cariño, por comprender mi ausencia durante este tiempo, y sobretodo por tratar de entender mi extraña carrera y cada una de mis locuras y sin importar brindarme su apoyo, especialmente usted mami.

A esos pequeños seres fascinantes que tuvieron que ser sacrificados en nombre de la ciencia, que sin perderles el miedo me enseñaron a respetarlos, admirarlos y permitieron ser mi objeto de estudio.

Gaby

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca de estudios otorgada.

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por los proyectos SIP-20141162 y SIP-20151481 otorgados a A. Santos-Moreno, por la beca tesis y PIFI de maestría.

Agradezco a mi director de tesis, el Dr. José Antonio Santos-Moreno, por su apoyo y consejos durante la planeación y elaboración del proyecto de investigación, por compartir su conocimiento, por el apoyo económico brindado, así como por su valiosa amistad.

A los miembros del comité tutorial y revisores de tesis: Dr. Gabriel Ramos Fernández, Dr. Marcelo U. García Guerrero, M. C. Graciela E. González Pérez, Dr. Gustavo Díaz Hinojosa, Dr. Williams Torres Flores, Dr. John Williams, que contribuyeron con sus comenarios y sugerencias para mejorar este documento.

Al Laboratorio de Ecología Animal del CIIDIR-OAXACA por brindarme la oportunidad de formar parte del grupo de estudiantes que en él laboran, por tener acceso incondicional al acervo bibliográfico y al material de campo.

Agradezco también a cada uno de los profesores que contribuyeron en mi formación académica.

Al Comisariado de Bienes Comunales de San Pedro Yólox por los permisos y facilidades otorgados para la realización del presente trabajo.

A los compañeros de campo: Alex, Tonatiuh, César, Liliana, Gaby, Sanitago, Iván, Vidal, Alida, Dulce, Elder, Raquel, David, Leobardo, Faustino y Ever, por compartir su tiempo y aventurarase a nuevas experiencias, por todos los momentos agradables vividos en campo y sobretodo por permanecer de pie bajo las inclemencias del tiempo.

También, quiero expresar mi infinito agradecimiento a todas aquellas personas que nos abrieron las puertas de su hogar y la amabilidad con la que siempre nos trataron: Sr. Onesimo, Sr. Rafael, Sr. Evaristo, Sr. Juvencio, Sr. Edmundo, Sr. Joaquín, Sr. Tomás, Sr. Pio y a sus respectivas esposas.

Finalmente, quisiera reconocer que esta tesis es el resultado de la colaboración y esfuerzo de un conjunto de personas que voluntaria e involuntariamente la hicieron posible, las cuales al mismo tiempo me hicieron crecer profesionalmente.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
Aspectos biológicos de <i>Sturnira hondurensis</i>	3
Área de actividad y ámbito hogareño	3
Sistemas de apareamiento y patrones reproductivos	6
Preferencia de hábitat.....	7
Radiotelemetría para el estudio de murciélagos	8
Estimadores.....	10
ANTECEDENTES	12
JUSTIFICACIÓN	13
LITERATURA CITADA.....	14
CAPITULO II.....	22
ÁREA DE ACTIVIDAD Y PREFERENCIA DE HÁBITAT DEL MURCIÉLAGO	
<i>Sturnira hondurensis</i> EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA, MÉXICO	22
INTRODUCCIÓN.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
RESULTADOS	28
DISCUSIÓN.....	31
LITERATURA CITADA.....	40
CUADROS	46
FIGURAS	51

ÁREA DE ACTIVIDAD Y PREFERENCIA DE HÁBITAT DEL MURCIÉLAGO *Sturnira hondurensis* EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA, MÉXICO

RESUMEN

El murciélago *Sturnira hondurensis* juega un papel ecológico determinante en los ecosistemas tropicales, como dispersor de semillas de especies de plantas consideradas elementos clave. Sin embargo, a pesar de que esta especie frugívora es vulnerable ante los efectos de la fragmentación, la información acerca de su uso del espacio y movimientos es escasa. Por lo tanto, en el presente estudio se estimó el área de actividad, el ámbito hogareño, los movimientos, el patrón de actividad y la preferencia de hábitat de *S. hondurensis* en el sureste de México, considerando la variación entre sexos y condición reproductiva. Se utilizó la técnica de radiotelemetría para el monitoreo de la actividad de 11 machos y nueve hembras con diferente estado reproductivo, durante la estación seca, donde se obtuvieron 516 localizaciones. El área de actividad se estimó con el método del Polígono Mínimo Convexo al 100%, y el ámbito hogareño y las áreas núcleo con el método del Polígono Local Convexo adaptativo al 95 y 50%, respectivamente. El área de actividad, el ámbito hogareño y las áreas núcleo variaron considerablemente entre individuos, aunque no se encontraron diferencias significativas entre condición reproductiva y sexo. En general, los machos reproductivamente activos presentaron las áreas de mayor tamaño (3.85, 1.11 y 0.17 km², respectivamente). Las distancias promedio y máxima no difirieron entre los machos, mientras que las hembras presentaron diferencias en las distancias máximas entre condición reproductiva. Los machos presentaron las distancias promedio más largas (0.64 km) y las hembras no reproductivas mostraron distancias máximas considerables (2.55 km). *S. hondurensis* presentó una actividad unimodal, con máximos en las primeras horas de la noche para la mayoría de los individuos. Los machos y las hembras con actividad reproductiva mostraron diferencias significativas en su actividad. La preferencia de hábitat por los individuos difirió estadísticamente y la selva mediana conservada fue el hábitat preferido. Las estimaciones del ámbito hogareño, las áreas núcleo, los movimientos y el patrón de actividad para *S. hondurensis* se encuentran dentro del intervalo observado para esta especie y similares en regiones tropicales. No obstante, el presente estudio proporciona la primera estimación del área de actividad para *S. hondurensis*. La información generada acerca del uso del espacio por *S. hondurensis* es de importancia crítica para la comprensión de su ecología y por consiguiente, para el desarrollo de estrategias de conservación efectivas.

AREA OF ACTIVITY AND HABITAT PREFERENCE OF *Sturnira hondurensis* BAT IN NORTHERN SIERRA OAXACA, MEXICO

ABSTRACT

The *Sturnira hondurensis* bat plays an decisive ecological role in tropical ecosystems, such as seed disperser of plant species considered key elements. However, despite this frugivorous species is vulnerable to the effects of fragmentation, the information about its use of space and movements is scarce. Therefore, in this study the activity area, home range, movement, activity patterns and habitat preferences of *S. hondurensis* in southeastern Mexico, was estimated, considering the variation between sex and reproductive condition. Radiotelemetry technique for monitoring of the activity of 11 males and nine females with different reproductive status was used during the dry season, where 516 locations were obtained. The area of activity was estimated using the Minimum Convex Polygon method to 100%, and the home range and core areas with the method of adaptive Convexo Local Polygon 95 and 50%, respectively. The area of activity, the home range, and core areas varied considerably between individuals, although no significant differences between reproductive condition and sex were found. In general, reproductive males had larger areas (3.85, 1.11 and 0.17 km², respectively). The average and maximum distances did not differed between males, while females showed differences in the maximum distances between reproductive condition. Males have longer average distances (0.64 km) and non-reproductive females showed considerable maximum distances (2.55 km). *S. hondurensis* presented a unimodal activity, with highs in the early hours of the night for most individuals. Males and females with reproductive activity showed significant differences in their activity. The habitat preference by individuals differed statistically and the conserved semievergreen forest was the preferred habitat. Estimates of home range, the core areas, movements and activity pattern for *S. hondurensis* are within the range observed for this species and similars in tropical regions. However, this study provides the first estimate of the area of activity for *S. hondurensis*. The information generated about the use of space by *S. hondurensis* is critical to understanding their ecology and therefore for the development of effective conservation strategies.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Aspectos biológicos de *Sturnira hondurensis*

Los murciélagos constituyen el orden Chiroptera, segundo orden en diversidad taxonómica de mamíferos en México, representado por nueve familias, 68 géneros y 138 especies, 17 de ellas endémicas del país (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012). *Sturnira hondurensis* (Anthony, 1924) es un murciélago frugívoro que pertenece a la familia Phyllostomidae, subfamilia Stenodermatinae (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014). Los individuos de esta especie se caracterizan por presentar incisivos inferiores bilobulados, un uropatagio reducido y cubierto de pelo, y charreteras en los hombros en machos (Medellín *et al.*, 2008; Reid, 2009; Álvarez-Castañeda *et al.*, 2015). *S. hondurensis* tiene una longitud total entre 68-76 mm y pesa alrededor de 36 g (Reid, 2009; Álvarez-Castañeda *et al.*, 2015).

S. hondurensis se distribuye desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm (Reid, 2009), pero se encuentra comúnmente entre 800-1,200 msnm (Eisenberg, 1989; Reid, 2009). Esta especie se ve favorecida por elevaciones altas y hábitats más húmedos que *S. lilium*, y es abundante en los bordes de bosque, en bosques de crecimiento secundario y en plantaciones de árboles frutales (Reid, 2009). *S. hondurensis* forrajea en el sotobosque y su dieta incluye principalmente frutos de plantas de las familias Solanaceae y Piperaceae (Lobova *et al.*, 2009; Cortés-Delgado y Sosa, 2014). Se refugia en huecos de árboles de *Liquidambar styraciflua*, *Quercus sartorii*, *Trema micrantha* y *Enterolobium cyclocarpum* (Cortés-Delgado y Sosa, 2014). Su patrón reproductivo es poliestro bimodal, con hembras preñadas en los meses de abril, julio, agosto y noviembre, y con máximos de nacimiento en abril-mayo y septiembre-octubre (Wilson, 1979; Reid, 2009).

En general, *S. hondurensis* exhibe un tamaño poblacional pequeño y es altamente sensible a la fragmentación del hábitat, mostrando baja movilidad a través de paisajes fragmentados (García-García *et al.*, 2014).

Área de actividad y ámbito hogareño

El área de actividad y el ámbito hogareño son conceptos estándar en ecología y comportamiento animal, pero poco entendidos. El ámbito hogareño es el área dentro del

hábitat disponible donde un organismo concentra sus actividades diarias (Feldhamer *et al.*, 2004). Las ocurrencias ocasionales fuera de ésta, tal vez de carácter exploratorio, son consideradas como parte del área de actividad (Burt, 1943; Anderson, 1982). No obstante, actualmente existe confusión y polémica acerca de las diferencias entre ambos conceptos, ya que la definición de la cual parten (Burt, 1943) no es clara acerca de cómo cuantificar las salidas ocasionales o cómo definir el área de la cual se realizan las salidas (Powell, 2000).

El tamaño del área de actividad y del ámbito hogareño que utilizan las especies, así como la frecuencia y la lejanía con la que se mueven, son aspectos fundamentales de su ecología e indicadores de requerimiento de los recursos (Plummer y Congdon, 1994). El tamaño de estas áreas es influenciado por la talla corporal del individuo y los requerimientos metabólicos (Gittleman y Harvey, 1982; Kelt y Van-Vuren, 2001), la disponibilidad, distribución y abundancia del alimento (Ober *et al.*, 2005; Chaverri *et al.*, 2007b) y la edad, el sexo y la condición reproductiva (Corbalán y Ojeda, 2005).

El área de actividad y el ámbito hogareño suelen ser mayores en hábitats con pocos recursos, ya que el individuo necesita explorar un área mayor para la búsqueda de éstos (Gentile *et al.*, 1997; Chaverri *et al.*, 2007b). Por otra parte, cuando la disponibilidad de alimento es alta puede disminuir el tamaño de estas áreas o incluso aumentar el grado de superposición espacial entre especies y entre las mismas poblaciones (Gentile *et al.*, 1997). En murciélagos, la superposición significativa del ámbito hogareño intra e interespecífica frecuentemente ocurre si el alimento compartido o las áreas núcleo utilizadas para alimentarse están altamente concentradas (Bonaccorso *et al.*, 2005).

Los movimientos de los individuos también contribuyen en el tamaño del ámbito hogareño y proporcionan acceso a hábitats con suficientes recursos (Fenton, 1997). Los movimientos pueden darse por varias razones, a escala pequeña o local obedecen a la dispersión a través de los refugios disponibles dentro de la zona, la búsqueda de alimento, protección contra depredadores, búsqueda de pareja y sitios para crianza; a escala geográfica amplia, responden a cambios en las condiciones climáticas globales y abundancia de alimento (Trajano, 1996; Altringham, 2011).

En murciélagos, los movimientos varían estacionalmente debido a su relación con la disponibilidad de los recursos del hábitat, especialmente alimento y refugios (Heithaus y Fleming, 1978; Fleming y Heithaus, 1986; Fleming, 1991; Altringham, 2011). Los patrones

de dispersión de los machos están principalmente influenciados por la dispersión de las hembras, mientras que éstas dependen de la distribución de los recursos (Bradbury y Vehrencamp, 1976). Además, en las hembras la transición entre la gestación y la lactancia implica cambios en la libertad de sus movimientos. Durante la gestación, las hembras pueden dispersarse a distancias considerables, mientras que en la lactancia se ven forzadas a viajar frecuentemente entre los refugios y los sitios de forrajeo (Henry *et al.*, 2002).

En algunos casos, cuando los movimientos de los individuos se ven limitados, se interrumpen procesos ecológicos como la dispersión de semillas, que son clave para la persistencia de los ecosistemas (Webb y Peart, 2001; Dalling *et al.*, 2002). Por lo tanto, el estudio de los movimientos es de importancia crítica para la comprensión de su ecología y el desarrollo de estrategias de conservación (Diffendorfer *et al.*, 1995; Handley y Perrin, 2007). Así mismo, los patrones de movimiento de las especies son excelentes herramientas para el desarrollo de modelos biológicos (Heithaus y Fleming, 1978; August, 1981).

Un factor importante que influye en los movimientos de las especies es el patrón de actividad. El cual describe el tiempo en que los organismos se mantienen en movimiento para alimentarse, reproducirse, mantener su territorio o desplazarse, y su estudio puede contribuir al entendimiento del tiempo como un recurso ecológico (Kronfeld-Schor y Dayan, 2003). El patrón de actividad de los murciélagos está determinado por el tamaño y distribución espacio-temporal del alimento, así como las estrategias de forrajeo y la talla corporal (Weinbber *et al.*, 2006). También, los componentes y las condiciones ambientales pueden afectar la actividad de las especies (Krausman, 1999; Garshelis, 2000; Kronfeld-Schor y Dayan, 2003).

Las especies de la familia Phyllostomidae, las cuales forrajean sobre la vegetación o el suelo (Kalko, 1998), presentan una variedad de patrones de actividad que pueden ser unimodal, bimodal o incluso sin ningún máximo pronunciado de actividad (Weinbber *et al.*, 2006). Algunas especies frugívoras, usualmente muestran un patrón de actividad unimodal al inicio de la noche, reflejando la variación de la disponibilidad de frutos con el máximo de actividad (Charles-Dominique, 1991; Handley *et al.*, 1991; Weinbber *et al.*, 2006).

El tiempo de forrajeo varía dependiendo del sexo, la condición reproductiva, los requerimientos energéticos y la época del año (O'Donnell, 2002). Por ejemplo, en *Chalinolobus tuberculatus*, las hembras reproductivas y no reproductivas, y los machos

adultos presentan periodos de actividad similares durante toda la noche, mientras que las hembras lactantes muestran un periodo de actividad más corto (O'Donell, 2002). La demanda energética en el periodo de gestación permite que se realice un mayor tiempo de forrajeo en los máximos de alimento durante la noche (Kunz, 1982).

Por otra parte, las diferencias del tamaño del ámbito hogareño pueden relacionarse con los sistemas de apareamiento y las estrategias reproductivas de cada sexo (Emlen y Oring, 1977; Ostfeld, 1990). Los machos de especies polígamas presentan áreas mayores para permitir el acceso a varias hembras (Ostfeld, 1990). Así mismo, éstos tienden a mostrar un aumento significativo en los niveles de actividad durante el apareamiento (McCullough, 1969, citado en Gittleman y Thompson, 1988; Dewsbury, 1982), asociado con la búsqueda de posibles parejas y a conflictos entre su mismo sexo (Dewsbury, 1982).

Sistemas de apareamiento y patrones reproductivos

Clásicamente, los sistemas de apareamiento han sido definidos de acuerdo al número de parejas que los miembros de un sexo puede tener (Emlen y Oring, 1997). En este sentido, la monogamia es un sistema en donde una hembra copula sólo con un macho en cada periodo reproductivo; mientras que en la poligamia, las hembras y los machos copulan con más de un individuo del sexo opuesto (Kunz, 1982; Altringham, 1996). De éste último sistema se conocen dos variantes: la poliginia, cuando un macho copula con varias hembras y *poliandria*, cuando una hembra copula con varios machos (Kunz, 1982; Altringham, 1996).

En la mayoría de las especies de murciélagos estudiadas el sistema de apareamiento es poliginico, aunque otras presentan sistemas monógamos o poliándricos (Kunz, 1982; Altringham, 1996; McCracken y Wilkinson, 2000). El apareamiento poliginico prevalece en especies donde un sexo es libre del cuidado parental y ocurre si las condiciones ambientales o de comportamiento provocan la agregación de las hembras, permitiendo a los machos monopolizarlas (Emlen y Oring, 1997).

Los patrones reproductivos se dividen en monoestro y poliestro. En el monoestro, la hembra entra en celo una vez al año, es decir, ocurre un solo evento reproductivo (estrogestación-lactancia; Kunz, 1982; Altringham, 1996, 2011), generalmente lo presentan las especies de climas templados (Altringham, 2011). En el patrón reproductivo poliestro, la mayoría de las especies tropicales presentan dos o incluso tres ciclos estrales anuales, ya

sea continuos o interrumpidos por anestros, por implantación retrasada o diapausa embrionaria (Kunz, 1982; Altringham, 1996, 2011).

En general, se han descrito cuatro modalidades en los patrones reproductivos para los murciélagos: monoestro estacional y asincrónico, y políestro estacional y asincrónico (Wilson, 1979; Estrada y Coates-Estrada, 2001). En el patrón poliestro estacional o bimodal se presentan dos eventos reproductivos al año, sincronizados con los periodos de mayor disponibilidad de alimento (Wilson, 1979; Estrada y Coates-Estrada, 2001; Zortéa, 2003). El primer periodo de nacimientos ocurre en marzo o abril y el segundo entre julio y agosto (Fleming *et al.*, 1972). Este patrón se presenta en varias especies de la familia Phyllostomidae (*Artibeus jamaicensis*, *Carollia perspicillata*, *Glossophaga soricina*, *S. lilium* y *Uroderma bilobatum*; Fleming, 1971; Fleming *et al.*, 1972).

