

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA
ESCUELA DE BIOLOGIA



**Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en el Parque Nacional Montecristo,
El Salvador**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

KEVYN JEASSON JUNIOR QUIJANO VASQUEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en el Parque Nacional Montecristo,
El Salvador**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
KEVYN JEASSON JUNIOR QUIJANO VASQUEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

ASESORA DE LA INVESTIGACIÓN:

LICDA. DORA ALICIA ARMERO DURÁN

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en el Parque Nacional Montecristo,
El Salvador**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
KEVYN JEASSON JUNIOR QUIJANO VASQUEZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA

TRIBUNAL EVALUADOR:

LIC. JOSÉ NAPOLEÓN CANJURA LÓPEZ

LIC. CARLOS ALBERTO ELÍAS ORTÍZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2017

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS

SECRETARIO/A GENERAL

MSc. CRISTOBAL RIOS

FISCAL GENERAL

LICDA. BEATRIZ MÉLENDEZ

DECANO

LIC. MAURICIO HERNÁN LOVO CÓRDOVA

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

MSc. ANA MARTHA ZETINO CALDERÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2017

DEDICATORIA

A mi abuelo y madre, por siempre apoyarme en todas las dificultades que se me
presentaron.

A Elena Castillo, mi eterna compañera de aventuras por su motivación y por darme alegría
en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por siempre estar presente en cada persona que me ayudo y por toda la fortaleza que me brindo durante el desarrollo de esta investigación.

A mi mamá, por toda la lucha que libra cada día para permitirme salir adelante, por su esfuerzo en brindarme una oportunidad para tener un mejor futuro.

A Elena por darme tres de los regalos más grandes que una persona le puede brindar a otra: su tiempo, amor y compañía; por toda su paciencia, ánimos y esfuerzos que con cada noche me permitía seguir adelante, por sus comidas que cada mañana disfrutaba y que me brindaban la energía para continuar, por todos esos momentos durante las noches que a pesar de las inclemencias del tiempo disfrute a su lado, le estoy eternamente agradecido por ese tiempo tan precioso en el lugar que consideramos nuestra casa: Montecristo.

A Gary mi gato, el cual me acompañó en sus últimos momentos de vida dándome alegrías y sabios consejos durante las noches, los cuales siempre recordare con mucho cariño.

A mi asesora Licda. Dora Armero, por todos sus consejos y su tiempo para guiarme durante el desarrollo de mi trabajo de graduación.

A Luis y Melissa por todos sus aportes, observaciones, consejos, chistes y aventuras que me permitieron mejorar cada día tanto en mi ámbito profesional como personal.

A Tica Caro y sus papas por brindarnos un hogar y deliciosa comida durante nuestra estadía en Costa Rica.

A mi tribunal evaluador Lic. José Canjura y Lic. Carlos Elías quienes dieron observaciones importantes del presente trabajo para que este mejorara.

A la Directora del Parque Nacional Montecristo MSc. Maritza Guido, la cual nos permitió poder realizar esta investigación, abriéndonos las puertas de este hermoso lugar para explorar sus maravillas escondidas.

A la Lic. Nohemy Guerra por todo el esfuerzo que con mucho gusto nos brindó durante nuestras noches de capturas, por todos sus consejos y conocimientos que me permitieron mejorar este trabajo.

Al Dr. Ivar Vleut por su paciencia y apoyo para la identificación de las semillas.

A todos los guardarecursos del parque por su esfuerzo, desvelo, energía y protección durante cada noche, por sus historias y tan importantes conocimientos que son en ocasiones desvalorados.

A la niña Virginia y su familia por brindarnos una segunda familia la cual nos brindó de comida, un techo y compañía.

A mis amigos Carlos Palacios, Isis Chaves, Francisco Serrano, Marcela Puro, Roberto Salazar, Manuel Cortez, Maryori Velado, Pablo Cea, Lucía Sánchez, Alvin Melara, Jorge González que a pesar de la distancia siempre estuvieron pendientes del proceso de esta investigación.

ÍNDICE

Listado de Tablas.....	iii
Listado de Figuras	iii
1. Resumen	1
2. Introducción.....	2
3. Objetivos.....	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
4. Marco Teórico	5
4.1 Ecología reproductiva de las plantas	5
4.1.1 Dispersión de semillas.....	5
4.2 Murciélagos	8
4.2.1 Generalidades	8
4.2.2 Murciélagos en El Salvador.....	8
4.3 Antecedentes.....	13
4.3.1 Investigaciones en la dispersión de semillas	13
4.3.2 Investigaciones en El Salvador.....	14
5. Metodología.....	16
5.1 Descripción del área de estudio	16
5.1.1 Vegetación.....	16
5.2 Diseño de muestreo	21
5.2.1 Puntos de muestreo.....	21
5.2.2 Captura de murciélagos	21
5.2.3 Colecta de muestras fecales.....	22
5.2.4 Identificación de las semillas.....	23
5.3 Análisis de datos	24
5.3.1 Composición de murciélagos frugívoros por tipo de bosque	25
5.3.2 Plantas dispersadas por tipo de bosque	26
5.3.3 Dispersión de semillas por murciélago frugívoro en cada tipo de bosque	27
5.3.4 Importancia como dispersor de semillas	27
6. Resultados.....	28

6.1 Composición de murciélagos frugívoros	28
6.2 Composición de murciélagos frugívoros por tipo de bosque	29
6.2.1 Valores de similitud proporcional	29
6.2.2 Curva de Acumulación de especies	30
6.3 Composición de semillas por tipo de bosque	31
6.3.1 Valores de Similitud proporcional.....	33
6.4 Plantas potencialmente dispersadas por especie de murciélago frugívoro.....	34
6.4.1 Bosque pino-encino	34
6.4.2 Bosque nublado	35
6.5 Índice de importancia de dispersor	36
7. Discusión	38
8. Conclusiones.....	47
9. Recomendaciones	49
10. Bibliografía.....	50
11. Anexos.....	69
11.1 Anexo 1. Hoja de colecta de datos de campo para murciélagos, modificado de Romero 2011.	69
11.2 Anexo 2. Hoja de colecta de Heces de murciélagos frugívoros, modificado de Romero 2011.	70
11.3 Anexo 3. Hoja de análisis de laboratorio.....	70
11.4 Anexo 4. Fotografías de los murciélagos frugívoros capturados en los bosques de pino-encino y nublado del Parque Nacional Montecristo en los meses de Julio a Diciembre de 2015.....	71
11.5 Anexo 5. Fotografías de las semillas obtenidas en los bosques de pino-encino (BPE) y nublado (BN) del Parque Nacional Montecristo en los meses de Julio a Diciembre de 2015.....	73

Listado de Tablas

Tabla 1. Diversidad y abundancia de los murciélagos capturados en los bosques de pino-encino (BPE) y bosque nublado (BN) en El Parque Nacional Montecristo _____	28
Tabla 2. Valores calculados de las abundancias proporcionales (Pi) de las especies frugívoras capturadas en los bosques de pino-encino y nublado en El Parque Nacional Montecristo _____	30
Tabla 3. Especies de murciélagos frugívoros observados y esperados para cada tipo de bosque en el parque Nacional Montecristo _____	30
Tabla 4. Listado de géneros y morfoespecies de semillas obtenidas de las muestras fecales de los murciélagos frugívoros en el bosque de pino-encino (BPE) y bosque nublado (BN) en el Parque Nacional Montecristo _____	32
Tabla 5. Valores calculados de las abundancias proporcionales (Pi) de las especies y morfoespecies de plantas dispersadas por los murciélagos frugívoros en los bosques de Pino-Encino y Nublado del parque Nacional Montecristo _____	34
Tabla 6. Valores porcentuales de capturas, muestras con semillas e índice de importancia de dispersor (DII) de cada especie de murciélago frugívoro en los bosques de Pino-Encino (BPE) y Nublado (BN) en el Parque Nacional Montecristo _____	37

Listado de Figuras

Figura 1. Hoja nasal presente en las especies de la familia Phyllostomidae _____	9
Figura 2. Mapa de la ubicación del Parque Nacional Montecristo, Metapán, El Salvador (Quijano, 2016) _____	17
Figura 3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo en el Parque Nacional Montecristo (Quijano, 2016) _____	21
Figura 4. Colocación de las redes de neblina en los senderos de El Parque Nacional Montecristo 2015. _____	22
Figura 5. Mediciones de las semillas mediante el estereoscopio del laboratorio de botánica de la Universidad de Costa Rica. _____	23
Figura 6. Gráfico de rango-abundancia de las especies de murciélagos capturados en los bosques de pino-encino (BPE) y nublado (BN) _____	29

Figura 7. Gráfico comparativo de las curvas de acumulación de especies totales, bosque de Pino-Encino (BPE) y bosque nublado (BN).	31
Figura 8. Gráfico de rango-abundancia de las especies y morfoespecies de plantas dispersadas por murciélagos frugívoros en los bosques de Pino-Encino (BPE) y nublado (BN) del parque Nacional Montecristo	33
Figura 9. Gráfico de rango-abundancia de las especies y morfoespecies de plantas dispersadas por murciélagos frugívoros en el bosque de Pino-Encino del parque Nacional Montecristo	35
Figura 10. Gráfico de rango-abundancia de las especies y morfoespecies de plantas dispersadas por murciélagos frugívoros en el bosque Nublado del parque Nacional Montecristo	36

1. Resumen

La dispersión de semillas por murciélagos frugívoros es un tema relevante en el campo de la ecología ya que la información generada puede ser utilizada para propuestas de conservación y planes de regeneración de bosques (Galindo-González, 1998; Bianconi *et al.*, 2007; Henry *et al.*, 2007; Castro-Luna y Galindo-González, 2012), aunque para los bosques montanos se tiene un número reducido de investigaciones (Lindner y Morawetz, 2006; Loayza *et al.*, 2006; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Moreno, 2011).

En este contexto la presente investigación se realizó con el objetivo de estudiar la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en dos bosques montanos en El Parque Nacional Montecristo (pino-encino y nublado), en el que se realizaron capturas mediante redes de neblina de julio a diciembre de 2015 y se recolectaron las heces de los murciélagos frugívoros para analizar que especies de plantas eran potencialmente dispersadas en estos bosques.

En total se capturaron 327 murciélagos frugívoros pertenecientes a nueve especies y tres subfamilias (Stenodermatinae, Carrollinae y Glossophaginae). El bosque de pino-encino presentó la mayor riqueza y abundancia de especies siendo las más dominantes *Artibeus jamaicensis*, *Sturnira hondurensis* y *Dermanura tolteca*; mientras que en el bosque nublado se encontró una dominancia de *S. hondurensis* sobre las demás especies capturadas.

Se obtuvo un total de 196 muestras fecales de seis especies de murciélagos frugívoros (*S. hondurensis*, *C. sowelli*, *D. tolteca*, *A. jamaicensis*, *A. lituratus* y *G. commissarisi*), en donde la composición de semillas para ambos bosques estuvo dominada por morfoespecies pertenecientes a los géneros *Piper*, *Solanum* y *Saurauia*; las morfoespecies más abundantes fueron *Miconia sp* para pino-encino y *Piper sp3* para nublado. La composición de semillas para ambos bosques fue diferente respecto a la cantidad y diversidad de semillas dispersadas, obteniendo 14 morfoespecies para pino-encino y 10 en nublado. Además, se encontró que el dispersor más importante para ambos bosques fue *S. hondurensis* dispersando 11 de las 14 morfoespecies para pino-encino y las 10 morfoespecies identificadas para el bosque nublado.

2. Introducción

La dispersión de semillas es un proceso fundamental para el establecimiento (Janzen, 1970; Connel, 1971; Fleming y Sosa, 1994; Shivanna y Tandon, 2014) y colonización de nuevos hábitats para la mayoría de especies de plantas (Medellín y Gaona, 1999; Fenner y Thompson, 2005; Pinto *et al.*, 2009; Mello *et al.*, 2011; Novoa *et al.*, 2011); entre los dispersores más importantes se encuentran los murciélagos frugívoros (Medellín y Gaona, 1999; Kalko y Handley, 2001), ya que dispersan semillas de plantas pioneras y especies de sucesión tardía contribuyendo al desarrollo y permanencia de los bosques (Galindo-González *et al.*, 2000; Muscarella y Fleming, 2007; Lobova *et al.*, 2009; Vleut *et al.*, 2015).

La influencia de los murciélagos frugívoros en la dispersión de semilla ha sido ampliamente reconocida empezando desde los estudios sobre la dieta de los murciélagos frugívoros de: De Carvalho (1961); hasta información más reciente sobre los procesos de diferenciación de nicho entre especies frugívoras realizada por Vleut *et al.*, (2015), sin embargo, investigaciones que aborden la temática en bosques montanos es relativamente reducida y en El Salvador solo hay un estudio sobre la dieta de los murciélagos en un bosque montano (Morales, 2016), aunque solo se consideraron las especies *Anoura geoffroyi* y *Sturnira hondurensis*.

Con el presente estudio se pretendió estudiar por primera vez en El Salvador la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en dos tipos de bosques (Pino-Encino y Nublado) en el Parque Nacional Montecristo, mediante la captura por redes de neblina de murciélagos frugívoros de los cuales se obtuvieron muestras fecales con el objetivo de conocer la composición de especies de murciélagos frugívoros y de las plantas que son posiblemente dispersadas por este grupo de mamíferos.

En total se capturaron 327 murciélagos frugívoros pertenecientes a tres sub-familias: Stenodermatinae, Carolliinae y Glossophaginae; identificando nueve especies para el bosque pino-encino siendo las más abundantes *A. jamaicensis* y *S. hondurensis*; mientras que para el bosque nublado se registraron seis especies en donde la más abundante fue *S. hondurensis*. De las nueve especies solo de seis se obtuvieron muestras con semillas

La diversidad de semillas estuvo compuesta por 14 morfoespecies de plantas potencialmente dispersadas por murciélagos frugívoros para el bosque de pino-encino en donde *Miconia sp.* y *Piper sp.1* fueron las de mayor abundancia; mientras que para el bosque nublado se identificaron 10 morfoespecies siendo las de mayor abundancia *Piper sp.3* y *Solanum sp.1*.

Por especie de murciélago frugívoro se encontró que para el bosque pino-encino *S. hondurensis* dispersó 11 morfoespecies y *C. sowelli* ocho, siendo el género *Piper* el de mayor diversidad y abundancia para ambos murciélagos frugívoros; para el bosque nublado *S. hondurensis* obtuvo 10 registros de plantas potencialmente dispersadas siendo las morfoespecies *Piper sp.1* y *Solanum sp.1* las de mayor número de semillas. Finalmente se encontró que *S. hondurensis* es la especie con mayor importancia de dispersión (DII por sus siglas en inglés) para ambos tipos de bosque.

Con este estudio se lograron obtener por primera vez para El Salvador, datos sobre las especies de plantas que potencialmente son dispersadas por los murciélagos frugívoros en bosques montanos, con lo cual se realizó una contribución para mejorar el plan de manejo de ambos ecosistemas del parque y para la conservación de los murciélagos frugívoros que los habitan.

3. Objetivos

Objetivo general

Estudiar la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en El Parque Nacional Montecristo.

Objetivos específicos

- Determinar la composición de especies de murciélagos frugívoros en dos tipos de bosque (pino-encino y nublado) en El Parque Nacional Montecristo.
- Identificar las semillas de plantas potencialmente dispersadas por los murciélagos frugívoros en dos tipos de bosque (pino-encino y nublado) en El Parque Nacional Montecristo.
- Comparar la composición de murciélagos frugívoros y de las plantas potencialmente dispersadas entre dos tipos de bosque (pino-encino y nublado) en El Parque Nacional Montecristo
- Estimar la importancia de cada especie de murciélago frugívoro como dispersor potencial de semillas en los bosques pino-encino y nublado de El Parque Nacional Montecristo.

4. Marco Teórico

4.1 Ecología reproductiva de las plantas

La ecología reproductiva incluye todos los eventos reproductivos y sus interacciones con los componentes bióticos y abióticos del ambiente. Aunque las estrategias reproductivas en todos los organismos son diferentes, su principal objetivo es maximizar el éxito reproductivo y la variabilidad genética (Schulze *et al.*, 2005; Shivanna y Tandon, 2014). Las plantas con flores siguen una doble estrategia reproductiva, mediante semillas y propágulos vegetativos, que maximiza su capacidad de establecimiento de plántulas, además utilizan diversos agentes dispersores particularmente animales para realizar algunas de sus funciones reproductivas (Schulze *et al.*, 2005; Shivanna y Tandon, 2014).

Entre los aspectos más relevantes en la ecología reproductiva de las plantas para la conservación tenemos la biología de la semilla y del fruto. Ya que solo una pequeña proporción de las semillas producidas es apta para germinar y establecerse como una planta adulta. Por lo tanto, producir suficientes semillas, dispersarlas hacia sitios adecuados, y retener su viabilidad en el sustrato hasta que puedan germinar para establecer nuevas plántulas, son procesos críticos para un reclutamiento exitoso. Por ello para poder lograr el reclutamiento, los frutos poseen adaptaciones que los facultan para la protección, nutrición y dispersión de las semillas (Shivanna y Tandon, 2014).

4.1.1 Dispersión de semillas

Entre los diferentes eventos que forman parte de la ecología reproductiva de la planta, la dispersión de semillas es un proceso fundamental para el establecimiento y colonización de nuevos hábitats para la mayoría de especies de plantas (Medellín y Gaona, 1999; Mello *et al.*, 2011; Novoa *et al.*, 2011; Shivanna y Tandon, 2014). La dispersión de semillas se puede definir como el movimiento a través del espacio de un propágulo, semilla, agrupaciones de semillas con fruto o partes vegetativas de la planta madre, ya sea de forma activa o pasiva (Begon *et al.*, 1996; Cousens *et al.*, 2008).

La dispersión de semillas provee ventajas como: escapar de los depredadores y patógenos que prevalecen bajo la planta madre, movilizar las semillas hacia un sitio seguro donde puedan germinar y establecerse como plántulas (Janzen, 1970; Connell, 1971; Fleming y

Sosa, 1994; Shivanna y Tandon, 2014), colonizar nuevos hábitats e incrementar el flujo de genes mediados por la semilla (Fenner y Thompson, 2005; Pinto *et al.*, 2009).

La mayoría de plantas depende de un agente externo para dispersar sus semillas, en general los dispersores depositan las semillas en lugares al azar e impredecibles (Dennis *et al.*, 2007; Cousens *et al.*, 2008; Shivanna y Tandon, 2014). Sin embargo, algunos dispersores pueden depositar semillas predeciblemente en sitios favorables para el establecimiento de las plántulas (Shivanna y Tandon, 2014).

4.1.1.1 Agentes dispersores

Existen cuatro principales agentes dispersores de semillas: gravedad (autocoria), viento (anemocoria), agua (hidrocoria) y animales (zoocoria) (Cousens *et al.*, 2008; Shivanna y Tandon, 2014).

Autocoria

Incluye todas aquellas semillas que caen al suelo bajo la planta madre sin otro medio de dispersión (Shivanna y Tandon, 2014). Además de las semillas que poseen el mecanismo de dispersión balística (Willson *et al.*, 1990; Van Rheede van Oudtshoorn y Van Rooyen, 1999; Schulze *et al.*, 2005; Shivanna y Tandon, 2014).

Anemocoria

Varias especies de plantas producen frutos y semillas con adaptaciones para la dispersión por viento, como alas y pelos en su superficie que les ayudan a mantenerse en el aire aumentando las distancias de dispersión. Algunas semillas dispersadas por viento no desarrollan estructuras especializadas, pero muestran una gran reducción en su tamaño y peso (orquídeas y algunas gramíneas) (Schulze *et al.*, 2005; Shivanna y Tandon, 2014).

Hidrocoria

La dispersión por agua es un mecanismo secundario luego de que los frutos/semillas caen al suelo, es común en especies de plantas ribereñas y costeras (Schulze *et al.*, 2005; Shivanna y Tandon, 2014).

Zoocoria

El principio general de la zoocoria es simple, la semilla está asociada, a un elemento nutritivo (pulpa, arilo) que es buscado por los animales frugívoros, y a señales atractivas (colores, contraste en el brillo, olores, etc.) de las cuales los frugívoros se basan para identificar los frutos maduros (Bongers *et al.*, 2001).

