

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



**Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques
de la ciudad de Guatemala**

INFORME DE TESIS

Presentado por

**María José Hernández
Estudiante de Biología**

Guatemala, octubre de 2018

JUNTA DIRECTIVA

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	DECANO
M.A. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza	SECRETARIA
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	VOCAL I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	VOCAL II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	VOCAL III
Br. Byron Enrique Pérez Díaz	VOCAL IV
Br. Pamela Carolina Ortega Jiménez	VOCAL V

*No te rindas, aún estás a tiempo
De alcanzar y comenzar de nuevo,
Aceptar tus sombras,
Enterrar tus miedos,
Liberar el lastre,
Retomar el vuelo.*

*No te rindas que la vida es eso,
Continuar el viaje,
Perseguir tus sueños,
Destrabar el tiempo,
Correr los escombros,
Y destapar el cielo*

*No te rindas, por favor no cedas,
Aunque el frío queme,
Aunque el miedo muerda,
Aunque el sol se esconda,
Y se calle el viento,
Aún hay fuego en tu alma
Aún hay vida en tus sueños.*

*Porque la vida es tuya y tuyo también el deseo
Porque lo has querido y porque te quiero
Porque existe el vino y el amor, es cierto.
Porque no hay heridas que no cure el tiempo.*

*Abrir las puertas,
Quitar los cerrojos,
Abandonar las murallas que te protegieron,
Vivir la vida y aceptar el reto,
Recuperar la risa,
Ensayar un canto,
Bajar la guardia y extender las manos
Desplegar las alas
E intentar de nuevo,
Celebrar la vida y retomar los cielos.*

*No te rindas, por favor no cedas,
Aunque el frío queme,
Aunque el miedo muerda,
Aunque el sol se ponga y se calle el viento,
Aún hay fuego en tu alma,
Aún hay vida en tus sueños
Porque cada día es un comienzo nuevo,
Porque esta es la hora y el mejor momento.
Porque no estás solo, porque yo te quiero.*

(M. Benedetti)

DEDICATORIA

A mi hermano Marvín Gerardo
porque cada día que veo tus ojos estoy reafirmando el amor por la vida,
cada vez que tomas mi mano sé que es posible volver a empezar,
que siempre hay esperanza y que el amor de la familia es el más incondicional.
Te amo Puchi

A mis padres Marvín y Maity gracias por ese amor y apoyo incondicional, a mis abuelas Doris y mami Acha, con mucho cariño a mis hermanos Waleska, Julio, Kevín e Isa, a mis sobrinos bellos.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis tíos Monica, Eddi y Marlen, a toda mi familia que de una u otra forma me apoyaron. A Carlos Mazariegos y Shený Monzón por tanto y porque siempre los llevaré en mi corazón, a la familia Martínez. Con mucho cariño y aprecio a Lourdes Núñez por estar cada noche atrapando bichos a mi lado con risas y llanto. A *las tías* por que las tengo en un lugar muy especial en mi vida y son la familia que he escogido. A mis amigos Claudia, Lucía, Andrea, Pablo, José Carlos, Marielos, Vinicio y José Estéban por que la mejor etapa de la U la vivimos juntos y recibimos lecciones de vida; a Mary Jane. Gracias a Carolina Rosales y Javier Rivas por apadrinarme y enseñarme de todo un poco.

Al Centro de Estudios Conservacionistas en especial al Jardín Botánico y al herbario USCG, gracias a todos los involucrados en las noches de muestreo (Luis Girón, Miguel Orellana, Todd Fish, Vinicio Molina, Cesar Fuentes). Al Parque ecológico Ciudad Nueva especialmente al arquitecto Ricardo Molina, Al Parque ecológico y deportivo Cayalá y al Ministerio de la defensa por la apertura. A Carol porque su asesoría ha ido más allá que la académica. Al Programa para la Conservación de Murciélagos de Guatemala.

Al pueblo de Guatemala por haber becado mis estudios.