Los patrones reproductivos están determinados por factores ambientales (precipitación y temperatura), y la estacionalidad de los recursos alimenticios (Heithaus *et al.*, 1975; Bonaccorso, 1979; Humprey y Bonaccorso, 1979; Racey, 1982; Estrada y Coates-Estrada, 2001). Específicamente, las especies frugívoras muestran una relación entre la lactancia y los máximos de precipitación, ya que durante la época lluviosa las crías se encuentran lactando (Kunz, 1982), y la mayoría de las especies de plantas presentan frutos (Aguirre, 2002). Así, las crías y las hembras lactantes encuentran las condiciones favorables para su sobrevivencia (Racey, 1982; Altringham, 1996).

Los murciélagos han desarrollado estrategias reproductivas que dependen en gran medida de la latitud y del tipo de hábitat (Zortéa, 2003), y se relacionan con las variaciones estacionales de las fuentes de alimento como consecuencia de la optimización en los eventos reproductivos (Kunz, 1982). Para la mayoría de los filostómidos, la estación seca es probablemente el momento más estresante del año (Wilson, 1979) y como estrategia, las hembras presentan diapausa embrionaria o sincronizan los nacimientos con la temporada de lluvias (Racey, 1982; Altringham, 2011).

Preferencia de hábitat

El hábitat provee alimento y refugio esencial para la sobrevivencia de una población (Johnson, 1980). En ese sentido, hábitat se define como los recursos y las condiciones

presentes en un área que producen su ocupación, incluyendo la supervivencia y la reproducción, por un organismo dado (Hall *et al.*, 1997). El uso de hábitat resulta de la selección (proceso de elección de recursos), la selección de la preferencia (probabilidad de que un recurso sea elegido si ofrece igualdad de condiciones que los demás) y la preferencia es el resultado del uso desproporcionado de algunos recursos sobre otros (Johnson, 1980; Hutto, 1985; Krausman, 1999; Garshelis, 2000).

La preferencia de hábitat supone la adaptación del aumento de la aptitud en los hábitats preferidos (Robertson, 1972; Garshelis, 2000), sin embargo, no hay garantía de que la presencia de los individuos en un determinado hábitat esté positivamente relacionada con su calidad (Van Horne, 1983; Pulliam, 1988; Caughley, 1994). En general, el objetivo de determinar la preferencia es evaluar la calidad o disponibilidad del hábitat que las especies utilizan (Garshelis, 2000), ya que el uso diferencial del espacio puede ser un factor importante que estructura las comunidades locales (Kalko *et al.*, 1996).

Muchos taxa, incluyendo los murciélagos tropicales, usan generalmente el espacio de una manera no uniforme dentro de su ámbito hogareño (Samuel *et al.*, 1985; Harris *et al.*, 1990; Kalko *et al.*, 1996), y parecen tener conocimiento detallado de los fragmentos de hábitat con alta disponibilidad de alimento (Entwistle *et al.*, 1996). Por ejemplo, las hembras con actividad reproductiva, especialmente las lactantes, buscan alimentos que satisfagan sus requerimientos fisiológicos debido a la gran demanda de energía y nutrientes (Gittleman y Thompson, 1988; Trajano, 1996; Galindo-González, 1998), por consiguiente, sus áreas de alimentación son de mayor calidad y difieren a la de los machos (Barclay, 1989; Wilkinson y Barclay, 1997). Sin embargo, la presencia de competidores y depredadores es un factor que limita a un individuo para ocupar un área o elegir un sitio diferente con menos recursos (Rosenzweig, 1981; Krausman, 1999).

Radiotelemetría para el estudio de murciélagos

El uso del espacio y los movimientos de los animales son mejor entendidos por medio de observaciones directas. Sin embargo, en especies que tienen un rango de distribución amplio o que son difíciles de encontrar, las observaciones pueden ser poco prácticas. En ausencia de éstas, la telemetría ha llenado un vacío importante (Millspaugh y Marzluff,

2001), puesto que mejora la capacidad para estudiar el comportamiento de estas especies (Horne y Garton, 2006; Fieberg, 2007).

A partir de la introducción de radiotransmisores, la radioteleimetría emergió como una herramienta crítica para el estudio de la fauna silvestre (Amelon *et al.*, 2009; Gitzen *et al.*, 2013). La radioteleimetría es utilizada ampliamente en estudios de comportamiento animal, ecología aplicada, manejo y conservación (Robertson *et al.*, 1998; Horne y Garton, 2006; Amelon *et al.*, 2009). Esta técnica permite estimar el ámbito hogareño y el tamaño poblacional, el comportamiento social y el uso del espacio en varias escalas geográficas por medio del monitoreo de la posición y los movimientos de los individuos (Worton, 1985; White y Garrot, 1990; Murray y Fuller, 2000; Amelon *et al.*, 2009; Gitzen *et al.*, 2013). Otros métodos, como el marcaje-recaptura, también han sido utilizados para estimar el ámbito hogareño, sin embargo, suelen subestimar su tamaño (Bergstrom, 1988), debido a las bajas tasas de recaptura o al limitado número de redes que pueden ser monitoreadas.

En cuanto a los avances en el uso de satélites para radio-seguimiento, la telemetría VHF (*very high frequency*) presenta la ventaja de ser menos costosa en comparación con las etiquetas PITs (*Passive Integrated Transponders*) y GPS (*Global Positioning System*; Kenward, 2001). Las etiquetas VHF han mejorado considerablemente en su fiabilidad, desde la introducción de nuevos circuitos, superficies de montaje en las técnicas de construcción y baterías diseñadas para especificaciones militares (Millspaugh y Marzluff, 2001).

Además, la telemetría VHF es la única herramienta disponible actualmente que cumple con las restricciones de tamaño y peso para la mayoría de las especies de murciélagos (Amelon *et al.*, 2009), debido a que funciona a través de radiotransmisores pequeños fijados al cuerpo del individuo (Amelon *et al.*, 2009; Gitzen *et al.*, 2013). Estos transmisores no tienen efecto significativo sobre el comportamiento del individuo, ya que como regla general deben pesar menos del 5% de la masa corporal de éste (Aldridge y Brigham, 1988). Cada transmisor funciona con su propia configuración de frecuencia y emite señales que son captadas con una antena direccional y un radioreceptor (Amelon *et al.*, 2009; Gitzen *et al.*, 2013).

En el diseño de un estudio de radioteleimetría se deben considerar los objetivos específicos y los alcances de las inferencias (Amelon *et al.*, 2009), la población de interés y

el área geográfica (Garton *et al.*, 2001), la selección y el número de individuos para ser radioetiquetados, y el número de localizaciones para cada uno de ellos (Worton, 1995). El sexo, la edad y la condición reproductiva contribuyen a la variabilidad o sesgo, por lo tanto, la estratificación por estos factores se recomienda cuando los objetivos del estudio lo determinan. Así mismo, deben considerarse los costos asociados con el proyecto, como el equipo (transmisores, antenas y receptores), salarios y gastos para personal de campo y transportación (Amelon *et al.*, 2009).

Estimadores

Los estimadores del ámbito hogareño frecuentemente son utilizados para conocer su tamaño y estructura, así como los patrones de movimiento o fidelidad a un sitio, el establecimiento de límites (territorios), la estimación de la disponibilidad de recursos y el análisis de interacción del animal (Kernohan *et al.*, 2001). Los estimadores que se han implementado para calcular el tamaño del ámbito hogareño se categorizan de acuerdo al área en donde un individuo puede ser encontrado (Polígonos), la probabilidad de encontrarlo en un lugar determinado (Estimadores Kernel) y la importancia que presentan diferentes lugares para dicho individuo (Distribución de utilización; Powell, 2000; Amelon *et al.*, 2009).

La precisión de las estimaciones del ámbito hogareño es afectada por variaciones en el muestreo, como son la técnica usada para recabar los datos de localización, el tiempo entre localizaciones consecutivas y el número de observaciones usadas para obtener la estimación (Bekoff y Mech, 1984; Seaman *et al.*, 1999). Sin embargo, la elección de un método apropiado para calcular y analizar los datos de ámbito hogareño también es de suma importancia. Los métodos pueden dividirse principalmente en paramétricos y no paramétricos, los primeros siguen una distribución estadística particular y los otros no suponen ninguna distribución en las localizaciones, por lo que son más robustos y permiten al estimador adaptarse a localizaciones más irregulares (Kernohan *et al.*, 2001).

Dentro de los métodos no paramétricos se encuentran el Polígono Mínimo Convexo (PMC) y el Kernel. El PMC frecuentemente es el más usado y por lo tanto, es fácil de comparar entre estudios (Harris *et al.*, 1990, White y Garrott, 1990). Este método contiene todas las localizaciones de un individuo (Hayne, 1949), pero proporciona sólo contornos

burdos del ámbito hogareño y es altamente sensible a observaciones extremas, ya que puede incorporar grandes áreas que nunca son utilizadas (Powell, 2000). Por su parte, el método Kernel, el cual calcula un área mínima con una porción de la estimación de la Distribución de Utilización (DU), es una función de densidad probabilística que incluye las coordenadas en el plano, el número de localizaciones y una función Kernel bivariada (Harris *et al.*, 1990; Kernohan *et al.*, 2001). El 95% del volumen de la distribución se considera como un porcentaje apropiado de la definición de ámbito de hogareño propuesta por Burt (1943).

La mayoría de los estimadores son modelos descriptivos del uso del espacio, que utilizan sólo el patrón observado de ubicaciones y movimientos para producir una estimación del ámbito hogareño (Gitzen *et al.*, 2013). Recientemente, los métodos combinan la simplicidad de los métodos de polígono con la robustez de los métodos Kernel, por la superposición y la agregación de formas no paramétricas construidas alrededor de cada punto (Lyons *et al.*, 2013).

El Polígono Local Convexo (LoCoH) es un método Kernel no paramétrico para construir DU desde un conjunto de localizaciones por agregación de PMC locales construidos alrededor de cada punto, utilizando una de sus tres reglas (Getz y Wilmers, 2004; Getz *et al.*, 2007): El método k selecciona simplemente el k -ésimo vecino más cercano alrededor de cada punto y el método r toma todos los puntos dentro de un radio fijo. El método a (adaptativo) utiliza el número máximo de vecinos más cercanos de alrededor de un punto central para construir los polígonos locales, tales que la suma de las distancias desde el punto original es menor o igual a la escala espacial y el tamaño muestral del conjunto de datos (Getz *et al.*, 2007; Lyons *et al.*, 2013). El método adaptativo permite que el número de puntos que participan en la construcción de los Kernels locales aumenten con incrementos en la densidad de datos (Getz *et al.*, 2007).

Esencialmente, en el método a - LoCoH los polígonos locales surgen en áreas de alto uso, proporcionando isopleas en las regiones donde los datos son más abundantes (Getz *et al.*, 2007). Así mismo, este método es útil en la definición de los límites de DU, sin embargo, cuando el valor de a excede la suma de las dos distancias más grandes entre puntos en un conjunto de datos, la construcción produce isopleas al 100% con el radio de los polígonos locales pequeños en las regiones de alta densidad de los datos. En contraste,

si a no supera la suma de las dos distancias más grandes entre puntos en un conjunto de datos, se tiene que especificar que al menos los dos vecinos más cercanos están siempre incluidos independientemente del valor de a (Getz *et al.*, 2007).

ANTECEDENTES

Las estimaciones del uso del espacio de los murciélagos rara vez son documentados, debido a las dificultades involucradas con el seguimiento de vuelo y a su actividad nocturna (Lacki *et al.*, 2007), así como problemas con el comportamiento, posiblemente afectado por el peso del transmisor (Fenton, 2003).

En Centro y Sudamérica, los estudios de radiotelemetría que evalúan aspectos ecológicos de los murciélagos neotropicales son escasos, aunque en la última década se ha incrementado el número de investigaciones (Morrison, 1978a; Clark *et al.*, 1993; Thies, 1998; Kalko *et al.*, 1999; Bernard y Fenton, 2003; Weinbeer y Kalko, 2004; Meyer *et al.*, 2005; Bonaccorso *et al.*, 2006; Albrecht *et al.*, 2007; Chaverri *et al.*, 2007a, 2007b; Loayza y Loiselle, 2008; Mello *et al.*, 2008; Trevelin *et al.*, 2013; Aguiar *et al.*, 2014). La mayoría de los trabajos publicados muestran que la familia Phyllostomidae es la más estudiada, principalmente especies de los géneros *Artibeus* (Morrison, 1978a; Bernard y Fenton, 2003; Chaverri *et al.*, 2007a, 2007b; Albrecht *et al.*, 2007; Trevelin *et al.*, 2013), *Carollia* (Thies, 1998; Bernard y Fenton, 2003; Trevelin *et al.*, 2013), *Tonatia* y *Trachops* (Bernard y Fenton, 2003).

En México, los escasos estudios sobre murciélagos que han implementado ésta técnica se han enfocado a especies filostómidas. En la Reserva de Chamela-Cuixmala, Jalisco, y en Los Tuxtlas, Veracruz, se analizó los patrones de movimiento y forrajeo de *A. jamaicensis* (Morrison, 1978b; Galindo-González, 1998). Así mismo, en el desierto de Sonora se evaluó el comportamiento de forrajeo y las demandas energéticas de *Leptonycteris currosae* (Horner *et al.*, 1998). Mientras que para *S. hondurensis* se han estudiado los refugios y las áreas de forrajeo en plantaciones de café y bosque mesófilo en Veracruz (Cortés-Delgado y Sosa, 2014).

En general, para Oaxaca no existen publicaciones sobre el tamaño del área de actividad o el ámbito hogareño de especies de murciélagos. En una recopilación bibliográfica sobre los murciélagos del Estado, se encontró que los estudios en su mayoría son listados

faunísticos (31.5%), de diversidad (25.9%) y de nuevos registros (20.4%), con un porcentaje bajo para los de ecología por especie (7.4%), dieta y hábitat (1.9%; García-Grajales y Buenrostro, 2012).

JUSTIFICACIÓN

Debido a su riqueza de especies, alta biomasa, hábitos de alimentación y capacidad de vuelo, los murciélagos frugívoros son esenciales en los ecosistemas tropicales por su papel ecológico en la dispersión de semillas de muchas plantas, contribuyendo eficazmente en la regeneración y diversidad de bosques y selvas (Heithaus *et al.*, 1975; Janzen *et al.*, 1976; Patterson *et al.*, 2003). Además, la tasa de germinación aumenta porque a diferencia de otros mamíferos frugívoros, estas especies sólo consumen frutos maduros y las semillas son depositadas a distancias mucho más largas (Fleming, 1988; Fleming y Heithaus, 1986).

Particularmente, *Sturnira hondurensis* es un importante dispersor de semillas al consume una amplia variedad de frutos (Lobova *et al.*, 2009), su dieta incluye principalmente especies de plantas pioneras y es capaz de sobrevolar bordes de bosque (Muscarella y Fleming, 2007). Sin embargo, este especie es vulnerable a la pérdida o deterioro de su hábitat (García-García *et al.*, 2014) y se enfrenta a graves problemas, entre otras causas, por la falta de información acerca de su diversidad, distribución geográfica y su tamaño poblacional actual (Ceballos *et al.*, 2002).

En este sentido y considerando la importancia ecológica de *S. hondurensis* dentro de las regiones tropicales, es importante conocer su uso del espacio para determinar el área necesaria para una población viable, conocer sus requerimientos de recursos y establecer estrategias de conservación efectivas que permitan llevar un manejo adecuado de la especie y al mismo tiempo que garantice el cuidado del ecosistema en general.

LITERATURA CITADA

- Aguiar, M. S., E. Bernard y R. B. Machado. 2014. Habitat use and movements of *Glossophaga soricina* and *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Neotropical savannah. *Zoology*, 31:223-229.
- Aguirre, L. F. 2002. Structure of a neotropical savanna bat community. *Journal of Mammalogy*, 83:775-784.
- Albrecht L., C. F. J. Meyer y E. K. V. Kalko. 2007. Differential mobility in two small phyllostomids bats, *Artibeus watsoni* and *Micronycteris microtis*, in a fragmented neotropical landscape. *Acta Theriologica*, 52:141-149.
- Aldridge, H. D. J. N. y R. M. Brigham. 1988. Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5% "rule" of radio-telemetry. *Journal of Mammalogy*, 69:379-382.
- Altringham, J. D. 1996. Bats: biology and behaviour. Oxford University Press. Nueva York, EE.UU.
- Altringham, J. D. 2011. Bats: from evolution to conservation. Oxford University Press. Nueva York, EE. UU.
- Álvarez-Castañeda, S. T., T. Álvarez y N. González-Ruiz. 2015. Guía para identificar los mamíferos de México en campo y laboratorio. Ciudad de México, México.
- Amelon, S. K., D. C. Dalton, J. J. Millspaugh y S. A. Wolf. 2009. Radiotelemetry. Techniques and Analysis. Pp. 57-77. En: Kunz, T. H. y S. Pearson (eds.). Ecological and behavioral methods for the study of bats. Johns Hopkins University Press, Maryland, EE.UU.
- Anderson, D. J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology*, 63:103-112.
- August, P. V. 1981. Fig fruit consumption and seed dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the Llanos of Venezuela. *Biotropica*, 13:70-76.
- Barclay, R. M. R. 1989. The effect of reproductive condition on the foraging behavior of female hoary bats, *Lasiurus cinereus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 24:31-37.
- Bekoff, M. y L. D. Mech. 1984. Simulation analyses of space use: home range estimates, variability, and sample size. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 16:32-37.
- Bergstrom, B. J. 1988. Home range of three species of chipmunks (*Tamias*) as assessed by radiotelemetry and grid trapping. *Journal of Mammalogy*, 69:190-193.
- Bernard, E. y M. B. Fenton. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica*, 35:262-277.
- Bonaccorso, F. J. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Biological Science*, 24:359-48.
- Bonaccorso, F. J., J. R. Winkelmann y D. G. P. Byrnes. 2005. Home range, territoriality, and flight time budgets in the black-bellied fruit bat, *Melonycteris melanops* (Pteropodidae). *Journal of mammalogy*, 86:931-936.

