

Diagnóstico de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en Zamorano

Johanna Paola Naranjo Sánchez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA EN AMBIENTE Y DESARROLLO

Diagnóstico de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en Zamorano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Johanna Paola Naranjo Sánchez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2013

Diagnóstico de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en Zamorano

Presentado por:

Johanna Paola Naranjo Sánchez

Aprobado:

José Manuel Mora, Ph.D.
Asesor principal

Laura Suazo, Ph.D.
Directora
Departamento de Ambiente
y Desarrollo

Lucia Isabel López, M.Sc.
Asesora

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Diagnóstico de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en Zamorano

Johanna Paola Naranjo Sánchez

Resumen: Los murciélagos frugívoros dispersan las semillas a largas distancias con beneficios ecológicos para su hábitat. Se realizó un diagnóstico de la diversidad de los murciélagos frugívoros de Zamorano. Se planteó identificar las semillas consumidas y determinar la especie de murciélago de mayor importancia como dispersor. Se definieron cuatro áreas de estudio: área uno conformada por las lagunas de oxidación uno y dos, área dos por las lagunas tres y cuatro, área tres por la laguna cinco y área cuatro por las lagunas de Monte Redondo y Titicaca. Al mismo tiempo se buscó conocer si la dieta de los murciélagos está relacionada a su sexo. Se capturaron 210 individuos, en siete especies de murciélagos frugívoros mediante red de niebla. Se obtuvieron 79 muestras fecales de las que se extrajo 5,617 semillas. Se analizaron los datos por medio de los índices de Margalef, de Shannon H' y Chao1. Éstos indicaron que el área tres contiene mayor biodiversidad en comparación a las demás. La curva de acumulación de las especies según el esfuerzo de captura de los murciélagos frugívoros alcanzó una asíntota. El esfuerzo de captura fue de 2,538 mh. con un éxito de captura de 0.08 individuos/mh. Se identificaron doce morfoespecies con mayor abundancia de *Ficus* spp. y *Piper* spp. Se determinó una correlación positiva entre el sexo y el número de semillas dispersadas. Se determinó el Índice de Importancia de Dispersión (IID) de 3.9 para *Artibeus jamaicensis* como el agente más importante ya que dispersó diez de las morfoespecies encontradas.

Palabras clave: *Artibeus*, *Carollia*, dieta, heces, lagunas de oxidación.

Abstract: Frugivorous bats through chiropterocoria disperse seeds to long distances which benefit to the landscape where they live. A diagnosis of the diversity of frugivorous bats at Zamorano was realized. It also identified the seeds consumed and determined most important bat species as seed dispersers. Four areas of study were defined: area one formed by the oxidation ponds one and two, area two by ponds three and four, area three by pond five and area four by Monte Redondo and Titicaca lagoons. It was sought to know if bats diet were related to their sex. A total of 210 frugivorous individuals of seven species were captured by mist nets. Seventy nine fecal samples were collected of which 5,617 seeds were extracted. The data were analyzed using the index of Margalef, Shannon H' and Chao1. These indicated that the area three was more diverse in comparison to the others. The accumulation curve of species according to the capture effort of frugivorous bats reached on asymptote. Capture effort was 2,538 mh with a capture success of 0.08 individual/mh. Twelve morphospecies were identified with greater abundance of *Ficus* spp. and *Piper* spp. A positive correlation was found between the sex and the number of dispersed seed. The highest Disperser Importance Index (DII) was determined for *Artibeus jamaicensis* (3.9); the most important agent dispersing ten out of 12 morphospecies identified.

Key Words: *Artibeus*, *Carollia*, diet, feces, lagoons, oxidation ponds.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Página de firmas	ii
	Resumen	iii
	Contenido	iv
	Índice de cuadros y figuras.....	v
1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4	CONCLUSIONES	12
5	RECOMENDACIONES	13
6	LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros		Página
1. Especies de murciélagos frugívoros capturadas en Zamorano, Honduras. 2013.		5
2. Valores de los índices de diversidad y de dominancia de especies de murciélago frugívoros según las áreas de estudio en Zamorano, Honduras. 2013.		6
3. Esfuerzo y éxito de captura de los murciélagos frugívoros por muestreo en Zamorano, Honduras. 2013.		7
4. Incidencia de las especies de murciélagos frugívoros (n = 210) por muestreo en Zamorano, Honduras. 2013.		8
5. Morfoespecies de semilla consumida por los murciélagos frugívoros en Zamorano. Se da el porcentaje de abundancia de las semillas en las heces de los murciélagos, el porcentaje de abundancia de los murciélagos y el Índice de Importancia de Dispersión (n = 79). Honduras. 2013.		9
6. Porcentaje de hembras preñadas y lactantes de los murciélagos frugívoros capturados en Zamorano, Honduras. 2013.		11
Figuras		Página
1. Área de estudio del diagnóstico de los murciélagos frugívoros de en Zamorano, Honduras. 2013.		3
2. Curva de acumulación de especies de murciélagos frugívoros según esfuerzo de captura en Zamorano, Honduras. 2013.		7
3. Correlación entre el número de semillas y el número de individuos por sexo de las especies dispersoras de murciélagos frugívoros con ambos sexos presentes encontradas en Zamorano, Honduras. 2013.		10

1. INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son los únicos mamíferos capaces de volar. Hay más de 1,200 especies de murciélagos reconocidas (Bat Conservation International 2011) que representan aproximadamente un quinto de las especies de mamíferos del mundo (Bat Conservation Trust 2012). Dos familias son las de mayor importancia como dispersores de semillas, los murciélagos de nariz de lanza (Phyllostomidae) y los zorros voladores (Pteropodidae). Cada una contiene más de 100 especies frugívoras responsables de la dispersión de las semillas de cientos de especies de árboles y arbustos tropicales (Bonaccorso 1979, Muscarella y Fleming 2007). Los murciélagos filostómidos son importantes dispersores de especies de *Ficus* (Muscarella y Fleming 2007).