Existen dos tipos de zoocoria: epizoocoria las semillas se adhieren al cuerpo del animal y endozoocoria, en la cual las semillas son transportadas en su tracto digestivo. Los frutos con epizoocoria tienden a ser secos y desarrollan adaptaciones como ganchos, cerdas de pelo corto y glándulas pegajosas mediante las que se adhieren al cuerpo de los animales que pasan cerca de ellas, este tipo de frutos no proveen de recompensas nutritivas al agente dispersor. Por su parte los frutos con endozoocoria son ricos en nutrientes y minerales, que se encuentran en la parte carnosa del fruto para atraer a los animales frugívoros (Shivanna y Tandon, 2014). A cada tipo de fruto con zoocoria le corresponde un grupo más o menos diversificado de animales frugívoros que con su tamaño, fisiología sensorial y comportamiento son compatibles con las características del fruto (Bongers *et al.*, 2001).

Los animales vertebrados son los mayores dispersores de semillas en los bosques tropicales, más del 80% de las especies leñosas son dispersadas por ellos (Howe y Smallwood, 1982; Charles-Dominique, 1991; Castro-Luna y Galindo-González, 2012; Shivanna y Tandon, 2014). En muchas regiones tropicales, las aves y murciélagos frugívoros se consideran como los agentes dispersores más importantes (Medellín y Gaona, 1999; Galindo-González *et al.*, 2000; Ingle, 2003; De la Peña-Domene *et al.*, 2014).

Las aves frugívoras generalmente defecan perchadas por lo que la lluvia de semillas generada por estas especies es más densa en los lugares donde perchan, o en el suelo bajo esta; mientras que la lluvia de semillas producida por los murciélagos frugívoros tiene una distribución más equitativa, por la capacidad de estos de defecar durante el vuelo (Charles-Dominique, 1986; Bongers *et al.*, 2001).

Se conoce que los murciélagos frugívoros se alimentan de por lo menos 62 familias de plantas concentradas en 5 géneros principales: *Cecropia*, *Ficus*, *Piper*, *Solanum* y *Vismia* especies esenciales para la regeneración de los bosques tropicales (Lovoba *et al.*, 2009), mientras que las aves frugívoras poseen una dieta mucho más diversificada (Kissling *et al.*, 2009).

4.2 Murciélagos

4.2.1 Generalidades

Los murciélagos pertenecen al orden Chiroptera (de las palabras griegas kheiros-mano y pteron-ala) y es el segundo grupo más diverso de mamíferos en el mundo después de los roedores (Medellín *et al.*, 2007). En la actualidad se reconocen más de 1,116 especies de murciélagos en todo el mundo (Simmons, 2005), los cuales se clasifican en 2 subórdenes Yinpterochiroptera (familias Pteropodidae y Rhinolophoidae); y Yangochiroptera (familias Furipteridae, Nycteridae, Thyropteridae, Mystacinidae, Myzopodidae, Emballonuridae, Mormoopidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Natalidae, Vespertilionidae y Molossidae) (Springer *et al.*, 2001; Teeling *et al.*, 2002; Jones, 2005; Hutcheon y Kirsch, 2006).

4.2.2 Murciélagos en El Salvador

En El Salvador se han registrado hasta la fecha siete familias (Emballonuridae, Mormoopidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Natalidae, Vespertilionidae y Molossidae), pertenecientes a 37 géneros y 65 especies (Owen *et al.*, 1991; Miller y Miller, 2001; Girón, 2005; Girón, 2011; Owen y Girón, 2012; Rodríguez y Girón, 2013).

Las familias Emballonuridae, Mormoopidae, Natalidae, Vespertilionidae y Molossidae se caracterizan por alimentarse principalmente de diversas especies de insectos, incluyendo zancudos, papalotas o mariposas nocturnas, langostas, saltamontes, cucarachas, entre otros. La familia Noctilionidae se alimenta de peces pequeños y camarones de río, y finalmente la familia Phyllostomidae posee especies que pueden alimentarse de pequeños vertebrados, polen, sangre o frutos (Rodríguez y Girón, 2013) por lo que juegan un papel fundamental en el proceso de dispersión de semillas.

4.2.3 Familia Phyllostomidae

La familia Phyllostomidae es endémica del continente Americano, se distribuye en las zonas tropicales y subtropicales, desde el sur de Texas hasta el norte de Argentina (Simmons, 2005), se caracteriza por la presencia de un apéndice cutáneo, de tamaño variable, en forma de punta de lanza, localizado en el extremo anterior de la nariz, conocido con el nombre de hoja nasal (Fig. 1) (Arita, 1990; LaVal y Rodríguez-Herrera, 2002; Reid, 2009). A través de ella, los murciélagos emiten y dirigen sonidos de alta frecuencia para orientarse y encontrar su alimento (Arita y Fenton, 1997); esto les permite transportar un fruto en la boca mientras vuelan entre sus áreas de alimentación y refugios nocturnos, lo que les facilita la dispersión de semillas a mayores distancias que cualquier otro mamífero (Howe y Smallwood, 1982; Fleming, 1988; Galindo-González, 1998; Muscarella y Fleming, 2007).



Figura 1. Hoja nasal presente en las especies de la familia Phyllostomidae

Es la familia con la más amplia gama de tendencias alimenticias entre las cuales se encuentran: carnívoros, insectívoros, frugívoros, nectarívoros y hematófagos (Gardner 1977, Wetterer *et al.*, 2000). Se divide en cinco subfamilias, Phyllostominae, Glossophaginae, Carollinae, Stenodermatinae y Desmodontinae (LaVal y Rodríguez-Herrera, 2002; Medellín *et al.*, 2007). Los murciélagos frugívoros se incluyen en las subfamilias Phyllostominae, Carollinae y Stenodermatinae, aunque su dieta se basa principalmente en frutos, suelen complementarla con polen, hojas e insectos (De Carvalho, 1961; Lumbreras-Ramos, 2012).

La alta diversidad de especies frugívoras les permite alimentarse de frutos disponibles tanto en el dosel como en el sotobosque (Kalko y Handley, 2001). De esta manera se pueden dividir en dos categorías generales: Los frugívoros de dosel (Subfamilia Stenodermatinae, excepto

género *Sturnira*), forrajean entre los 10 y 30 m de altura en bosque primarios principalmente, se alimentan de frutas fibrosas que mastican lentamente mientras absorben la parte líquida, por lo que forman masas que son escupidas sin tragar la mayor parte del contenido, y los frugívoros de sotobosque (género *Sturnira* y subfamilia Carollinae), los cuales forrajean a niveles de 0.1 a 10 m de altura, por lo que su abundancia es superior en estados sucesionales tempranos, consumen de manera rápida (1-2 minutos) frutos pequeños y no fibrosos, para luego defecar las semillas en tiempos relativamente cortos (cerca de los 30 minutos) (Bonaccorso y Gush, 1987; Dumont, 2003; Suárez-Castro y Montenegro, 2015).

4.2.3.1 Hábitos alimenticios

Los hábitos alimenticios de los murciélagos frugívoros son muy diversos, dispersan semillas de frutos de varios tamaños, y lo realizan principalmente de acuerdo al tamaño de la semilla del fruto, por ejemplo: las semillas grandes que no pueden ser ingeridas, las dejan caer directamente en los refugios nocturnos, después de comer la pulpa del fruto; dentro de estas están: las semillas de *Brosimum aliscastrum*, *Spondias* sp., *Casimiroa* sp., *Pouteria* sp., entre otras. Las semillas pequeñas, son ingeridas junto con la pulpa del fruto, pasan a través del tracto digestivo y son defecadas en algún otro sitio, estas semillas son transportadas no solo a los refugios nocturnos, sino que además las llevan durante sus vuelos de forrajeo, por lo que son depositadas en sitios más lejanos, como es el caso de *Cecropia* sp., *Ficus* sp., *Piper* sp., *Solanum* sp., (Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González, 1998).

Los refugios diurnos también se consideran importantes en los procesos de dispersión de semillas, ya que las semillas que los murciélagos frugívoros transportan y digieren en estos refugios, tienen la posibilidad de caer en lugares óptimos para la germinación (Galindo-González, 1998).

Los patrones de forrajeo de los murciélagos frugívoros y la intensidad de competencia por los recursos alimenticios, dependen de una gran variedad de factores intrínsecos y extrínsecos; entre los factores extrínsecos se incluye la distribución espaciotemporal de los recursos que consumen (Marinho-Filho, 1991; Soriano, 2000) la estacionalidad de los eventos reproductivos en las plantas (fenología de floración y fructificación) (Bonaccorso,

1979; Charles-Dominique, 1991), el tamaño y características nutricionales del fruto (De Carvalho, 1961; Dinerstein, 1986; Kalko *et al.*, 1996; Aguirre *et al.*, 2003), su accesibilidad, competencia, depredación, estructura y variación estocástica del hábitat (Fleming, 1986). Los factores intrínsecos incluyen el tamaño de la especie, su estado reproductivo, estatus social (Fleming, 1986; Charles-Dominique, 1991) y la forma de procesamiento del alimento (Dumont, 2003; Nogueira y Peracchi, 2003).

Aún siendo generalistas muchas especies de murciélagos frugívoros pueden seleccionar y variar su alimento, especializándose en diferentes especies de plantas conforme a la estrategia reproductiva de la misma (Fleming, 1986; Thies y Kalko, 2004). Por lo que algunos autores han planteado dos patrones de forrajeo básicos: frugívoros nómadas y sedentarios (Rivas-Pava *et al.*, 1996; Soriano, 2000).

Las especies de dosel se consideran nómadas que migran localmente en búsqueda de plantas que se encuentran relativamente alejadas unas de otras dentro del bosque y presentan picos de fructificación asincrónicos en periodos cortos (e.g. *Ficus spp*) (Rivas-Pava *et al.*, 1996; Soriano, 2000), este patrón de forrajeo es común en frugívoros de mayor tamaño que utilizan recursos agregados tanto en el tiempo como en el espacio y que posiblemente forrajean en grupo para maximizar la eficiencia de forrajeo (Heithaus *et al.*, 1975).

Los murciélagos de sotobosque por su parte se clasifican como sedentarios, que centran el consumo de plantas en especies que fructifican de manera continua durante un periodo extendido del año (e.g. *Piper sp.*, *Cecropia sp.*, *Solanum sp.*) lo que provee un volumen pequeño pero constante de recursos (Rivas-Pava *et al.*, 1996; Soriano, 2000), este patrón es más evidente en especies pequeñas de murciélagos frugívoros que tienden a alimentarse de recursos abundantes (Heithaus *et al.*, 1975) por lo que sus rutas de forrajeo generalmente son las mismas ya que los recursos que consumen son más predecibles espacio-temporalmente (Soriano, 2000; Dumont, 2003).

Los procesos de dispersión de semillas de los murciélagos frugívoros, dependen en gran medida de estos patrones de forrajeo (Kunz, 1982), así como de diversos comportamientos, como el manejo de los frutos y la elusión a los depredadores (Galindo-González, 1998).

4.2.3.2 Importancia ecológica

Los murciélagos frugívoros constituyen uno de los grupos más importantes en la dispersión de semillas de los bosques tropicales por las siguientes razones: consumen una gran cantidad de frutos (Kalko *et al.*, 1996); su capacidad para dispersar semillas en hábitats conservados o intervenidos (Gorchov *et al.*, 1993; Ingle, 2003); y el consumo de plantas con distintos hábitos como: bejucos, arbustos pioneros o árboles de bosque primario (Kalko y Condon, 1998; Bizerril y Raw, 1998; Galindo-González *et al.*, 2000; Ortega y Castro-Arellano, 2001; Castro-Luna y Galindo-González, 2012).

Asimismo, son dispersores eficaces ya que el tránsito por el aparato digestivo favorece la germinación de algunas especies de plantas, debido a que las semillas que ingieren son defecadas intactas en lugares propicios para su establecimiento a diferencia de algunos organismos como los primates que actúan como depredadores de semillas o como las aves que las depositan en áreas donde la competencia interespecífica es alta (Kalko *et al.*, 1996). Además, mediante la dispersión, se promueve el flujo genético entre las poblaciones de plantas (Heithaus, 1982). Estos atributos son factores importantes en la dinámica de población de las plantas dispersadas por murciélagos (Galindo-González, 1998).

La dispersión de semillas por murciélagos frugívoros desempeña un papel fundamental en la composición y estructura de las comunidades vegetales, así como en los procesos de regeneración y sucesión de los bosques. También, se consideran los principales dispersores del género *Ficus* cuyas especies son de vital importancia para el mantenimiento de las poblaciones de animales frugívoros en los trópicos, ya que son una fuente constante de alimento durante el año, pero sobre todo durante las épocas críticas cuando los recursos son limitados (Galindo-González, 1998; Muscarella y Fleming, 2007; Olea-Wagner *et al.*, 2007).

Los murciélagos frugívoros dispersan semillas de especies de importancia económica como las del árbol del chicle (*Manilkara zapota*), del cual se aprovecha su madera, frutos y savia, o las del capulín (*Trema micrantha*), cuya corteza se utiliza para fabricar un papel similar al amate y para la elaboración de muebles (Kunz *et al.*, 2011)

4.3 Antecedentes

4.3.1 Investigaciones en la dispersión de semillas

En la actualidad se han realizado una gran cantidad de investigaciones sobre el proceso de dispersión de semillas por murciélagos frugívoros, estos temas abarcan desde:

La dieta de algunas especies de murciélagos frugívoros en diferentes tipos de bosques: en donde se ha encontrado que la alimentación de la mayoría se concentra en 5 géneros principales de plantas: *Cecropia*, *Ficus*, *Piper*, *Solanum* y *Vismia* (Giannini y Kalko 2004; Loayza *et al.*, 2006; Muscarella y Fleming, 2007; Olea-Wagner *et al.*, 2007; Da Silva *et al.*, 2008; Castaño, 2009; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Castro-Luna y Galindo-González, 2012; Lumbreras-Ramos, 2012); y aunque la dieta de los murciélagos frugívoros se basa principalmente en frutos, suelen complementarla con polen, hojas e insectos (De Carvalho, 1961; Giannini y Kalko, 2004; Lumbreras-Ramos, 2012).

En otras investigaciones, se ha descrito que los murciélagos frugívoros del género *Artibeus* y *Carollia* consumen frutos tanto de especies pioneras, así como de árboles persistentes (Giannini y Kalko, 2004; Olea-Wagner *et al.*, 2007; Estrada-Villegas *et al.*, 2010), por su parte, el género *Sturnira* se alimenta en su mayoría de frutos de plantas pioneras (Olea-Wagner *et al.*, 2007; Saldaña, 2008; Da Silva *et al.*, 2008; Estrada-Villegas *et al.*, 2010)

Comparaciones sobre la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros entre zonas de cultivos y bosques han encontrado que los bordes de bosque y cultivos poseen una menor cantidad y diversidad de especies de plantas siendo dispersadas principalmente especies pioneras (Urticacea, Moracea, Piperacea y Solanacea); lo que sugiere que las actividades antropogénicas tienen un efecto importante sobre la composición de los bosques y afectan la

dieta de los murciélagos frugívoros (Vega, 2007; Novoa *et al.*, 2011; García-Morales *et al.*, 2012)

Estudios sobre la dispersión de semillas entre los murciélagos frugívoros y las aves en el Neotrópico; han develado que los murciélagos frugívoros son dispersores tan importantes como las aves, particularmente en hábitats perturbados en donde la dispersión de semillas de especies pioneras es de gran importancia para los procesos de sucesión (Gorchov *et al.*, 1995; Medellín y Gaona, 1999; Galindo-González *et al.*, 2000), las aves por su parte son dispersoras más efectivas de especies de plantas de sucesión tardía (De la Peña-Domene *et al.*, 2014).

Con estas investigaciones se sabe que el proceso de dispersión de semillas por murciélagos frugívoros tiene importancia en el campo de la ecología, sobre todo en temas que pueden ser utilizados para la conservación y regeneración de los bosques (Galindo-González, 1998; Bianconi *et al.*, 2007; Henry *et al.*, 2007; Castro-Luna y Galindo-onzález, 2012).

4.3.2 Investigaciones en El Salvador

En El Salvador se han realizado investigaciones que abarcan diferentes aspectos biológicos de los murciélagos como la identificación de las especies presentes en el país (Owen, 2005; Girón, 2005; Girón, 2011), su distribución (Pacheco y Idalma, 2004; Owen y Girón, 2012), composición y diversidad (Saldaña, 2008; Fajardo, 2011; Melara *et al.*, 2013; Girón *et al.*, 2014), estructura poblacional (Romero, 2011) y estudios sobre el virus rábico en las especies hematófagas (Vargas, 2005).

Con respecto, a la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros Rodríguez y Girón (2013) elaboraron una revisión bibliográfica que hace referencia a la importancia de la familia Phyllostomidae en la dispersión de semillas en los bosques tropicales de El Salvador, esto lo realizaron mediante la descripción de las dos subfamilias con hábitos frugívoros más importantes del país Carrollinae y Stenodermatinae.

Para la sub-familia Carolliinae mencionan que para El Salvador solo se tienen tres especies reportadas: *Carollia subrufa*, *C. perspicillata* y *C. sowelli*, mientras que para la sub-familia

Stenodermatinae describen que se tienen registros de 15 especies diferentes, entre ellas las más representativas: *Sturnira parvidens*, *S. hondurensis*, *Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Centurio senex*, *Chiroderma salvini*, *C. villosum*, *Dermanura azteca*, *D. tolteca*, *D. phaeotis*, *Enchisthenes hartii*, *Platyrrhinus helleri* y *Uruderma bilobatum*. Finalmente, resaltan la importancia de los murciélagos frugívoros en la regeneración de los bosques mediante la dispersión de semillas de plantas pioneras pertenecientes a las familias Cecropiaceae, Piperaceae y Solanaceae.

Morales (2016) por su parte describió la dieta, actividad y reproducción de dos especies de murciélagos en el parque Nacional Montecristo, uno de ellos de hábitos frugívoros (*Sturnira hondurensis*); entre sus hallazgos para esta especie, se tiene el registro de 14 especies de plantas en su dieta, siendo dominante *Hedyosmum mexicanum*, además encontró semillas pertenecientes a las familias Actinidiaceae, Piperaceae, Solanaceae y Urticaceae.

5. Metodología

5.1 Descripción del área de estudio

La región del Trifinio se localiza geográficamente entre los 88°45' y 89°50' de Longitud Oeste, y entre los 14°05' y 15°12' de Latitud Norte y comprende un área de 7,367 km² (CATIE, 2005). El Área Protegida Trinacional Montecristo (APTMT) esta compartida por las repúblicas de El Salvador, Guatemala y Honduras; tiene una extensión de bosque primario de 13,924 ha y una zona de amortiguamiento de 28,353 ha con un total de 42,277 ha (BID, 2005). La zona núcleo del APTMT está conformada en el sector de El Salvador, por el Parque Nacional Montecristo y Área Natural Protegida San Diego-San Felipe Las Barras, el lago de Guija y el cerro El Pital (MARN, 2010).

El Parque Nacional Montecristo-El Salvador está ubicado en el Departamento de Santa Ana, Municipio de Metapán (Fig. 2), con una extensión aproximada de 2,154 ha (MARN, 2010). El rango altitudinal comprende de 800 hasta los 2,418 msnm; la temperatura tiene promedios anuales entre 15°C y 25°C; la humedad relativa promedio anual varía entre 70% y 88%; las precipitaciones por mes se diferencian claramente en una época seca de noviembre a abril y otra lluviosa de mayo a octubre (Hernández, 1999; CTPT/SET/CARE, 2004; BID/CTPT, 2005; CTPT/GIZ, 2011). El Parque se considera uno de los sitios con mayor biodiversidad de El Salvador (Herrera, 1998; Komar, 2002; Girón *et al.*, 2014).