- Bonaccorso, F. J., *et al.* 2006. Evidence for exploitative competition: Comparative foraging behavior and roosting ecology of Short-Tailed Fruit Bats (Phyllostomidae). *Biotropica*, 39:249-256.
- Bradbury, J. W. y S. L. Vehrencamp. 1976. Social organization and foraging in emballonurid bats: I. Field studies. *Behavior Ecology Society*, 1:377-381.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24:346-352.
- Caughley, G. 1994. Directions in conservation biology. *Journal of Animal Ecology*, 63:215-244.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R. A. Medellín. 2002. The mammals of México: composition, distribution and conservation status. *Occasional papers, The Museum of Texas Tech University*, 218:1-28.
- Ceballos, G. y J. Arroyo-Cabrales. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época*, 1:27-80.
- Charles-Dominique, P. 1991. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, 7:243-256.
- Chaverri, G., M. Gamboa-Ríos y T. H. Kunz. 2007a. Range overlap and association patterns in the tent-making bat *Artibeus watsoni*. *Animal Behavior*, 73:157-164.
- Chaverri, G., O. E. Quirós y T. H. Kunz. 2007b. Ecological correlates of range size in the tent-making bat *Artibeus watsoni*. *Journal of Mammalogy*, 88:477-486.
- Clark, B. S., D. M. Leslie, Jr. y T. S. Carter. 1993. Foraging activity of adult female Ozark big-eared bats (*Plecotus townsendii ingens*) in summer. *Journal of Mammalogy*, 74:422-427.
- Corbalán, V. E. y R. A. Ojeda. 2005. Áreas de acción en un ensamble de roedores del desierto del monte (Mendoza, Argentina). *Mastozoología Neotropical*, 12:145-152.
- Cortés-Delgado, N. y V. J. Sosa. 2014. Do bats roost and forage in shade coffee plantations? A perspective from the frugivorous bat *Sturnira hondurensis*. *Biotropica*, 46:624-632.
- Dalling, J. W., H. C. Muller-Landau, S. J. Wright y S. P. Hubbell, 2002. Role of dispersal in the recruitment limitation of neotropical pioneer species. *Journal of Ecology*, 90:714-727.
- Dewsbury, D. A. 1982. Ejaculate cost and mate choice. *American Naturalist*, 119:601-610.
- Diffendorfer, J. E., M. S. Gaines y R. D. Holt. 1995. Habitat fragmentation and movements of three small mammals (*Sigmodon*, *Microtus* y *Peromyscus*). *Ecology*, 76:827-839.
- Eisenberg, J. F. 1989. Mammals of the Neotropics, the northern Neotropics. University of Chicago Press, Illinois, EE. UU.
- Emlen, S. T. y L. W. Oring. 1977. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, 197:215-223.
- Entwistle, A. C., P. A. Racey y J. R. Speakman. 1996. Habitat exploitation by a gleaning bat, *Plecotus auritus*. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 1342:921-931.

- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2001. Species composition and reproductive phenology of bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 17:27-646.
- Feldhamer, G. A., L. C. Drickhamer, S. H. Vessey y J. F. Merritt. 2004. Mammalogy: adaptation, diversity and ecology. McGraw-Hill, Massachusetts, EE.UU.
- Fenton, M. B. 1997. Science and the conservation of bats. *Journal of Mammalogy*, 78:1-14.
- Fenton, M. B. 2003. Science and the conservation of bats: Where to next? *Wildlife Society Bulletin*, 31:6-15.
- Fieberg, J. 2007. Kernel density estimators of home range: smoothing and the autocorrelation red herring. *Ecology*, 88:1059-1066.
- Fleming, T. H. 1971. *Artibeus jamaicensis*: delayed embryonic development in a tropical bat. *Science*, 171:402-404.
- Fleming, T. H. 1988. The short-tailed fruit bat: A study in plant-animal interactions. University of Chicago Press, Chicago, EE. UU.
- Fleming, T. H. 1991. The relationship between body size, diet and habitat use in frugivorous bats of the genus *Carollia* (Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy*, 72:493-501.
- Fleming, T. H y E. R. Heithaus. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of the tropical forest. *Biotropica*, 13:45-53.
- Fleming T. H. y E. R. Heithaus. 1986. Seasonal foraging behavior of *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy*, 67:660-671.
- Fleming, T. H., E. T. Hooper y D. E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology*, 4:555-569.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73:57-74.
- García-García, J. L., A. Santos-Moreno y C. Kraker-Castañeda. 2014. Ecological traits of phyllostomid bats associated with sensitivity to tropical forest fragmentation in Los Chimalapas, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 3:457-474.
- García-Grajales, J. y A. Buenrostro. 2012. Revisión al conocimiento de los murciélagos del estado de Oaxaca. *Therya*, 3:277-293.
- Garshelis, D. L. 2000. Delusions in habitat evaluation: measuring use, selection, and importance. Pp. 111-164. En: Bontaini, L. y T. K. Fuller (eds.). Research techniques in animal ecology. Controversies and consequences. Columbia University Press, New York, EE.UU.
- Garton, E. O., M. J. Wisdom, F. A. Leban y B. K. Johnson. 2001. Experimental design for radiotelemetry studies. Pp. 1-42. En: Millspaugh, J. J. y J. M. Marzluff (eds.). Radio tracking and animal populations. Academic Press, New York, EE.UU.
- Gentile, R., P. S. D'Andrea y R. Cerqueira. 1997. Home ranges of *Philander frenata* and *Akodon cursor* in a Brazilian restinga (coastal shrubland). *Mastozoología Neotropical*, 4:105-112.

- Getz, W. M. y C. C. Wilmers. 2004. A local nearest-neighbor convex-hull construction of home range and utilization distributions. *Ecography*, 27:489-505.
- Getz, W. M., S. Fortmann-Roe, P. C. Cross, A. J. Lyons, S. J. Ryan y C. C. Wilmers. 2007. LoCoH: nonparametric Kernel methods for constructing home ranges and Utilization Distributions. *PLoS ONE*, 2: e207.
- Gittleman, J. L. y P. H. Harvey. 1982. Carnivore home range size metabolic needs ecology. *Behavior and Sociobiology*, 10:57-63.
- Gittleman, J. L. y S. D. Thompson. 1988. Energy allocation in mammalian reproduction. *American Zoologist*, 28:863-875.
- Gitzen, R. A., J. L. Belant, J. J. Millspaugh, S. T. Wong, H. J. Hearn y J. Ross. 2013. Effective use of radiotelemetry for studying tropical carnivores. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 28:67-83.
- Hall, L. S., P. R. Krausman y M. L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25:173-182.
- Handley, C. O., D. E. Jr. Wilson y A. L. Gardner. 1991. Demography and natural history of the common fruit bat, *Artibeus jamaicensis*, on Barro Colorado Island, Panamá. Smithsonian Institution Press, Washington, EE.UU.
- Handley, L. J. y N. Perrin. 2007. Advances in our understanding of mammalian sex-biased dispersal. *Molecular Ecology*, 16:1559-1578.
- Harris, S., W. J. Cresswell, P. G. Forde, W. J. Trehwella, T. Woollard y S. Wray. 1990. Home range analysis using radio-tracking data-a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review*, 20:97-123.
- Hayne, D. W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy*, 30:1-18.
- Heithaus, E. R. y T. H. Fleming. 1978. Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). *Ecological Monographs*, 48:127-143.
- Heithaus, E. R., T. H. Fleming y P. A. Opler. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*, 56: 841-854.
- Henry, M., D. W. Thomas, R. Vaudry y M. Carrier. 2002. Foraging distances and home range of pregnant and lactating little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Journal of Mammalogy*, 83:767-774.
- Horne, J. S. y E. Garton. 2006. Selecting the best home range model: an information-theoretic approach. *Ecology*, 87:1146-1152.
- Horner, M. A., T. H. Fleming y C. T. Sahley. 1998. Foraging behaviour and energetics of a nectar-feeding bat, *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Zoology*, 244:575-586.
- Humphrey, S. R. y F. J. Bonaccorso. 1979. Population and community ecology. Pp. 409-441. En: Baker, R. J., J. K. Jones y D. C. Carter (eds). *Biology of bats the new world family Phyllostomidae*. Part III. Special Publications 16. The Museum of Texas Technical University Press, EE.UU.
- Hutto, R. L. 1985. Habitat selection by nonbreeding, migratory land birds. Pp. 455-476. En: Cody, M. L. (ed.). *Habitat selection in birds*. Academic Press, Florida, EE.UU.

- Janzen, D. H., G. A. Miller, J. Hackforth-Jones, C. M. Pond, K. Hooper y D. P. Janos. 1976. Two Costa Rican bat generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). *Ecology*, 57:1068-1075.
- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61:65-71.
- Kalko, E. K. V. 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 101:281-297.
- Kalko, E. K. V., C. O. Handley J. R. y D. Handley. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community. Pp. 503-553. En: Cody, S. M. y J. Smallwood (eds.). Long-term studies in vertebrate communities. Academic Press, New York, EE.UU.
- Kalko, E. K. V., D. Friemel, C. O. Handley Jr., y H. U. Schnitzler. 1999. Roosting and foraging behavior of two neotropical gleaning bats, *Tonatia silvicola* and *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae). *Biotropica*, 31:344-353.
- Kelt, D. A. y D. H. Van-Vuren. 2001. The ecology and Macroecology of mammalian home range area. *The American Naturalist*, 6:637-645.
- Kenward, R. E. 2001. A manual for wildlife radio tagging. Academic Press. Londres, United Kingdom.
- Kernohan, B. J., R. A. Gitzen y J. J. Millspaugh. 2001. Analysis of animal space use and movements. En: Millspaugh, J. J. y J. M. Marzluff (eds.). Radio tracking and animal populations. Academic Press, California, EE. UU.
- Krausman, P. R. 1999. Some basic principles of habitat use. Pp. 85-90. En: Launchbaugh, K. L., K. D. Sanders y J. C. Mosley (eds.). Grazing behavior of livestock and wildlife. University of Idaho, Moscú, Rusia.
- Kronfeld-Schor, N. y T. Dayan. 2003. Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34:153-181.
- Kunz, T. H. 1982. Ecology of reproduction. Pp. 57-93 En: Kunz, T. H. (ed.). Ecology of bats. Plenum Press, New York, EE.UU.
- Lacki, M. J., S. K. Amelon y M. D. Baker. 2007. Foraging ecology of bats in forests. Capítulo 4. Pp: 83-111 ó 335. En: Lacki, M. J., J. P. Haynes y A. Kurta (eds.). Bats in forests: Conservation and management. Johns Hopkins University Press, Baltimore, EE.UU.
- Loayza, A. P. y B. A. Loiselle. 2008. Preliminary information on the home range and movement patterns of *Sturnira lilium* (Phyllostomidae) in a naturally fragmented landscape in Bolivia. *Biotropica*, 40:630-635.
- Lobova, T. A., C. K. Geiselman y S. A. Mori. 2009. Seed dispersal by bats in the Neotropics. Botanical Garden Press, New York, EE.UU.
- Lyons, A. J., W. C. Turner y W. M. Getz. 2013. Home range plus: a space-time characterization of movement over real landscapes. *Movement Ecology*, 1:14.
- McCracken, G. G. y G. S. Wilkinson. 2000. Bat mating systems. Pp. 321-362. En: Crichton, E. G. y P. H. Krutzsch (eds.). Reproductive biology of bats. Academic Press, Cambridge, United Kingdom.
- Medellín, R. A., H. Arita y O. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México: clave de campo. Instituto de Ecología, UNAM. Ciudad de México, México.

- Mello, M. A. R., E. K. V. Kalko y W. R. Silva. 2008. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Tropical Ecology*, 24:225-228.
- Meyer, C. F. J., M. Weinbeer y E. K. V. Kalko. 2005. Home-range size and spacing patterns of *Macrophyllum macrophyllum* (Phyllostomidae) foraging over water. *Journal of Mammalogy*, 86:587-598.
- Millsbaugh, J. J. y J. M. Marzluff. 2001. Radio Tracking and Animal Populations. Academic Press, California, EE.UU.
- Morrison, D. W. 1978a. Lunar phobia in a tropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Animal Behavior*, 26:852-855.
- Morrison, D. W. 1978b. Influence of habitat on the foraging distances of the fruit bat, *Artibeus jamaicensis*. *Journal of Mammalogy*, 59:622-624.
- Murray, D. L. y M. R. Fuller. 2000. A critical review of the effects of marking on the biology of vertebrates. Pp. 15-64. En: Boitani, L. y T. K. Fuller (eds.). Research techniques in animal ecology. Controversies and consequences. Columbia University Press, New York, EE.UU.
- Muscarella, R., y T. H. Fleming. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews*, 82:573-590.
- Ober, H. K., R. J. Steidl y V. M. Dalton. 2005. Resource and spatial-use patterns of an endangered vertebrate pollinator, the lesser long-nosed bat. *Journal of Wildlife Management*, 69:1615-1622.
- O'Donnell, C. 2002. Influence of sex and reproductive status on nocturnal activity of long-tailed bats (*Chalinolobus tuberculatus*). *Journal of Mammalogy*, 83:794-803.
- Ostfeld, R. S. 1990. The ecology of territoriality in small mammals. *Trends in Ecology and Evolution*, 12:411-415.
- Patterson, B., M. Willing y R. Stevens. 2003. Tropic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. Pp. 537-579. En: Kunz, T. y B. Fenton (eds.). Bat ecology. University of Chicago Press, Chicago, EE. UU.
- Plummer M. V. y J. D. Congdon. 1994. Radiotelemetry study of activity and movements of racers (*Columba constrictor*) associated with a Carolina bat in South Carolina. *Copeia*, 1:20-26.
- Powell, R. A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. Pp. 65-110. En: Bontaini, L. y T. K. Fuller (eds.). Research techniques in animal ecology. Controversies and consequences. Columbia University Press, New York, EE. UU.
- Pulliam, H. R. 1988. Sources, sinks, and population regulation. *American Naturalist*, 132:652-661.
- Racey, P. A. 1982. Ecology of bat reproduction. Pp. 57-104. En: Kunz, T. H. (ed.). Ecology of Bats. Plenum Press, New York, EE.UU.
- Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz, A. L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of Recent Land Mammals of Mexico, 2014. *Museum of Texas Tech University*, 63:1-69.
- Reid, F. A. 2009. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, New York, EE.UU.

- Robertson, R. J. 1972. Optimal niche space of the Red-winged Blackbird (*Agelaius phoeniceus*). I. Nesting success in marsh and upland habitat. *Canadian Journal of Zoology*, 50:247-263.
- Robertson, P. A., N. J. Aebischer, R. E. Kenward, I. K. Hanski y N. P. Williams. 1998. Simulation and jack-knifing assessment of home-range indices based on underlying trajectories. *Journal of Applied Ecology*, 35:928-940.
- Rosenzweig, M. L. 1991. Habitat selection and population interactions: The search for mechanism. *American Naturalist*, 137:5-28.
- Samuel, M. D., D. J. Pierce y E. O. Garton. 1985. Identifying areas of concentrated use within the home range. *Journal of Animal Ecology*, 54:711-719.
- Seaman, D. E., J. J. Millspaugh, B. J. Kernohan, G. C. Brundige, K. J. Raedeke y R. A. Gitzen. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *Journal of Wildlife Management*, 63:739-747.
- Thies, W. 1998. Resource and habitat use in two frugivorous bat species (*Phyllostomidae*: *Carollia perspicillata* and *C. castanea*) in Panama: mechanisms of coexistence. Ph. D. dissertation. University of Tübingen, Tübingen, Germany.
- Trajano, E. 1996. Movements of cave bats in Southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). *Biotropica*, 28:121-1129.
- Trevelin, L. C., M. Silveira, M. Port-Carvalho, D. H. Homem y A. P. Cruz-Neto. 2013. Use of space by frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a restored Atlantic forest fragment in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 291:136-143.
- Van Horne, B. 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. *Journal of Wildlife Management*, 47:893-901.
- Webb, C. O. y D. R. Peart. 2001. High seed dispersal rates in faunally intact tropical rainforest: Theoretical and conservation implications. *Ecology Letters*, 4:491-499.
- Weinbeer, M. y E. K. V. Kalko. 2004. Morphological characteristics predict alternate foraging strategy and microhabitat selection in the orange-bellied bat, *Lamproncycteris brachyotis*. *Journal of Mammalogy*, 85:1116-1123.
- Weinbeer, M., C. F. J. Meyer y E. K. V. Kalko. 2006. Activity pattern of the trawling phyllostomid bat, *Macrophyllum macrophyllum*, in Panamá. *Biotropica*, 38:69-76.
- White, C. C. y R. A. Garrott. 1990. Analysis of wildlife radio tracking data. Academic Press, San Diego, EE.UU.
- Wilkinson, L. C. y R. M. R. Barclay. 1997. Differences in the foraging behaviour of male and female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) during the reproductive period. *Ecoscience*, 4:278-285.
- Wilson, D. E. 1979. Reproductive patterns. Pp. 317-378. En: Baker, R. J., J. K. Jones Jr., D. C. Carter (eds.). Biology of bats of the New World Family Phyllostomidae. Part III. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, EE.UU.
- Worton, B. J. 1985. A convex hull based estimator of home-range size. *Biometrics*, 51:1206-1215.
- Worton, B. J. 1995. Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. *Journal of Wildlife Management*, 59:794-800.

Zortéa, M. 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. *Journal of Biology*, 63:159-168.

CAPITULO II

ÁREA DE ACTIVIDAD Y PREFERENCIA DE HÁBITAT DEL MURCIÉLAGO *Sturnira hondurensis* EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA, MÉXICO

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las especies viven en áreas confinadas que utilizan para realizar sus actividades diarias (Powell, 2000). Estas áreas son definidas como ámbito hogareño y se refiere particularmente al área dentro del hábitat disponible utilizada por los individuos en dichas actividades (Feldhamer *et al.*, 2004). Las ocurrencias ocasionales fuera de ésta, tal vez de carácter exploratorio, son consideradas como parte del área de actividad (Burt, 1943; Anderson, 1982).

El tamaño del área de actividad y del ámbito hogareño está fuertemente correlacionado con la estrategia de forrajeo de la especie y ésta a su vez, con la distribución, disponibilidad y uso de los recursos (Schroder, 1979; Ober *et al.*, 2005). El tamaño de estas áreas se ve influenciado por diversos factores como el tamaño corporal y los requerimientos metabólicos (Gittleman y Harvey, 1982; Chaverri *et al.*, 2007b), las relaciones entre coespecíficos y con miembros de otras especies, la edad, el sexo y la actividad reproductiva (Corbalán y Ojeda, 2005). Adicionalmente, la fragmentación del hábitat también puede jugar un papel determinante en los patrones de movimiento y consecuentemente, el tamaño del ámbito hogareño (Chaverri *et al.*, 2007b).

El estudio del área de actividad y del ámbito hogareño proporciona información acerca del uso del espacio en un área determinada, la estructura y la organización social, la interacción entre individuos y con el ambiente, y los componentes importantes del hábitat (Samuel *et al.*, 1985; Moorcroft *et al.*, 1999). Además, su estimación permite llevar a cabo un mejor manejo de las especies (Bekoff y Mech, 1984; Harris *et al.*, 1990; Gitzen *et al.*, 2013), ya que proporciona información del área necesaria para mantener una población viable (White y Garrot, 1990; Powell, 2000), y conocer cómo los individuos responden ante efectos de la fragmentación (Chaverri *et al.*, 2007b).