Phyllostomidae tiene 49 géneros y 143 especies exclusivas del continente americano (Mora 2000). Ésta familia incluye ocho subfamilias (Mora 2000). De las cuales Sternodermatinae es la de mayor diversidad. Los sternoderminos son de hoja nasal desarrollada, en ocasiones reducida o ausente y no tienen cola (Sanchez y Romero 1995) y son conocidos como los murciélagos fruteros (Mora 2000).

Se conoce que los vertebrados dispersan de cincuenta a noventa por ciento de las semillas del trópico (Medellín y Gaona 1999). Se considera que los Sternodermatinae son los frugívoros de mayor importancia en la dispersión de las especies pioneras en el neotrópico. Los murciélagos defecan las semillas ingeridas durante sus vuelos nocturnos (Charles-Dominique 1986, Fleming 1997, Olea-Wagner *et al.* 2007). Así dispersan las semillas de los frutos ingeridos (Charles-Dominique 1986, Medellín y Redford 1992) en su largos vuelos (Galindo-González *et al.* 2000).

Los murciélagos frugívoros tropicales son un componente abundante de la fauna tropical. Varios autores consideran que este grupo es más abundante que todos los otros grupos de mamíferos e igual o mayor que todas las aves frugívoras en número (Bonaccorso 1979, Terborgh 1977, 1983). La dispersión de las semillas por los animales es ventajosa en los hábitats tropicales por, al menos, tres razones importantes:

1. Permite que las semillas y las plántulas puedan escapar de los enemigos naturales tales como los invertebrados y los vertebrados granívoros, los herbívoros y los patógenos fúngicos (Lobova *et al.* 2003, Mora 2000).
2. Reduce la competencia de las plántulas que experimentarían si germinaran en altas densidades alrededor de la planta madre (Medellín y Gaona 1999, Mora 2000).

3. La dispersión generalizada por criaturas tan móviles como los murciélagos permite que las plantas colonizan hábitats nuevos (Lobova *et al.* 2003, Medellín y Gaona 1999, Olea-Wagner *et al.* 2007).

Con base en el análisis del comportamiento del forrajeo de los murciélagos, sus hábitos de alimentación y sus refugios se llega a la conclusión de que los murciélagos frugívoros son importantes indicadores de la alteración del hábitat (Galindo-González 1998, Mora 2000). Asimismo, estos agentes dispersores cuentan con interacciones ecológicas importantes pues ellos reciben nutrientes mientras las plantas colonizan nuevas áreas. Así favorecen su biodiversidad en diferentes tipos de ecosistemas (August 1981, Medellín y Gaona 1999, Morrison 1978). Las plantas del neotrópico son dispersadas, en su mayoría, por murciélagos frugívoros (Bonaccorso 1979, Lobova y Mori 2004).

Los frutos o infrutescencias de las plantas neotrópicas tienen fragancias olorosas, colores claros y deben estar expuestas fuera del follaje para ser detectadas por los murciélagos (Agosta 2002). La dispersión de las semillas por los murciélagos se llama quiropterocoria (Agosta 2002). Se distinguen tres tipos de plantas quiropterocóricas:

1. Frutos drupáceos y cascara dura.
2. Frutos con pericarpio suave y semillas relativamente grandes que se desprenden fácilmente con la pulpa del fruto.
3. Frutos con pericarpio suave con semillas relativamente pequeñas que mantiene su potencial germinativo después de pasar por el tubo digestivo del animal (De Almeida *et al.* 2005, Olea-Wagner *et al.* 2007).

Realizar este estudio en Zamorano permite conocer la diversidad de las especies frugívoras del área. El lograr identificar las semillas que éstos dispersan ayudará a comprender la interacción de estos agentes dispersores y su importancia para las especies dispersadas. Se plantean los siguientes objetivos:

- Realizar un diagnóstico de la diversidad de los murciélagos frugívoros en Zamorano.
- Identificar los diferentes tipos de semilla que están consumiendo los murciélagos.
- Comparar la composición de la dieta entre las especies de murciélagos frugívoros por sexo.
- Determinar la especie de murciélagos frugívoros de mayor importancia como agente dispersor de semillas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. Zamorano se localiza en el Valle del Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, Honduras; 30 kilómetros al sureste de Tegucigalpa. Está ubicado a una altura de 800 metros sobre el nivel del mar en la zona semi-seca tropical con una temperatura promedio de 24°C. Se caracteriza por dos épocas, una seca de noviembre a abril y otra de lluvias de mayo a octubre.

Zamorano es un mosaico de pasturas, campos agrícolas, parches de bosque y corredores riveraños. Para la toma de datos se escogieron cuatro áreas de estudio. El área uno la conforma la laguna de oxidación uno y dos. El área dos las lagunas de oxidación tres y cuatro. El área tres la laguna de oxidación cinco y el área cuatro las lagunas de Monte Redondo y Titicaca (Figura 1).