5.1.1 Vegetación

Para el Parque Nacional Montecristo han identificado tres bosques dominantes (Cardoza, 2011): Bosque tropical semidecíduo submontano (bosque seco), bosque tropical mixto montano inferior (bosque pino-encino) y bosque tropical siempreverde latifoliado montano superior (bosque nublado) (Fig. 2):

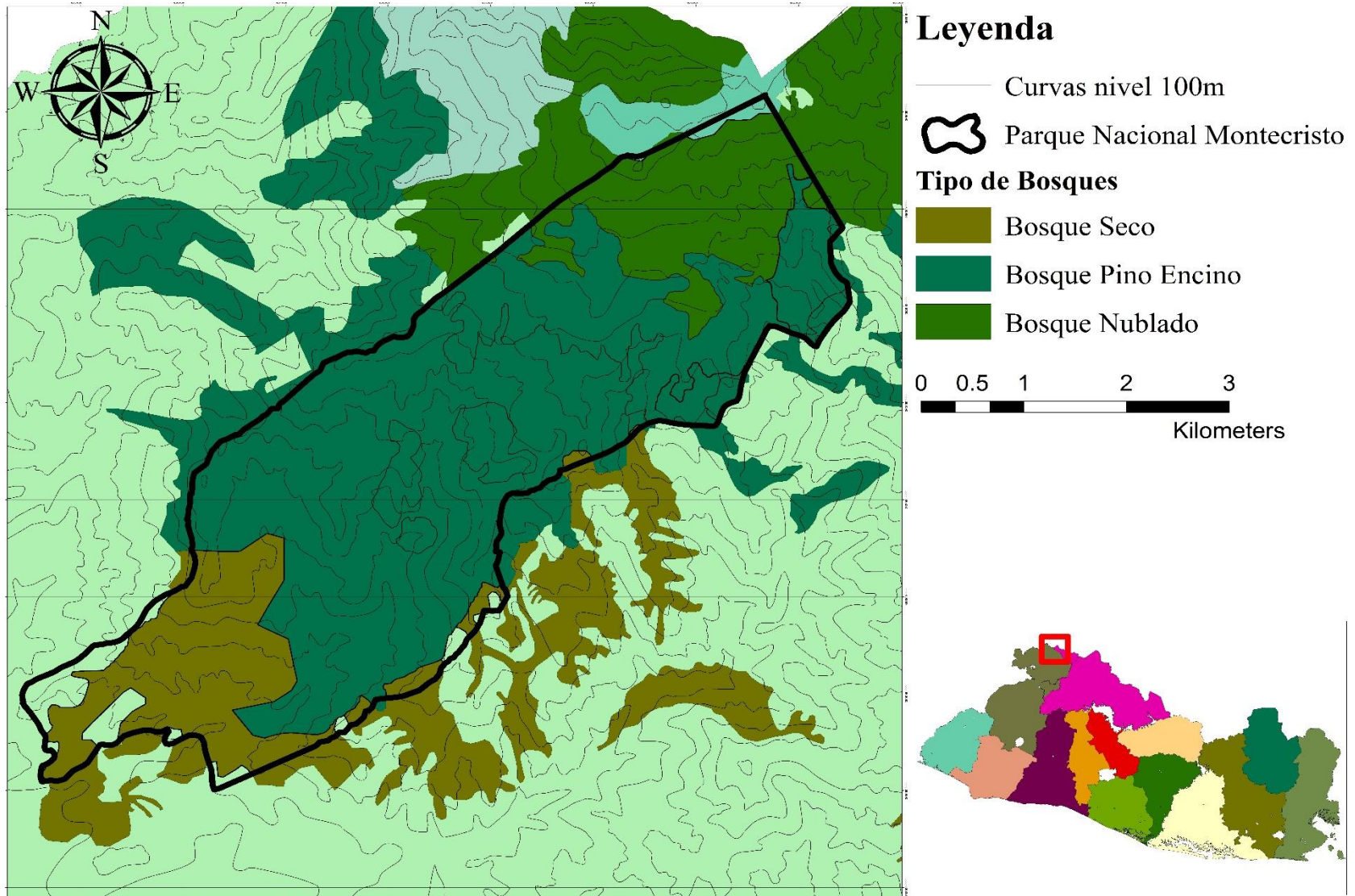


Figura 2. Mapa de la ubicación del Parque Nacional Montecristo, Metapán, El Salvador (Elaborado por Quijano, 2016)

1. Bosque Seco

Este ecosistema se distribuye entre los 805 y 1000 msnm, consiste en asociaciones casi puras de “pino ocote”, *Pinus oocarpa*, a veces entremezclado con una o dos especies de *Quercus*, conocidos comúnmente como “robles”, los cuales pueden alcanzar alturas entre los 12 y los 15 m, llegando hasta los 20 m en aquellos lugares mejor conservados. Ocasionalmente, aparecen pequeñas extensiones con mayor diversidad de árboles de otras familias, especialmente Leguminosas de los géneros *Lonchocarpus*, *Machaerium* e *Inga*, así como algunas Anacardiáceas como *Astronium* y *Spondias* (Cardoza, 2011; MARN/PACAP, 2011; RAS, 2011).

Este ecosistema cuenta con unas 126 de especies arbóreas. Entre las especies reportadas están: El “laurel” (*Cordia alliodora*), “aceituno” (*Simarouba glauca*), “aguja de arra” (*Xilosma intermedium*), “palo de asta” (*Sapranthus nicaraguensis*), “cabo de hacha” (*Luehea candida*), “copinol” (*Hymenaea courbaril*), “Chaperno negro” (*Lonchocarpus minimiflorus*) y “churumullo” (*Rollinia rensoniana*), y plantas saprofitas como la “pipa del indio” *Monotropa coccinea* de la familia Ericaceae. Otras especies presentes incluyen valor maderable, como el “cedro” (*Cedrela odorata*) y “palo jiote” (*Bursera simaruba*). (BID/CTPT, 2005).

Para el estrato arbustivo *Calliandra houstoniana*, *Gliricidia sepium*, *Ximenia americana*, *Byrsonima crassifolia*, *Leucaena diversifolia*, *Apeiba tibourbou*, *Psidium salutare*, *Psidium popenoei*, *Psidium guineense*, *Psidium guajava*, *Psidium* sp., *Salvia kellermanii* (MARN/PACAP, 2011).

Este hábitat se considera como de alto valor, ya que es refugio de 53 especies de fauna de importancia para la conservación a nivel nacional y mundial. Entre las especies amenazadas a nivel nacional se encuentran la “serpiente cascabel” (*Crotalus simus*), “momoto gorjiazul” (*Aspatha gularis*), “cuco faisán” (*Dromococcyx phasianellus*), “piquituerto rojo” (*Loxia curvirostra*), “cucho de monte” (*Tayassu tajacu*), y “el tigrillo” (*Leopardus wiedii*) (RAS, 2011). Con respecto a los murciélagos se tienen registros históricos y actuales de las siguientes especies amenazadas: “Artibeo de Hart” (*Enchisthenes hartii*), “murciélago de

pliegues” (*Balantiopteryx plicata*), “murciélago orejón” (*Peropteryx macrotis*), “vampiro chingo” (*Diphylla ecaudata*), “murciélago orejitas” (*Micronycteris microtis*), “murciélago de orejas de embudo” (*Natalus mexicanus*), “Eumopo de Underwood” (*Eumops underwoodi*) (RAS, 2011; Girón *et al.*, 2014).

2. Bosque Mixto (Pino-Encino)

Este ecosistema se distribuye en alturas entre los 1,059 y los 2,000 msnm, posee una plantación forestal de *Cupressus lusitanica* arriba de los 1,900 msnm que se estableció a finales de los años 60’s, abandonándose casi en su totalidad a principios de los años 80’s (Komar y Linares, 2010). Además, está conformado por *Pinus oocarpa* en la parte inferior (hasta los 1500 msnm) y luego es sustituido por *Pinus maximinoi*, en ciertos lugares y se mezcla con especies de robles como *Quercus sapotifolia*, *Q. salicifolia* y *Q. tristis* (Cardoza, 2011; MARN/PACAP, 2011).

El estrato arbustivo es en general poco denso y los arbustos no sobrepasan los 5 m. Entre los arbustos del dosel intermedio tenemos a varias especies del género *Miconia*, *Antidesma fessonia* y algunas Asteráceas junto con algunas *Salvias*. Hay algunas leguminosas de floración profusa como las *Senna spp.* y las *Calliandra spp.* que son frecuentes (MARN/PACAP, 2011).

Los árboles comunes son los del género *Quercus*, algunos *Pinus* y otros como *Cleyera*, *Rhamnus*, *Rondeletia*, *Roupala* y *Zanthoxylum* (MARN/PACAP, 2011). Además, en este ecosistema tenemos gran abundancia de epifitas. Aquí se encuentran especies diversas, que muestran la existencia de una espléndida flora orquídeas. Entre las especies epifitas sobresalen algunas orquídeas muy vistosas como *Oncidium maculatum*, *O. fasciculatum*, *Cuitlauzina pulchella*, *Trichocentrum bicallosum* y *Encyclia spp.* Asimismo, hay abundancia de algunas Bromeliáceas como *Tillandsia usneoides*, que ha sido reportada formando grandes manchas (MARN/PACAP, 2011).

Este hábitat se considera como de alto valor porque es refugio de 66 especies de fauna de importancia para la conservación. Entre las especies amenazadas a nivel nacional se

encuentra una lagartija (*Anolis tropidonotus*), “zumbador centroamericano” (*Atthis ellioti*), “la chara de steller” (*Cyanocitta stelleri*), “la tijereta centroamericana” (*Doricha enicura*), “el colibrí calicastaño” (*Lamprolaima rhami*), y “el búho fulvo” (*Strix fulvescens*). Entre las especies de importancia para la conservación a nivel mundial se pueden mencionar al “termitero de montaña” (*Hypopachus barberi*), “al chipe caridorado” (*Dendroica chrysoparia*), “la pava negra” (*Penelopina nigra*); y los árboles *Aegiphila panamensis*, *Dalbergia retusa*, *Lonchocarpus santarosanus* (RAS, 2011).

3. Bosque Nublado

Este tipo de ecosistema se encuentra presente en las zonas altas de El Salvador, entre los 2,040 y los 2,368 msnm (Cardoza, 2011). En el estrato arbustivo encontramos especies de menos de 5 m alto de los géneros *Piper*, algunas especies de helechos del género *Cyathea* y palmas del género *Chamaedorea*. El estrato arbóreo está dominado por árboles con alturas de 20 a 40 m, asociaciones de al menos tres especies de *Quercus* con especies de Lauráceas, “copalío” (Styracaceae, *Styrax conterminius*, Lauraceae, *Phoebe* sp.), “manzanito” (Symptlocaceae, *Symplocos culminicola*), “oriconte” (Magnoliaceae, *Magnolia hondurensis*), “palo blanco” (Cornaceae, *Cornus disciflora*), “aceituno de montaña” (Brunelliaceae, *Brunellia mexicana*) (BID/CTPT, 2005). En menor cantidad tenemos árboles de la familia Araliaceae como los géneros *Dendropanax* y *Oreopanax* y Asteraceae de los géneros *Montanoa* y *Podocahenium* (MARN/PACAP, 2011).

Este tipo de ecosistema se considera de alto valor ya que es refugio para 62 especies de fauna amenazadas de extinción a nivel nacional y a nivel mundial, entre estas se mencionan las ranas *Ptychohyala euthysanota* y *Plectrohyla guatemalensis*, las aves *Arremon brunneinucha*, *Basileuterus belli*, *Catharus frantzii* y *Picoides villosus*, los murciélagos *Myotis velifer* y *Natalus mexicanus*, el ratón *Neotoma mexicana*, el “cucho de monte” (*Tayassu tajacu*), la “salamandra de Montecristo” (*Bolitoglossa heiroreias*), el sapo *Incilius ibarraii*, la lagartija *Abronia montecristoi*, la “pava negra” (*Penelopina nigra*) y para varios árboles amenazados a nivel mundial como: *Cedrela odorata*, *Parathesis vulgata*, *Pisonia donnellsmithii* (RAS, 2011).

5.2 Diseño de muestreo

5.2.1 Puntos de muestreo

Los muestreos se enfocaron en dos tipos de bosque: pino-encino (BPE) y nublado (BN), en total se obtuvieron 50 puntos de muestreo para BPE y 43 para BN (Fig. 3).

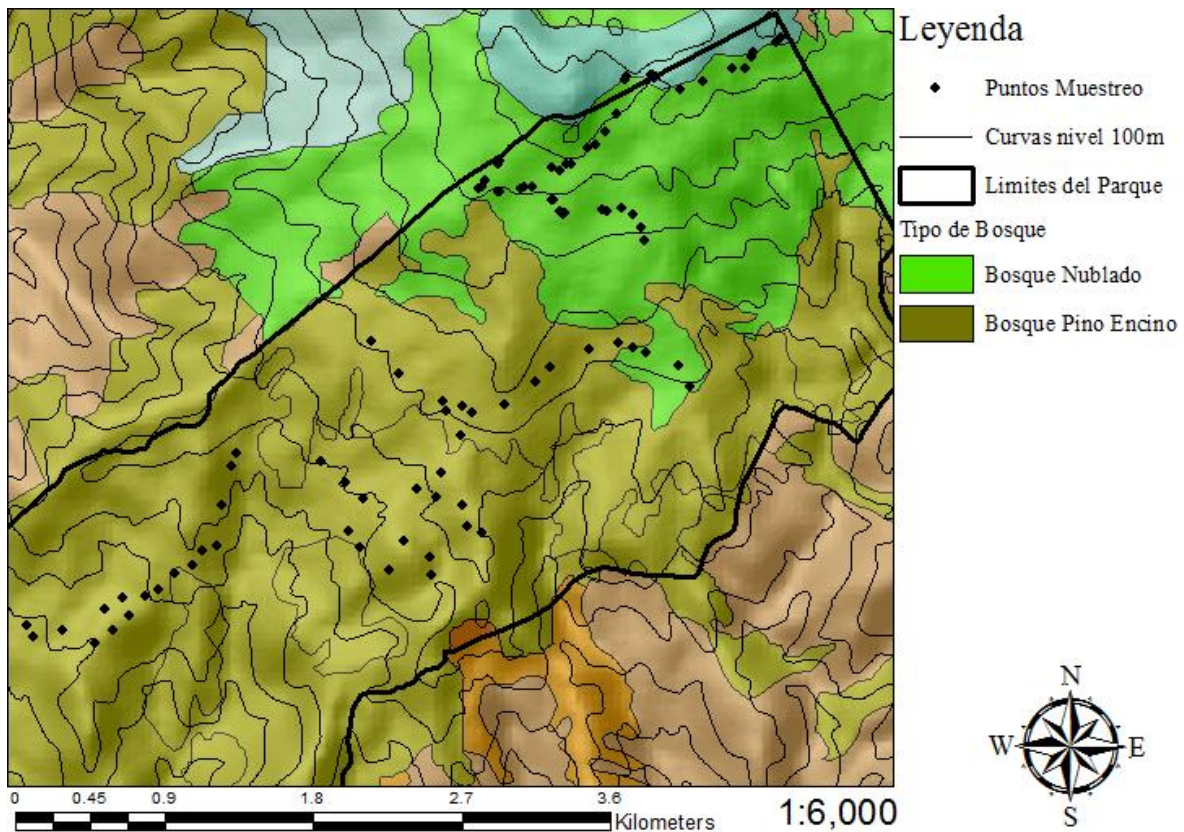


Figura 3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo en el Parque Nacional Montecristo (Elaborado por Quijano, 2016)

5.2.2 Captura de murciélagos

Para la toma de datos se realizaron dos viajes de pre-muestreo y cuatro viajes de muestreo, cada uno de seis días, durante seis meses (julio a diciembre de 2015). Cada bosque se muestreó por tres días consecutivos, durante el inicio de la fase lunar de cuarto menguante hasta el final de la luna nueva, esto se consideró debido al síndrome de fobia lunar sobre la actividad de algunas especies de murciélagos (Handley *et al.*, 1991; Thies *et al.*, 2006; Santos-Moreno *et al.*, 2010; Coria, 2014).

Cada día de muestreo se colocaron tres redes de neblina, (una de 9 m x 2.6 m y dos de 12 m x 2.6 m) en lugares con una cantidad razonable de vegetación y/o en caminos que posiblemente pudieran servir como túneles de paso para los murciélagos; la distancia entre cada red fue de aproximadamente 150 m (Fig. 4), las redes se ubicaron en diferentes sitios cada noche para obtener puntos independientes unos de otros durante los seis meses de muestreo.



Figura 4. Colocación de las redes de neblina en los senderos de El Parque Nacional Montecristo 2015.

La apertura de las redes se realizó desde las 18:00 horas hasta las 00:00 horas revisando cada red en intervalos de 30 minutos. Los murciélagos capturados fueron colocados en bolsas de tela y de cada uno se anotó su hora de captura, la longitud de antebrazo, peso, sexo y condición reproductiva, siguiendo metodologías estándar (Anexo 1) (Kunz, 1988; Jones *et al.*, 1996). Las especies se identificaron mediante las guías de campo de LaVal y Rodríguez-Herrera (2002); Medellín, Arita y Sánchez (2007) y Reid (2009). Además, en cada sitio de muestreo se tomaron las referencias geográficas de cada punto con un GPS Garmin e Trex 20 Worldwide Handheld Navigator.

5.2.3 Colecta de muestras fecales

Para la recolección de semillas se utilizaron dos metodologías conjuntas; la primera fue colocar plásticos debajo de cada una de las redes de neblina utilizadas (Phua y Corlett, 1989; Galindo-González *et al.*, 2000; Estrada-Villegas *et al.*, 2007; Sato *et al.*, 2008; Galindo-González *et al.*, 2009; García-Morales *et al.*, 2012; Aguilar-Garavito *et al.*, 2014), para recolectar las heces de los murciélagos frugívoros mientras todavía estaban atrapados en la red de neblina. En caso de encontrar heces, se recolectaban y se asignaban al individuo que estuviera inmediatamente sobre ella. A estos individuos solo se les realizó las mediciones

biométricas correspondientes y posteriormente se liberaron. Los plásticos se limpiaron con cada revisión que se realizó.

La segunda metodología ha sido ampliamente utilizada por diferentes autores (Lindner y Morawetz, 2006; Estrada-Villegas *et al.*, 2007; Vega, 2007; Da Silva *et al.*, 2008; Castaño, 2009; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Novoa *et al.*, 2011; Castro Luna y Galindo-González, 2012; Lumbreras-Ramos, 2012), y consistió en colocar individualmente a los murciélagos frugívoros capturados en una bolsa de tela por un tiempo estimado de 30 minutos a un máximo de dos horas para que pudieran defecar, sino lo hicieron anteriormente. Transcurrido este tiempo se liberó a cada individuo y se analizó el contenido de las bolsas para comprobar la presencia de semillas.

Para ambas metodologías las muestras fecales posterior a su obtención, se colocaron en frascos plásticos, registrando la fecha, lugar de colecta, especie de murciélago frugívoro y su número de captura (Anexo 2) (Castro-Luna y Galindo-González, 2012). Las semillas de cada muestra fecal se secaron al aire libre y se separaron de los restos de fruta y fragmentos/partes de artrópodos, finalmente se almacenaron en envoltorios de papel con su rotulación debida para identificar su procedencia.

5.2.4 Identificación de las semillas

Para cada muestra se contabilizaron las semillas, clasificaron, agruparon por morfotipo y se fotografiaron mediante el estereoscopio del laboratorio de Botánica de la Universidad de Costa Rica el cual permitió obtener los valores de largo x ancho (mm) de cada semilla (Fig. 5).

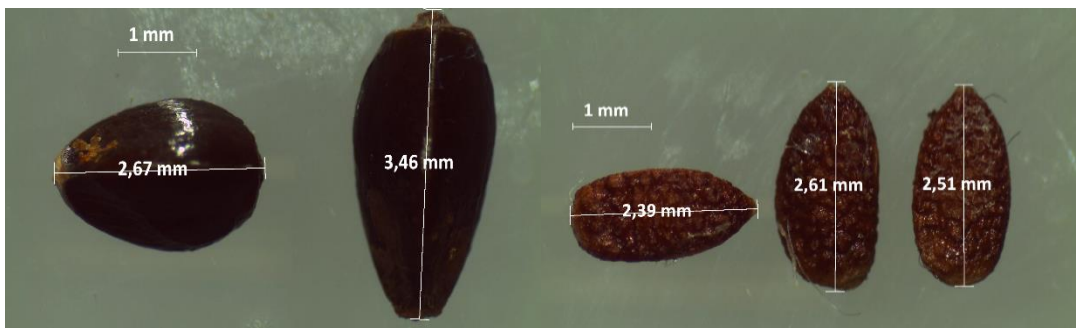


Figura 5. Mediciones de las semillas mediante el estereoscopio del laboratorio de botánica de la Universidad de Costa Rica.

La identificación taxonómica de las semillas se realizó mediante la comparación de las fotografías de cada morfotipo y de sus mediciones, con la guía de identificación de semillas de las plantas de amazonia (Seeds of the Amazonian plants) (Cornejo y Janovec, 2010), artículos sobre identificación de semillas (Linares y Moreno-Mosquera, 2010), páginas web especializadas en identificación de semillas de plantas (OARDC, Seed ID Workshop y USDA, Agriculture Research Service) y asesoría del Dr. Ivar Vleut del Laboratorio de ecología y conservación de vertebrados terrestres, Universidad Nacional Autónoma de México.