La telemetría es una técnica útil para estimar el uso del espacio de especies que son difíciles de observar (Millsbaugh *et al.*, 2012). Específicamente, la radiotelemetría, impulsada por los avances recientes en la miniaturización de transmisores, provee una

herramienta poderosa para investigar aspectos de la ecología de murciélagos (Meyer *et al.*, 2005; Kenward, 2001; Amelon *et al.*, 2009). Sin embargo, la mayoría de los estudios de radioseguimiento se han enfocado en especies de zonas templadas, siendo relativamente pocos los estudios realizados para especies tropicales (Kalko, 1998; Meyer *et al.*, 2005). Esta situación se debe a que el uso de la radiotelemetría es limitado por las condiciones de campo (bosques densos y zonas montañosas), y a las limitaciones tecnológicas y presupuestarias (Gitzen *et al.*, 2013).

Se han documentado diversos estudios que particularmente estiman el uso del espacio de murciélagos filostómidos en ambientes tropicales (Morrison, 1978a; Morrison, 1978b; Fleming y Heithaus, 1986; Fenton *et al.*, 2000; Vonhof *et al.*, 2004; Meyer *et al.*, 2005; Bonaccorso *et al.*, 2006; Weinbeer y Meyer, 2006; Albrecht *et al.*, 2007; Chaverri *et al.*, 2007a, 2007b; Loayza y Loiselle, 2008; Aguiar *et al.*, 2014). En México, las especies de murciélagos filostómidos estudiadas pertenecen al gremio frugívoro, entre ellas *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Carollia perspicillata*, *Sturnira lilium*, *S. hondurensis* y *Vampyroides caraccioli* (Morrison, 1978b; Galindo-González, 1998; Ortiz-Ramírez *et al.*, 2006; Cortés-Delgado y Sosa, 2014). Sin embargo, la mayoría de los estudios se han enfocado en la dispersión de semillas, los movimientos de forrajeo, los patrones de actividad y la selección de refugios.

Sturnira hondurensis es una especie frugívora que forrajea principalmente en el sotobosque y contribuye en la regeneración de los bosques en el Neotrópico (Fleming, 1986; Emmons y Feer, 1997), con la dispersión de frutos de árboles y arbustos identificados como elementos clave en estados sucesionales tempranos (Muscarella y Fleming, 2007). No obstante, presenta información escasa sobre su ecología y comportamiento (Emmons y Feer, 1997). Se ha estimado para esta especie un ámbito hogareño de 0.04-3.11 km² y que recorre distancias de 0.77 a 1.47 km (Cortés-Delgado y Sosa, 2014). Su patrón reproductivo es poliestro bimodal o estacional (Wilson, 1979; Reid, 2009), con hembras gestantes en los meses de abril, julio, agosto y noviembre (Gardner, 1977; Wilson, 1979). En Costa Rica se ha observado que los máximos de nacimiento ocurren en abril-mayo y septiembre-octubre (Reid, 2009).

Dada la importancia ecológica de la especie en regiones tropicales y a la información insuficiente sobre su ecología, el objetivo de este estudio es evaluar el uso del espacio de *S.*

hondurensis en el sureste de México, por medio de la estimación del área de actividad y el ámbito hogareño, los movimientos, el patrón de actividad y la preferencia de hábitat, considerando la variación entre sexos y por condición reproductiva.

Se espera que los machos reproductivamente activos presenten una mayor área de actividad y ámbito hogareño, así como los desplazamientos más largos y un periodo de actividad mayor por la búsqueda activa de parejas reproductivas. En cuanto a las hembras sin evidencia de actividad reproductiva, se espera que presenten un área de actividad, ámbito hogareño, desplazamientos y periodo de actividad mayores que aquellas con actividad reproductiva, pero menor que los machos, independientemente de su condición reproductiva, debido a que sus requerimientos energéticos y su talla corporal son menores que la de los machos, su talla corporal es menor. Así mismo, es de esperar que únicamente las hembras con actividad reproductiva prefieran hábitats con mayor concentración de recursos, puesto que esto les permite invertir más tiempo en la alimentación y cuidado de las crías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Se localiza en la comunidad de San Isidro Yólox (17°38'00.51"N, 96°25'02.56"W), en el municipio de San Pedro Yólox, distrito de Ixtlán, región Sierra Norte de Oaxaca, México (Fig. 1). La zona se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria Sierras del Norte de Oaxaca-Mixe (RTP-130; Arriaga *et al.*, 2000), y pertenece a la Provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y subprovincia Sierras Orientales (INEGI, 2009). La región presenta una gran diversidad de ambientes interconectados debido a la compleja fisiografía, con los bosques mesófilos mejor conservados y de mayor extensión de México (Arriaga *et al.*, 2000). El clima predominante es cálido húmedo con lluvias todo el año, la temperatura media anual varía de 22-26°C y la precipitación anual de 2,500-4,000 mm (INEGI, 2009).

Los principales tipos de vegetación son la selva mediana perennifolia y el bosque mesófilo de montaña. Específicamente, el estudio se realizó en la selva mediana perennifolia, en la cual se pueden diferenciar tres estratos arbóreos: el superior con árboles de 15 a 25 m de altura, el medio de 10 a 15 m y el bajo de 4 a 8 m. Las especies de plantas más representativas son: *Cecropia* sp., *Ficus insípida*, *F. máxima*, *Diospyros nigra*,

Psidium guajava, *Persea schiedeana*, *Brosimum alicastrum*, *Inga jinicuil*, *Liquidambar styraciflua*, *Tabebuia rosea*, *Cedrela odorata*, *Schizolobium parahyba*, *Pseudobombax ellipticum*, *Cordia alliodora*, *Castilla elástica*, *Exostema mexicanum*, y *Rechia mexicana*. En estratos inferiores es posible encontrar a *Solanum* sp., *Piper tuberculatum*, *Chamaedorea elatior*, *Ch. tepejilote*, *Anthurium schlechtendalii* y varias especies de helechos (Torres-Colín, 2004). En esta área se pueden observar zonas destinadas a la agricultura y ganadería.

Muestreo. El estudio se desarrolló de abril a julio de 2015, utilizando la técnica de radiotelemetría. Se evitó la estación lluviosa debido a la interferencia que ésta genera en la transmisión de la señal y a la sensibilidad del equipo a la humedad.

Los murciélagos fueron capturados con cuatro redes de niebla (6 x 2.5 m), colocadas en sitios con árboles fructificando, cuerpos de agua y senderos hechos por humanos, dispuestas a nivel del sotobosque. Las redes permanecieron abiertas dos noches consecutivas durante seis horas a partir de la puesta de sol (19:00-01:00 h) y fueron revisadas cada 30 min. De cada individuo capturado se obtuvo la masa corporal con una pesola, las medidas morfométricas con un vernier (longitud total, longitud antebrazo, longitud oreja y longitud pata) y la edad (juvenil o adulto) se determinó por el grado de osificación de las falanges observado a contra luz. La condición reproductiva de los individuos se determinó mediante palpación y examen visual. Las hembras se clasificaron como reproductivas: gestantes (feto palpable) y lactantes (desarrollo de glándulas mamarias, ausencia de pelo alrededor de éstas y presencia de leche), y no reproductivas (pezones pequeños y feto no palpable; Handley *et al.*, 1991). Los machos se consideraron como reproductivos cuando presentaban los testículos escrotados. Para el marcaje se consideraron individuos de ambos sexos y condición reproductiva, seleccionando aquellos con un peso mínimo de 30 g. Los transmisores (modelo TXC-005G, Telenax®) se fijaron en la región interescapular de los individuos con pegamento quirúrgico (SkinBond®). Cada transmisor pesó 1.4 g, menos del 5% de la masa corporal del individuo, lo recomendado por Aldridge y Brigham (1988), con una duración de pila de 50 días y una transmisión de señal aproximada de 8 km de distancia. Los individuos marcados fueron liberados en el sitio y noche de captura.

Monitoreo de ejemplares. El periodo de monitoreo fue de 15 noches consecutivas durante cada mes, en ciclos de nueve horas a partir de la puesta de sol (19:00-04:00). Sin embargo, los monitoreos frecuentemente fueron interrumpidos por las condiciones climatológicas (tormentas eléctricas y lluvias repentinas) y la topografía accidentada que impidió en algunos casos la recepción adecuada de la señal.

Durante el radioseguimiento de los individuos se utilizaron dos radio receptores (modelo R-1000, rango de frecuencia 148-174 MHz), cada uno conectado por un cable coaxial a una antena tipo Yagui “receptor de tres elementos” (modelo Power Grip, frecuencia hasta 1.64 MHz). Para asegurar la recepción de la señal y abarcar una mayor área, se realizaron caminatas libres en caminos de terracería, veredas y lugares accesibles en sitios despejados. En cada frecuencia localizada, se registró la dirección con un clinómetro (marca Suunto, modelo KB-14/360 RB), la posición espacial del observador con un geoposicionador satelital (modelo Garmin GPS Map 60 CS), la fecha y la hora. Se determinó la posición de un individuo cada tres minutos y del mismo en intervalos máximos de media hora cuando fue posible.

Análisis de datos. Las radiolocalizaciones obtenidas se triangularon utilizando el programa Locate III versión 3.34 (Nams, 2011). Este programa proyecta las coordenadas de posición de cada observador y la dirección de localización del individuo, y traza dos líneas de tal forma que cuando se interceptan se tiene el punto en donde el individuo se encontraba en el espacio y tiempo determinado. Las radiolocalizaciones que no triangularon fueron consideradas únicamente en el patrón de actividad.

Tamaño acumulativo del área de actividad. Para evaluar el tamaño del área de actividad con respecto al número de localizaciones y conocer si el tamaño de muestra fue representativo, se construyó una curva de acumulación del área de actividad de cada individuo. La curva de acumulación se calculó con el 100% de las radiolocalizaciones mediante el método Polígono Mínimo Convexo (PMC; Hayne, 1949), en el programa Ranges 9 versión 1.5 (Kenward *et al.*, 2014). Los datos de los individuos que no alcanzaron la asíntota, sólo fueron considerados en los análisis de movimiento y patrón de actividad.

Área de actividad y ámbito hogareño. El tamaño del área de actividad se calculó con el método del PMC al 100% (Hayne, 1949), en el programa ArcGis versión 10.1 (Esri Inc., 2012). El ámbito hogareño se estimó por medio del método a-LoCoH (Getz y Wilmers,

2004; Getz *et al.*, 2007), utilizando el paquete T-LoCoH (Lyons *et al.*, 2013) en el programa R (R Development Core Team, 2014). LoCoH es un método no paramétrico para la construcción de Distribuciones de Utilidad (DUs) de un conjunto de ubicaciones por medio de la agregación de PMCs locales. El método Adaptativo (*a*), crea “hulls” a partir del número máximo de vecinos más cercanos tales que la suma de sus distancias desde el punto original es menor o igual a la escala espacial y al tamaño de muestra del conjunto de datos (Lyons *et al.*, 2013).

Movimiento. La distancia promedio y máxima recorrida por noche para cada individuo se calculó utilizando el programa Paleontological Statistics (PAST) versión 3.0 (Hammer *et al.*, 2013), el cual calcula la distancia euclidiana entre radiolocalizaciones secuenciales.

Patrón de actividad. Para calcular el patrón de actividad, las 24 h del día fueron divididas en periodos de una hora y las radiolocalizaciones de cada individuo se clasificaron dentro de estos intervalos. En el análisis no se consideraron las radiolocalizaciones (trianguladas o no) con la misma posición y/o dirección en periodos de tiempo consecutivos, dado que se asumió que el individuo se encontraba en reposo.

En todos los análisis se compararon las diferencias entre individuos de un mismo sexo y condición reproductiva, cuando éstas no fueron significativas, los datos se agruparon por condición reproductiva de un mismo sexo y se compararon. Los casos que no difirieron significativamente se analizaron entre sexos. Finalmente, cuando no se presentaron diferencias se calculó un valor único para toda la población.

Las variaciones en el área de actividad, en el ámbito hogareño y en los movimientos entre individuos se analizaron con un Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía, cuando mostró efectos significativos se utilizó la prueba de Tukey para identificar aquellos subgrupos que no difieren entre sí, pero si del resto. La significancia de las diferencias entre condición reproductiva y entre sexos se determinó con la prueba *t* de Student. En el patrón de actividad, las diferencias de actividad entre individuos, condición reproductiva y sexos se analizaron con métodos de estadística circular, utilizando las pruebas no paramétricas Mardia-Watson-Wheeler (cuando el número de datos *n* fue igual o mayor a 11) y la de Watson (Zar, 1999), esta última cuando $5 \leq n \leq 10$. Las pruebas estadísticas se realizaron con los programas Statistica versión 8.0 (StatSoft. Inc., 2007) y Oriana versión 4 (Kovach Computing Services, 2011), con una significancia mínima de $\alpha \leq 0.05$.

Preferencia de hábitat. Para conocer la preferencia de hábitat de los machos y las hembras, se determinaron las áreas más usadas por medio del estimador a-LoCoH (50%; Worton, 1985). En un mapa de vegetación del área de estudio, escala 1:50,000, se sobrepusieron los polígonos de cada individuo para determinar los tipos de hábitats con un uso desproporcionado, de acuerdo al número de veces que los individuos fueron localizados en ese hábitat particular. Se obtuvieron las frecuencias y porcentaje de uso en los diferentes hábitats.

RESULTADOS

Se obtuvieron 536 localizaciones de 20 individuos marcados de *S. hondurensis*, 11 machos (7 reproductivos y 4 no reproductivos) y nueve hembras (4 gestantes, 2 lactantes y 3 no reproductivas; Cuadro 1).

Tamaño acumulativo del área de actividad. El 75% de los individuos mostró una estabilización del tamaño acumulativo del área de actividad, con un número promedio de localizaciones (\pm desviación estándar) de 28.8 ± 16.6 . La variación en el número de localizaciones requeridas para alcanzar la asíntota fue de 7 a 66. El tamaño del área actividad y el número de localizaciones presentaron una relación positiva, aunque no fue significativa ($r = 0.11$, $P = 0.22$). Para los individuos en que no se alcanzó la asíntota, la mayoría presentó un número bajo de localizaciones ($n < 9$; Fig. 2).

Área de actividad y ámbito hogareño. El tamaño del área de actividad y del ámbito hogareño varió considerablemente entre grupos (Cuadro 1; Fig. 3-4), aunque no se encontraron diferencias significativas ($F_{\text{área de actividad}} = 0.78$, $P = 0.53$; $F_{\text{ámbito hogareño}} = 0.71$, $P = 0.57$). Los machos reproductivos y las hembras no reproductivas presentaron el tamaño promedio mayor del área de actividad con $3.85 \pm 5.30 \text{ km}^2$ y $3.94 \pm 2.84 \text{ km}^2$, respectivamente; mientras que las hembras reproductivas mostraron el menor tamaño promedio con $0.51 \pm 0.40 \text{ km}^2$. En contraparte, el tamaño promedio del ámbito hogareño fue mayor en los machos reproductivos con $1.11 \pm 1.17 \text{ km}^2$ que el de las hembras no reproductivas, con $0.22 \pm 0.07 \text{ km}^2$. En general, el área de actividad y el ámbito hogareño promedio para todos los individuos de la población estudiada fue $2.83 \pm 3.56 \text{ km}^2$ y $0.70 \pm 0.82 \text{ km}^2$, respectivamente.

Movimiento. Los individuos machos y hembras, reproductivos y no reproductivos, no mostraron diferencias significativas entre sí en sus distancias promedio y máxima recorridas (Cuadro 2). Sin embargo, el macho reproductivo 058 y la hembra no reproductiva 298 recorrieron distancias considerablemente mayores y difirieron significativamente con los demás individuos de su condición en sus distancias máxima y promedio, respectivamente. El individuo 058 presentó una distancia de 3.05 ± 1.08 km y el 298 de 0.98 ± 0.20 km.

En cuanto a la condición reproductiva, los machos reproductivos y los no reproductivos no presentaron diferencias significativas en sus distancias recorridas ($t_{Dprom} = 1.72$, *g.l.* = 9, $P = 0.11$; $t_{Dmax} = -0.58$, *g.l.* = 8, $P = 0.58$). Los primeros recorrieron distancias promedio y máxima de 0.78 ± 0.36 km y de 1.66 ± 0.40 km, respectivamente; mientras que para los segundos, la distancia promedio registrada fue 0.41 ± 0.24 km y la máxima fue 1.97 ± 1.28 km. Por su parte, las hembras reproductivas y no reproductivas no difirieron significativamente en sus distancias promedio ($t = 0.31$, *g.l.* = 6, $P = 0.77$), las primeras recorrieron una distancia de 0.44 ± 0.28 km y las segundas de 0.38 ± 0.09 km. En contraste, ambos grupos de hembras presentaron diferencias en las distancias máximas ($t = -3.49$, *g.l.* = 6, $P = 0.01$). Las hembras no reproductivas recorrieron distancias significativamente más grandes (2.55 ± 0.93 km).

En general, las distancias promedio recorridas no difirieron estadísticamente entre sexos ($t = 1.46$, *g.l.* = 17, $P = 0.16$), con una distancia de 0.55 ± 0.33 para toda la población. En cuanto a las distancias máximas, los machos recorrieron distancias de 1.78 ± 0.81 km.

Patrón de actividad. Se obtuvieron 751 radiolocalizaciones correspondientes a 16 de los 20 individuos marcados (Cuadro 1), nueve machos (5 reproductivos y 4 no reproductivos) y siete hembras (2 gestantes, 2 lactantes y 3 no reproductivas).

Los machos reproductivos presentaron diferencias significativas en su actividad (Cuadro 3). Los machos 058, 118 y 438 iniciaron su actividad a las 20:00 h y presentaron un máximo de 21:00-22:00 h, mientras que el 198 y el 218 mostraron un máximo de actividad a las 00:00 h y de 00:00-02:00 h, respectivamente. Los individuos 218 y 438 presentaron la mayor actividad con 25.5% y 31.5% (Fig. 5). Respecto con los machos no reproductivos, sólo el individuo 098 difirió significativamente del grupo (Cuadro 3),

mostrando el periodo de actividad más corto (20:00-02:00 h) y un máximo de actividad de 22:00-23:00 h.