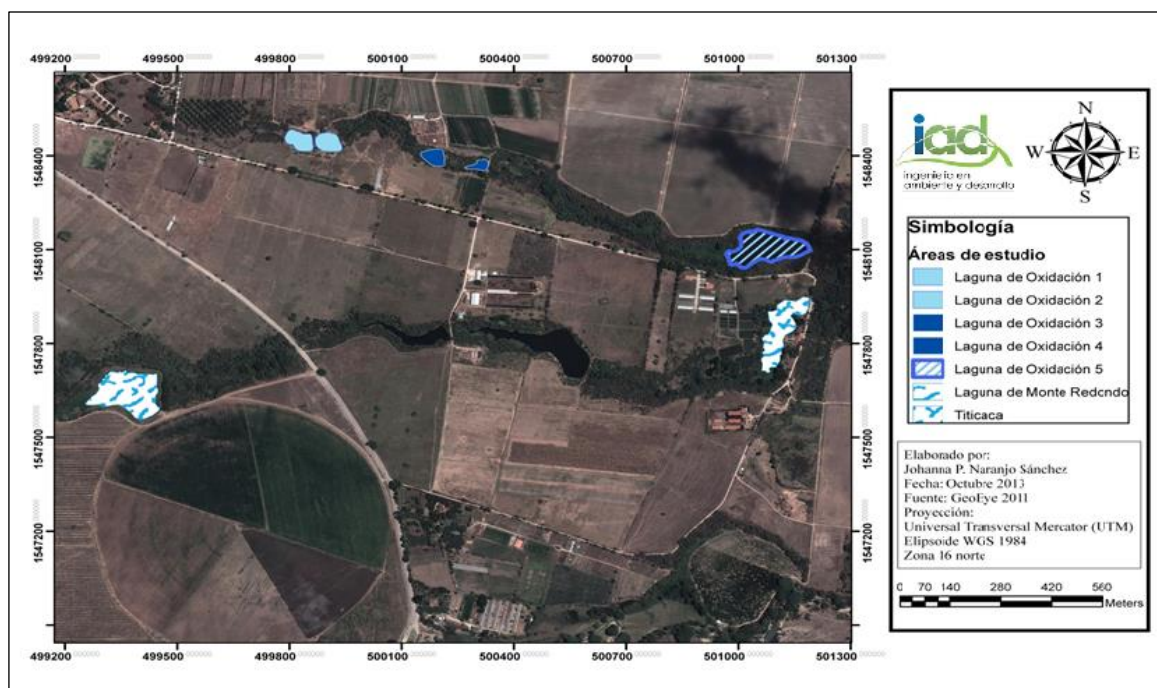


Figura 1. Área de estudio del diagnóstico de los murciélagos frugívoros de en Zamorano, Honduras. 2013.

Captura de los murciélagos. Se realizó la captura de los quirópteros mediante cuatro a seis redes de niebla de 12 m largo × 2.5 m de ancho. Se colocaron de manera estratégica en las áreas de estudio en puntos considerados óptimos como vías de vuelo, posibles refugios y áreas de forrajeo (Simmons y Voss 1998). Los meses de toma de datos fueron desde julio a septiembre del 2013. Los muestreos se realizaron tres días por mes y se evitó las fechas cercanas a la luna llena. Las redes permanecieron abiertas desde las 17:30 hasta las 21:30 horas.

Se colocaron las redes a nivel del suelo ya que la mayoría de los filostomátidos frugívoros se pueden capturar a este nivel (vuelan bajo porque buscan frutos) (Bocanaccorso 1979). Se revisaron las redes cada quince minutos para evitar que los murciélagos se enredaran en la red y se lastimaran, así como también evitar que dañaran las redes. Una vez capturados, los murciélagos se colocaron en bolsas de tela para obtener sus heces para extraer las semillas de las frutas consumidas en su última ingesta (Bocanaccorso 1979).

Se identificaron los individuos con la ayuda de una clave para la identificación de los murciélagos de Honduras (Mora 2013). Adicionalmente, para cada individuo se tomaron los datos de su sexo, tamaño del antebrazo, condición reproductiva, hora, lugar exacto de captura y la especie. Las especies de los gremios diferentes al frugívoro fueron liberadas de inmediato.

Colecta de las semillas. Al momento de retirar los murciélagos de la red se revisó si estos estaban excretando o si llevaban algún fruto en la boca. Si excretaban se trató de coleccionar la mayor cantidad de semillas que colgaban de la red. Si los murciélagos no tenían excretas se mantenían capturados en las bolsas de tela hasta que defecaran. Se esperaba en promedio una hora ya que el tiempo promedio en el que la comida se transporta por el tracto digestivo de un murciélago es de aproximadamente treinta minutos (Fleming 1988), por lo que si éstos no defecaban luego de ese tiempo se liberaban. Luego se procedió a la identificación del murciélago y a la toma respectiva de los datos del mismo. Una vez liberados los murciélagos, las heces se colectaron en pequeñas bolsas de papel, las cuales se codificaron (fecha, lugar y especie), se empaquetaron y se guardaron.

En el laboratorio se inspeccionó el material fecal y se separaron las semillas de los restos vegetales o animales. Se realizó la identificación de las semillas por morfoespecie ya que no se contó con los recursos adecuados para su identificación taxonómica.

Análisis de los datos. De los estimadores no paramétricos para calcular la riqueza de especies se utilizó el estimador de Chao₁:

$$\text{Chao}_1 = S + a^2/2b \quad [1]$$

donde:

S = Número de especies observadas de una muestra.

a = Número de muestras representadas por un solo individuo (*singletons*).

b = Número de muestras representadas por dos individuos (*doubletons*).

La estimación de diversidad de especies se obtuvo por medio del índice de diversidad de Shannon H':

$$H' = -\sum p_i \times \ln p_i \quad [2]$$

donde:

p_i = Proporción de individuos por especie i .

La dominancia se estimó con el índice de Margalef:

$$D_{mg} = S - 1/\ln N \quad [3]$$

donde:

S = Número de especies.

N = Número total de individuos.

Los análisis numéricos se hicieron con el programa PAST (Paleontological data analysis) Version 3.0 (Hammer *et al.* 2001). Se corrió una correlación entre el número de individuos por sexo y el número de semillas esparcidas en el programa estadístico de Excel (Microsoft Office Professional 2010).

Para evaluar la importancia de cada una de las especies de los murciélagos frugívoros como agente de dispersión de semillas, se calculó el Índice de Importancia de Dispersión (IID):

$$IID = (S \times B)/1000 \quad [4]$$

donde:

S = Porcentaje de las muestras fecales con semillas obtenidas de cada especie de murciélago.