Las semillas que se identificaron hasta nivel de género se les agregó la denominación morfoespecies (sp) y cuando se encontraron nuevos registros del mismo género se enumeraron según correspondiera (sp.1, sp.2.....sp.n), además, aquellas semillas que no se lograron identificar se denominaron indeterminadas con su respectivo número correlativo (indeterminada 1, indeterminada 2.....indeterminada n).

5.3 Análisis de datos

Para todos los análisis se tomaron en cuenta solo las capturas de murciélagos frugívoros y las muestras de heces fecales obtenidas durante las fases de pre muestreo como de muestreo; además se incluyó a *Glossophaga commissarisi* como frugívoro, ya que se encontraron restos de semillas en sus heces, aunque generalmente es de hábitos nectarívoros (Laval y Rodríguez-Herrera, 2002; Reid, 2009).

Para los análisis de semillas solo se consideraron las especies de las que se obtuvieron muestras fecales las cuales son: *S. hondurensis*, *C. sowelli*, *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *D. tolteca* y *G. commissarisi*; además, se consideraron los aquenios obtenidos del género *Ficus* como semillas, ya que cada aquenio posee en su interior una sola semilla (Ibarra-Manríquez *et al.*, 2012)

5.3.1 Composición de murciélagos frugívoros por tipo de bosque

La composición de especies de murciélago frugívoros por tipo de bosque, se analizó con una curva de rango-abundancia, para observar cambios tanto la riqueza y abundancia entre las especies capturadas en los dos tipos de vegetación.

Las curvas rango-abundancia constituyen una importante herramienta para visualizar aspectos del ensamblaje como riqueza de especies, similitud, número de especies raras y abundancia relativa de cada especie, las curvas han sido sugeridas como una forma alternativa de comparar las comunidades en diferentes hábitats (Feinsinger, 2003).

Para realizar el gráfico de rango-abundancia para una muestra de S especies, cada una con n_i individuos, primero se calcularon los valores de p_i , según la ecuación:

$$P_i = n_i/N$$

Dónde:

P_i : Abundancia proporcional de la especie i

n_i : número de individuos de la especie i

N : Número total de individuos en la muestra

Luego, se calculó el logaritmo base 10, de cada valor de p_i . Puesto que los valores de p_i son todos ≤ 1.0 , los valores de $\log_{10}p_i \leq 0.0$. En la representación gráfica, se tiene entonces la abscisa (eje x) como “el orden de las especies de la más a la menos abundante” (del mayor al menor valor de p_i o $\log_{10}p_i$), la ordenada (eje y) es “ $\log_{10}p_i$ ”; con los gráficos se puede comparar entre muestras todos los aspectos biológicamente importantes de la diversidad de especies (Feinsinger, 2003).

5.3.1.1 Similitud proporcional

Para conocer la similitud o la disimilitud de la composición de los murciélagos frugívoros entre los tipos de vegetaciones, se realizó un análisis de similitud proporcional (SP). El análisis mediante SP examina los valores crudos de p_i (abundancia proporcional de la especie i) para las especies en cada una de las dos muestras y para cada especie i que está presente

en una o ambas muestras, se anota el menor de los dos valores de p_i , es decir, p_{i1} o p_{i2} . Si una especie está ausente de una de las muestras, se tomará como menor valor cero (Feinsinger, 2003).

$$SP = \sum_{i=1}^s \min(p_{i1}p_{i2})$$

Los valores de SP varían entre 0 (ninguna especie en común) y 1.0 (ambas muestras son idénticas en composición y proporciones de especies) (Feinsinger, 2003).

5.3.1.2 Curva de acumulación

Se generó una curva de acumulación de especies por tipo de bosque y total mediante el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013), para determinar si el muestreo fue representativo con respecto a cada comunidad de murciélago en base al número de capturas obtenida durante el estudio. La unidad de muestreo consistió en cada noche, y los estimadores que se utilizaron fueron Jack 1, Jack 2 y CHAO 2, los cuales no asumen homogeneidad ambiental en la muestra (Heltshe y Forrester, 1983) y no necesitan que exista una distribución estadística conocida (Villareal *et al.*, 2004).

5.3.2 Plantas dispersadas por tipo de bosque

Se realizó una curva rango-abundancia para conocer como varia la riqueza y abundancia del número de semillas entre las especies vegetales dispersadas por los murciélagos frugívoros entre el bosque de pino-encino y nublado, donde se tomó como un conglomerado todas las muestras fecales de las 5 especies de murciélagos frugívoros.

5.3.2.1 Similitud proporcional

Para conocer la similitud o la disimilitud de la composición de las especies de plantas dispersadas por las 5 especies de murciélagos frugívoros entre los tipos de bosque, se realizó un análisis de similitud proporcional (SP); los valores de SP varían entre 0 (ninguna especie en común) y 1.0 (ambas muestras son idénticas en composición y proporciones de especies) (Feinsinger, 2003).

5.3.3 Dispersión de semillas por murciélago frugívoro en cada tipo de bosque

Se realizaron gráficos de rango-abundancia por tipo de bosque, el cual incluye cada especie de murciélago frugívoro a evaluar en conjunto con la composición de las especies de plantas que se encontró para cada uno.

5.3.4 Importancia como dispersor de semillas

La importancia de cada murciélago frugívoro como agente dispersor de semillas en cada bosque se evaluó con el “Índice de Importancia del Dispersor” (DII por sus siglas en inglés “Disperser Importance Index”) (Galindo-González *et al.*, 2000). Este índice utiliza la abundancia relativa de cada especie de murciélago capturado (B) y el porcentaje de las muestras fecales con semillas obtenidas de cada especie de murciélago (S). Las muestras con al menos una semilla se contabilizaron como un evento, muestras con dos especies de semillas se cuentan como dos eventos y así sucesivamente.

$$DII = (S * B) / 1000$$

El Índice varía entre un valor mínimo de 0 que indica heces sin semillas (especies raras que dispersen pocas semillas tendrán valores cercanos a cero) y un máximo de 10 que indica que una especie de murciélago dispersa todas las semillas en la comunidad vegetal.

6. Resultados

6.1 Composición de murciélagos frugívoros

Se capturaron un total de 441 murciélagos pertenecientes a 22 especies y cuatro familias. Las especies frugívoras de la familia Phyllostomidae totalizaron 327 individuos perteneciente a nueve especies y tres sub-familias: Stenodermatinae (n=7), Carolliinae (n=1) y Glossophaginae (n=1) (Tabla 1).

Tabla 1. Diversidad y abundancia de los murciélagos capturados en los bosques de pino-encino (BPE) y bosque nublado (BN) en El Parque Nacional Montecristo.

Familia	Sub-familia	Especies de murciélagos	Bosque		Total general
			BN	BPE	
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	0	64	64
		<i>Artibeus lituratus</i>	1	4	5
		<i>Centurio senex</i>	0	1	1
		<i>Chiroderma salvini</i>	0	6	6
		<i>Dermanura aztecus</i>	2	6	8
		<i>Dermanura toltecus</i>	5	36	41
		<i>Sturnira hondurensis</i>	100	63	163
	Carolliinae	<i>Carollia sowelli</i>	7	18	25
	Glossophaginae	<i>Glossophaga commissarisi</i> *	4	10	14
		<i>Glossophaga soricina</i>	0	1	1
		<i>Anoura geoffroyi</i>	5	13	18
	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	2	2	4
<i>Dyphylla ecaudata</i>		0	1	1	
Vespertilionidae		<i>Eptesicus furinalis</i>	2	1	3
		<i>Eptesicus fuscus</i>	4	4	8
		<i>Lasiurus blossevillii</i>	2	0	2
		<i>Myotis keaysi</i>	45	12	57
		<i>Myotis nigricans</i>	2	1	3
Moormopidae		<i>Mormoops megalophylla</i>	0	2	2
		<i>Pteronotus davyi</i>	0	1	1
		<i>Pteronotus mesoamericanus</i>	6	7	13
Natalidae		<i>Natalus mexicanus</i>	1	0	1
Total general		22	188	253	441

*Se incluyó a *G. commissarisi* como frugívoro por los restos de semillas encontrados en sus heces.

6.2 Composición de murciélagos frugívoros por tipo de bosque

Entre las especies más abundantes de murciélagos frugívoros para BPE se encuentran: *Artibeus jamaicensis* (n=64), *Sturnira hondurensis* (n=63) y *Dermanura tolteca* (n=36), y entre las de menor frecuencia se tiene a *Chiroderma salvini* (n=6), *D. azteca* (n=6), *A. lituratus* (n=4) y *Centurio senex* (n=1). Por su parte, para BN se obtuvo en su mayoría registros de *S. hondurensis* (n=100) y abundancias menores a 10 de las otras especies que se capturaron (Fig. 7).

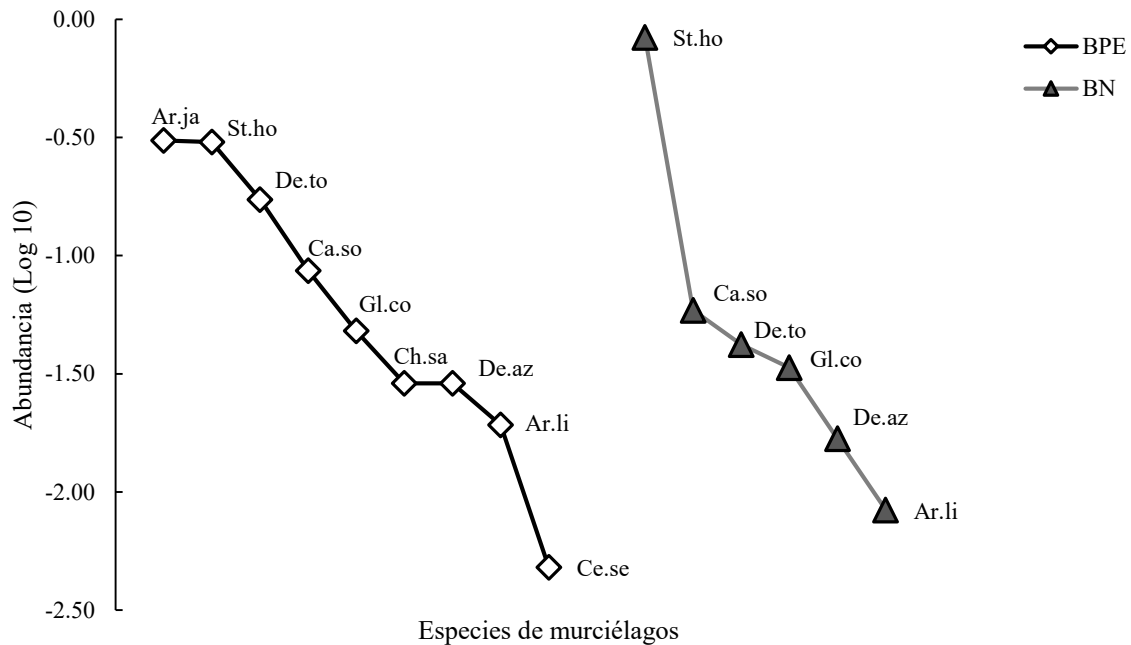


Figura 6. Gráfico de rango-abundancia de las especies de murciélagos capturados en los bosques de pino-encino (BPE) y nublado (BN). Ar.ja: *A. jamaicensis*; St.ho: *S. hondurensis*; De.to: *D. tolteca*; Ca.so: *C. sowelli*; Gl.co: *G. commisarisi*; Ch.sa: *C. salvini*; De.az: *D. aztecus*; Ar.li: *A. lituratus*; Ce.se: *C. senex*.

6.2.1 Valores de similitud proporcional

El valor de similitud proporcional para la composición de murciélagos frugívoros por tipo de bosque dio como resultado un valor de 0.463 lo que sugiere que existe una diferencia para ambos tipos de bosques (Tabla 2).

Tabla 2. Valores calculados de las abundancias proporcionales (Pi) de las especies frugívoras capturadas en los bosques de pino-encino y nublado en El Parque Nacional Montecristo.

<i>Especies</i>	<i>Valores Pi</i>
<i>Sturnira hondurensis</i>	0.303
<i>Carollia sowelli</i>	0.059
<i>Dermanura tolteca</i>	0.042
<i>Glossophaga commissarisi</i>	0.034
<i>Dermanura azteca</i>	0.017
<i>Artibeus lituratus</i>	0.008
<i>Artibeus jamaicensis</i>	0.000
<i>Chiroderma salvini</i>	0.000
<i>Centurio senex</i>	0.000
Valor SP total	0.463

6.2.2 Curva de Acumulación de especies

Los estimadores de riqueza sugieren una presencia de entre 9 a 11 especies de murciélagos frugívoros en ambos bosques, de las cuales, para BPE 9 especies han sido identificadas, mientras que para BN solo se registraron 6 especies (Tabla 3 y Fig. 8).

Tabla 3. Especies de murciélagos frugívoros observados y esperados para cada tipo de bosque en el parque Nacional Montecristo.

Sitios	Especies Observadas	Especies esperadas		
		Chao 2 (Mean)	Jack 1 (Mean)	Jack 2 (Mean)
Bosque Pino- Encino	9	9	10	11
Bosque Nublado	6	9	9	11
Especies Totales	9	9	10	11

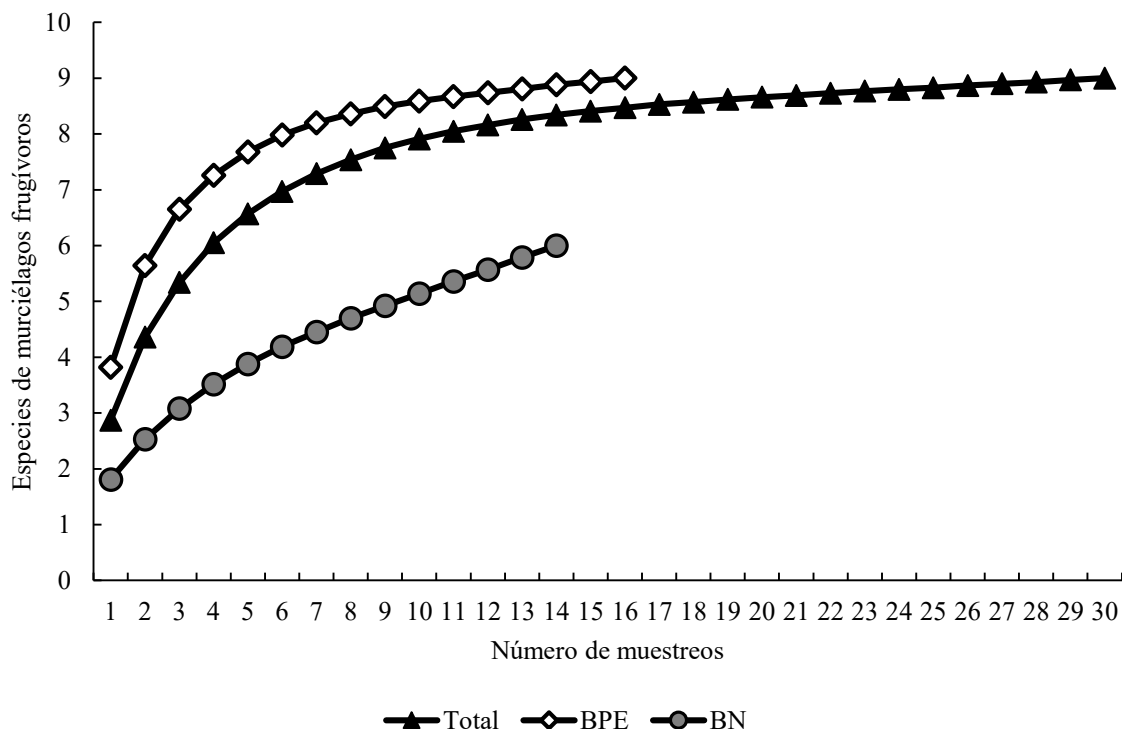


Figura 7. Gráfico comparativo de las curvas de acumulación de especies totales, bosque de Pino-Encino (BPE) y bosque nublado (BN).

6.3 Composición de semillas por tipo de bosque

Se obtuvo un total de 196 muestras fecales de seis especies de murciélagos frugívoros (*S.hondurensis*, *C. sowelli*, *D. tolteca*, *A. jamaicensis*, *A. lituratus* y *G. commissarisi*). De estas, 123 muestras contenían semillas (61 para BPE y 62 para BN); para BPE se logró identificar hasta especie a *Cecropia obtusifolia*, *C. peltata* y *Hedyosmum mexicanum*; además se obtuvieron 10 morfoespecies pertenecientes a seis géneros y seis familias (Moraceae, Chloranthaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Actinidiaceae y Solanaceae), y dos morfoespecies indeterminadas (Indeterminado 1 e indeterminado 2) (Tabla 4).

En BN se obtuvo también el registro de *H. mexicanum*, además de ocho morfoespecies pertenecientes a cinco géneros y cinco familias (Chloranthaceae, Piperaceae, Actinidiaceae, Solanaceae y Rutaceae), y una morfoespecie indeterminada (Indeterminado 3) (Tabla 4).

Tabla 4. Listado de géneros y morfoespecies de semillas obtenidas de las muestras fecales de los murciélagos frugívoros en el bosque de pino-encino (BPE) y bosque nublado (BN) en el Parque Nacional Montecristo.

Familia	Morfoespecie de semilla	Presencia/Ausencia	
		BPE	BN
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	X	
	<i>Cecropia peltata</i>	X	
Moraceae	<i>Ficus sp.1</i>	X	
	<i>Ficus sp.2</i>	X	
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum mexicanum</i>	X	X
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>	X	
	<i>Piper sp.1</i>	X	X
Piperaceae	<i>Piper sp.2</i>	X	X
	<i>Piper sp.3</i>	X	X
	<i>Piper sp.4</i>	X	X
Actinidiaceae	<i>Saurauia sp.</i>	X	X
Solanaceae	<i>Solanum sp.1</i>	X	X
	<i>Solanum sp.2</i>		X
Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>		X
Indeterminado	<i>Indeterminado 1</i>	X	
	<i>Indeterminado 2</i>	X	
	<i>Indeterminado 3</i>		X
Número de morfoespecies		14	10

Entre las morfoespecies con mayor abundancia de semillas dispersadas por los murciélagos frugívoros en BPE se tienen: *Miconia sp.* (n=650), *Piper sp.* (n=535), *Saurauia sp.* (n=366) y *Piper sp.3* (n=287); entre las de menor abundancia *Piper sp.4* (n=4), *Indeterminado 2* (n=4), y *C. obtusifolia* (n=3). Para BN las morfoespecies con mayor abundancia de semillas son: *Piper sp.3* (n=241), *Solanum sp.1* (n=186) y *Saurauia sp.* (n=83), y las de menor abundancia: *Piper sp.1* (n=11), *Piper sp.2* (n=8) y *Zanthoxylum sp.* (n=1) (Fig. 9).