La actividad entre las hembras reproductivas también difirió significativamente (Cuadro 4). Los máximos de actividad variaron para todos los individuos, las hembras gestantes 458 y 498 registraron un máximo de 22:00-23:00 h y de 21:00-22:00 h, respectivamente; mientras que para las lactantes 378 y 478 fue de 00:00 h y de 21:00-22:00 h (Fig. 6). En contraste, las hembras no reproductivas no mostraron diferencias estadísticas en su actividad (Cuadro 4). El patrón de actividad entre este grupo de hembras y los machos no reproductivos difirió estadísticamente ($W = 7.57, P = 0.023$). Las hembras no reproductivas mostraron actividad desde las 19:00 h, mientras que los machos no reproductivos iniciaron a las 20:00 h; sin embargo, en ambos grupos la actividad terminó a las 05:00 h. Los machos presentaron un máximo de actividad de 00:00-01:00 h y las hembras de 22:00-00:00 h (Fig. 7).

Preferencia de hábitat. Las áreas núcleo variaron considerablemente entre grupos (Cuadro 1; Fig. 8), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($F = 0.70, P = 0.57$). Los machos reproductivos presentaron el tamaño promedio mayor de áreas núcleo con $0.17 \pm 0.20 \text{ km}^2$; mientras que las hembras no reproductivas mostraron el menor, con $0.02 \pm 0.01 \text{ km}^2$. Entre sexos, el tamaño promedio de las áreas núcleo de los machos fue $0.14 \pm 0.17 \text{ km}^2$ y el de las hembras de $0.04 \pm 0.04 \text{ km}^2$. En general, el tamaño promedio de las áreas núcleo para todos los individuos de *S. hondurensis* fue $0.10 \pm 0.14 \text{ km}^2$.

Las áreas núcleo de *S. hondurensis* incluyeron cuatro tipos de hábitat: selva mediana conservada (SMC), selva mediana con vegetación secundaria (SMVS), terrenos de cultivo (C) y zonas de cafetal (ZC), todos asociados a cuerpos de agua perennes. La intensidad de uso entre tipos de hábitat difirió significativamente ($F = 16.74, P = 0.00$), siendo la SMC el hábitat preferido por los individuos con el 70% del total de las localizaciones y la ZC el menos preferido (0.05%). La hembra gestante 498 y la no reproductiva 558 fueron los individuos que se localizaron casi exclusivamente en la SMC (91 y 97% de las localizaciones; Cuadro 5).

DISCUSIÓN

Área de actividad y ámbito hogareño. La información acerca del área de actividad y del ámbito hogareño de *S. hondurensis* es escasa. En general, el área de actividad para especies de murciélagos neotropicales ha sido poco evaluada debido principalmente a dos factores: la incertidumbre en el uso del 100% de las localizaciones, que posiblemente incluye áreas de no uso, y el método de estimación comúnmente utilizado, sensible a valores atípicos que sobreestiman el tamaño del área (PMC; Hayne, 1949; Powell, 2000; Kenward *et al.*, 2001; Meyer *et al.*, 2005). El presente estudio proporciona la primera estimación del área de actividad para *S. hondurensis* mediante el PMC al 100% en la Sierra Norte de Oaxaca, México. A pesar de las desventajas del PMC y al tamaño de muestra pequeño, los resultados obtenidos son confiables dado que corresponden a datos de individuos con una estabilización de su área de actividad en la curva de acumulación y a la relación positiva entre el número de localizaciones y el tamaño del área de actividad, a diferencia de lo observado en otros estudios (Trevelin *et al.*, 2013).

El tamaño promedio del área de actividad de *S. hondurensis* ($2.83 \pm 3.56 \text{ km}^2$) es mayor en comparación de otras especies de murciélagos filostómidos de talla corporal pequeña como *A. watsoni* ($0.04\text{-}0.09 \text{ km}^2$; Albrecht *et al.*, 2007; Chaverri *et al.*, 2007a). El área de actividad estimada en el presente estudio posiblemente se debió a la menor disponibilidad de alimento en la estación seca, cuando se realizó el radio-seguimiento. Durante el muestreo se observó una abundancia baja de frutos de especies de los géneros *Solanum* y *Piper*, arbustos que constituyen la dieta principal de *S. hondurensis* (Fleming *et al.*, 1972; Lobo *et al.*, 2009; Cortés-Delgado y Sosa, 2014). Estas observaciones concuerdan con lo encontrado para *S. mauritanum* y *Piper aduncum* en el sureste de Brasil (Trevelin *et al.*, 2013), por lo tanto, la disponibilidad baja de frutos quizá influyó en el incremento del área de actividad dado el aumento en los desplazamientos para la búsqueda de alimento. En estudios limitados a la estación seca, se ha observado que la escasez de frutos obliga a algunas especies a buscar alimento en áreas más extensas, como ocurre en *A. watsoni* ($0.09 \pm 0.06 \text{ km}^2$; Albrecht *et al.*, 2007).

Respecto con el ámbito hogareño, el tamaño promedio para *S. hondurensis* observado en la región ($0.70 \pm 0.82 \text{ km}^2$) se encuentra dentro del intervalo registrado en Veracruz,

México (0.04-3.11 km²; Cortés-Delgado y Sosa, 2014), ambos resultados en diferente tipo de vegetación y con otro método de estimación. Especies frugívoras similares presentan un ámbito hogareño mayor que el de *S. hondurensis*. Por ejemplo, se ha estimado un tamaño promedio de 0.94 ± 0.46 km² (kernel 95%) y 2.06 ± 1.36 km² (PMC 95%) para *S. lilium* en la Reserva de la Biosfera-Estación Biológica Beni, Bolivia (Loayza y Loiselle, 2008). Otros filostómidos de talla corporal menor, como *C. brevicauda* y *C. perspicillata*, también muestran un ámbito hogareño más grande: la primera especie presenta un tamaño de 3.20 km² (Bernard y Fenton, 2003) y la segunda de 0.11-1.55 km² (Bernard y Fenton, 2003; Bonaccorso *et al.*, 2006), por medio del PMC 95%. En contraste, filostómidos insectívoros como *Lamproncyteris brachyotis* y *Macrophyllum macrophyllum*, ocupan un ámbito hogareño menor (0.05 y 0.24 km², respectivamente) comparado con el de *S. hondurensis* (Weinbeer y Kalko, 2004; Meyer *et al.*, 2005).

En el área de estudio el tamaño del ámbito hogareño de *S. hondurensis* probablemente se debió a la distribución espacio-temporal de frutos, con áreas de mayor concentración asociadas a cuerpos de agua perenne y con la maduración gradual de la fuente principal de alimento (Heithaus, 1982; Nee, 2007). Otros posibles factores determinantes fueron los patrones de movimiento y la estrategia de forrajeo de la especie, con vuelos cortos que generalmente son sobre las mismas rutas de forrajeo, desde sus refugios a los sitios de alimentación (frugívoros sedentarios; Fleming, 1986; Soriano, 2000). En otras especies frugívoras neotropicales como *C. castanea*, *C. perspicillata* y *S. lilium*, los individuos también repiten los mismos patrones cada noche durante varios días (Bonaccorso *et al.*, 2006; Loayza y Loiselle, 2008). Para varias especies de filostómidos, se ha observado que ambos factores influyen fuertemente en el tamaño de su ámbito hogareño (Meyer *et al.*, 2005; Chaverri *et al.*, 2007a).

Adicionalmente, el uso diferencial del hábitat y los métodos de estimación son fuentes de variación en el ámbito hogareño de las especies (Robinson y Stebbings, 1997; Winkelmann *et al.*, 2000; Bonaccorso *et al.*, 2006). En nuestro estudio, el ámbito hogareño registrado en la selva mediana fue menor respecto con datos publicados en plantaciones de café (0.89 km²), aunque el valor fue similar con el del bosque mesófilo (0.69 km²; Cortés-Delgado y Sosa, 2014). Sin embargo, las estimaciones obtenidas para la especie también pueden diferir por las bondades del método empleado. El método a-LoCoH utilizado en

este estudio excluye las áreas no usadas por los individuos y construye los polígonos en áreas de alto uso, con isopletas en regiones donde los datos son más abundantes (Getz *et al.*, 2007; Lyons *et al.*, 2013), a diferencia de los métodos Kernel utilizados por otros autores (Cortés-Delgado y Sosa, 2014).

Por otra parte, en el estudio el área de actividad y el ámbito hogareño no difirieron significativamente entre sexos y condición reproductiva, sin embargo, los resultados se comportaron de acuerdo con lo predicho. El tamaño promedio de área de actividad y de ámbito hogareño fue mayor en los machos reproductivos, posiblemente por la búsqueda activa de parejas para reproducirse o por defender su territorio, como sucede en algunas especies de otras familias de murciélagos (Bradbury y Vehrencamp, 1976). Además, los machos reproductivos suelen adoptar estrategias de dominancia, principalmente para monopolizar a las hembras y defender los recursos esenciales para ellas (McCracken y Bradbury, 1981; Kunz y McCracken, 1996), por lo que quizá realizaron movimientos de patrullaje para excluir a otros machos. Entre los individuos del grupo, el 058 presentó un tamaño considerablemente mayor en ambas áreas (13.14 y 2.83 km²). Este tamaño tal vez se debió a la distancia que viajaba de su refugio a la zona de alimentación (*ca* 2 km; datos no publicados) y a los desplazamientos largos que recorría cada noche (3.05 ± 1.08 km).

Así mismo, el tamaño promedio del área de actividad de las hembras reproductivas fue menor en comparación con las no reproductivas, quizá como consecuencia del peso adicional del feto o al costo asociado con el cuidado de las crías, incluida la lactancia. En especies de filostómidos, el feto puede representar una tercera parte de la masa corporal de la madre (Kurta y Kunz, 1987; Chaverri y Kunz, 2006), por lo que, las hembras gestantes de *S. hondurensis* posiblemente se vieron limitadas en los movimientos a distancias largas por esta condición. En contraparte, se ha observado que las hembras lactantes concentran su actividad de forrajeo en áreas cercanas a sus refugios y regresan a ellos con frecuencia durante la noche (Henry *et al.*, 2002). En el área de estudio, las hembras 378 y 478 probablemente presentaron este comportamiento, lo cual les impidió la exploración de otras áreas. En murciélagos insectívoros, como *Myotis lucifugus*, las hembras lactantes viajan lejos para adquirir alimentos que cubran sus demandas energéticas (Kurta *et al.*, 1989). No obstante, las hembras en período de lactancia de especies del género *Sturnira* quizá no

presentan esta necesidad, debido a que los frutos de la familia Solanaceae satisfacen la totalidad de sus requerimientos nutricionales (Herrera *et al.*, 2001; Mello *et al.*, 2008).

Contrariamente con lo esperado, el ámbito hogareño fue menor en las hembras no reproductivas ($0.22 \pm 0.07 \text{ km}^2$), aunque es probable que el tamaño estimado se debió al número bajo de individuos monitoreados ($n = 2$). La diferencia en el ámbito hogareño entre los grupos de hembras fue mínima y en conjunto presentaron un tamaño promedio pequeño ($0.40 \pm 0.33 \text{ km}^2$). En otros estudios se ha documentado que un ámbito hogareño pequeño favorece el conocimiento detallado de los patrones de fructificación y la dinámica de los hábitats (Bonaccorso *et al.*, 2002), lo cual es característico en las hembras de varias especies de la familia Phyllostomidae.

En general, el área de actividad y el ámbito hogareño de *S. hondurensis* probablemente fueron subestimados, dado que se perdió contacto frecuentemente con la mayoría de los individuos por lapsos largos de tiempo cada noche durante el monitoreo, tal como ha ocurrido en otros estudios (Albrecht *et al.*, 2007). Esta pérdida de datos quizá no permitió encontrar diferencias significativas entre condición reproductiva y sexos para *S. hondurensis*, situación que también se argumenta para *M. macrophyllum* en el Monumento Natural Barro Colorado, Panamá (Meyer *et al.*, 2005). En contraste, otros estudios de radiotelemetría con especies frugívoras aseguran que al menos el ámbito hogareño no difiere entre condición reproductiva, edad o sexo Chaverri *et al.*, 2007a; Loayza y Loiselle, 2008), aunque existen excepciones (Bonaccorso *et al.*, 2005).

Movimiento. Estudios previos sobre movimiento no documentan las distancias promedio para *S. hondurensis*, sin embargo, el patrón de las distancias máximas observado en la Sierra Norte de Oaxaca concuerda con lo registrado para esta especie y similares en otras regiones del Neotrópico, con valores dentro del intervalo de 0.77 a 1.72 km; Loayza y Loiselle, 2008; Cortés-Delgado y Sosa, 2014). Por su parte, la distancia promedio recorrida por los individuos de *S. hondurensis* ($0.55 \pm 0.33 \text{ km}$) fue menor respecto con lo estimado para otros filostómidos frugívoros como *A. lituratus* (4.9 km), *C. perspicillata* (3.7 km) y *A. jamaicensis* (1.2 km), por medio de la técnica de marcaje-recaptura (Bianconi *et al.*, 2006). Especies nectarívoras, como *Glossophaga soricina* y *Lonchophylla dekeyseri*,

también registran una distancia promedio mayor (1.5 y 1.3 km, respectivamente; Aguiar *et al.*, 2014), aunque el número de individuos y de localizaciones fue bajo.

La distancia promedio registrada para *S. hondurensis* posiblemente se relacionó con la presencia y la abundancia de especies arbóreas consideradas como refugios potenciales en sus áreas de forrajeo. En Veracruz, México, *Liquidambar styraciflua*, *Quercus sartorii*, *Trema micrantha* y *Enterolobium cyclocarpum* son árboles utilizados como refugios por este filostómido y se encuentran a distancias relativamente cortas de sus sitios de forrajeo (0.59-0.82 km; Cortés-Delgado y Sosa, 2014). En el área de estudio, *L. styraciflua* presenta una abundancia alta en zonas adyacentes y aunque no fue posible localizar los refugios en la mayoría de los individuos, es altamente probable que la disponibilidad de éstos influyera en las distancias de vuelo de *S. hondurensis*. Algunos autores sugieren que los movimientos en los murciélagos están relacionados con la disponibilidad de recursos del hábitat, entre ellos los refugios (Heithaus y Fleming, 1978; Fleming y Heithaus, 1986) y pueden ser debidos a la dispersión de éstos (Trajano, 1996).

En cuanto a las distancias recorridas por cada individuo, se observaron mayores desplazamientos en la hembra no reproductiva 298 y en el macho reproductivo 058, quizá como respuesta para evitar la competencia intra e interespecífica con individuos de la misma condición. Datos preliminares no publicados muestran una abundancia alta de *C. brevicauda* y *S. hondurensis*, especies que por sus hábitos alimenticios y estrategias de forrajeo compiten por el uso de los recursos (Fleming, 1986). En el caso del macho 058, otra explicación de sus vuelos a distancias largas es la accesibilidad a un mayor número de hembras para reproducirse. Por otra parte, se ha documentado que la alta movilidad en murciélagos puede proporcionar acceso a una variedad de hábitats, lo que a menudo favorece su independencia de una área específica para la búsqueda de alimento (Fenton, 1997). En este sentido, los movimientos en ambos individuos les permitieron explorar zonas de selva mediana y bosque mesófilo en buen estado de conservación y bordes con predominio de liquidámbar. Así mismo, con base en la ubicación de las radiolocalizaciones, estos individuos posiblemente obtuvieron otras ventajas, entre ellas la localización de refugios y de nuevas áreas de forrajeo.

En el presente estudio, los machos de *S. hondurensis* no difirieron en sus patrones de movimiento entre condición reproductiva, contrariamente a lo esperado. Aunque las

diferencias no fueron marcadas, los machos no reproductivos presentaron distancias máximas superiores a las de los reproductivos (1.97 vs 1.66 km). Lo cual pudo ser una consecuencia de la variación alta en las distancias recorridas cada noche por la mayoría de los individuos del grupo. Otros estudios con murciélagos filostómidos no evalúan la condición reproductiva en los machos, pero muestran valores similares con lo registrado en conjunto para este sexo (1.78 km). Por ejemplo, se ha estimado una distancia máxima de 2.5 km para machos de *C. perspicillata* (Bernard y Fenton, 2003). En especies de talla corporal grande como *A. lituratus* (53-73 g), los machos se mueven 2.0 km; mientras que en otras de talla pequeña como *A. watsoni* (9-15 g), éstos recorren distancias de 0.18 km (Albrech *et al.*, 2007; Trevelin *et al.*, 2013).

En contraparte, las hembras mostraron diferencias en sus movimientos entre condición reproductiva. De acuerdo con las predicciones, las hembras no reproductivas recorrieron distancias máximas considerablemente más grandes que las reproductivas (2.55 vs 0.97 km). Esta estimación se encuentra dentro del intervalo registrado para hembras con esta condición en *C. perspicillata* y *S. lilium*, con valores de 1.6 a *ca* 3 km (Bernard y Fenton, 2003; Loayza y Loiselle, 2008). En el caso de las hembras no reproductivas, los factores que probablemente determinaron sus distancias fueron la libertad de movimiento, la conducta exploratoria y la etapa estral (Wilson, 1979; Bianconi *et al.*, 2006). Por su parte, los desplazamientos menores de las hembras reproductivas quizá se dieron en respuesta para conservar la energía y reducir su exposición a los depredadores (Bonaccorso *et al.*, 2002), tanto por el desgaste físico debido al peso adicional del feto como por el tiempo requerido para el cuidado de los neonatos.

Diversos estudios conducidos en regiones tropicales y subtropicales han evaluado las diferencias de los movimientos entre sexos en diferentes especies de murciélagos, algunos muestran que las distancias recorridas no varían entre machos y hembras (*Melonycteris melanops*, Bonaccorso *et al.*, 2005; *Rousettus aegyptiacus*, Barclay y Jacobs, 2011); mientras que otros revelan diferencias significativas entre éstos (*M. macrophyllum*, Meyer *et al.*, 2005; *Dobsonia minor*, Bonaccorso *et al.*, 2002). En el estudio se encontró que los movimientos de *S. hondurensis* no difirieron estadísticamente en ambos sexos, aunque se registró una distancia promedio mayor para los machos (0.64 ± 0.36 km) en comparación con las hembras (0.43 ± 0.24 km), similar a lo obtenido para *S. lilium* en el sureste de Brasil

(0.76 y 0.48 km, respectivamente; Mello *et al.*, 2008). Estas variaciones en los patrones de movimiento entre las especies pueden atribuirse a una serie de factores intrínsecos como la talla corporal, la carga alar, las estrategias de forrajeo, la condición reproductiva y el comportamiento social (Meyer *et al.*, 2005; Barclay y Jacobs, 2011; Marinello y Bernard, 2014).

Patrón de actividad. En la Sierra Norte de Oaxaca, *S. hondurensis* presentó una actividad unimodal, con máximos en las primeras horas de la noche para la mayoría de los individuos, lo cual coincide con el patrón observado para varias especies de filostómidos, en especial de la subfamilia Carollinae (Charles-Dominique, 1991; Bernard, 2002; Souza-Aguiar y Marinho-Filho, 2004). En contraste, algunos miembros de la subfamilia Stenodermatinae, como *A. jamaicensis*, presentan un patrón bimodal y una actividad baja a inicios del anochecer (Morrison, 1978c; Bernard, 2002). Sin embargo, la variación amplia en el período de actividad entre especies frugívoras, probablemente corresponde a la variación en la disponibilidad del alimento durante la noche (Handley *et al.*, 1991; Thies y Kalko, 2004).