B = Abundancia de las especies de murciélagos capturados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las especies de los murciélagos del trópico son buen material de estudio sobre la biodiversidad, la interacción competitiva y la respuesta a la fluctuación ambiental debido a su abundancia individual, su compleja taxonomía y las comunidades ecológicas que forman (Bonaccorso 1979). En este estudio se capturaron 210 individuos de especies de las subfamilias Stenodermatinae y Carollinae (Cuadro 1). Las especies de estas subfamilias pueden servir como indicadores de los hábitats perturbados (Galindo-Gonzalez 1998). Estas subfamilias son las más sensibles a las perturbaciones de un hábitat debido a la deforestación (Fenton *et al.* 1992) y que luego serán convertidas en pastizales o zonas agrícolas.

Cuadro 1. Especies de murciélagos frugívoros capturadas en Zamorano, Honduras. 2013.

Especies	Nº Individuos	Nº Morfoespecies de semillas	Nº Semillas
<i>Artibeus intermedius</i>	23	3	76
<i>Artibeus jamaicensis</i>	138	10	3,171
<i>Artibeus lituratus</i>	1	1	20
<i>Carollia perspicillata</i>	1	1	573
<i>Carollia subrufa</i>	12	3	530
<i>Chiroderma salvini</i>	2	1	1
<i>Sturnira lilium</i>	33	4	1,246
Total	210	12	5,617

El área de mayor diversidad de especies de murciélagos frugívoros según los índices de biodiversidad es la tercera (Figura 1, Cuadro 2). El área tres es la laguna de oxidación número cinco. En donde hay menos intervenciones antropogénicas en comparación a las demás. En esta laguna el agua es de menor contaminación comparada a las anteriores (Carias 2013). Además, es un área relativamente apartada de los cultivos agrícolas y es la más cercana al bosque riveroño frente a Monte Redondo (Figura 1).

Cuadro 2. Valores de los índices de diversidad y de dominancia de las especies de murciélago frugívoros según las áreas de estudio en Zamorano, Honduras. 2013.

Área	N° Especies	N° Individuos	M ^ω	H' ^δ	Chao ₁
1	3	26	0.61	0.77	3
2	3	73	0.47	0.70	3
3	5	55	1.00	1.35	5
4	5	56	0.99	0.84	5

^ω Índice de Margalef, ^δ Índice de Shannon H'.

El área con menos individuos fue el área uno, conformado por las lagunas de oxidación uno y dos (Figura 1). Su biodiversidad fue baja (Cuadro 2) quizá debido a que el área está cercana a los pastizales y los cultivos agrícolas de Zamorano. Además los malos olores provocados por sus aguas pueden llegar a afectar a los mamíferos. Cabe recalcar que se esperaba que la biodiversidad fuera menor debido a la contaminación de sus aguas. Sin embargo, este no fue el caso ya que en el área dos se determinó la menor diversidad de especies (Cuadro 2).

La tolerancia que exhiben las especies de los murciélagos ante las modificaciones del paisaje está relacionada con su capacidad de volar y su habilidad para cruzar las áreas abiertas (Castro-Luna *et al.* 2007). Estas características les permite alcanzar otros fragmentos de bosque o tipos de vegetación, lo cual para otros grupos faunísticos representa un serio obstáculo (Kalko y Handley 2001, Medellín *et al.* 2000). A la vez esto les da acceso a una variedad de hábitats adicionales para satisfacer sus requerimientos alimentarios y de refugio. La importancia de un agente de dispersión de semillas no solo es determinada por el tipo de fruta de la cual se alimenta sino también por la manera en que lo hace (Morrison 1978). Los murciélagos filostómidos de ala grande como los *Artibeus* spp. son más frecuentes en los espacios despejados (Angulo *et al.* 2005) por lo que juegan un papel primordial en la restauración de los bosques (Mora 2000).

La curva de acumulación de especies (Figura 2) alcanzó una asíntota con un esfuerzo de captura de 2,088 mh, con siete especies. Las especies capturadas frecuentemente fueron de los géneros *Artibeus*, *Sturnira* y *Carollidae*. El esfuerzo de captura fue de 2,538 mh. por diez noches de muestreo (Cuadro 3). El éxito de captura del estudio fue de 0.08 individuos/mh (Cuadro 3).

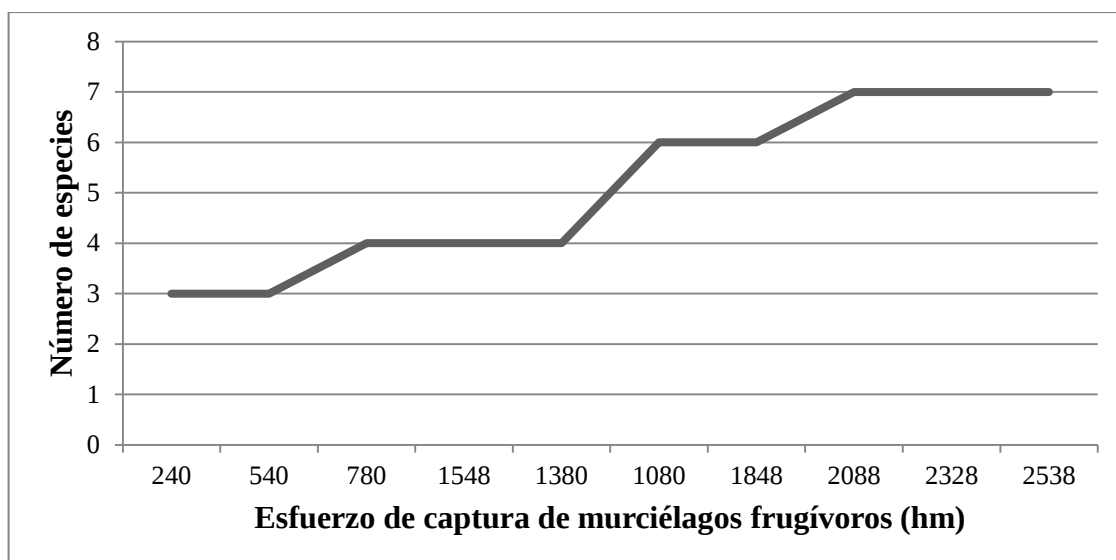


Figura 2. Curva de acumulación de las especies de murciélagos frugívoros según el esfuerzo de captura en Zamorano, Honduras. 2013.