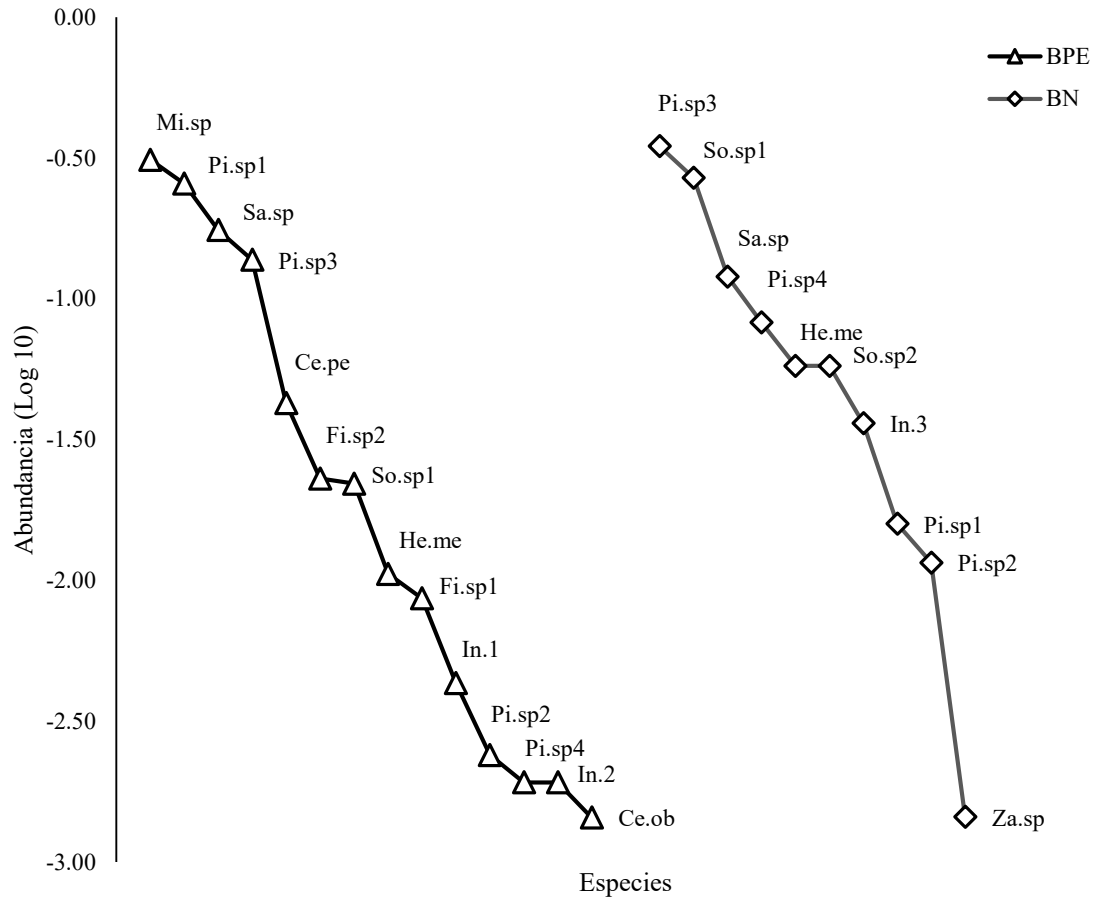


Figura 8. Gráfico de rango-abundancia de las especies y morfoespecies de plantas dispersadas por murciélagos frugívoros en los bosques de Pino-Encino (BPE) y nublado (BN) del parque Nacional Montecristo. Mi.sp: *Miconia sp.*; Pi.sp1: *Piper sp.1*; Sa.sp: *Saurauia sp.*; Pi.sp3: *Piper sp.3*; Ce.pe: *Cecropia peltata*; Fi.sp2: *Ficus sp.2*; So.sp1: *Solanum sp.1*; He.me: *Hedyosmum mexicanum*; Fi.sp1: *Ficus sp.1*; In.1: *Indeterminado 1*; Pi.sp2: *Piper sp.2*; Pi.sp4: *Piper sp.4*; In.2: *Indeterminado 2*; Ce.ob: *Cecropia obtusifolia*; So.sp2: *Solanum sp.2*; In.3: *Indeterminado 3*; Za.sp: *Zanthoxylum sp.*

6.3.1 Valores de Similitud proporcional

Se obtuvo un valor de 0.310 mediante la fórmula de Similitud Proporcional (SP), lo cual sugiere que la composición de plantas dispersadas por los murciélagos frugívoros entre los dos tipos de bosque es diferente (Tabla 5).

Tabla 5. Valores calculados de las abundancias proporcionales (Pi) de las especies y morfoespecies de plantas dispersadas por los murciélagos frugívoros en los bosques de Pino-Encino y Nublado del parque Nacional Montecristo.

Especie	Valores Pi
<i>Piper sp.3</i>	0.138
<i>Saurauia sp.</i>	0.120
<i>Solanum sp.1</i>	0.022
<i>Piper sp.1</i>	0.016
<i>Hedyosmum mexicanum</i>	0.011
<i>Piper sp.2</i>	0.002
<i>Piper sp.4</i>	0.002
<i>Cecropia obtusifolia</i>	0.000
<i>Cecropia peltata</i>	0.000
<i>Ficus sp.1</i>	0.000
<i>Ficus sp.2</i>	0.000
<i>Miconia sp.</i>	0.000
<i>Solanum sp.2</i>	0.000
<i>Zanthoxylum sp.</i>	0.000
<i>Indeterminado 1</i>	0.000
<i>Indeterminado 2</i>	0.000
<i>Indeterminado 3</i>	0.000
Valor de SP	0.310

6.4 Plantas potencialmente dispersadas por especie de murciélagos frugívoro

6.4.1 Bosque pino-encino

S. hondurensis fue el murciélagos frugívoro con mayor riqueza de especies y morfoespecies dispersadas (n=12), siendo las de mayor número de semillas *Piper sp.1* (n=425), *Piper sp.3* (n=215), *Solanum sp.1* (n=46) y *H. mexicanum* (n=22). *Carollia sowelli* por su parte obtuvo un total de ocho morfoespecies dispersadas, siendo las de mayor abundancia de semillas *Miconia sp.* (n=650), *Saurauia sp.* (n=353), *Piper sp.1* (n=83) y *Piper sp.3* (n=72).

Para *A. jamaicensis* y *D. totecus* se identificaron tres morfoespecies para cada uno, de las cuales dos se encontraron en ambos murciélagos siendo la diferencia para *A. jamaicensis* la morfoespecie *Piper sp.1* (n=27) mientras que para *D. toteca* fue *Ficus sp.1* (n=1). Los murciélagos frugívoros con la menor riqueza en sus heces fueron *A. lituratus* y *G.commissarisi* con *Ficus sp.1* (n=9) y *Saurauia sp.* (n=1) respectivamente (Fig. 10).

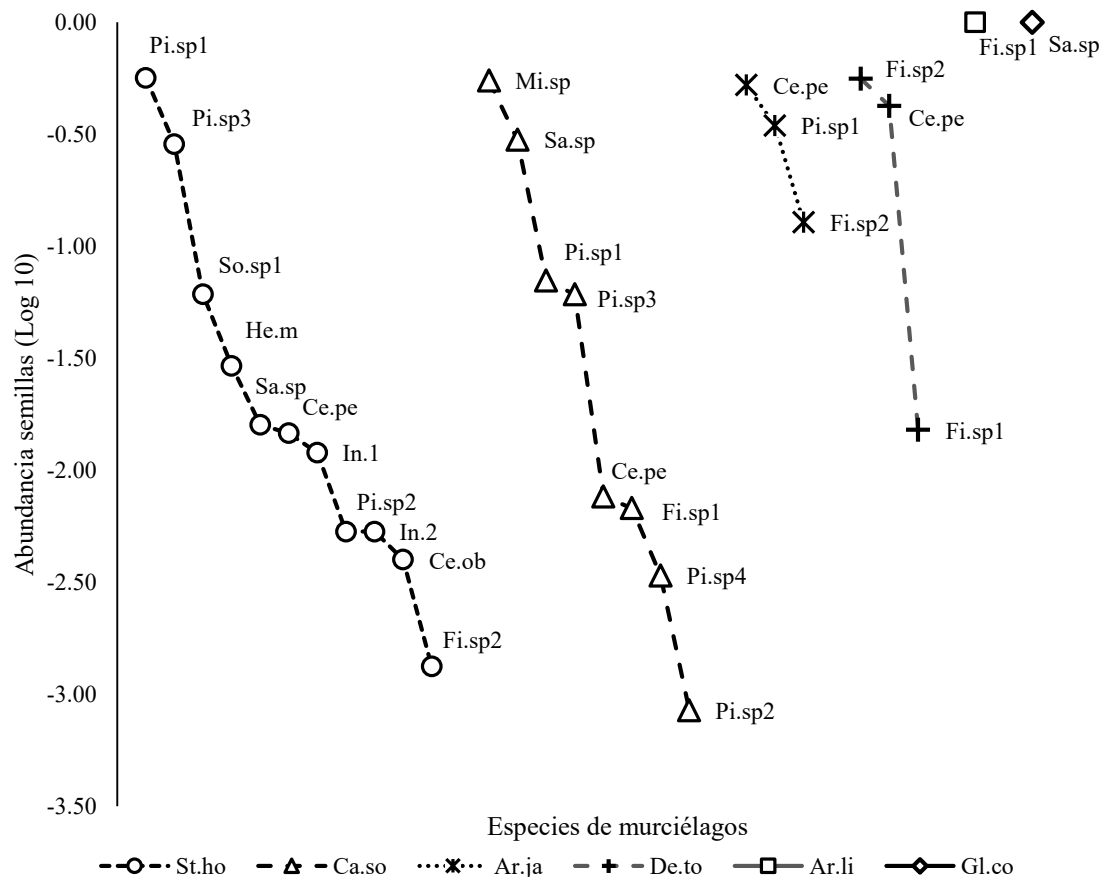


Figura 9. Gráfico de rango-abundancia de las especies y morfoespecies de plantas dispersadas por murciélagos frugívoros en el bosque de Pino-Encino del parque Nacional Montecristo. Especies de murciélagos: St.ho: *S. hondurensis*; Ca.so: *C. sowelli*; Ar.ja: *A. jamaicensis*; De.to: *D. tolteca*; Ar.li: *A. jamaicensis*; Gl.co: *G. commissarisi*. Especies de plantas: Pi.sp1: *Piper sp.1*; Pi.sp3: *Piper sp.3*; So.sp1: *Solanum sp.1*; He.me: *Hedyosmum mexicanum*; Sa.sp: *Saurauia sp.*; Ce.pe: *Cecropia peltata*; In.1: *Indeterminado 1*; Pi.sp2: *Piper sp.2*; In.2: *Indeterminado 2*; Ce.ob: *Cecropia obtusifolia*; Fi.sp2: *Ficus sp.2*; Mi.sp: *Miconia sp.*; Fi.sp1: *Ficus sp.1*; Pi.sp4: *Piper sp.4*.

6.4.2 Bosque nublado

Para el bosque nublado *S. hondurensis* fue el murciélagos con mayor cantidad de especies y morfoespecies dispersadas (n=10), entre las de mayor abundancia de semillas, se tiene a *Piper sp.1* (n=241), *Solanum sp.1* (n=186), *Piper sp.4* (n=57) y *Saurauia sp.* (n=45). Para *C.sowelli* y *G. commissarisi* solo se encontró la presencia de la morfoespecie *Saurauia sp.* (n=35 para *C. sowelli*; n=3 para *G. commissarisi*) aunque en cantidades diferentes (Fig. 11).

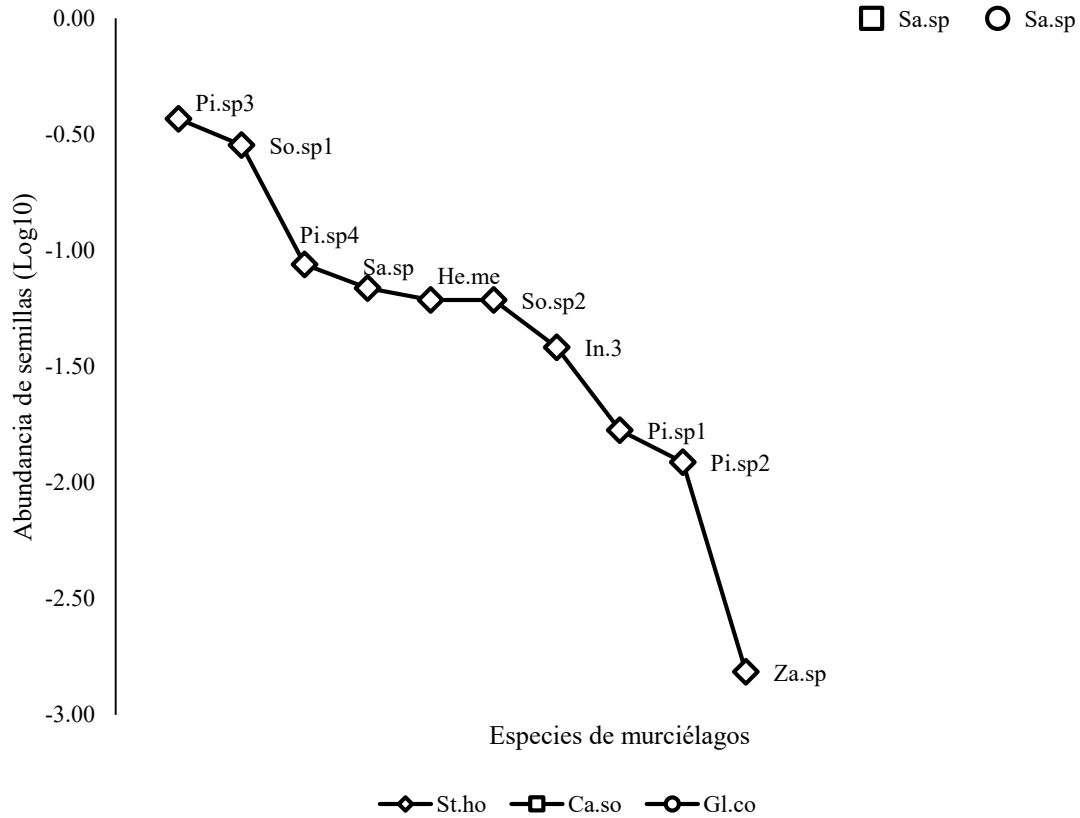


Figura 10. Gráfico de rango-abundancia de las especies y morfoespecies de plantas dispersadas por murciélagos frugívoros en el bosque Nublado del parque Nacional Montecristo. Especies de murciélagos: St.ho: *S. hondurensis*; Ca.so: *C. sowellii*; Gl.co: *G. commissarisi*. Especies de plantas: Pi.sp3: *Piper sp.3*; So.sp1: *Solanum sp.1*; Pi.sp4: *Piper sp.4*; Sa.sp: *Saurauia sp.*; He.me: *Hedyosmum mexicanum*; So.sp2: *Solanum sp.2*; In.3: *Indeterminado 3*; Pi.sp1: *Piper sp.1*; Pi.sp2: *Piper sp.2*; Za.sp: *Zanthoxylum sp.*

6.5 Índice de importancia de dispersor

Los valores del índice de importancia de dispersor para BPE (DII:1.80) sugieren que *S.hondurensis* es la especie dispersora con mayor importancia, le sigue *A. jamaicensis* (DII: 0.32) y *C. sowellii* (DII: 0.23). De igual manera para BN se tiene a *S. hondurensis* (DII:8.06) como la especie con mayor importancia como dispersor, seguida por *C. sowellii* (DII: 0.03) (Tabla 6).

Tabla 6. Valores porcentuales de capturas, muestras con semillas e índice de importancia de dispersor (DII) de cada especie de murciélago frugívoro en los bosques de Pino-Encino (BPE) y Nublado (BN) en el Parque Nacional Montecristo.

Especies	BPE			Especies	BN		
	Porcentajes		DII		Porcentajes		DII
	Capturas	Muestras con semillas			Capturas	Muestras con semillas	
<i>S. hondurensis</i>	32.31	55.74	1.801	<i>S. hondurensis</i>	86.21	93.55	8.065
<i>A. jamaicensis</i>	32.82	9.84	0.323	<i>C. sowellii</i>	6.03	4.84	0.029
<i>C. sowellii</i>	9.23	24.59	0.227	<i>G. commissarisi</i>	3.45	1.61	0.006
<i>D. tolteca</i>	18.46	6.56	0.121	<i>A. jamaicensis</i>	0.00	0.00	0.000
<i>G. commissarisi</i>	5.13	1.64	0.008	<i>A. lituratus</i>	0.00	0.00	0.000
<i>A. lituratus</i>	2.05	1.64	0.003	<i>D. tolteca</i>	4.31	0.00	0.000

7. Discusión

Composición de murciélagos frugívoros

En el presente estudio se capturaron 9 de las 15 especies de murciélagos frugívoros descritas para el Parque Nacional Montecristo (Ramos y Rauda, 2012; Melara *et al.*, 2013; Girón *et al.*, 2014; Morales, 2016), dentro de los cuales se incluyó a *G. commissarisi* por la presencia de semillas en sus muestras fecales similar a lo reportado por otros autores (Vega, 2007; Moreno, 2011; Novoa *et al.*, 2011; Silveira *et al.*, 2011; Suárez, 2012; Suárez-Castro y Montenegro, 2015), además se obtuvo la captura de *C. senex* que no había sido registrado desde hace 45 años (UPNVS, 1975).

La riqueza obtenida en BPE concuerda con estudios previos realizados en el sitio en donde se registran hasta diez especies de murciélagos frugívoros (Ramos y Rauda, 2012; Melara *et al.*, 2013; Girón *et al.*, 2014). La dominancia de *A. jamaicensis* y *S. hondurensis* sobre las demás especies capturadas también ha sido registrada en otros trabajos en el lugar (Ramos y Rauda, 2012; Girón *et al.*, 2014) y concuerda con otros autores que han obtenido altas abundancias de los géneros *Artibeus*, *Sturnira* y *Dermanura* para este tipo de bosque (Moreno, 2011; Calderón-Patrón *et al.*, 2013); además, la frecuencia de captura de *A. jamaicensis* y *S. hondurensis* en BPE puede ser por su amplia distribución ya que ambas especies se han registrado en altitudes de hasta los 2,000 msnm (Laval y Rodríguez-Herrera, 2002; Aldana *et al.*, 2004; Girón *et al.*, 2014).

En BN se capturó un mayor número de especies frugívoras (N=6) respecto a estudios previos en donde se han obtenido hasta 5 especies frugívoras (Ramos y Rauda, 2012; Melara *et al.*, 2013; Girón *et al.*, 2014); además, se obtuvo una mayor abundancia de *S. hondurensis* sobre las demás especies capturadas similar a lo obtenido por otros autores en el sitio (Ramos y Rauda, 2012; Girón *et al.*, 2014; Morales, 2016) y en otros bosques montanos (Aguilar-Garavito *et al.*, 2014); esto podría relacionarse a la amplitud de su distribución ya que se considera común desde los 800 a los 2,000 msnm que incluye este tipo de vegetaciones (Laval y Rodríguez-Herrera, 2002; Reid, 2009; Girón *et al.*, 2014; Medina-Fitoria, 2014).

El valor de similitud proporcional (SP=0.463) sugiere una composición diferente de murciélagos frugívoros entre BPE y BN; aunque, al evaluar las curvas de rango abundancia

respecto a la riqueza de ambos bosques estas muestran una similitud de seis de las nueve especies para BPE (*S. hondurensis*, *C. sowelli*, *D. toltecus*, *D. aztecus*, *G. commissarisi* y *A. lituratus*) es decir una similitud del 67% entre BPE y BN. Proporciones similares en riquezas ya han sido reportadas en otros estudios (Ramos y Rauda, 2012; Girón *et al.*, 2014) y en otros bosques montanos (Calderón-Patrón *et al.*, 2013; Sánchez-Cordero, 2001) esto podría deberse a que la complejidad y diversidad florística de estos bosques permite una similar riqueza de murciélagos frugívoros (Sánchez-Cordero, 2001).

Sin embargo, al considerar los valores de abundancia en cada tipo de bosque se observó que en BPE existen tres principales especies *A. jamaicensis*, *S. hondurensis* y *D. tolteca* que en conjunto totalizaron el 78% de las capturas. Pero, al comparar las abundancias en BN solo *S. hondurensis* representa más del 80% de todas las capturas obtenidas mientras que las otras cinco especies encontradas tienen valores de abundancia menores a 10 lo que muestra una disminución importante en la equitatividad entre las especies en BN; estos resultados concuerdan con lo obtenido en otros bosques montanos donde la composición en los ensamblajes de murciélagos disminuye gradualmente por el efecto de los cambios asociados con la altitud (Bejarano-Bonilla *et al.*, 2007; Flores-Saldaña, 2008).

Los valores de los estimadores sugieren que para BPE (Chao2=9, Jack1=10, Jack2=11) se han obtenido la mayoría de especies frugívoras posibles en la zona al contrario de BN (Chao2=9, Jack1=9, Jack2=11) donde aún se podrían registrar especies. Sin embargo, no se pudo capturar especies reportadas en estudios anteriores como: *S. parvidens*, *P. helleri* *C. subrufa* (Ramos y Rauda, 2012; Girón *et al.*, 2014) y *C. perspicillata* (Girón *et al.*, 2014; Melara *et al.*, 2013) para BPE y *C. perspicillata*, *C. castaneda* y *D. phaeotis* (Morales, 2016) para BN, por lo que este supuesto podría variar al incluir dichos registros, que posiblemente no se obtuvieron porque la mayoría de las especies mencionadas se distribuyen a alturas de hasta los 1200 msnm (LaVal y Rodríguez-Herrera, 2002; Reid, 2009), zonas en donde no se realizaron capturas por su cercanía con el bosque seco.