Durante el seguimiento, la actividad para los machos y las hembras en estado reproductivo presentó diferencias marcadas entre individuos, principalmente, en la hora de término de su actividad de vuelo y en los máximos, que fueron poco uniformes. Interesantemente, los individuos machos y hembras no reproductivos no mostraron diferencias en sus patrones de actividad. La causa posible es que ambos grupos aparentemente no presentan necesidades intrínsecas que los obligue a aumentar o disminuir sus períodos de actividad.

Algunos estudios señalan que la condición reproductiva y el estatus social del individuo, así como la competencia intra e interespecífica por el uso de los recursos pueden afectar los patrones de actividad (O'Donnell, 2000; Bernard, 2002; Kronfeld-Schor y Dayan, 2003). En el caso de los machos reproductivos, estos factores pueden explicar los patrones observados en el área de estudio. Los períodos largos de mayor actividad quizá están determinados por la condición reproductiva, mientras que los máximos distribuidos en diferentes horas de la noche se deben a la competencia por el espacio y el alimento con especies frugívoras como *C. sowelli*. En *M. melanops*, el tiempo de mayor actividad está

relacionado con el patrullaje del territorio y la asociación macho-hembra (Bonaccorso *et al.*, 2005). Por su parte, las hembras reproductivas, específicamente las gestantes, con actividad baja y período de actividad breve posiblemente representan una estrategia para minimizar el nivel de susceptibilidad a la depredación, como indican algunos autores (Kronfeld-Schor y Dayan, 2003). En cuanto a las lactantes, éstas ampliaron su período de actividad quizá por sus demandas energéticas altas para la producción de leche (Racey y Speakman, 1987; Henry *et al.*, 2002).

En términos generales, otros factores que pudieron influir en el patrón de actividad de *S. hondurensis* son las condiciones ambientales, principalmente la precipitación y la temperatura. En el área de estudio, la actividad de forrajeo de la especie disminuyó relativamente poco durante lluvias ligeras, reduciéndose considerablemente o cesando en las noches frías con lluvias intensas, regularmente acompañadas de tormentas eléctricas. En Barro Colorado, Panamá, se ha observado algo similar para *M. macrophyllum*: actividad constante en lluvias ligeras, pero interrumpida durante lluvias intensas (Weinbeer *et al.*, 2006). Esta disminución de la actividad de vuelo es explicada por problemas de termorregulación y por la interferencia en el sistema de ecolocalización durante lluvias intensas (Fenton y Kunz, 1977). Por su parte, otros estudios en especies de hábitos insectívoros como *Chalinolobus tuberculatus*, muestran que la temperatura afecta positiva y significativamente la actividad de la especie (O'Donell, 2000).

Adicionalmente, la velocidad de viento y la intensidad de luz lunar son otros factores ambientales que afectan la actividad de algunos filostómidos frugívoros, entre ellos, *A. jamaicensis* y *A. lituratus* (Erkert, 1974; Morrison, 1978; Esbérard, 2007), aunque algunos autores sugieren lo contrario (Santos-Moreno *et al.*, 2010). A este respecto, ambos factores probablemente no muestran una relación con el patrón de actividad registrado para *S. hondurensis*, debido a su talla corporal media y a que forrajea en el sotobosque, puesto que se ha documentado que la velocidad del viento afecta más a los murciélagos de talla pequeña (Verboom y Huitema, 1997), y que especies que forrajean en el sotobosque (e.g. *C. castanea*) no se ven afectadas en su actividad de vuelo en noches de mayor iluminación lunar (Thies *et al.*, 2006).

Preferencia de hábitat. Aunque el tamaño de las áreas núcleo varió considerablemente entre individuos, *S. hondurensis* concentró su actividad en una área de 0.10 km², valor similar pero de menor magnitud que el registrado para la especie en el centro de Veracruz, México (0.18-0.21 km²; Cortés-Delgado y Sosa, 2014). Se han obtenido resultados dentro de este intervalo para *S. lilum* en la Reserva de la Biosfera-Estación Biológica Beni, Bolivia (0.12 km²; Loayza y Loiselle, 2008). En contraste, especies de menor talla corporal como *C. castanea*, *C. perspicillata* y *A. watsoni*, muestran áreas núcleo pequeñas (< 0.003 km²; Bonaccorso *et al.*, 2006; Albrecht *et al.*, 2007).

S. hondurensis mostró una preferencia alta por la selva mediana en buen estado de conservación con cobertura vegetal densa y se localizó con menor frecuencia en los sitios abiertos o con poca cobertura, como los terrenos de cultivo y las zonas de cafetal. Esto sugiere la importancia que tiene este hábitat principalmente para su protección contra depredadores y alimentación, y que puede estar relacionado con sus características morfológicas y ecológicas (área vertical de forrajeo y maniobrabilidad). En este sentido, se considera que esta especie prefiere grandes fragmentos de bosque y bosques continuos, debido a que es altamente sensible a la fragmentación del hábitat (García-García *et al.*, 2014). Aunque se ha observado que otros miembros del género *Stunira* pueden moverse libremente entre los elementos del bosque mientras atraviesan la matriz de savana deforestada (Loayza y Loiselle, 2008).

LITERATURA CITADA

- Aguiar, L. M. S., E. Bernard y R. B. Machado. 2014. Habitat use and movements of *Glossophaga soricina* and *Lonchophylla dekeyseri* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Neotropical savannah. *Zoologia*, 31:223-229.
- Albrecht L., C. F. J. Meyer y E. K. V. Kalko. 2007. Differential mobility in two small phyllostomid bats, *Artibeus watsoni* and *Micronycteris microtis*, in a fragmented neotropical landscape. *Acta Theriologica*, 52:141-149.
- Aldridge, H. D. J. N. y R. M. Brigham. 1988. Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5% "rule" of radio-telemetry. *Journal of Mammalogy*, 69:379-382.
- Amelon, S. K., D. C. Dalton, J. J. Millspaugh y S. A. Wolf. 2009. Radiotelemetry. Techniques and Analysis. Pp. 57-77. En: Kunz, T. H. y S. Pearson. (eds.). Ecological and behavioral methods for the study of bats. Johns Hopkins University Press. Maryland, EE.UU.
- Anderson, D. J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology*, 63:103-112.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza-Rodríguez, C. Aguilar-Zúñiga, E. Martínez-Romero, L. Gómez-Mendoza y E. Loa (eds.). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Barclay, R. M. R. y D. S. Jacobs. 2011. Differences in the foraging behaviour of male and female Egyptian fruit bats (*Rousettus aegyptiacus*). *Canadian Journal of Zoology*, 89:466-473.
- Bekoff, M. y L. D. Mech. 1984. Simulation analyses of space use: home range estimates, variability, and sample size. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 16:32-37.
- Bernard, E. 2002. Diet, activity and reproduction of bats species (Mammalia, Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. *Revista Brasileira de Zoología*, 19:173-188.
- Bernard, E. y M. B. Fenton, 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica*, 35:262-277.
- Bianconi, G. V., S. B. Mikich y W. A. Pedro. 2006. Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoología*, 23:1199-1206.
- Bonaccorso, F. J., J. R. Winkelmann, E. R. Dumont y K. Thibault. 2002. Home range of *Dobsonia minor* (Pteropodidae): A Solitary, foliage-roosting fruit bat in Papua New Guinea. *Biotropica*, 34:127-135.
- Bonaccorso, F. J., J. R. Winkelmann y D. G. P. Byrnes. 2005. Home range, territoriality, and flight time budgets in the black-bellied fruit bat, *Melonycteris melanops* (Pteropodidae). *Journal of Mammalogy*, 86:931-936.
- Bonaccorso, F. J., et al. 2006. Evidence for exploitative competition: Comparative foraging behavior and roosting ecology of Short-Tailed Fruit Bats (Phyllostomidae). *Biotropica*, 39:249-256.

- Bradbury, J. W. y S. L. Vehrencamp. 1976. Social organization and foraging in Emballonurid bats. II. A model for the determination of group size. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1:383-404.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24:346-352.
- Chaverri, G. y T. H. Kunz. 2006. Reproductive biology and postnatal development in the tent-making bat *Artibeus watsoni* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Zoology*, 270:650-656.
- Chaverri, G., O. E. Quirós y T. H. Kunz. 2007a. Ecological correlates of range size in the tent-making bat *Artibeus watsoni*. *Journal of Mammalogy*, 88:477-486.
- Chaverri, G., M. Gamboa-Ríos y T. H. Kunz. 2007b. Range overlap and association patterns in the tent-making bat *Artibeus watsoni*. *Animal Behavior*, 73:157-164.
- Charles-Dominique, P. 1991. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, 7:243-256.
- Corbalán, V. E. y R. A. Ojeda. 2005. Áreas de acción en un ensamble de roedores del desierto del monte (Mendoza, Argentina). *Mastozoología Neotropical*, 12:145-152.
- Cortés-Delgado, N. y V. J. Sosa. 2014. Do bats roost and forage in shade coffee plantations? A perspective from the frugivorous bat *Sturnira hondurensis*. *Biotropica*, 46:624-632.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1997. Neotropical rainforest mammals. A field guide. University of Chicago Press, Chicago, EE. UU.
- Erkert, H. G. 1974. The effect of moonlight on the activity of nocturnal mammals. *Oecologia*, 14:269-287.
- Esbérard, C. E. L. 2007. Influence of moon cycle in phyllostomid bat capture. *Iheringia Série Zoologia*, 97:81-85.
- Feldhamer, G. A., L. C. Drickamer, S. H. Vessey y J. F. Merritt. 2004. Mammalogy: adaptation, diversity, and ecology. McGraw-Hill, Massachusetts, EE.UU.
- Fenton, M. B. 1997. Science and the conservation of bats. *Journal of Mammalogy*, 78:1-14.
- Fenton, M. B., M. J. Vonhof, S. Bouchard y S. A. Gill. 2000. Roosts used by *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Belize. *Biotropica* 32:729-733.
- Fenton, M. B y T. H. Kunz. 1977. Movements and behavior. Pp. 351-364. En: Baker, R. J., J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter (eds.). Biology of Bats of the New World family Phyllostomidae Part II. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, EE.UU.
- Fleming, T. H. y E. R. Heithaus. 1986. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. *Journal of Mammalogy*, 67:660-671.
- Fleming, T. H., E. T. Hooper y D. E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology*, 4:555-569.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73:57-74.

- García-García, J. L., A. Santos-Moreno y C. Kraker-Castañeda. 2014. Ecological traits of phyllostomid bats associated with sensitivity to tropical forest fragmentation in Los Chimalapas, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 3:457-474.
- Gardner, A. L. 1977. Feeding habits. Pp. 293-350. En: Baker, R. J., J. K. Jones Jr. y D. C. Carter. (eds.). *Biology of bats of the New World Phyllostomatidae. Part II. Special Publications of the Museum of Texas Tech University*, EE.UU.
- Getz, W. M. y C. C. Wilmers. 2004. A local nearest-neighbor convex-hull construction of home range and utilization distributions. *Ecography*, 27:489-505.
- Getz, W. M., S. Fortmann-Roe, P. C. Cross, A. J. Lyons, S. J. Ryan y C. C. Wilmers. 2007. LoCoH: Nonparametric Kernel methods for constructing home ranges and Utilization Distributions. *PLoS ONE*, 2: e207.
- Gittleman, J. L. y P. H. Harvey. 1982. Carnivore home range size metabolic needs ecology. *Behavior and Sociobiology*, 10:57-63.
- Gitzen, R. A., J. L. Belant, J. J. Millspaugh, S. T. Wong, H. J. Hearn y J. Ross. 2013. Effective use of radiotelemetry for studying tropical carnivores. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 28:67-83.
- Hammer, Q., D. A. T. Harper y P. D. Ryan. 2013. PAST 3.01: Paleontological Statistic software package for education and analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4:9.
- Handley, C. O., D. E. Jr., Wilson y A. L. Gardner. 1991. Demography and natural history of the common fruit bat, *Artibeus jamaicensis*, on Barro Colorado Island, Panamá. Smithsonian Institution Press, Washington, EE.UU.
- Harris, S., W. J. Cresswell, P. G. Forde, W. J. Trehwella, T. Woollard y S. Wray. 1990. Home range analysis using radio-tracking data-a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review*, 20:97-123.
- Hayne, D. W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy*, 30:1-18.
- Heithaus, E. R. 1982. Coevolution between bats and plants. Pp. 327-367. En: Kunz, T. H. (ed.). *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, EE. UU.
- Heithaus, E. R. y T. H. Fleming. 1978. Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). *Ecological Monographs*, 48:127-143.
- Henry, M., D. W. Thomas, R. Vaudry y M. Carrier. 2002. Foraging distances and home range of pregnant and lactating little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Journal of Mammalogy*, 83:767-774.
- Herrera, I. G., K. A. Hobson, A. Manzo, D. Estrada, V. Sánchez-Cordero y C. Méndez. 2001. The role of fruits and insects in the nutrition of frugivorous bats: evaluating the use of stable isotope models. *Biotropica*, 33:520-528.
- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: San Pedro Yólox, Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Ciudad de México, México.
- Kalko, E. K. V. 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 101:281-297.
- Kenward, R. E. 2001. *A manual for wildlife radio tagging*. Academic Press, London, United Kingdom.
- Kenward, R. E., N. M. Casey, S. S. Walls y A. B. South. 2014. *Ranges 9: Fort he analysis of tracking and location data*. Anatrack Ltd. Wareham, United Kingdom.

- Kenward, R. E., R. T. Clarke, K. H. Hodder y S. S. Wallis. 2001. Density and linkage estimators of home range: nearestneighbor clustering defines multinuclear cores. *Ecology*, 82:1905-1920.
- Kronfeld-Schor, N. y T. Dayan. 2003. Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34:153-181.
- Kovach Computing Services. 2011. Software Oriana version 4. <http://www.kovcomp.co.uk/oriana/oribroc.html>
- Kunz, T. H. y G. F. McCracken. 1996. Tents and harems: apparent defense of foliage roosts by tent-making bats. *Journal of Tropical Ecology*, 12:121-137.
- Kurta, A. y T. H. Kunz. 1987. Size of bats at birth and maternal investment during pregnancy. *Zoological Society of London*, 57:79-106.
- Kurta, A., G. P. Bell, K. A. Nagy y T. H. Kunz. 1989. Energetics of pregnancy and lactation in free-ranging little brown bat (*Myotis lucifugus*). *Physiological Zoology*, 62:804-818.
- Loayza, A. P. y B. A. Loiselle. 2008. Preliminary information on the home range and movement patterns of *Sturnira lilium* (Phyllostomidae) in a naturally fragmented landscape in Bolivia. *Biotropica*, 40:630-635.
- Lobova, T. A., C. K. Geiselman y S. A. Mori. 2009. Seed dispersal by bats in the Neotropics. Botanical Garden Press, New York, EE.UU.
- Lyons, A. J., W. C. Turner y W. M. Getz. 2013. Home range plus: a space-time characterization of movement over real landscapes. *Movement Ecology*, 1:1-14.
- Marinello, M. M. y E. Bernard. 2014. Wing morphology of Neotropical bats: a quantitative and qualitative analysis with implications for habitat use. *Canadian Journal of Zoology*, 92:141-147.
- McCracken, G. F. y J. W. Bradbury. 1981, Social organization and kinship in the polygynous bat *Phyllostomus hastatus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 8:11-34.
- Mello, M. A. R., E. K. V. Kalko y W. R. Silva. 2008. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Tropical Ecology*, 24:225-228.
- Meyer, C. F. J., M. Weinbeer y E. K. V. Kalko. 2005. home-range size and spacing patterns of *Macrophyllum macrophyllum* (Phyllostomidae) foraging over water. *Journal of Mammalogy*, 86:587-598.
- Millsbaugh, J. J., D. C. Kesler, R. W. Kays, R. A. Gitzen, J. H. Schulz, C. T. Rota, C. M. Bodinof, J. L. Belant y B. J. Keller. 2012. Wildlife radiotelemetry and remote monitoring. Pp. 258-283. En: Silvy, N. J. (ed.). Wildlife techniques manual. Johns Hopkins Press, Maryland, EE.UU.
- Moorcroft, P. R., M. A. Lewis y R. L. Crabtree. 1999. Home range analysis using a mechanistic home range model. *Ecology*, 80:1656-1665.
- Morrison, D. W. 1978a. Lunar phobia in a tropical fruit bat, *Artibeus jamicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Animal Behavior*, 26:852-855.
- Morrison, D. W. 1978b. Influence of habitat on the foraging distances of the fruit bat, *Artibeus jamaicensis*. *Journal of Mammalogy*, 59:622-624.

- Morrison, D. W. 1978c. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology*, 59:716-723.
- Muscarella, R., y T. H. Fleming. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews*, 82:573-590.
- Nams, V. O. 2011. Locate III. Version 3.34. Radiotelemetry triangulation program for Windows PC. Nova Scotia, Canada.
- Nee, M. 2007. Flora de Veracruz. Solanaceae II. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz, México.
- Ober H. K., R. J. Steidl y V. M. Dalton. 2005. Resource and spatial-use patterns of an endangered vertebrate pollinator, the Lesser Long-Nosed bat. *Journal of Wildlife Management*, 69:1615-1622.
- O'Donell, C. F. J. 2000. Influence of season, habitat, temperature, and invertebrate availability on nocturnal activity of the New Zealand long-tailed bat (*Chalinolobus tuberculatus*). *New Zealand Journal of Zoology*, 27:207-221.
- Ortíz-Ramírez, D., C. Lorenzo, E. Naranjo y L. León-Paniagua. 2006. Roost selection by three frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in the Lacandon Forest, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77:261-270.
- Powell, R. A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. Pp. 65-110. En: Bontaini, L. y T. K. Fuller (eds.). Research techniques in animal ecology. Controversies and consequences. Columbia University Press, New York, EE.UU.
- Racey, P. A. y J. R. Speakman. 1987. The energy costs of pregnancy and lactation in heterothermic bats. *Symposia of the Zoological Society London* 57:107-125.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Reid, F. A. 2009. A field guide to the Mammals of Central America y Southeast Mexico. Oxford University Press, New York, EE.UU.
- Robinson, M. F. y R. E. Stebbings. 1997. Home range and hábitat use by the serotine bat, *Eptesicus serotinus*, in England. *Journal of Zoology*, 243:117-136.
- Samuel, M. D., D. J. Pierce y E. O. Garton. 1985. Identifying areas of concentrated use within the home range. *Journal of Animal Ecology*, 54:711-719.
- Santos-Moreno, A., E. Ruíz-Velásquez y A. Sánchez-Martínez. 2010. Efecto de la intensidad de la luz lunar y de la velocidad del viento en la actividad de murciélagos filostómidos de Mena Nizanda, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81:839-845.
- Schroder, G. D. 1979. Foraging behavior and home range utilization of the bannertail kangaroo rat (*Dipodomys spectabilis*). *Ecology*, 60:357-665.
- StatSoft. Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.
- Soriano, J. 2000. Functional Structure of Bat Communities in Tropical Rainforest and Andean Cloud Forest. *Ecotropicos*, 13:1-20.