Cuadro 3. Esfuerzo y éxito de captura de los murciélagos frugívoros por muestreo en Zamorano, Honduras. 2013.

Muestreo	Fecha	Red (m)	Tiempo (h) ^o	Esfuerzo de captura (mh)	Nº individuos	Éxito de captura (individuo/hm)
1	09-jul	48	5.0	240	23	0.10
2	11-jul	60	5.0	300	6	0.02
3	15-jul	48	5.0	240	13	0.05
4	30-jul	48	3.5	168	19	0.11
5	01-ago	60	5.0	300	7	0.02
6	27-ago	60	5.0	300	49	0.16
7	29-ago	60	5.0	300	16	0.05
8	02-sep	48	5.0	240	42	0.18
9	03-sep	48	5.0	240	31	0.13
10	05-sep	60	3.5	210	4	0.02
Total		540	47.0	2,538	210	0.08

^o La lluvia redujo el tiempo de muestreo en dos ocasiones.

Artibeus jamaicensis fue la especie más abundante en Zamorano y se capturó en todos los muestreos (Cuadro 4). Esta especie se caracteriza por tener una rápida digestión por lo que es más probable que la defecación obtenida represente su última ingesta (Bonaccorso 1979). Es una especie que muestra preferencia significativa por la actividad a nivel del suelo (Bonaccorso 1979). Realiza esto para evitar a los depredadores o porque es más eficiente para un murciélago grande volar a lo largo de los senderos despejados que ecolocalizar y evitar la densa vegetación del dosel (Bonaccorso 1979).

Cuadro 4. Incidencia de las especies de murciélagos frugívoros (n = 210) por muestreo en Zamorano, Honduras. 2013.

Muestreo	Especies de Murciélagos ^o (n)							Total
	Ar. i. (23)	Ar. j. (138)	Ar. l. (1)	Ca. p. (1)	Ca. s. (12)	Ch. s. (2)	St. l. (33)	
M1	1	1	0	0	0	0	1	3
M2	1	1	0	0	0	0	0	2
M3	1	1	0	0	1	0	1	4
M4	1	1	0	0	0	0	1	3
M5	1	1	0	0	0	0	1	3
M6	1	1	0	0	0	0	1	3
M7	1	1	1	0	0	1	1	5
M8	1	1	0	1	1	0	1	5
M9	1	1	0	0	0	0	1	3
M10	0	1	0	0	0	0	0	1
Total	9	10	1	1	2	1	8	

^o Ar. i., *Artibeus intermedius*; Ar. j., *Artibeus jamaicensis*; Ar. l., *Artibeus lituratus*; Ca. p., *Carollia perspicillata*; Ca. s., *Carollia subrufa*; Ch. s., *Chiroderma salvini*; St. l., *Sturnira lilium*.

Las especies que se encontraron una sola vez fueron *Carollia perspicillata*, *Artibeus lituratus* y *Chiroderma salvini*. Particularmente *Carollia perspicillata* es considerada una de las especies más abundantes y comunes del neotrópico (Mora 2000). Sin embargo, en Zamorano ésta especie se capturó una sola vez.

Carollia subrufa inusualmente se capturó solo en dos áreas (Cuadro 4). Esta especie es muy conocida por ser de las especies claves en la dispersión de las semillas en el neotropico (Charles-Dominique 1991). Se observó que *Carollia subrufa* está asociada con las plantas pioneras *Piper* spp. (Bonaccorso 1979, Charles-Dominique 1991, Fleming 1981, Mora 2000) y que a pesar de dispersar en su mayoría solo este género, su acción es de las más eficientes por ingerir una gran cantidad de semillas pequeñas (Daws *et al.* 2000, Fleming 1988, Galindo 1998).

De los 210 murciélagos frugívoros capturados se obtuvieron 79 muestras fecales de las que se colectaron 5,617 semillas. Los principales géneros dispersados son especies claves como *Ficus* spp. (morfoespecie 5) y plantas pioneras como *Piper* spp. (morfoespecie 3) (Cuadro 5). La morfoespecie cinco tuvo un n = 3,171 y la morfoespecie tres un n = 1,246. Los frutos de *Ficus* spp. se encuentran disponibles todo el año (August 1981, Morrison 1978). Se considera que la dieta de los murciélagos frugívoros puede estar altamente correlacionada con la disponibilidad de los recursos (Loayza *et al.* 2006).

Cuadro 5. Morfoespecies de las semillas consumidas por los murciélagos frugívoros en Zamorano. Se da el porcentaje de la abundancia de las semillas en las heces de los murciélagos, el porcentaje de abundancia de los murciélagos y el Índice de Importancia de Dispersión (n = 79). Honduras. 2013.

Morfoespecies de las semillas	Especies de murciélagos ^o							Total (%)
	Ar. i.	Ar. j.	Ar. l.	Ca. p.	Ca. s.	Ch. s.	St. l.	
Morf_1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	1.8	7.2
Morf_2	1.5	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1
Morf_3	0.0	4.6	0.0	2.3	9.2	0.0	6.9	23.0
Morf_4	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9
Morf_5	1.4	43.5	1.4	0.0	1.4	1.4	6.8	55.9
Morf_6	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2
Morf_7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
Morf_8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Morf_9	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Morf_10	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Morf_11	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Morf_12	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Total (%)	3.1	59.3	1.4	2.3	16.0	1.4	16.5	100.0
Abundancia de murciélagos (%)	11.0	65.7	0.5	0.5	5.7	1.0	15.7	100.0
IID ^δ (0-10)	0.03	3.90	0.00 [§]	0.00 [§]	0.09	0.00 [§]	0.26	

^o Ar. i., *Artibeus intermedius*; Ar. j., *Artibeus jamaicensis*; Ar. l., *Artibeus lituratus*; Ca. p., *Carollia perspicillata*; Ca. s., *Carollia subrufa*; Ch. s., *Chiroderma salvini*; St. l., *Sturnira lilium*.