Plantas potencialmente dispersadas por tipo de bosque

La composición de semillas dispersadas en BPE fue dominada por tres morfoespecies: *Miconia sp.*, *Piper sp.1* y *Saurauia sp.*; además, se obtuvieron registros de dos morfoespecies

pertenecientes al género *Ficus* (Moraceae) y *Solanum* (Solanaceae) que se consideran entre las plantas de mayor consumo para los murciélagos frugívoros en el Neotrópico (Muscarella y Fleming, 2007; Olea-Wagner *et al.*, 2007; Da Silva *et al.*, 2008; Castaño, 2009; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Castro-Luna y Galindo-González, 2012; Lumbreras-Ramos, 2012). La dispersión de estas especies consideradas pioneras (Estrada-Villegas *et al.*, 2007; Olea-Wagner *et al.*, 2007; Suárez-Castro y Montenegro, 2015) puede sugerir que en BPE existe un proceso continuo de regeneración (Cox *et al.*, 1991; Gorchov *et al.*, 1993; Whittaker y Jones, 1994; Medellín y Gaona, 1999; Lobova *et al.*, 2003) posiblemente debido a las zonas de cultivo forestal abandonadas que están inmersas en BPE (Cardoza, 2011).

Para BN también se encontraron una gran cantidad de semillas pertenecientes a los géneros *Piper*, *Solanum* y *Saurauia* que ya han sido registradas por diferentes autores como parte de las plantas que dispersan los murciélagos frugívoros en otros bosques similares (Castaño, 2009; Ingle, 2003; García-Morales *et al.*, 2012), aunque no entre las de mayor abundancia. Esto sugiere que al igual que en BPE en BN la mayoría de plantas dispersadas pertenecen a géneros de plantas pioneras que posiblemente estén en zonas aledañas al sitio, ya que en los alrededores existen zonas de cultivos y de ganadería.

El valor obtenido de similitud proporcional (SP=0.31) sugiere una composición diferente de semillas entre BPE y BN lo que concuerda con las diferencias en diversidad, dominancia y abundancia de semillas encontradas para cada bosque esto se ve reflejado por ejemplo en *Miconia sp.* que a pesar de ser la más dominante en BPE no se tienen registros en BN, aunque estudios previos identificaron a *M. prasina* en esta vegetación (Cardoza, 2011); *Saurauia* también presentó patrones similares en donde se obtuvieron 336 semillas en BPE y 83 semillas para BN. Por lo que se encontró una composición de semillas característica para cada vegetación siendo BPE la más diversa y con el mayor número de semillas dispersadas.

Todo lo mencionado no debe restringirse en la asunción de que las morfoespecies y especies encontradas en un tipo de vegetación solo pueden distribuirse en la misma, ya que diferentes estudios revelaron que la selección y consumo de las plantas por los murciélagos frugívoros puede ser influenciada por factores como la distribución espacio-temporal de los recursos que consumen (Marinho-Filho, 1991; Soriano, 2000), las propiedades físicas y nutricionales del fruto (Kalko *et al.*, 1996; Aguirre *et al.*, 2003), la forma de procesamiento del alimento

(Dumont, 2003; Nogueira y Peracchi, 2003) y los patrones de forrajeo (Bonaccorso, 1979; Kalko *et al.*, 1996; Soriano, 2000), por lo que la composición de semillas obtenidas durante el estudio para ambas vegetaciones refleja principalmente que planta están dispersando con mayor frecuencia los murciélagos frugívoros en cada vegetación, siendo esto un indicador directo sobre la preferencia de consumo de ciertos frutos por parte de los mismos durante los periodos de muestreo.

Plantas potencialmente dispersadas por especie de murciélago frugívoro

Sturnira hondurensis

Para *S. hondurensis* en BPE se encontraron 11 morfoespecies pertenecientes a los géneros *Piper*, *Solanum*, *Hedyosmum*, *Saurauia* y *Cecropia*, siendo *Piper sp.1* y *Piper sp.3* las de mayor abundancia de semillas estos resultados concuerdan con lo encontrado por otros autores en bosques similares en donde dispersa en su mayoría especies pioneras como las del género *Piper*, *Saurauia* y *Cecropia* (Iñiguez-Dávalos, 2005; Lindner y Morawerz, 2006; García-Morales *et al.*, 2012).

Los resultados en BPE sugieren que *S. hondurensis* está alimentándose y dispersando principalmente especies pioneras a pesar de que los muestreos y sitios de capturas no estaban cerca de zonas de amortiguamiento, cultivo o ganadería; aunque posiblemente estas especies estén inmersas en la plantación forestal abandonada de *C. lusitanica*; otra posibilidad es que este murciélago esté forrajeando en zonas aledañas que si tienen abundancia de estas plantas retornando posteriormente al bosque en donde las están dispersando. Además, para este bosque se obtuvo el registro del género *Zanthoxylum* el cual no solo es de importancia para el bosque por ser una especie considera amenazada (IUCN, 2011), sino también porque ha sido ampliamente estudiado por la fitoquímica (Brijwal *et al.*, 2013).

En BN se encontraron 10 morfoespecies siendo las de mayor abundancia de semillas *Piper sp.3* y *Solanum sp.1*; con el presente estudio se obtuvo una menor diversidad a la registrada en otros bosques montanos (Lou y Yurrita, 2005; Mello *et al.*, 2008; García-Estrada *et al.*, 2012; Hernández-Montero *et al.*, 2015) y a las de otra investigación en el sitio durante el mismo periodo de tiempo (n=16) (Morales, 2016); además, esta misma autora encontró a *H. mexicanum* como la especie de mayor ocurrencia (n=41), y aunque se encontraron semillas

de esta especie no fue la de mayor abundancia a pesar de que las cantidades de semillas fueron similares (n=40) a los obtenidos por Morales (2016).

Morales (2016), también registró a morfoespecies pertenecientes al género *Piper* y *Solanum*; sin embargo, estos presentaron abundancias menores a 10, a diferencia del presente estudio en el que se obtuvieron valores de hasta 213 semillas para *Piper* y de hasta 186 semillas para *Solanum*; lo que concuerda con diferentes autores que sugieren que el género *Piper* y *Solanum* forman parte principal en la alimentación de este murciélago (Dinerstein, 1986; Jiménez, 2008; García-Estrada *et al.*, 2012; Saldaña-Vásquez *et al.*, 2013).

Carollia sowelli

En BPE las semillas más abundantes en las muestras de *C. sowelli* fueron *Miconia sp.* seguida por *Saurauia sp.*, además se obtuvieron cuatro morfoespecies del género *Piper*, pero aun al agruparlas no se obtuvieron cantidades comparables a las más dominantes. Por lo que los datos obtenidos sugieren que *C. sowelli* en BPE a pesar de ser considerada como especialista del género *Piper* (Marinho-Filho, 1991; Fleming, 2004; Estrada-Villegas *et al.*, 2007; Moreno, 2011; Novoa *et al.*, 2011) durante el estudio, las morfoespecies de *Piper* solo formaron parte complementaria de su alimentación.

En este mismo contexto la cantidad de semillas obtenidas de *Miconia sp.* solo en el mes de septiembre para *C. sowelli* sugieren que cuando hay fructificación de esta planta la consume en grandes cantidades y puede preferirla sobre las del género *Piper*. Además, la identificación de la morfoespecie perteneciente al género *Miconia* en BPE es de gran importancia porque no se habían obtenido registros de la misma para esta especie de murciélago frugívoro a pesar de que se han realizado estudios en otros bosques donde la presencia del género *Carollia* es común (Estrada-Villegas *et al.*, 2007; Lobova *et al.*, 2009; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Novoa *et al.*, 2011).

Para BN se obtuvo un bajo número de muestras fecales con semillas (n=3) que se relaciona directamente con las pocas capturas que se obtuvieron (n=7) cantidades similares fueron encontradas en otra investigación en el mismo sitio (Morales, 2016), a pesar de que en otros bosques montanos *C. sowelli* se considera común (Saldaña, 2008; Estrada-Villegas *et al.*,

2010), en general la especie suele encontrarse a alturas menores a los 1700 msnm (Reid, 2009) lo que explicaría la poca presencia de la misma en BN.

La única morfoespecie que se encontró en sus heces en BN fue *Saurauia sp.*, a pesar de que se ha identificado *Miconia prasina* para este tipo de vegetación (Cardoza, 2011), siendo el género *Miconia* común en este tipo de bosque (Cornejo y Janovec, 2010), esto podría sugerir que este murciélago se está alimentando de especies de *Miconia* presentes en BN pero las está dispersando en BPE; esto es común en los murciélagos frugívoros ya que son capaces de volar grandes distancias para forrajear (Fleming, 1982; Bernard y Fenton, 2003; Bonaccorso *et al.*, 2007) transportando semillas lejos de las plantas madres (Cortés-Delgado y Pérez-Torrez, 2011) lo que explicaría la alta abundancia de semillas de *Miconia sp* en BPE.

Artibeus jamaicensis* y *A. lituratus

Artibeus jamaicensis y *A. lituratus* se consideran ampliamente distribuidas (LaVal y Rodríguez-Herrera, 2002; Reid, 2009) y generalistas que puede alimentarse de una gran variedad de especies de plantas (Gardner, 1997; Flores-Martínez *et al.*, 2000; Passos y Graciolli, 2004; Novaes y Nobre, 2009; García-Estrada *et al.*, 2012; García-Morales *et al.*, 2012), basando su dieta principalmente en el género *Ficus* (August, 1981; García-Estrada *et al.*, 2012; García-Morales *et al.*, 2012; Lumbreras-Ramos, 2012). Sin embargo, en el presente estudio se encontró que para *A. jamaicensis* la morfoespecie *Cecropia peltata* fue la de mayor cantidad de semillas dispersadas, seguida de *Piper sp.1* y *Ficus sp.2*; mientras que solo se encontró la morfoespecie *Ficus sp.1* para *A. lituratus*.

Si bien se tienen registros de *Cecropia* y *Piper* como parte de la alimentación de *A. jamaicensis* (Vasquez-Yanes *et al.*, 1975; Gardner, 1997; Lobo *et al.*, 2003; Lobo *et al.*, 2009; García-Estrada *et al.*, 2012), la preferencia en el sitio por *Cecropia peltata* pudo deberse a la disponibilidad de alimento que esta especie presentó en BPE ya que se obtuvieron muestras con semillas desde el mes de agosto hasta octubre, mientras que *Ficus sp.2* estuvo presente en los meses de octubre y diciembre.

Para *A. lituratus* se encontró una baja diversidad de semillas en comparación a otros estudios donde se han registrado hasta 14 especies de plantas que incluyen los géneros *Solanum* y *Cecropia* (Gardner, 1997; Flores-Martínez *et al.*, 2000; Passos y Graciolli, 2004; Novaes y

Nobre, 2009; García-Estrada *et al.*, 2012; García-Morales *et al.*, 2012) que también se obtuvieron en las muestras fecales de otros murciélagos en el sitio. Esto pudo deberse al bajo número de muestras fecales.

La poca cantidad y diversidad de semillas encontradas en ambas especies puede deberse a que estos murciélagos se alimentan de frutos con semillas grandes como las del género *Mangifera* y *Spondias*, que son cargadas y consumidas en los refugios o en árboles cercanos (Gardner, 1977; Lobo *et al.*, 2009; Novaes y Nobre, 2009) que no se pudieron obtener mediante las metodologías aplicadas en el estudio; aunque se tienen registros de dos especies del género *Spondias* y una de *Mangifera* para el sitio (Cardoza, 2011), de las que posiblemente se estén alimentando ya que este género tiene una gran movilidad en donde se ha encontrado que puede volar hasta 13 km entre sus sitios de refugios y alimentación (Fleming, 1982; García-Estrada *et al.*, 2012).

Dermanura tolteca

Dermanura tolteca se encontró ampliamente distribuido en BPE similar a otros bosques montanos (Sánchez-Cordero, 2001; LaVal y Rodríguez-Herrera, 2002; Miller, 2003; García-Estrada *et al.*, 2012), pero se obtuvieron pocas muestras fecales con semillas (n=4) en donde se encontró a *Ficus sp.2* como la de mayor abundancia seguida de *C. peltata* y *Ficus sp.1*.

En otros bosques este murciélago tiene una dieta generalista en donde se han identificado hasta 17 especies de plantas incluyendo el género *Ficus* y *Cecropia* (Bonaccorso, 1979; Dinerstein, 1986; García-Estrada *et al.*, 2012), en el Parque Montecristo solo se obtuvieron tres morfoespecies aun cuando había disponibilidad de otras que ya han sido registradas en su alimentación como el género *Saurauia*, *Piper* y *Solanum* (Hernández-Conrique *et al.*, 1997; Iñiguez-Dávalos, 2005; García-Estrada *et al.*, 2012) esta última se considera entre los de mayor consumo para *D. tolteca*. (Medellín y Gaona, 1999; Lou y Yurrita, 2005; López y Vaughan, 2007; García-Estrada *et al.*, 2012) y se tienen registros de cuatro especies para el parque (Echeverría *et al.*, 2009).

Esto sugiere que a pesar de la diversidad y disponibilidad de frutos que tuvo *D. tolteca* en BPE, durante la realización de este estudio esta especie dispersó principalmente plantas del género *Ficus* aun cuando su disponibilidad fue menor (octubre y diciembre) respecto a las

otras morfoespecies que podrían servirle de alimento como *Saurauia sp.*, tres morfoespecies de *Ficus* y dos de *Solanum*. Sin embargo, se necesitarían más estudios para conocer como varia la dieta de este murciélago en BPE durante el año además de un mayor número de muestras fecales.

Glossophaga commissarisi

Para la especie *G. commissarisi* se obtuvo una muestra por bosque que contenía semillas de *Saurauia sp.*; lo que sugiere que en ambas vegetaciones este murciélago también puede alimentarse de frutos similar a lo encontrado en otros sitios (Vega, 2007; Moreno, 2011; Novoa *et al.*, 2011; Silveira *et al.*, 2011; Suárez, 2012; Suárez-Castro y Montenegro, 2015), donde en ocasiones se ha observado que *G. commissarisi* cuando hay una disminución en la disponibilidad de néctar puede presentar hábitos frugívoros (Tschapka, 2004, 2005; Kelm *et al.*, 2008; Becker *et al.*, 2010).

Los frutos del género *Saurauia* en general poseen forma de baya llenos de pequeñas semillas recubiertas de una pulpa mucilaginoso que es dulce y comestible (Hunter 1966; Soejarto, 1969; Dressler y Bayer, 2004; Kelly, 2011) lo que le permitiría a *G. commissarisi* poder alimentarse de la misma porque esta especie consume en su mayoría el jugo de los frutos al masticar las partes blandas y lamer constantemente los líquidos que extrae (Becker *et al.*, 2010), evitando de esta manera la ingesta de material frutal o de semillas ya que su tracto digestivo no está adaptado para este tipo de alimento (Forman *et al.*, 1976) lo que podría explicar la poca presencia de semillas en las heces de los mismos, además de la obtención de muestras acuosas y sin consistencia durante el estudio.

En el parque se han identificado dos especies de *Saurauia*, estas son *S. waldheimii* y *S. selerorum* (Echeverría *et al.*, 2009; Cardoza, 2011), además de una morfo especie que hasta la fecha no se ha identificado denominada *Saurauia sp.* por Cardoza (2011). Sin embargo, solo *S. waldheimii* y *Saurauia sp.* están en ambos bosques y se consideran dominantes en ambas vegetaciones (Cardoza, 2011) por lo que la disponibilidad de las mismas podría permitir a *G. commissarisi* alimentarse de cualquiera de ellas cuando estas presenten fruto.

Índice de importancia de dispersor (DII)

Los resultados obtenidos del DII para ambos bosques muestran el mismo comportamiento que en otros estudios en donde dicha importancia es influenciada por la abundancia de la especie del murciélago (Loayza *et al.*, 2006; Moreno, 2011; Novoa *et al.*, 2011; Castro-Luna y Galindo-González, 2012; García-Estrada *et al.*, 2012; Aguilar-Garavito *et al.*, 2014), resultando en el presente estudio como las especies dispersoras más importantes para BPE *S. hondurensis*, *A. jamaicensis* y *C. sowelli*; mientras que para BN *S. hondurensis* y *C. sowelli*

En el caso específico de *A. jamaicensis* en BPE a pesar de que la riqueza de morfoespecies de plantas encontradas fue baja (n=3) fue la de mayor abundancia en dicha vegetación, lo que posiblemente influyó en el valor DII obtenido. Para las demás especies si se registró una mayor riqueza de semillas como: para *S. hondurensis* en BPE se encontraron 11 morfoespecies pertenecientes a seis géneros diferentes, y en BN 10 morfoespecies de cinco géneros diferentes; por lo que los valores de DII deben de evaluarse respecto a la abundancia de la especie y la riqueza de plantas que dispersa antes de sugerir la importancia de cualquier especie de murciélago frugívoro.

Si bien, *S. hondurensis* es la especie con mayor importancia de dispersión para ambos bosques desde el punto de vista de las plantas no todos los dispersores serán igualmente importantes (Herrera *et al.*, 1994; Wenny, 2000); ya que la eficacia de una especie para dispersar sus semillas dependerá tanto del número de semillas que disperse como de la probabilidad que una semilla germine (Schupp, 1993).

8. Conclusiones

Con el presente estudio se lograron capturar la mayoría de especies de murciélagos frugívoros descritos para el sitio y se contribuyó con el registro de *C. senex* del cual no se habían obtenido capturas desde hace 45 años, además se pudo constatar la presencia de semillas en *G. commissarisi* que incrementa el conocimiento sobre las diferentes especies de plantas de las que puede alimentarse.

La composición de murciélagos para ambos bosques, estuvo dominada por *S. hondurensis* que se capturó con mucha frecuencia en ambas vegetaciones, lo que sugiere una gran amplitud en el parque por parte de esta especie.

Los resultados en la composición de semillas sugieren que a pesar de tener diferencias entre los bosques de pino-encino y nublado del parque, la mayoría de especies de plantas dispersadas por murciélagos frugívoros pertenecen a los géneros *Piper*, *Solanum* y *Saurauia*, lo que podría estar promoviendo una constante regeneración de vegetación dentro de los bosques.

La composición de morfoespecies y especies identificadas a partir de las heces de los murciélagos frugívoros tanto para BPE como BN debe considerarse solo como una pequeña representación de todas las especies posibles que los murciélagos pueden dispersar debido a que las metodologías utilizadas solo registraron plantas con semillas pequeñas, ya que especies como el género *Artibeus* consumen frutos de semillas grandes en los sitios de perchas y refugios (Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González, 1998) que no se incluyeron en el presente estudio, lo que posiblemente incidió en el bajo número de muestras fecales y en la composición de semillas obtenidas de los mismos.

Las diferencias encontradas con Morales (2016) en la dieta de *S. hondurensis* en BN pueden deberse a diversos factores como: los días de muestreos, sitios de muestreo, horas de apertura de redes, horas de cierre, periodos de fructificación, patrones de forrajeo entre muchos otros; sin embargo, esto refleja la complejidad en el estudio de la dispersión de semillas ya que a pesar de que ambas investigaciones se realizaron en el mismo sitio y en similares periodos

de tiempo, los resultados obtenidos fueron diferentes respecto a la cantidad de semillas encontradas.

La composición de semillas encontradas en las heces de *C. sowelli* sugieren que este murciélago a pesar de ser considerado especialista en la mayoría de bosques del género *Piper* puede adaptarse respecto a la disponibilidad de alimento, aprovechando la fructificación de plantas que no son aprovechadas por otros murciélagos frugívoros como fue el caso de *Miconia sp.* para el estudio.

Para el estudio los principales dispersores de semillas para BPE fueron *S. hondurensis* y *C. sowelli* dispersando en conjunto las 14 morfoespecies encontradas para este bosque; es decir, estos dos murciélagos pueden alimentarse de una gran variedad de especies de plantas posiblemente contribuyendo a la continua regeneración en la estructura de la vegetación.

Para BN *S. hondurensis* fue la que dispersó todas las morfoespecies de semillas identificadas para esta vegetación, demostrando la amplitud tanto en su distribución dentro del parque, así como la riqueza en la composición de semillas que puede dispersar en ambos bosques.

Esto también se vio reflejado en los valores de DII en donde se obtuvo a *S. hondurensis* como la especie con mayor importancia para ambos bosques, sobre todo para BN en donde su valor calculado sugiere que la especie dispersa todas las semillas en la comunidad vegetal.