- Souza-Aguiar, L. M. y J. Marinho-Filho. 2004. Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the Atlantic Forest in southeastern, Brazil. *Revista Brasileira de Zoología*, 21: 385-390.
- Thies, W., E. K.V. Kalko. 2004. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two shorttailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos*, 104:362-376.
- Thies, W., E. K. V. Kalko y H. Schnitzler. 2006. Influence of environment and resource availability on activity patterns of *Carollia castanea* (Phyllostomidae) in Panama. *Journal of Mammalogy*, 87:331-338.
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. Pp. 105-117. En: García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez y M. A. Briones-Salas (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología-UNAM, Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza y World Wildlife Fund. Ciudad de México, México.
- Trevelin, L. C., M. Silveria, M. Port-Carvalho, D. H. Homem y A. P. Cruz-Neto. 2013. Use of space by frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a restored Atlantic forest fragment in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 291:136-143.
- Trajano, E. 1996. Movements of Cave Bats in Southeastern Brazil, with Emphasis on the Population Ecology of the Common Vampire Bat, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). *Biotropica*, 28:121-129.
- Verboom, B. y H. Huitema. 1997. The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. *Landscape Ecology*, 12:117-125.
- Vonhof, M. J., H. Whitehead y M. B. Fenton. 2004. Analysis of Spix's disc-winged bat association patterns and roosting home ranges reveal a novel social structure among bats. *Animal Behaviour*, 68:507-521.
- Weinbeer, M. y E. K. V. Kalko. 2004. Morphological characteristics predict alternate foraging strategy and microhabitat selection in the orange-bellied bat, *Lamproncycteris brachyotis*. *Journal of Mammalogy*, 85:1116-1123.
- Weinbeer, M. y C. F. J. Meyer. 2006. Activity pattern of the trawling phyllostomid bat, *Macrophyllum macrophyllum*, in Panama. *Biotropica*, 38:69-76.
- White, C. C. y R. A. Garrott. 1990. Analysis of wildlife radio tracking data. Academic Press, San Diego, EE.UU.
- Wilson, D. E. 1979. Reproductive patterns. Pp. 317-378. En: Baker, R. J., J. K. Jones Jr., D. C. Carter (eds.). Biology of bats of the New World Family Phyllostomidae. Part III. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, EE.UU.
- Winkelman, J. R., F. J. Bonaccorso y T. L. Strickler. 2000. Home range of the southern blossom bat, *Syconycteris Australis*, in Papua New Guinea. *Journal of Mammalogy*, 81:408-414.
- Worton, B. J. 1985. A convex hull based estimator of home-range size. *Biometrics*, 51:1206-1215.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, EE.UU.

CUADROS

Cuadro 1. Área de actividad, ámbito hogareño y áreas núcleo de *Sturnira hondurensis* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. ID: identificador; N: número de localizaciones; M: macho; H: hembra; R: reproductivo, NR: no reproductivo; Gest: gestante; Lact: lactante; PMC: Polígono Mínimo Convexo; a-LoCoH: Polígono Local Covexo adaptativo.

ID ^a	Sexo	Condición reproductiva	N	N ^b	PMC 100% (km ²)	a-LoCoH (km ²)	
						95%	50%
038	M	R	7	---	---	---	---
058	M	R	38	3	13.14	2.83	0.18
118	M	R	20	9	1.82	0.37	0.08
198	M	R	16	1	0.38	0.23	0.05
218	M	R	28	75	0.80	0.30	0.03
238	M	R	7	---	---	---	---
438	M	R	66	19	3.12	1.83	0.51
098	M	NR	13	12	---	---	---
258	M	NR	44	0	1.68	0.28	0.05
317	M	NR	7	11	---	---	---
518	M	NR	24	10	1.29	0.57	0.09
458	H	Gest	15	10	0.33	---	---
498	H	Gest	37	0	1.34	0.37	0.04
538	H	Gest	10	---	---	---	---
578	H	Gest	9	---	0.02	---	---
378	H	Lact	29	50	1.96	0.97	0.12
478	H	Lact	32	37	0.61	0.20	0.05
138	H	NR	55	0	5.95	0.27	0.03
298	H	NR	13	8	2.01	---	---
558	H	NR	66	3	1.94	0.18	0.01
Total			536	248	2.83	0.70	0.10

^a Frecuencia del radiotransmisor utilizada para identificar al individuo.

^b Número de localizaciones adicionales utilizadas en la descripción del patrón de actividad.

Cuadro 2. Distancias promedio y máxima recorridas por individuos de *Sturnira hondurensis* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. ID: identificador; Dprom: distancia promedio (km); Dmax: distancia máxima (km); M: macho; H: hembra; R: reproductivo; NR: no reproductivo; Gest: gestante; Lact: lactante; *F*: estadístico de prueba paramétrica en un análisis de varianza de una vía; *P*: significancia de la prueba.

ID	Sexo	Condición reproductiva	Dprom (\pm D.E.)	<i>F</i> , <i>P</i>	Dmax (\pm D.E.)	<i>F</i> , <i>P</i>
038	M	R	0.78 \pm 0.73		0.82 \pm 0.77	
058	M	R	1.40 \pm 0.62		3.05 \pm 1.08*	
118	M	R	1.09 \pm 2.22		2.22 \pm 0.00	
198	M	R	0.68 \pm 0.74	1.79, 0.15	1.02 \pm 0.74	8.80, 0.00
218	M	R	0.34 \pm 0.25		0.52 \pm 0.48	
238	M	R	0.51 \pm 0.56		1.31 \pm 0.00	
438	M	R	0.64 \pm 0.18		1.17 \pm 0.58	
098	M	NR	0.70 \pm 0.66		1.74 \pm 1.26	
258	M	NR	0.31 \pm 0.16	1.00, 0.40	1.35 \pm 1.60	
317	M	NR	0.14 \pm 0.76		0.25 \pm 0.00	0.27, 0.85
518	M	NR	0.47 \pm 0.11		1.12 \pm 1.00	
458	H	Gest	0.32 \pm 0.16		0.56 \pm 0.00	
498	H	Gest	0.43 \pm 0.29		0.57 \pm 0.20	
538	H	Gest	0.95 \pm 0.72	1.60, 0.21	1.68 \pm 0.00	
578	H	Gest	0.12 \pm 0.12		0.39 \pm 0.00	1.43, 0.28
378	H	Lact	0.54 \pm 0.40		0.84 \pm 0.53	
478	H	Lact	0.30 \pm 0.39		0.41 \pm 0.38	
138	H	NR	0.44 \pm 0.23		1.95 \pm 1.66	
298	H	NR	0.98 \pm 0.20*	11.00, 0.00	2.03 \pm 0.39	2.30, 0.16
558	H	NR	0.31 \pm 0.24		0.70 \pm 0.65	

* Valor estadísticamente diferente en la prueba de Tukey.

Cuadro 3. Comparación estadística del patrón de actividad entre machos de *Sturnira hondurensis*. ID: identificador; *W*: estadístico de la prueba no paramétrica Mardia-Watson-Wheeler; *P*: significancia de la prueba.

ID		Reproductivos					ID	No reproductivos			
		58	118	198	218	438		098	258	317	518
58	<i>W</i>	0	---	---	---	---	098	0	15.39	14.57	9.45
	<i>P</i>	1						1	<0.001	<0.001	0.01
118	<i>W</i>	10.19	0	---	---	---	258	---	0	4.60	0.46
	<i>P</i>	0.01	1						1	0.10	0.79
198	<i>W</i>	27.73	27.99	0	---	---	317	---	---	0	7.29
	<i>P</i>	<0.001	<0.001	1						1	0.03
218	<i>W</i>	39.02	22.48	7.24	0	---	518	---	---	---	0
	<i>P</i>	<0.001	<0.001	0.03	1						
438	<i>W</i>	10.84	3.24	26.77	32.86	0					
	<i>P</i>	0	0.20	<0.001	<0.001	1					

Cuadro 4. Comparación estadística del patrón de actividad entre hembras de *Sturnira hondurensis*. ID: identificador; *W*: estadístico de la prueba no paramétrica Mardia-Watson-Wheeler; *P*: significancia de la prueba.

ID		Reproductivas				No reproductivas			
		378	458	478	498	ID	138	298	558
378	<i>W</i>	0	---	---	---	138	0	0.18	2.17
	<i>P</i>	1					1	0.91	0.34
458	<i>W</i>	4.38	0	---	---	298	---	0	2.35
	<i>P</i>	0.11	1					1	0.31
478	<i>W</i>	13.42	0.63	0	---	558	---	---	0
	<i>P</i>	0	0.72	1					
498	<i>W</i>	33.44	10.44	11.70	0				
	<i>P</i>	<0.001	0	0	1				

Cuadro 5. Preferencia de hábitat de los individuos de *S. hondurensis* en la Sierra Norte de Oaxaca, México por porcentaje de localizaciones. ID: identificador; SMC: selva mediana conservada; SMVS: selva mediana con vegetación secundaria; C: cultivo; ZC: zona de cafetal; N: número de localizaciones.

ID	Sexo	Condición reproductiva	Tipos de hábitat				N
			SMC	SMVS	C	ZC	
058	M	R	73.68	5.26	10.53	10.53	19
118	M	R	33.33	0	0	66.67	9
198	M	R	54.55	45.45	0	0	11
218	M	R	68.75	25	0	6.25	16
438	M	R	45	20	17.50	17.50	40
258	M	NR	84.62	3.85	3.85	7.69	26
518	M	NR	50	50	0	0	8
498	H	Gest	90.91	4.55	0	4.55	22
378	H	Lact	58.82	5.88	17.65	17.65	17
478	H	Lact	57.14	0	0	42.86	21
138	H	NR	97.14	0	0	2.86	35
558	H	NR	76.67	0	0	23.33	30
Total			70	10	5	15	254

FIGURAS

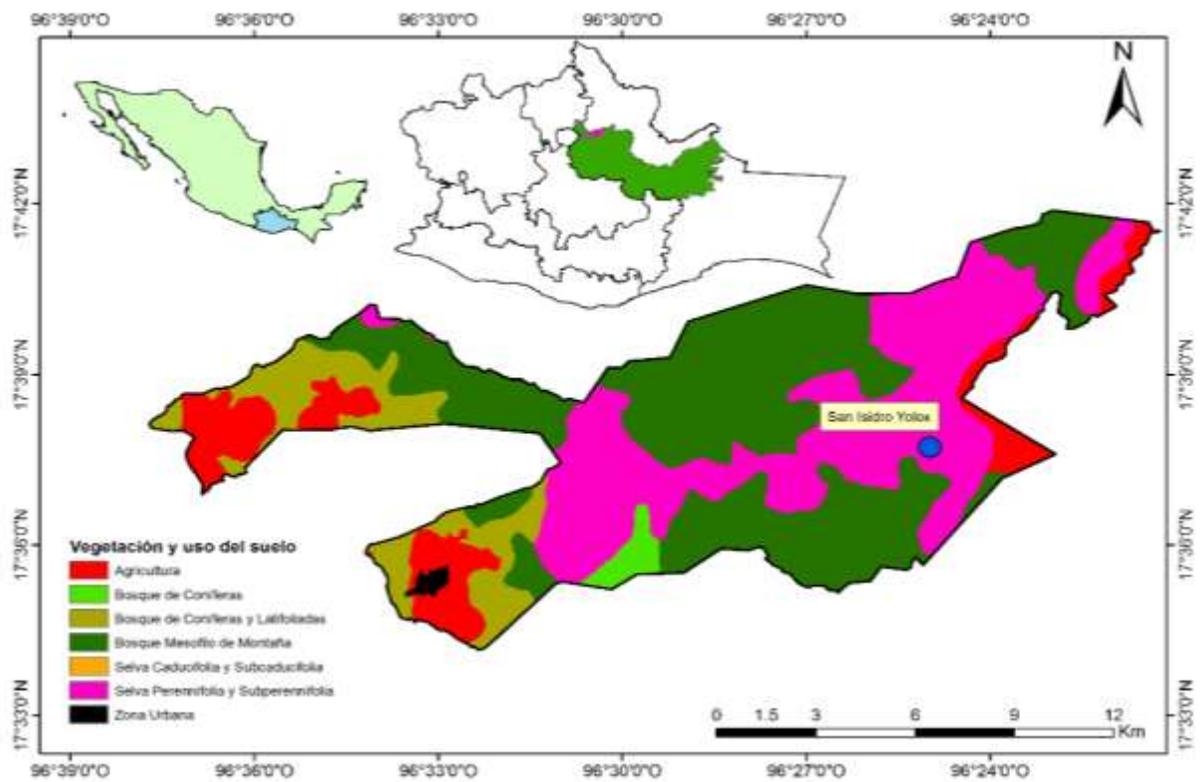


Figura 1. Localización de San Isidro Yólox, Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México.

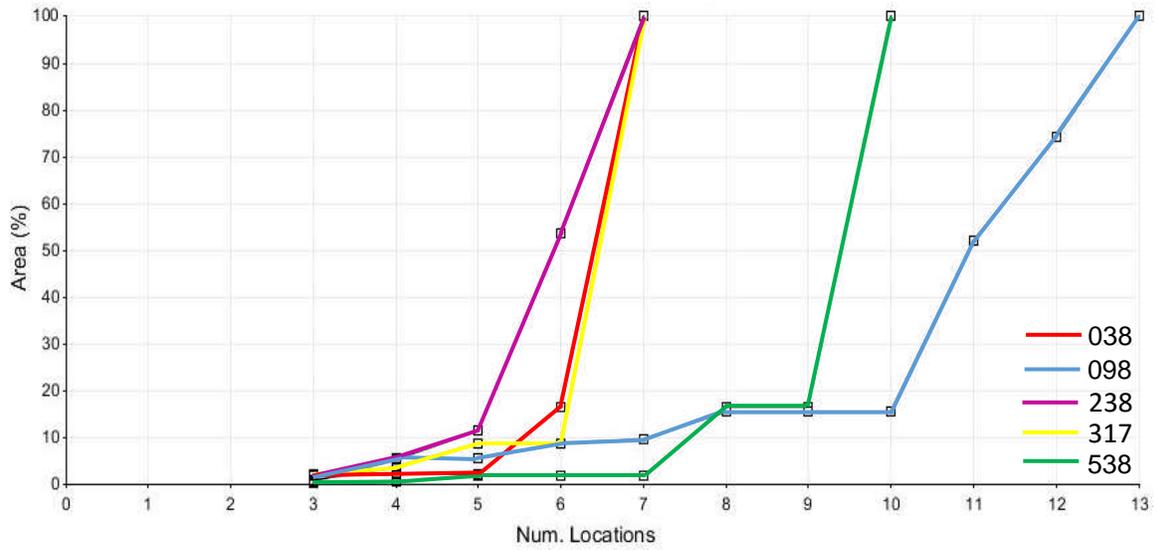


Figura 2. Tamaño del área de actividad respecto al el número de locizaciones de individuos que no alcanzaron la asíntota en la curva de acumulación. Las áreas se calcularon utilizando el método del PMC (100%).

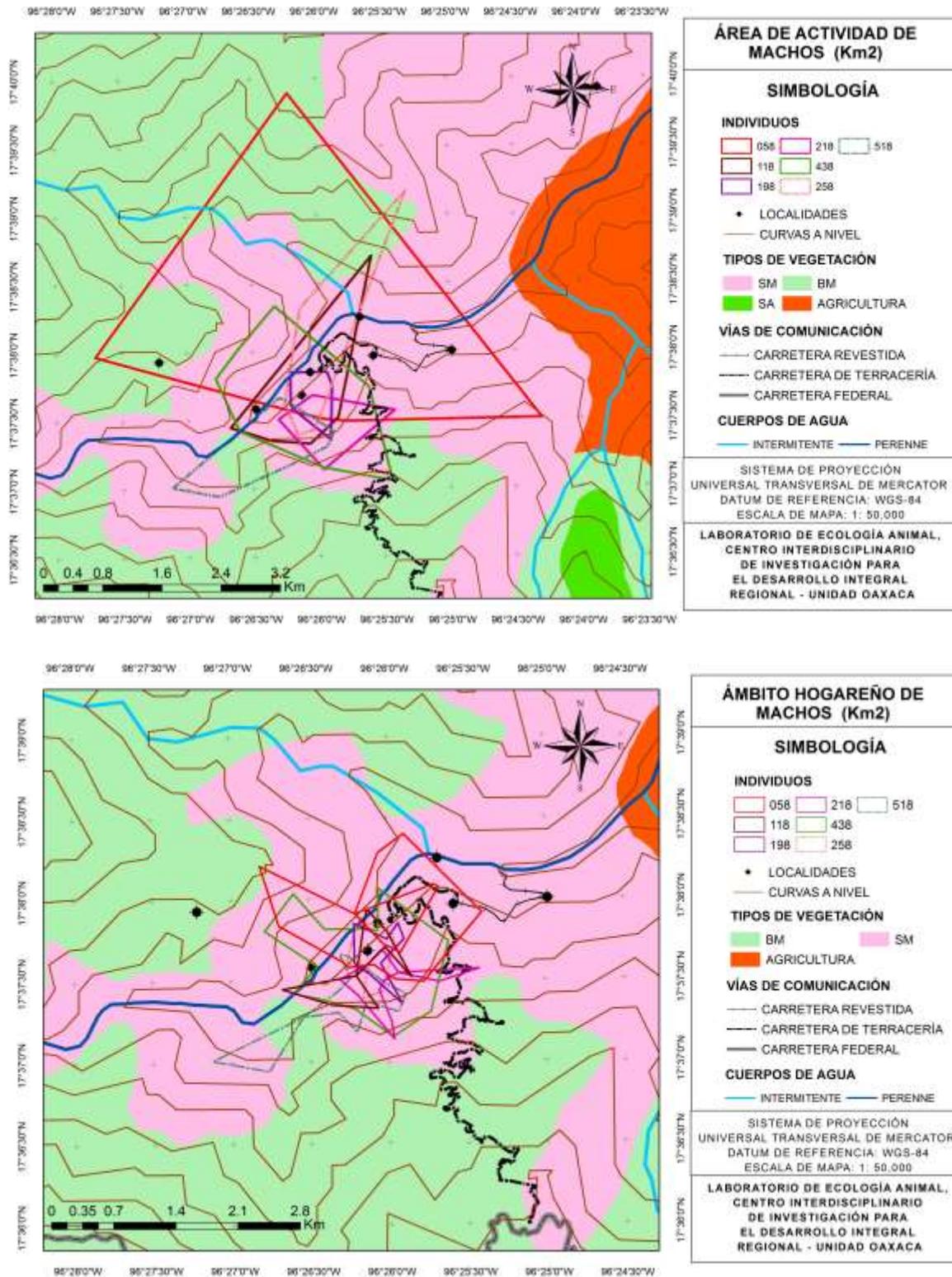


Figura 3. Área de actividad y ámbito hogareño de machos de *Sturnira hondurensis* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Las áreas bordeadas por líneas continuas representan los machos reproductivos y las áreas con líneas discontinúas indican los no reproductivos.