^δ Índice de Importancia de Dispersión de las especies de murciélagos frugívoros.

[§] 0.00 = 0.0007.

Ficus spp. fueron dispersado por *Artibeus* spp. Tal y como se esperaba (Charles-Dominique 1991, Bonaccorso 1979, Mora 2000, Morrison 1978) y *Piper* spp. por *Carollia* (Charles-Dominique 1991, Mora 2000). Debido a ello, estos murciélagos han sido considerados elementos importantes para la determinación de la calidad del hábitat, reconocimiento que se centra en su importancia ecológica, ligada a sus necesidades específicas de la dieta, el refugio y el área de forrajeo (Fenton *et al.* 1992).

El IID indicó que la principal especie dispersora fue *Artibeus jamaicensis* (3.9), lo que se explica por su abundancia en los muestreos, seguida por *Sturnira lilium* (0.26) (Cuadro 5). Para *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata* y *Chiroderma salvini* se determinó un menor IID (0.0007) porque fueron las especies con menor número de individuos (Cuadro 5).

Se determinó que un menor número de hembras de *Artibeus jamaicensis* colectan un mayor número de semillas (Figura 3). Sin embargo, *Carollia subrufa* tuvo un comportamiento contrario (Figura 3). La correlación entre el número de semillas y el número de individuos de los machos capturados fue de 0.99. La correlación entre el número de semillas y el número de individuos de las hembras capturadas fue de 0.96. Se puede inferir que las semillas y el sexo de los individuos se relacionan positivamente pero esta correlación puede llegar a ser alterada por los diferentes hábitos de las distintas especies o el estado de preñez o de lactancia de las hembras.

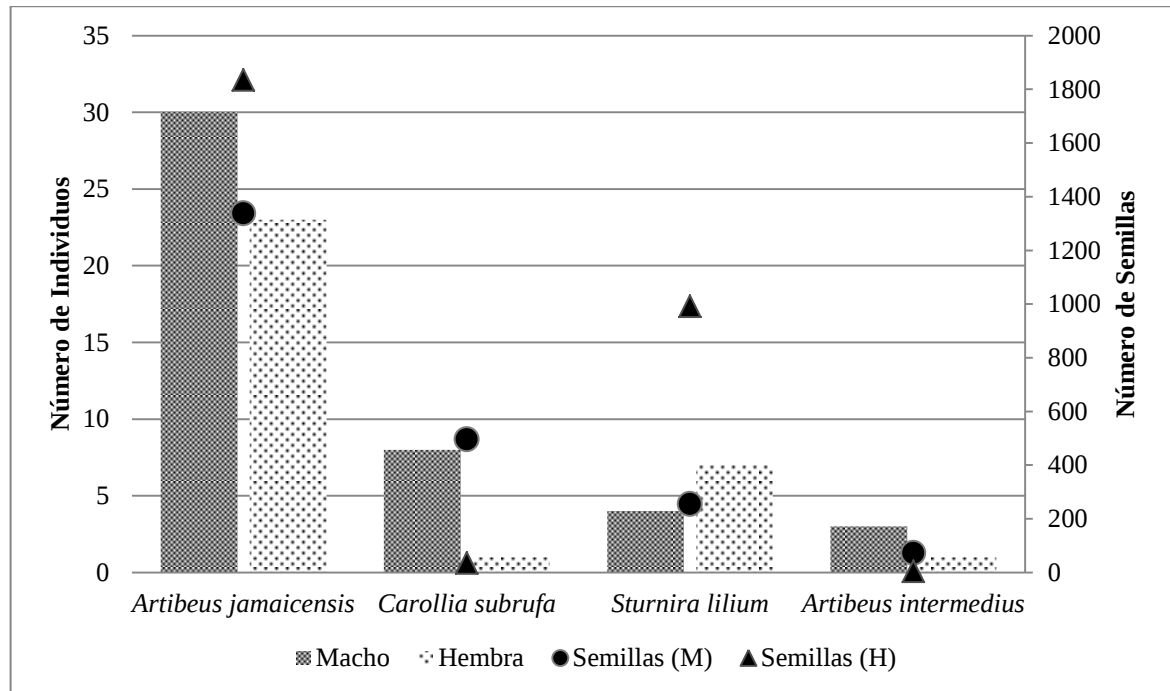


Figura 3. Correlación entre el número de semillas y el número de individuos por sexo de las especies dispersoras de murciélagos frugívoros con ambos sexos presentes encontradas en Zamorano, Honduras. 2013.

La energía gastada en un vuelo para los filostómidos es 15 veces más alta que cuando descansan (Charles-Dominique 1991). Por lo que un murciélago debe conseguir las frutas que le provean la energía necesaria para cubrir su costo de vuelo, para mantenerse y para su esfuerzo reproductivo (Charles-Dominique 1991). Los machos tienden a cambiar de percha frecuentemente en comparación con las hembras. Las hembras suelen preferir los árboles huecos, mientras los machos los árboles con gran follaje (Morrison 1978). Debido a ello es más fácil para el macho cambiar de percha a una cercana al árbol del que se alimenta. Las hembras tienden a tener más semillas que los machos ya que gastan más energía en sus vuelos nocturnos al regresar a su percha (Morrison 1978).

Cuando las hembras se encuentran en estado de preñez o lactantes, consumen doble para cubrir sus gastos energéticos (Morrison 1978). Las hembras de *Artibeus jamaicensis* y de *Sturnira lilium* se capturaron en ambos estados (Cuadro 6). Esto puede ser la principal

razón por la cual las hembras tenían una mayor cantidad de semillas en Zamorano (Cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentaje de hembras preñadas y lactantes de los murciélagos frugívoros capturados en Zamorano, Honduras. 2013.