9. Recomendaciones

- Se necesitan evaluar los refugios de murciélagos en el parque, ya que pueden brindar una mayor información sobre las diferentes especies de plantas de las que se alimentan, además de permitir posteriores estudios sobre su población.
- Al evaluar la composición de semillas dispersadas por el género *Artibeus*, se debe considerar realizar siempre búsqueda de refugios y documentar todas las semillas encontradas en el mismo.
- Realizar análisis más detallados sobre las interacciones entre las semillas dispersadas y las especies que las dispersan, por ejemplo, conocer las proporciones de semillas pertenecientes a plantas pioneras y de estadio tardío, entre otros.
- Realizar estudios respecto a los periodos de fructificación de las plantas inmersas en cada bosque, para evaluar si los murciélagos frugívoros se alimentan de ellas durante este tiempo o si prefieren alimentarse de otras plantas.
- Efectuar estudios durante periodos de tiempo que abarquen la temporada seca y lluviosa en el sitio.
- Realizar mayores esfuerzos por conocer la composición de plantas que están en los alrededores del parque, evaluando el uso que los murciélagos frugívoros hacen de las mismas.
- Es necesario un estudio sobre la composición de semillas en el bosque seco del parque, ya que de esta manera se podría complementar la información acerca de que especies utilizan en cada bosque.
- Evaluar las metodologías a utilizar para el estudio de la composición de semillas dispersadas por murciélagos, ya que son complementarias para obtener una representación real sobre esta dinámica.
- Realizar estudios sobre los procesos de regeneración de los bosques que están dentro del parque, ya que el presente estudio sugiere que hay una gran cantidad de semillas de plantas pioneras siendo dispersadas.
- Los índices de importancia de dispersor deben ser evaluados antes de ser utilizados como indicadores para formular planes de manejo, ya que un alto valor DII no siempre refleja la composición de semillas que la especie frugívora puede dispersar,

10. Bibliografía

- Aguilar-Garavito, M., Renjifo, L. M., y Pérez-Torres, J. (2014). Seed dispersal by bats across four successional stages of a subandean landscape. *Biota Colombiana*, 15(2), 87–101.
- Aguirre, L.F., Herrel, A., Van Damme, R., y Thysen E.M. (2003). The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology* 17 (2): 201-212.
- Aldana, I., Linares, J., y Valle, J. (2004). *Hábitat y distribución de los quirópteros en el Parque Nacional Montecristo, Municipio de Metapán, departamento de Santa Ana*. Universidad de El Salvador.
- Arita, H. T. (1990). Noseleaf Morphology and Ecological Correlates in Phyllostomid Bats. *Journal of Mammalogy*, 71(1), 36.
- Arita, H. T., y Fenton, M. B. (1997). Flight and echolocation in the ecology and evolution of bats. *Trends in Ecology & Evolution*, 12(2), 53–58.
- August, P.V. (1981). Fig fruit consumption and seed dispersal by *Artibeus jamaicensis* in the Llanos of Venezuela. *Biotropica* 13(2), 70-76.
- Barlow, K. (1999). Expedition Field Techniques Bats. In K. Barlow (Ed.), *Expedition Field Techniques* (Vol. 44, p. 73).
- Becker, N. I., Rothenwöhrer, C., y Tschapka, M. (2010). Dynamic feeding habits: efficiency of frugivory in a nectarivorous bat. *Canadian Journal of Zoology*, 88(8), 764–773.
- Begon, M., Harper, J. L., y Townsend, C. R. (1996). *Ecology: Individuals, Populations and Communities*. (3rd ed.). Blackwell, Oxford.
- Bejarano-Bonilla, D.A., Yate-Rivas, A., y Bernal-Bautista, M. (2007). Diversidad y distribución de la fauna de quirópteros en un transecto altitudinal en el departamento del Tolima, Colombia. *Caldasia* 29(2), 297-208.

- Bernard, E., y Fenton, B. (2003). Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35, 262-277.
- Bianconi, G. V., Mikich, S. B., Teixeira, S. D., y Maia, B. H. L. N. S. (2007). Attraction of Fruit-Eating Bats with Essential Oils of Fruits : A Potential Tool for Forest Restoration. *Biotropica*, 39(1), 136–140.
- BID. (2005). *Diagnostico ambiental y socioeconomico Area Natural Protegida Montecristo. Formulacion participativa plan de manejo integrado y programa de accion regional Comision Trinacional del Plan Trifinio*. 65 p.
- BID/CTPT. (2005). *Diagnóstico ambiental y Socioeconómico del Área Protegida Trinacional Montecristo*.
- Bizerril, M. X. A., y Raw, A. (1998). Feeding behaviour of bats and the dispersal of Piper arboreum seeds in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 14(1), 109–114.
- Bonaccorso, F. J. (1979). Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences*, 24, 359-408.
- Bonaccorso, F.J., y Gush, T.J. (1987) Feeding behavior and foraging strategies of captive phyllostomid fruit bats: an experimental study. *J. anim. Ecol*, 56, 907-920.
- Bonaccorso, F.J., Winkelmann, J.R, Shin, D., Agrawal, C.I., Aslami, N., Hsu, A., Jekielek, P. E., Knox, A. K., Kopach, S. J., Jennings, T. D., Lasky, J. R., Menesale, S. A., Richards, J. H., Rutland, J.A., Sessa, A. K., Zhaurova, L., y Kunz, T. H. (2007). Evidence for exploitative competition: Comparative foraging behavior and roosting ecology of short-tailed fruit bats (Phyllostomidae). *Biotropica* 39, 249-256.
- Bongers, F., Charles-Dominique, P., Forget, P.-M., y Théry, M. (Eds.). (2001). *Nouragues: Dynamics and plant-animal interactions in a Neotropical rainforest* (Vol. 80). Dordrecht: Springer Netherlands.

- Brijwal, L., Pandey, A., y Tamta, S. (2013). An overview on phytomedicinal approaches of *Zanthoxylum armatum* DC.: An important maginal medicinal plant. *Journal of Medicinal Plants Research* 7(8), 366-370.
- Calderón-Patrón, J. M., Briones-Salas, M., y Moreno, C. E. (2013). Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *THERYA*, 4(1), 121–137.
- Cardoza, F. S. (2011). *Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, El Salvador*. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza.
- Castaño, J. H. (2009). *Murciélagos frugívoros y plantas quiropterocoras: descubriendo la estructura de sus interacciones mutualistas en una selva semi-caducifolia*. Universidad de Los Andes.
- Castro-Luna, A., y Galindo-González, J. (2012). Seed Dispersal by Phyllostomid Bats in Two Contrasting Vegetation Types in a Mesoamerican Reserve. *Acta Chiropterologica*, 14(1), 133–142.
- CATIE. (2005). *Plan estrategico Trinacional-Programa Trinacional de Desarrollo Sostenible para la Cuenta Alta del Rio Lempa, Esquipulas, Guatemala*. 86 p.
- Charles-Dominique, P. (1986). Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: Cecropia, birds and bats in French Guyana. In Estrada, A., & Fleming, T. H. (Eds.), *Frugivores and seed dispersal* (pp. 120–135). Dordrecht: Dr W. Junk Publishers.
- 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(2), 243–256.
- Colwell, R. (2013). ESTIMATES, Version 9.1: statistical estimation of species richness and shared species from samples. <URL: purl.oclc.org/estimates>.

- Connell, J. H. (1971). On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In *Dynamics of populations* (Vol. 298, pp. 298–312).
- Coria, P. D. (2014). *Fobia lunar en murciélagos en el municipio de Tuxpan, Veracruz*. Universidad Veracruzana
- Cornejo, F., y Janovec, J. (2010). *Seeds of amazonian plants*. Princeton field guide.
- Cortés-Delgado, N., y Pérez-Torres, J. (2011). Habitat edge context and the distribution of phyllostomid bats in the Andean forest and anthropogenic matrix in the Central Andes of Colombia. *Biodiversity and Conservation*, 20(5), 987–999.
- Cousens, R., Dytham, C., y Law, R. (2008). *Dispersal in plants: A population perspective*. (R. Cousens, C. Dytham, & R. Law, Eds.). Oxford/New York: Oxford University Press.
- Cox, P.A., Elmqvist E.D., Pierson E.D., y Rainey W.E. (1991). Flying foxes as strong interactors in South Pacific island ecosystems: a conservation hypothesis. *Conservation Biology* 5: 448-454.
- CTPT/GIZ. (2011). *Estado de la Región Trifinio 2010: Datos socioeconómicos y ambientales de los municipios*.
- CTPT/SET/CARE. (2004). *Estrategia para el Desarrollo de la Región Trifinio 2004-2009, San Salvador, El Salvador*. 28 p.
- Da Silva, A. G., Gaona, O., y Medellín, R. A. (2008). Diet and Trophic Structure in a Community of Fruit-Eating Bats in Lacandon Forest, México. *Journal of Mammalogy*, 89(1), 43–49.
- De Carvalho, C. T. (1961). Sobre os hábitos alimentares de Phyllostomídeos (Mammalia, Chiroptera). *Revista de Biología Tropical*, 9(1), 53–60.

- De la Peña-Domene, M., Martínez-Garza, C., Palmas-Pérez, S., Rivas-Alonso, E., y Howe, H. F. (2014). Roles of Birds and Bats in Early Tropical-Forest Restoration. *PloS One*, 9(8), 1–6.
- Dennis, A. J., Schupp, E. W., Green, R. J., y Westcott, D. A. (2007). *Seed Dispersal: Theory and its Application in a Changing World*.
- Dinerstein, E. (1986). Reproductive Ecology of Fruit bats and the Seasonality of Fruit Production in a Costa Rican Cloud Forest. *Biotropica*, 18(4), 307–318.
- Dressler, S., y Bayer, C. (2004). Actinidiaceae. In K. Kubitzki (Ed.), *Flowering Plants. Dicotyledons*. (pp. 14–19). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Dumont, E. R. (2003). Bats and fruit: an ecomorphological approach. In: Kunz, T.H., & Fenton, M.B. (Eds.), *Bat Ecology*. Chicago University press.
- Echeverría, E. E., Rivera, A. M., Cerén, J. G., y Boyer, A. R. (2009). *Compartiendo información sobre biodiversidad: giras botánicas en El Salvador*. (1° Eds.). San Salvador. Museo de Historia Natural de El Salvador.
- Estrada-Villegas, S., Pérez-Torres, J., y Stevenson, P. (2007). Dispersión de semillas por murciélagos en un borde de bosque montano. *ECOTROPICOS*, 20(1), 1–14.
- Estrada-Villegas, S., Pérez-Torres, J., y Stevenson, P. (2010). Ensamblaje de Murciélagos en un Bosque Subandino Colombiano y Análisis Sobre la Dieta de Algunas Especies. *Mastozoología Neotropical*, 17, 31–41.
- Fajardo, M.E. (2011). *Composición y diversidad de quirópteros del Parque Nacional San Diego y San Felipe Las Barras, Metapan, durante la estación seca a la estación lluviosa*. Universidad de El Salvador.
- Feinsinger, P. (2003). *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Editorial FAN.

- Fenner, M., y Thompson, K. (2005). *The Ecology of Seeds*. Cambridge: Cambridge University Press. 1
- Fleming, T.H. (1982) *Foraging strategies in plant-visiting bats*. *Ecology of Bats* (ed. T.H. Kunz), pp. 287–386. Plenum Press, New York.
- Fleming, T. H. (1986). The structure of Neotropical bat communities : a preliminary analysis, 135–150.
- Fleming, T. H. (1988). *The Short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. (G. B. Shaller, Ed.). The University of Chicago Press.
- Fleming, T. H., y Sosa, V. J. (1994). Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *American Society of Mammalogists*, 75(4), 845–851.
- Fleming, T. H. (2004). Dispersal ecology of Neotropical Piper shrubs and treelets. Pp 58–91 in *Piper: a model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution* (L. A. Dyer and A. D. N. Palmer, eds.). Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Flores-Martínez, J. J., Ortega, J., e Ibarra-Manríquez, G. (2000). El hábito alimentario del murciélago zapotero (*Artibeus jamaicensis*) en Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología* 4, 22-39.
- Flores-Saldaña, M. G. (2008). Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la reserva de la biosfera y tierra comunitaria de origen pilon Lajas, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 15(2), 309–322.
- Forman, G.L., Phillips, C.J., y Rouk, C.S. (1976). Alimentary tract. In *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae*. Part III. Edited by R.J. Baker, J.K. Jones, y D.C. Cater. The Museum of Texas Tech University, Lubbock. No. 16.
- Galindo-González, J. (1998). Dispersion de semillas por murciélagos: su importancia en la conservacion y regeneracion del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73, 57–74.

- Galindo-González, J., Guevara, S., y Sosa, V. J. (2000). Bat- and Bird-Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest, *14*(6), 1693–1703.
- Galindo-González, J., Vázquez-Domínguez, G., Saldaña-Vázquez, R. A., y Hernández-Montero, J. R. (2009). A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *Journal of Tropical Ecology*, *25*(02), 205.
- García-Estrada, C., Damon, A., Sánchez-Hernández, C., Soto-Pinto, L., e Ibarra-núñez, G. (2012). Diets of Frugivorous Bats in Montane Rain Forest and Coffee Plantations in Southeastern. *Biotropica* *44*, 394–401.
- García-Morales, R., Chapa-Vargas, L., Galindo-González, J., y Badano, E. I. (2012). Seed Dispersal Among Three Different Vegetation Communities in the Huasteca Region, Mexico, Analyzed from Bat Feces. *Acta Chiropterologica*, *14*(2), 357–367.
- Gardner, A. (1977). Feeding habits. Páginas 293-350 en Baker, R. J., Jones, J. K., & Carter, D.C. (eds). *Biology of bats in the New World Family Phyllostomatidae*. Part. II. Spec.Publ.Mas.Texas Tech Univ., Lubbock, Texas, U.S.A.
- Giannini, N. P., y Kalko, E. K. V. (2004). Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *Oikos*, *105*(2), 209–220
- Girón, L. (2005). *Identificación y distribución de los murciélagos del Sector Los Andes del Volcán de Santa Ana, Complejo Los Volcanes, Santa Ana, El Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Girón, L. (2011). *Listado de Múrcielagos reportados para El Salvador, El Salvador*.
- Girón, L. E., Rodríguez, M., Romero, M. O., y Morales, A. (2014). *Avances en la creación del protocolo para el monitoreo de murciélagos con la participación de actores locales en tres tipos de bosque nativos del Parque Nacional Montecristo*.

- Gorchov, D. L., Cornejo, F., Ascorra, C., y Jaramillo, M. (1993). The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetatio*, 107-108(1), 339–349.
- Gorchov, D. L., Cornejo, F., Ascorra, C., y Jaramillo, M. (1995). Dietary overlap between frugivorous birds and bats in the Peruvian Amazon. *Oikos*, 74, 235-250.
- Handley, C. O., Gardner, A. L., y Wilson, D. E. (1991). Demography and natural history of the common fruit bat *Artibeus jamaicensis* on Barro Colorado Island, Panama (Handley, C. O., Gardner, A. L., & Wilson, D. E., Eds.). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 511, 1-173.
- Heithaus, R. E. (1982). Coevolution between bats and plants. In Kunz, T. H. *Ecology of bats*, pp. 327-367. Plenum Press, New York, New York.
- Heithaus, R. E., Fleming, T. H., y Opler, P. A. (1975). Foraging Patterns and Resource Utilization in Seven Species of Bats in a Seasonal Tropical Forest. *Ecology*, 56(4), 841–854.
- Heltsh, J. F., y Forrester, N. E. (1983). Estimating species richness using the Jackknife procedure. *Biometrics*, 39, 1-11.
- Henry, M., Pons, J. M., y Cosson, J. F. (2007). Foraging behaviour of a frugivorous bat helps bridge landscape connectivity and ecological processes in a fragmented rainforest. *The Journal of Animal Ecology*, 76(4), 801–13.
- Hernández, J. F. (1999). *Estudio del Inventario Biológico Componente Botánico de la Flora y Propuestas para su Manejo*. Unión Europea /Fundación para el Desarrollo de los Ecosistemas Mayas. Guatemala. 40 p.
- Hernández-Conrique, D., Iñiguez-Dávalos, L.I., y Storz, JF. (1997). Selective Feeding by Phyllostomid Fruit Bats in a Subtropical Montane Cloud Forest. *Biotropica*, 29, 376–379.

- Hernández-Montero, J.R., Saldaña-Vázquez, R.A., Galindo-González, J., y Sosa, V.J. (2015). Bat-fruit interactions are more specialized in shaded-coffee plantations than in tropical mountain cloud forest fragments. *PLoS One* 10
- Herrera, C. M., Jordano, P., López-Soria, L., y Amat, J. A. (1994). Recruitment of a mast fruiting, bird-dispersed tree: Bridging frugivore activity and seedling establishment. *Ecological Monographs* 64, 315-344.
- Herrera, N. (1998). *Estudio de la fauna vertebrada en la reserva de la biosfera La Fraternidad (El Salvador, Guatemala y Honduras) Informe de Consultoría. Fundación para la Conservación de los Ecosistemas Mayas, ciudad de Guatemala.* Informe no publicado.
- Howe, H. F., y Smallwood, J. (1982). Ecology of seed dispersal. *Annual Review Ecology and Systematic*, 13, 201–228.
- Hunter, G. (1966). Revision of Mexican and Central American Saurauia (Dilleniaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 53(1), 47–89.
- Hutcheon, J. M., y Kirsch, J. A. W. (2006). A moveable face: deconstructing the Microchiroptera and a new classification of extant bats. *Acta Chiropterologica*, 8, 1-10.
- Ibarra-Manríquez, G., Cornejo-Tenorio, G., González-Castañeda, N., Piedra-Malagón, E., y Luna, A. (2012). El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. *Botanical Sciences* 90 (4), 389-452.
- Ingle, N. M. (2003). Seed dispersal by wind, birds, and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. *Oecologia*, 134(2), 251–61.
- Íñiguez-Dávalos, L. I. (2005). *Hábitos alimentarios de murciélagos frugívoros en el bosque mesófilo de montaña de la sierra de Manantlán, Jalisco.* Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, 123 p.
- IUCN. (2011). Red List of Threatened Species Consultado en www.iucnredlist.org

- Janzen, D. H. (1970). Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 104(940), 501–528.
- Jiménez, Y. (2008). *Relación de la vegetación con los gremios frugívoros y polinívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en Carrizal De Bravo, Guerrero*. Institución de enseñanzas e investigación en ciencias agrícolas. Tesis en Maestría en Ciencias Forestal.
- Jones, K. E. (2005). Chiroptera (Bats). In *Encyclopedia of life sciences* (pp. 1–5). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Jones, C., Mcshea, W. J., Conroy, M. J., y Kunz, T. H. (1996). Capturing Mammals. Pp. 115-155, in Wilson, D. E., Cole, F. R., Nichols, J. D., Rudran, R., & Foster, M. S. (ed.): *Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C.
- Kalko, E., Herre, E., y Handley, C. (1996). Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the New and Old World tropics. *Journal of Biogeography*, 23(4), 565–576.
- Kalko, E. K. V., y Condon, M. A. (1998). Echolocation, olfaction and fruit display: how bats find fruit of flagellichorous cucurbits. *Functional Ecology*, 12(3), 364–372.
- Kalko, E. K. V, y Handley, C. O. (2001). Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology*, 153(1-2), 319–333.
- Kelly, L. (2011). Actinidiaceae. *Flora Mesoamericana*, 3(2), 1–27.
- Kelm, D. H., Schaer, J., Ortmann, S., Wibbelt, G., Speakman, J. R., y Voigt, C. C. (2008). Efficiency of facultative frugivory in the nectar-feeding bat *Glossophaga commissarisi*: The quality of fruits as an alternative food source. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 178(8), 985–996.
- Kissling, W.D., Gaese, K.B., y Jetz, W. (2009). The global distribution of frugivory in birds. *Global Ecology and Biogeography*, 18, 150–162.