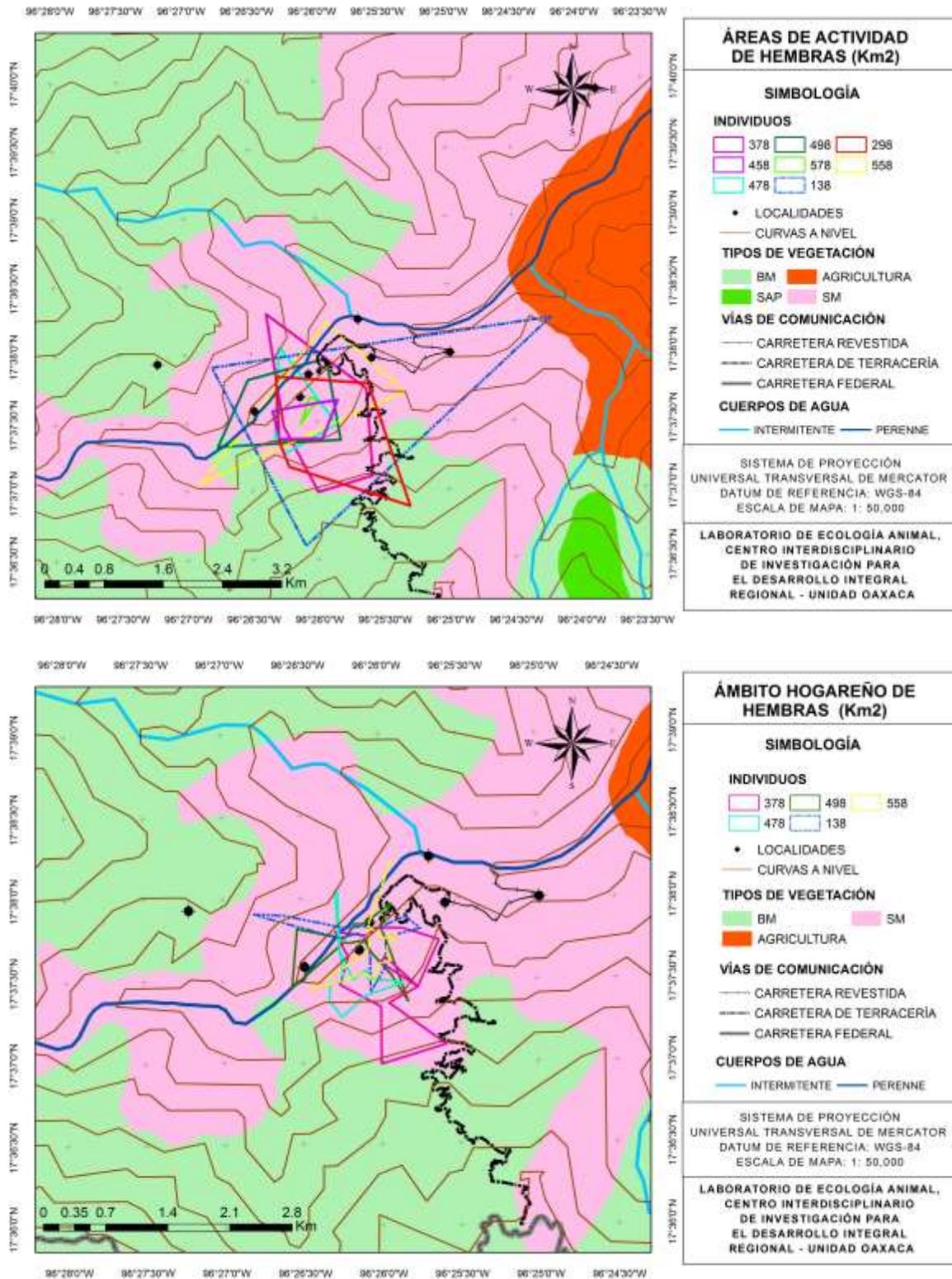


Figura 4. Área de actividad y ámbito hogareño de hembras de *Sturnira hondurensis* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Las áreas bordeadas por líneas continuas representan los hembras reproductivas y las áreas con líneas discontinúas indican las no reproductivas.

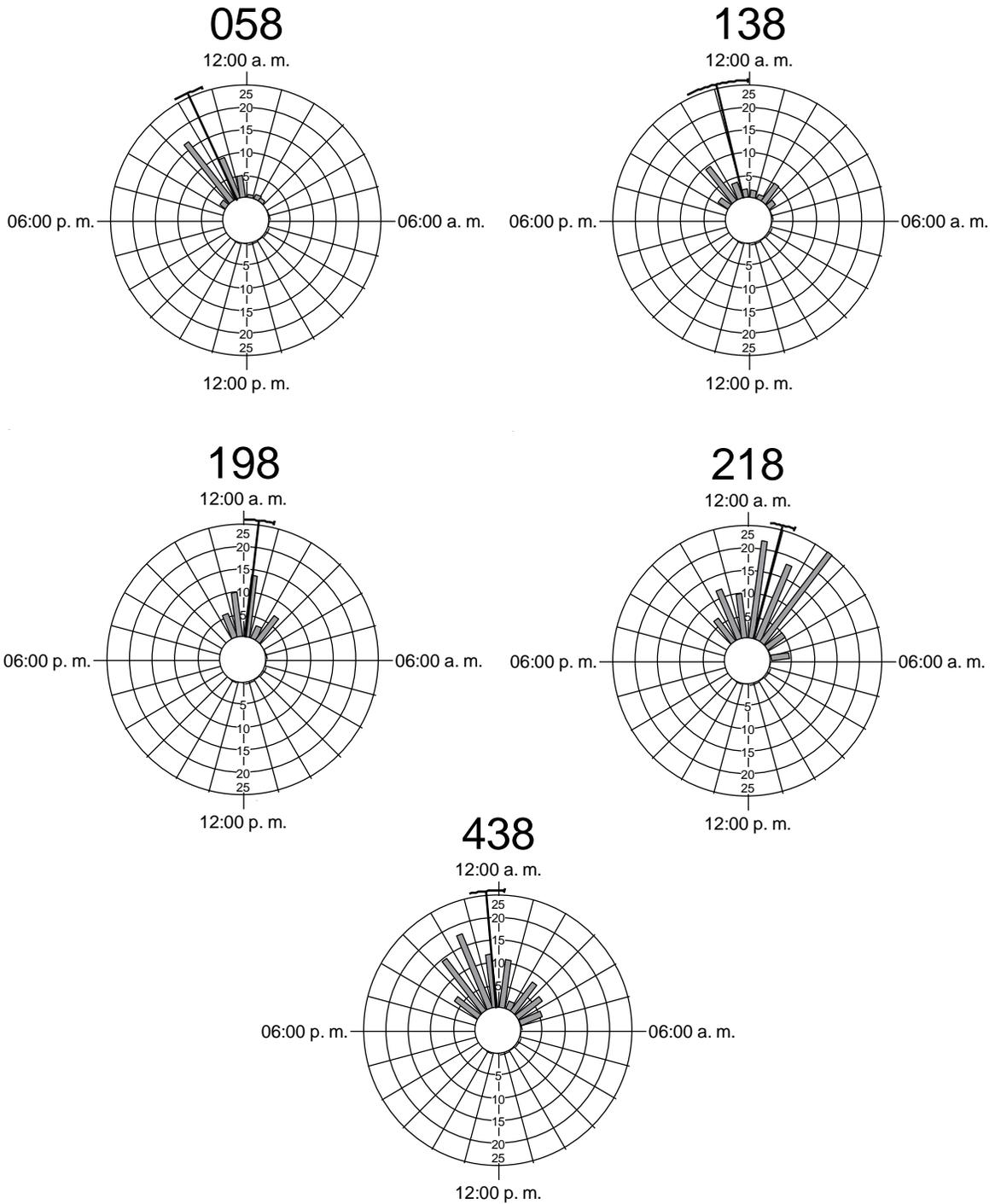


Figura 5. Patrón de actividad de individuos machos reproductivos de *Sturnira hondurensis*. El encabezado de cada histograma representa el ID del individuo.

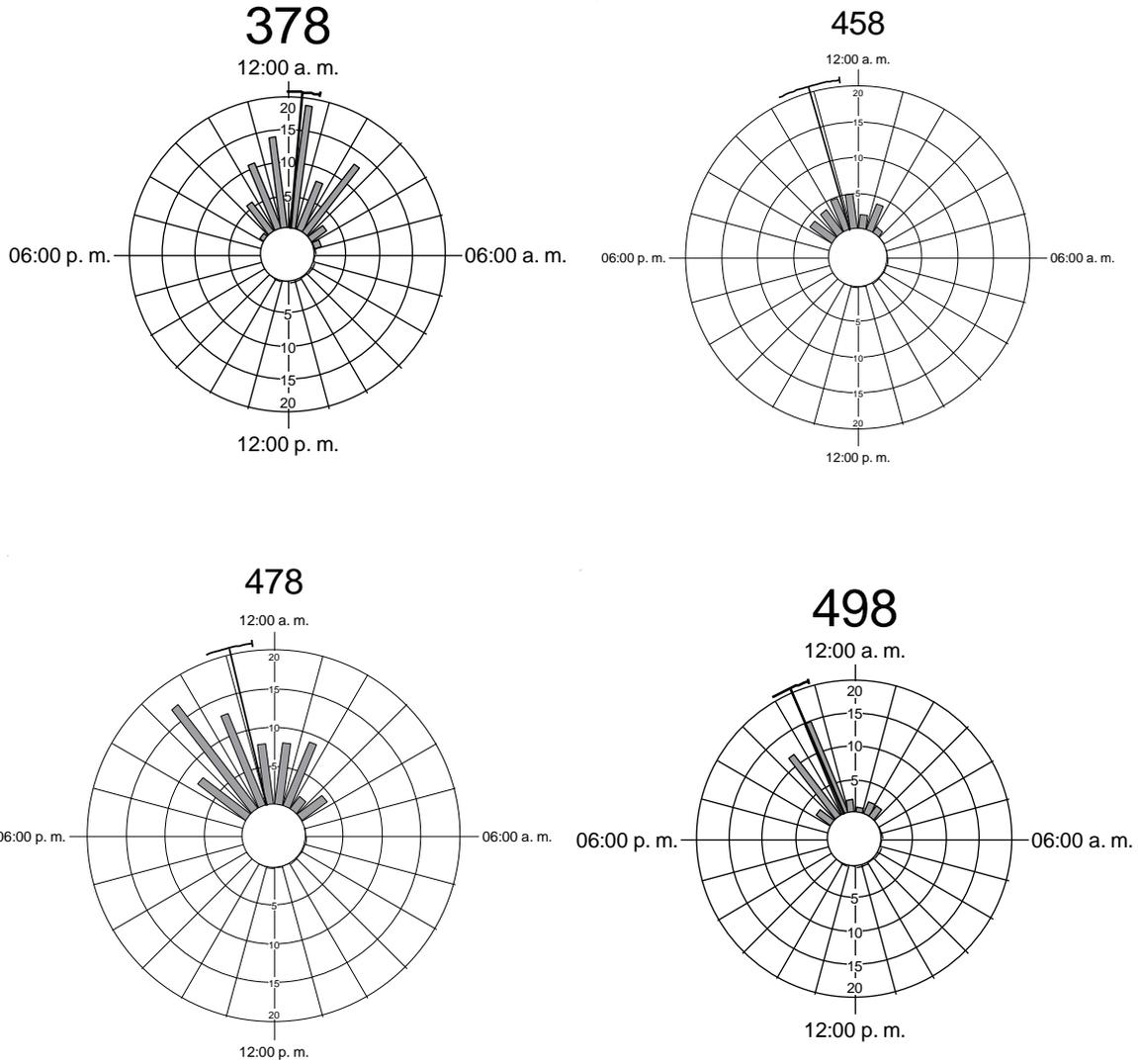
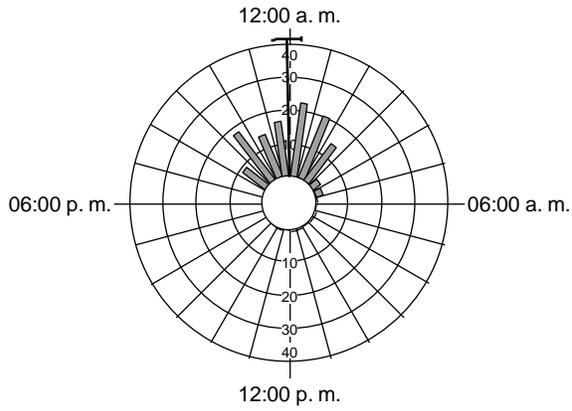


Figura 6. Patrón de actividad de hembras reproductivas de *Sturnira hondurensis*. El encabezado de cada histograma representa el ID del individuo.

Machos inactivos



Hembras inactivas

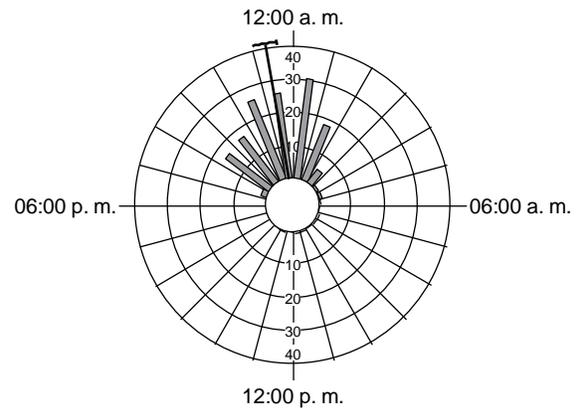


Figura 7. Patrón de actividad de machos y hembras no reproductivos de *Sturnira hondurensis*.

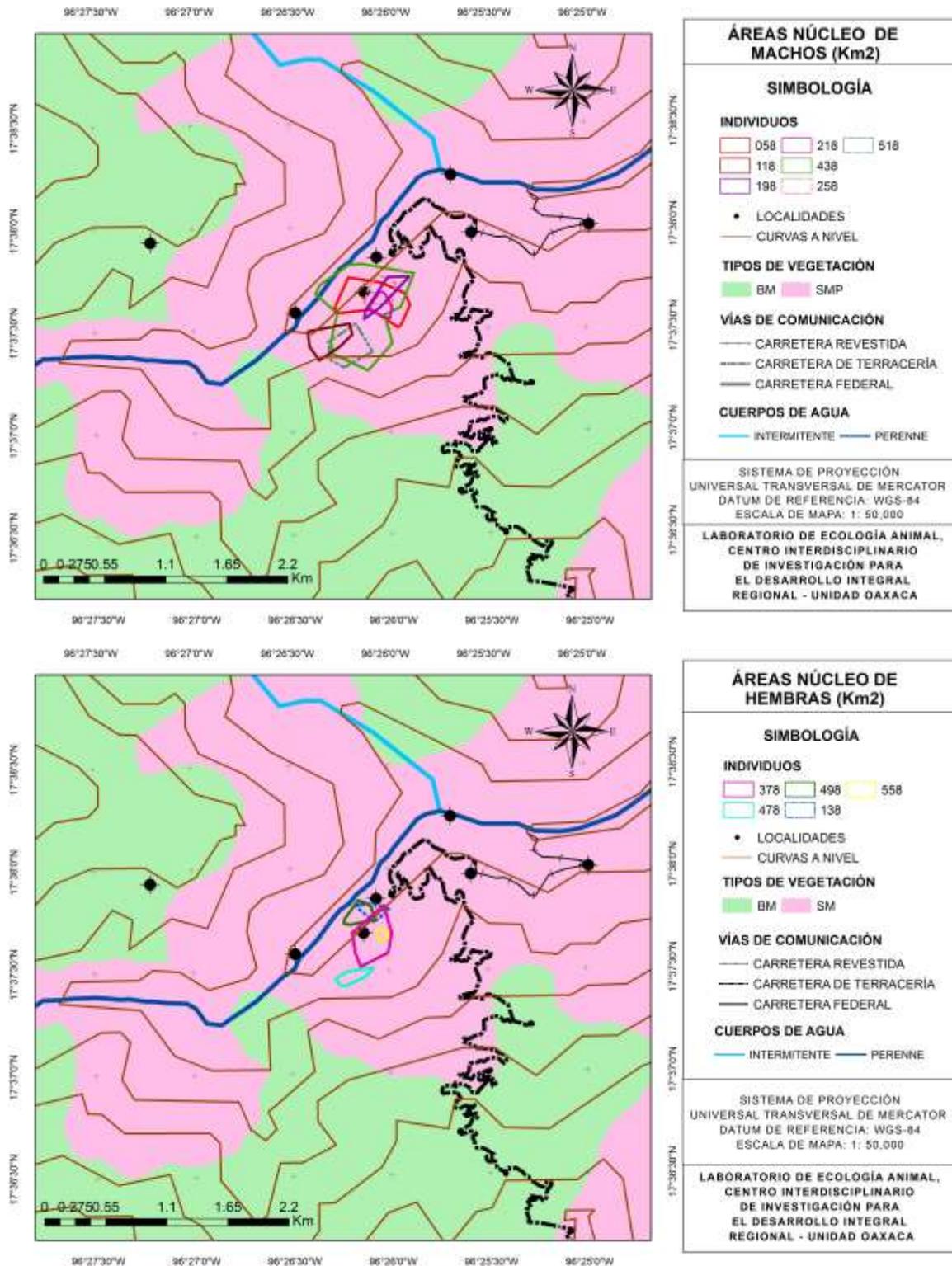


Figura 8. Áreas núcleo de machos y hembras de *Sturnira hondurensis* en la Sierra Norte de Oaxaca, México. Las áreas bordeadas por líneas continuas representan los individuos reproductivos y las áreas con líneas discontinuas indican los no reproductivos.