Especies ^o	Macho		Hembras			
	Individuos	Semillas	Individuos	Semillas	Preñez (%)	Lactante (%)
<i>Artibeus jamaicensis</i>	30	1,337	23	1,834	25	75
<i>Carollia subrufa</i>	8	495	1	35	100	-
<i>Sturnira lilium</i>	4	255	7	991	29	71
<i>Artibeus intermedius</i>	3	72	1	4	-	100
Correlación	0.99		0.96			

^o Se tomaron en cuenta solo las especies de las que se capturaron individuos de ambos sexos, se omitió aquellas en las que se identificaron solo machos o solo hembras.

La mayor cantidad de hembras preñadas de *Artibeus jamaicensis* se encontraron en el mes de julio. La mayor cantidad de hembras preñadas de *Sturnira lilium* se encontraron a lo largo de los muestreos. La mayor cantidad de hembras lactantes de *Artibeus jamaicensis* se encontró en los meses de agosto y septiembre. La mayor cantidad de hembras lactantes de *Sturnira lilium* se encontraron en el mes de septiembre. Cabe recalcar que en los muestreos finales no se encontró ninguna hembra preñada, solo lactantes.

Las zonas perturbadas podrían ser inadecuadas para sostener poblaciones numerosas de murciélagos pero cuando forman parte de un mosaico con otros tipos de vegetación parecen ser complementarios entre sí, debido a que cada uno ofrecería diferentes recursos (Castro-Luna *et al.* 2007). El presente estudio aporta evidencias sobre la adaptación de algunas especies de murciélagos a la modificación del paisaje (Brosset *et al.* 1996, Castro-Luna *et al.* 2007, Estrada *et al.* 2010, Fenton *et al.* 1992, Galindo-González *et al.* 2000, Medellín *et al.* 2000).

Los murciélagos pueden llegar a jugar un papel clave en la conectividad de los elementos de un paisaje (Galindo-González *et al.* 2000). Debido a esto, es necesaria la conservación de los mosaicos de los paisajes en los que se incluyan los bosques nativos, la vegetación secundaria y las zonas de cultivo que garanticen una mayor heterogeneidad espacial y con ello una alta diversidad paisajística (Moreno *et al.* 2011).

Finalmente, las semillas encontradas son evidencia del aporte que las especies de murciélagos frugívoros presentes realizan a la dinámica natural del área. Su acción como dispersores favorece el desarrollo de los procesos de sucesión y el mantenimiento de la estructura vegetal (Mora 2000).

4. CONCLUSIONES

- Se encontraron siete diferentes especies de murciélagos frugívoros (*Artibeus intermedius*, *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *Carollia perspicillata*, *Carollia subrufa*, *Chiroderma salvini* y *Sturnira lilium*) que contenían semillas de 12 morfoespecies diferentes.
- Las principales morfoespecies dispersadas pertenecen a los géneros de especies claves de los bosques tropicales como *Ficus* spp. con n = 3,171, dispersada por *Artibeus* spp. y plantas pioneras como *Piper* spp. con n = 1,246, dispersada por *Carollia* spp. La dinámica entre la población y la comunidad de los paisajes serían muy diferentes en ausencia de los murciélagos frugívoros. Por ello las especies de murciélagos frugívoros, en todo el mundo, merecen una considerable atención acerca de su conservación.
- La correlación del número de hembras y de machos de las principales especies dispersoras de los murciélagos frugívoros con el número de semillas dispersadas es positivo. Se debe considerar que esta correlación puede verse afectada tanto por los comportamientos específicos como por el estado de preñez o lactancia en el que se encuentren las hembras.
- El agente de mayor importancia como dispersor de las semillas en Zamorano fue *Artibeus jamaicensis* con un IID de 3.9. Esta fue la especie más común, se capturó en todos los muestreos y contenía 10 de las 12 morfoespecies de semillas identificadas.
- La conversión de los bosques a pastizales o zonas agrícolas afecta la supervivencia de las plantas pues en ausencia de la fruta que comen los murciélagos, la regeneración de las áreas abiertas será más difícil. La supervivencia a largo plazo de algunas de las plantas más valiosas de América Latina se podrían ver seriamente comprometida y un número significativo de árboles y arbustos tropicales van a perder un importante aliado como los son sus dispersores principales.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios complementarios en ambas épocas del año para conocer mejor el papel que están jugando los murciélagos a lo largo del año dentro de las pasturas, los cultivos agrícolas, el bosque remanente y el bosque rivereno.
- Realizar estudios complementarios sobre la regeneración de las morfoespecies dispersadas para medir la expansión de las especies claves y las especies pioneras dentro de Zamorano. Esto lograría dar a conocer el beneficio ecológico que realizan los murciélagos frugívoros como dispersores de las semillas en la regeneración de los hábitats.
- Contar con una colección completa de semillas de las especies de Zamorano en el herbario para facilitar la identificación de las semillas dispersadas. Asimismo contar con la ayuda de un taxónomo experto en la identificación de especies de semillas.
- Obtener equipo de trabajo como por ejemplo equipo telemétrico para poder localizar los árboles utilizados por los murciélagos frugívoros. Esto facilitaría la identificación de la especie de la cual se alimentan al lograr localizar el árbol y conocer la categoría “sucesional” de la especie.

6. LITERATURA CITADA

Agosta, S.J. 2002. Habitat use, diet and roost selection by the big brown bat (*Eptesicus fuscus*) in North America: a case for conserving an abundant species. *Mammal Reviews* 32(2):179-198.

Angulo-M, R., M. Fernández-V y C. López. 2005. Proporción ancho - largo del ala en murciélagos y maniobrabilidad en el vuelo dentro de sotobosques densos y despejados. *In*: G.P. Servat (ed). *Ecología de Ecosistemas Amazónicos OET*. La Organización para Estudios Tropicales y La Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Perú. p 44-52.

August, P.V. 1981. Fig fruit consumption and seed dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the llanos Venezuela. *Biotropica* 13(2):70-76.