- Komar, O. (2002). Birds of Montecristo National Park , El Salvador. *Ornitologia Neotropical*, 13(2002), 167–193.
- Komar, O., y Linares, J. (2010). *Reclutamiento de vegetación natural bajo diferentes porcentajes de extracción de ciprés en el Parque Nacional Montecristo, El Salvador*. USAID El Salvador. 26 p.
- Kunz, T.H. (1982). *Ecology of Bats*. Boston, MA: Springer US.
- Kunz, T.H. (1988). *Ecological and behavioural methods for the study of bats*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., y Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223, 1–38.
- LaVal, R., y Rodríguez-Herrera, B. (2002). *Murciélagos de Costa Rica*. Editorial INBio. Costa Rica.
- Linares, E, y Moreno-Mosquera, E. (2010). Morfología de los frutiolos de *Cecropia* (Cecropiaceae) del pacifico Colombiano y su valor taxonómico en el estudio de dietas de murciélagos. *Caldasia*, 32 (2): 275-287.
- Lindner, A., y Morawetz, W. (2006). Seed dispersal by frugivorous bats on landslides in a montane rain forest in Southern Ecuador. *Chiróptera Neotropical*, 12(1), 232-237.
- Loayza, A.P., Rodrigo, S. R., y Larrea-Alcázar, D.M. (2006). Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la estación biológica Tunquini, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 41: 7-23.
- Lobova, A. T., Mori, A. S., Blanchard, F., Peckham, H., y Charles-Dominique, P. (2003). *Cecropia* as food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany* 90, 388-403.
- Lobova, T.A., Geiselman, C.K., y Mori, S.A. (2009). *Seed dispersal by bats in the Neotropics*. New York: New York Botanical Garden Press. 465 p

- Lopez, J. E., y Vaughan, C. (2007). Food niche overlap among neotropical frugivorous bats in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 55, 301–313.
- Lou, S., y Yurrita, C. (2005). Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 21, 83-94.
- Lumbreras-Ramos, R. (2012). *Composición de la dieta de los murciélagos frugívoros y nectarívoros (chiroptera: phyllostomidae) en El Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa, Guerrero, México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Marinho-Filho, J. (1991). The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 7, 59-67.
- MARN. (2010). *Propuesta de la Reserva de la Biosfera Trinacional Fraternidad-El Salvador, El Salvador*. 69 p.
- MARN/PACAP. (2011). *Mapa de los ecosistemas de El Salvador, actualización enero 2011*. San Salvador.
- Medellín, R., y Gaona, O. (1999). Seed Dispersal by bats and Birds in Forest and Disturbed Habitats of Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 31(3), 478–485.
- Medellín, R., Arita, H., y Sánchez, Ó. (2007). *Identificación de los murciélagos de México* (Segunda ed.). México: Instituto de Ecología, UNAM.
- Medina-Fitoria, A. (2014). *Murciélagos de Nicaragua*. (Dirección de Biodiversidad MARENA, Ed.) (Primera ed). Nicaragua.
- Melara, A. O., Hernandez, S. L., y Guadron, R. A. (2013). *Informe de campo de voluntariado en el área de mamíferos*.
- Mello, M. A. R., Kalko, R. K. V., y Silva, W. S. (2008). Diet and abundance of the bat *Sturnira lilium* in a Brazilian Atlantic forest. *Journal of Mammalogy*, 89, 485–492.

- Mello, M. A. R., Marquitti, F. M. D., Guimarães, P. R., Kalko, E. K. V., Jordano, P., y de Aguiar, M. A. M. (2011). The missing part of seed dispersal networks: Structure and robustness of bat-fruit interactions. *PLoS ONE*, 6(2).
- Miller, B. W. (2003). *Community Ecology of the Non-phylostomid bats of Northwestern Belize, with a landscape level assessment of the bats of Belize*. University of Kent.
- Miller, B., y Miller, C. (2001). Contribution of acoustic method of the study of insectivorous bat diversity in El Salvador, Wildlife Conservation Society Belize Technical report series.
- Morales, A. (2016). *Dieta, actividad y reproducción de los murciélagos Anoura geoffroyi y Sturnira hondurensis en el bosque nublado del Parque Nacional Montecristo, El Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Moreno, E. A. (2011). *Papel de los Murciélagos Frugívoros Como Dispersores de Semillas en La Reserva Forestal Natural de Yotoco, Municipio de Yotoco, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Muscarella, R., y Fleming, T. H. (2007). The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 82(4), 573–90.
- Nogueira, M. R., y Peracchi, A. L. (2003). Fig-seed predation by 2 species of Chiroderma: Discovery of a new feeding strategy in bats. *Journal of Mammalogy* 84:225-233.
- Novaes, R., y Nobre, C. (2009). Dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) em área urbana na cidade do Rio de Janeiro: frugivoria e novo registro de folivoria. *Chiroptera Neotropical*, 15(December), 487–493.
- Novoa, S., Cadenillas, R., y Pacheco, V. (2011). Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes, Perú. *Mastozoología Neotropical*, 18(1), 81–93.

- OARDC. (Consultado, 2015). Department of Horticulture and Crop Science The Ohio State University. Disponible en <http://www.oardc.ohio-state.edu/seedid/all.asp?sort=family>
- Olea-Wagner, A., Lorenzo, C., Naranjo, E., Ortiz, D., y León-Paniagua, L. (2007). Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78, 191 – 200.
- Ortega, J., y Castro-Arellano, I. (2001). *Artibeus jamaicensis*. *Mammalian Species*, (662), 1–9.
- Owen, J., Jones, J., y Baker, R. (1991). Annotated checklist of land mammals of El Salvador. *Ocasional Papers Museum Texas Tech University*, 1-13.
- Owen, J. (2005). Three new records of bats from El Salvador. Jones CA, editor. *Southwest. Nat*, 50, 96–99.
- Owen, J., y Girón, L. (2012). Revised checklist and distributions of land mammals of El Salvador. *Museum of Texas Tech University*, 310, 32.
- Pacheco, A., y Idalma, M. (2004). *Hábitat y distribución de los quirópteros en el Parque Nacional Montecristo, municipio de Metapán, departamento de Santa Ana*. Universidad de El Salvador.
- Passos, F.C., y Graciolli, G. (2004). Observações ações da dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers) (Chiroptera, Phyllostomidae) em duas áreas do sul do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21, 487-489.
- Pinto, S., Santos, A., y Tabarelli, M. (2009). Seed predation by rodents and safe sites for large-seeded trees in a fragment of the Brazilian Atlantic forest. *Brazilian Journal of Biology*, 69(3), 763–771.
- Ramos, D., y Rauda, W. (2012). *Clasificación de los murciélagos filostómidos respecto al uso de hábitat en el Parque Nacional Montecristo, Metapán, Santa Ana, de Junio a*

Noviembre del año 2011. Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Occidente.

RAS. (2011). *Guía de Interpretación – Conservación de Ecosistemas de Alto Valor En El Salvador*.

Reid, F.A. (2009). *A field guide to the mammals of Central America y Southeast Mexico*. Oxford University Press.346p

Rivas-Pava, P., Sánchez-Palomino, P., y Cadena, A. (1996). Estructura trófica de la comunidad de quirópteros en bosques de galería de la serranía de La Macarena (Meta-Colombia). Pp. 237-248, en: *Contributions in Mammalogy: A memorial volume Honoring Dr. J. Knox Jones, Jr.* (HH Genoways y RJ Baker, eds.). Texas Press Tech, Lubbock.

Rodríguez, M., y Girón, L. (2013). Murciélagos frugívoros: pioneros en la dispersion de semillas para regenerar bosques. *Bioma*, (7), 1–92.

Romero, M. O. (2011). *Estructura poblacional del “murcielago de cola corta” (Carollia subrufa) presente en la formacion rocosa, conocida como cueva del murcielago en el área natural protegida Walther Thilo Deininger, departamento de La Libertad, El Salvador*. Universidad de El Salvador.

Saldaña, R. (2008). *Comparación de la diversidad de murciélagos filostómidos en fragmentos de bosque mesófilo de montaña y cafetales de sombra, del centro de veracruz*. Instituto de Ecología.

Saldaña-Vázquez, R., Sosa, V., Iñiguez-Dávalos, L., y Schondube, J. (2013). The role of extrinsic and intrinsic factors in Neotropical fruit bat–plant interactions. *Journal of Mammalogy*, 94(3), 632–639.

Sánchez-Cordero, V. (2001). Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography: A Journal of Macroecology*, 10(1), 63 – 76.

- Santos-Moreno, A., Velásquez, E. R., y Martínez, A. S. (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(3), 839–845
- Sato, T.M., Passos, F.C., y Nogueira, A.C. (2008). Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 48, 19-26.
- Schupp, E.W. (1993). Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetatio* 107/108, 15–29
- Silveira, M., Trevelin, L., Port-Carvalho, M., Godoi, S., Mandetta, E. N., y Cruz-Neto, A. P. (2011). Frugivory by phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera) in a restored area in Southeast Brazil. *Acta Oecologica*, 37(1), 31–36.
- Soejarto, D.D. (1969). *Aspects of reproduction in Saurauia*. *J. Arnold Arbor.* 50: 180–196.
- Soriano, P. J. (2000). Functional structure of bat communities in tropical rainforests and Andean cloud forests. *Ecotropicos* 13(1), 1-20.
- Suárez, A. (2012). *Dispersión de semillas por murciélagos en zonas abiertas heterogéneas adyacentes a fragmentos de bosque de la Orinoquía Colombiana*. Universidad Nacional de Colombia.
- Suárez-Castro, A., y Montenegro, O. (2015). Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en una localidad de la Orinoquía Colombiana. *Mastozoología Neotropical*, 22(1), 125–139.
- Schulze, E., Beck, E., y Müller-Hohenstein. (2005). *Plant Ecology*. Springer Berlin.
- Shivanna, K. R., y Tandon, R. (2014). *Reproductive Ecology of Flowering Plants: A Manual*. New Delhi: Springer India.

- Simmons, N. B. (2005). Orden Chiroptera. In Wilson, D. & Reeder, D. *Mammals of the world: a taxonomic and geographic reference*. Baltimore. Johns Hopkins University Press. (3rd Ed.), Vol 1. p. 312-529
- Springer, M.S., Teeling, E.C., Madsen, O., Stanhope, M., y De Jong, W.W. (2001). Integrated fossil and molecular data reconstruct bat echolocation. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 98, 6241–6246
- Teeling, E., Madsen, O., Van Den Bussche, R., De Jong, W.W., Stanhope, M.J., y Springer, M.S. (2002). Microbat paraphyly and the convergent evolution of a key innovation in Old World rhinolophoid microbats. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 99, 1431–1436
- Thies, W., & Kalko, E. K. V. (2004). Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos*, 104(2), 362–376.
- Thies, W., Kalko, E. K. V., y Schnitzler, H. (2006). Influence of environment and resource availability on activity patterns of *Carollia castanea* (Phyllostomidae). *Panama Journal of Mammalogy*, 87 (2), 331-338.
- Tschapka, M. (2004). Energy density patterns of nectar resources permit coexistence within a guild of neotropical flower-visiting bats. *Journal of Zoology (London)* 263, 7–21.
- Tschapka, M. (2005). Reproduction of the bat *Glossophaga commissarisi* (Phyllostomidae: Glossophaginae) in the Costa Rican rain forest during frugivorous and nectarivorous periods. *Biotropica* 37, 409–415.
- UPNVS. (1975). *Registro de la colección de murciélagos del Museo de Historia Natural de El Salvador* (MUHNES) depositado con numero de colección 50-0099 el 26 diciembre de 1975.
- USDA. (Consultado 2015). United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. Disponible en: <https://www.ars.usda.gov/>

- Van Rheede van Oudtshoorn, K., y Van Rooyen, M. W. (1999). *Dispersal Biology of Desert Plants*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Vargas, M.J. (2005). *Determinación de la presencia de virus rábico en cerebro y grasa parda de murciélagos hematófagos Desmodus rotundus, capturados en los departamentos de Sonsonate, La Libertad, Chalatenango, La Paz y San Miguel*. Universidad de El Salvador.
- Vazquez-Yanes, C., Orozco, G. F., y Trejo, L. (1975). Observations on seed dispersal by bats in a Tropical Humid Region in Veracruz, Mexico. *Biotropica* 7(2), 73-76.
- Vega, S. (2007). *Dinámica de dispersión de murciélagos frugívoros en el paisaje fragmentado del Biotopo Chocón Machacas, Livingston, Izabal*. Guatemala
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., y Umaña, A.M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 2a edición, 236p
- Vleut, I., Galindo-González, J., Boer, W. F., Levy-Tacher, S., y Vazquez, L.-B. (2015). Niche Differentiation and its Relationship with Food Abundance and Vegetation Complexity in Four Frugivorous Bat Species in Southern Mexico. *Biotropica*, 0(0), 1–10.
- Wenny, D.G. (2000). Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. *Ecol Monogr* 70, 331–351.
- Wetterer, A. L., Rockman, M. V., y Simmons, N. B. (2000). Phylogeny of phyllostomid bats (Mammalia: Chiroptera): Data from diverse morphological systems, sex chromosomes and restriction sites. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 248: 1-200.

Whittaker, R. J., y Jones, S. H. (1994). The role of frugivorous bats and birds in the rebuilding of a tropical forest ecosystem, Krakatau, Indonesia. *Journal of Biogeography*, 21, 245–258.

Willson, M. F., Rice, B. L., y Westoby, M. (1990). Seed dispersal spectra: a comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science*, 1(4), 547–562.

11. Anexos

11.1 Anexo 1. Hoja de colecta de datos de campo para murciélagos, modificado de Romero 2011.

FICHA DE CAMPO PARA MURCIELAGOS			
Fecha __ / __ /201__ Muestreo# _____			
Hora inicio: _____		Hora Final: _____	
Hora de Captura: _____			
Lugar de colecta: _____			
Sector: _____			
Medida	Longitud (mm)		
Longitud de antebrazo izquierdo			
Peso (gr)			
Sexo	Masculino		Femenino
Especie supuesta			

11.2 Anexo 2. Hoja de colecta de Heces de murciélagos frugívoros, modificado de Romero 2011.

FICHA DE COLECTA DE EXCRETAS	
Fecha __/__/201__	Muestra# _____
Hora inicio: _____	Hora Final: _____
Hora de Colecta: _____	
Lugar de colecta: _____	
Sector: _____	
Especie supuesta de murciélago	
Observaciones:	
Colector: _____	

11.3 Anexo 3. Hoja de análisis de laboratorio

FICHA DE LABORATORIO			
Fecha __/__/201__		Muestra# _____	
Especie de murciélago _____			
Lugar de colecta _____			
Especie de la planta	Familia	Numero de semillas	Numero de eventos
Total de semillas			
Observaciones			

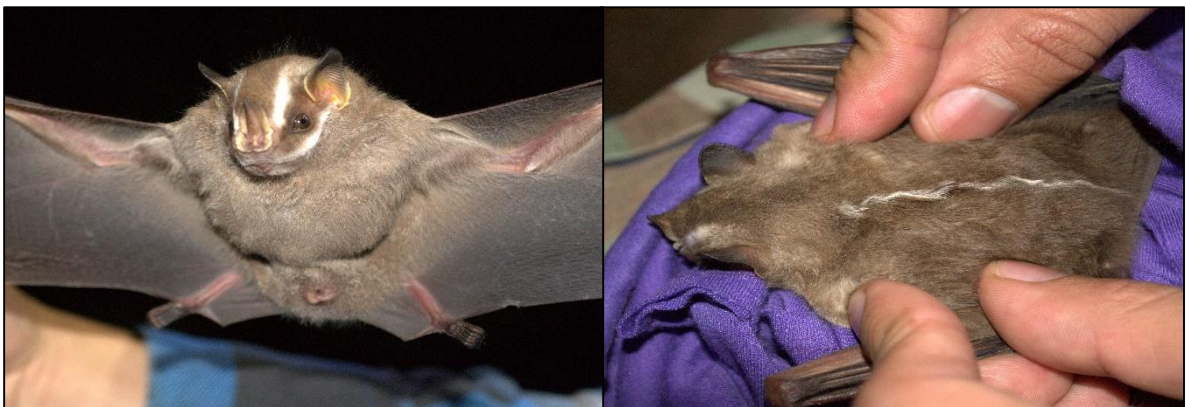
11.4 Anexo 4. Fotografías de los murciélagos frugívoros capturados en los bosques de pino-encino y nublado del Parque Nacional Montecristo en los meses de Julio a Diciembre de 2015.



Derecha: *Artibeus jamaicensis*, Izquierda: uropatagio sin pelaje característico de la especie.



Derecha: *A. lituratus*, Izquierda: uropatagio con pelaje característico de la especie.



Derecha: *Chiroderma salvini*, Izquierda: línea blanca hasta el cuello característica de la especie.



Centurio senex



Carollia sowelli



Dermanura toltecus

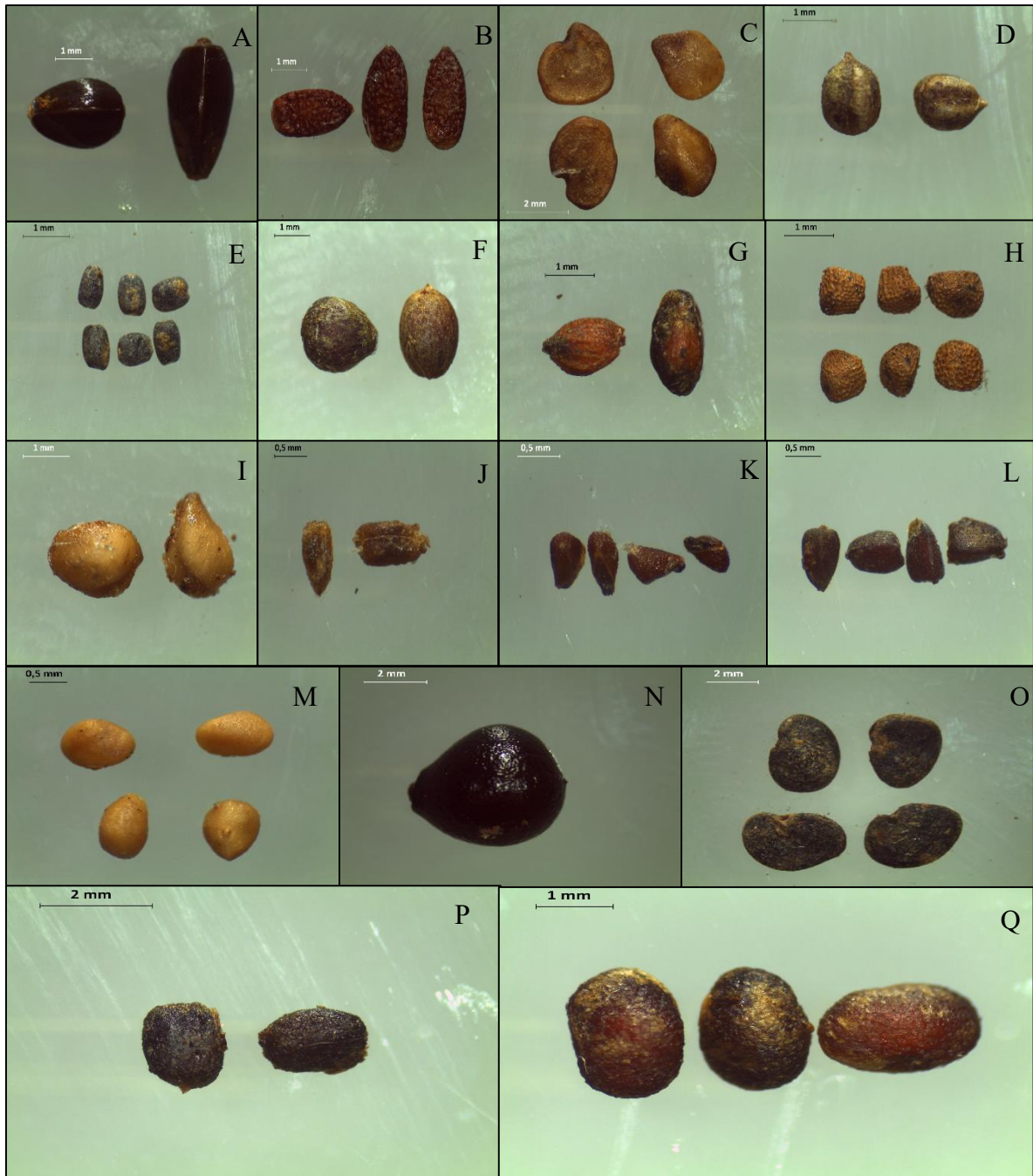


Sturnira hondurensis



Glossophaga commissarisi

11.5 Anexo 5. Fotografías de las semillas obtenidas en los bosques de pino-encino (BPE) y nublado (BN) del Parque Nacional Montecristo en los meses de Julio a Diciembre de 2015.



A. *Hedyosmum mexicanum*; B. *Cecropia peltata*; C. *Solanum sp1*; D. Indeterminado 1; E. *Piper sp1*; F. *Piper sp2*; G. *Cecropia obtusifolia*; H. *Saurauia sp1*; I. *Ficus sp1*; J. Indeterminado 2; K. *Miconia sp*; L. *Piper sp3*; M. *Ficus sp2*; N. *Zanthoxylum sp*; O. *Solanum sp2*; P. *Piper sp4*; Q. Indeterminado 3.