Bat Conservation International. 2011. All about bats (en línea). Consultado 19 de octubre de 2013. Disponible en <http://batcon.org/index.php/all-about-bats/intro-to-bats/subcategory.html?layout=subcategory>

Bat Conservation Trust. 2012. About bats (en línea). Consultado 19 de octubre de 2013. Disponible en http://www.bats.org.uk/pages/about_bats.html

Bonaccorso, F. 1979. Foraging and reproductive ecology in a panamian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum* 24(4):360-412.

Brosset, A., P. Charles-Dominique, A. Cockle, J.F. Cosson y D. Masson. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology* 74(11):1974-1982.

Carias, T. 2013. Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del sistema de lagunas de estabilización de Zamorano. Tesis Ing. Ambiente y Desarrollo. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 24 p.

Castro-Luna, A.A., V.J. Sosa y G. Castillo-Campos. 2007. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in south-eastern Mexico. *Animal Conservation* 10 (2):219-228.

Charles-Dominique, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. *In*: A. Estrada y T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. Laboratoire ECOTROP-CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, France. p 119-135.

Charles-Dominique, P. 1991. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Tropical Ecology* 7(2):243-256.

Daws, M.I., D.F.R P. Burslem. L.M. Crabtree. P. Kirkman. C.E. Mullins y J.W. Dalling. 2002. Differences in seed germination responses may promote coexistence of four sympatric *Piper* species. *Functional ecology* 16(2):258-267.

De Almeida, C.G., R.S. Moro y C.M. Vianna Zanon. 2005. Dieta de duas espécies de morcegos frugívoros (chiroptera, phyllostomidae) em remanescentes florestais alterados na área urbana de ponta grossa, PR. *Ciências Biológicas e da Saúde* 11(3):15-21

Estrada, S., C.F.J. Meyer y E.K.V. Kalko. 2010. Effects of tropical forest fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological Conservation* 143:597-608.

Fenton, M.B., L. Acharya, D. Audet, M.B.C. Hickey, C. Merriman, M.K. Obrist, D.M. Syme y B. Adkins. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in Neotropics. *Biotropica* 24(3):440-446.

Fleming, T.H. 1981. Fecundity, fruiting pattern, and seed dispersal in *Piper amalago* (Piperaceae), a bat-dispersed tropical shrub. *Oecologia* 51(1):42-46.

Fleming, T.H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: A. Estrada y T.H. Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal*. Laboratoire ECOTROP-CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, France. p 105-118.

Fleming, T.H. 1988. The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions. Chicago University Press. *Wildlife Behavior and Ecology* series. 380 p.

Fleming, T.H. 1997. Fruit bats: prime movers of tropical seeds. *Bats* 5(3):3-8.

Galindo-Gonzalez, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* (73):57-74

Galindo-Gonzales, J., S. Guevara y V.J. Sosa. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical forest. *Conservation Biology* 14(6):1693-1703.

Hammer, O., D.A.T. Harper y P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1-9.

Heer, K., L. Albrecht y E.K.V. Kalko. 2010. Effects of ingestion by neotropical bats on germination parameters of native free-standing and strangler Wgs (*Ficus* sp., Moraceae). *Oecologia* 163 (2):425-435.

- Kalko, E.K.V. y C.O. Handley. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology* 153(1-2): 319-333.
- Loayza, A.P., R.S. Rios y D.M. Larrea-Alcázar. 2006. Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la Estación Biológica Tunquini, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 41(1): 7-23.
- Lobova, T.A.; S.A. Mori, F. Blanchard, H. Peckham y P. Charles-Dominique. 2003. Cecropia as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany* 90(3): 388-403.
- Lobova, T.A. y S.A. Mori. 2004. Epizoochory dispersal by bat in french Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 20(5): 581-582.
- Lopez, J.E. y C. Vaughan. 2004. Observations on the Role of Frugivorous Bats as Seed Dispersers in Costa Rican Secondary Humid Forests. *Acta Chiropterologica* 6(1):111-119.
- Medellín, R.A. y H. Redford. 1992. The role of mammals in Neotropical forest-savanna boundaries. *In*: P. Furley, J. Ratter y J. Proctor (eds.). *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*, Chapman & Hall, England. p 519-548.
- Medellín, R.A. y O. Gaona. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forests and disturbed habitats of Chiapas, México. *Biotropica* 31 (3): 478-485.
- Medellín, R.A., M. Equihua y M.A. Amín. 2000. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in south-eastern Mexico. *Conservation Biology* 14 (6): 1666-1675.
- Mora, J.M. 2000. Mamíferos silvestres de Costa Rica. San Jose, Costa Rica, Editorial EUNED. 240 p.
- Mora, J.M. 2013. Clave para la identificación de los murciélagos de Honduras. Borrador.
- Moreno, C.E., F. Barragán, E. Pineda y N.P. Pavón. 2011. Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:1249-1261.
- Morrison, D.W. 1978. Foraging ecology and energetics of the frugivorous bat *Artibeus jamaicensis*. *Ecology* 59(4): 716-723.
- Muscarella, R. y T.H. Fleming. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82(4):573-590.
- Naranjo, M.E., C. Rengifo y J.P. Soriano. 2003. Effect of ingestion by bats and birds on seed germination of *Stenocereus griseus* and *Subpilocereus repandus* (Cactaceae). *Journal of Tropical Ecology* 19(1):19-25.

Olea-Wagner, A., C. Lorenzo, E., Naranjo y D. Ortiz. 2007. Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78(1):191-200.

Sanchez, C. y M.L. Romero. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche: una propuesta para su conservación. Cuaderno 24 del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 215 p.

Simmons, N.B. y R.S. Voss. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: A neotropical low-land rainforest fauna, Part 1: bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 219 p.

Terborgh, J. 1977. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* 58(5): 1007-1019.

Terborgh, J. 1983. Five new world primates: a study in comparative ecology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, United States. 260 p.