“Id y Enseñad a Todos”

Índice

Resumen	1
1. Introducción.....	2
2. Antecedentes	3
2.1 Dispersión de semillas y su importancia	3
2.2 Mecanismos de dispersión de semillas.....	4
2.3 Animales como dispersores de semillas	4
2.4 Murciélagos como dispersores de semillas	4
2.5 Dispersión de semillas por murciélagos en Guatemala	5
2.6 El ecosistema urbano.....	6
2.7 Murciélagos en áreas urbanas.....	8
3. Justificación.....	11
4. Objetivos	12
4.1 General	12
4.2 Específicos.....	12
5. Hipótesis.....	12
6. Materiales y métodos.....	13
6.1 Área de estudio	13
6.2 Captura e identificación de murciélagos	13
6.3 Colección de referencia de plantas	14
6.4 Identificación de semillas	14
6.5 Viabilidad de las semillas dispersadas.....	14
6.6 Análisis estadístico	14
6.6.1 Comunidad de murciélagos	14
6.6.2 Comparación entre sitios	15
6.6.3 Semillas dispersadas	15
6.6.4 Importancia del dispersor	15
6.6.5 Viabilidad de las semillas dispersadas.....	16
7. Resultados	16
8. Discusión	24
9. Conclusiones	27
10. Recomendaciones.....	27
11. Referencias	28

Resumen

La presencia de vegetación y la complejidad de la misma juegan un papel importante en el mantenimiento de la diversidad y abundancia de murciélagos en áreas urbanas. La ciudad de Guatemala, a diferencia de otras ciudades, tiene extensas áreas de bosque silvestre (barrancos), y se encuentran aún conservadas principalmente porque son áreas de difícil acceso. El conocimiento de las plantas asociadas a murciélagos permitirá contribuir a la conservación de bosques y su fauna asociada. Para este estudio se capturaron murciélagos y se obtuvieron las semillas dispersadas. Se seleccionaron tres bosques en la ciudad de Guatemala: El Parque ecológico y deportivo Cayalá, El Parque Ecológico Ciudad Nueva y el bosque de la Brigada Militar Mariscal Zavala. Se capturó un total de 151 individuos correspondientes a 16 especies de dos familias. La familia mejor representada fue Phyllostomidae (13 especies) seguido por tres especies de la familia Vespertilionidae (la especie más abundante fue *Eptesicus furinalis*). La comunidad de murciélagos de los bosques de la Ciudad de Guatemala estuvo representada por cinco gremios. Los frugívoros constituyen el gremio con mayor número de especies e individuos capturados, seguido por el gremio de nectarívoros e insectívoros. Los hematófagos y omnívoros estuvieron representados por una sola especie. Los murciélagos frugívoros capturados en los bosques de la ciudad de Guatemala, dispersaron un total de 16 especies de plantas, pertenecientes principalmente a las familias Piperaceae, Moraceae y Solanaceae. El dispersor más importante en toda el área de estudio fue *Sturnira lilium*, seguido por *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus lituratus*.

1. Introducción

Las semillas brindan a las plantas la capacidad de colonizar nuevos lugares movilizándose a través de distintos medios. Las plantas tienen mejor expectativa de vida si se desarrollan lejos de la planta madre. Debido a esto, es esencial que las plantas dispersen sus semillas y para ello se valen de diversos mecanismos (Stiles, 2000, p. 111). Muchas plantas han evolucionado para lograr dispersar sus semillas a través de animales que consumen frutos, la gran mayoría de dispersores de semillas son aves y mamíferos (Stiles, 2000, p. 111).

Dentro de los mamíferos dispersores, los murciélagos son los más abundantes. Los murciélagos asociados a la frugivoría en el Neotrópico pertenecen a la familia Phyllostomidae (Muscarella y Fleming, 2007, p.2, Reid 2009, p. 117-140), movilizan mayor cantidad y diversidad de semillas en relación a las aves, y en su mayoría especies pioneras en la sucesión vegetal (Ávila *et al.*, 2005, p. 25; Galindo, 1998, p. 70).

Los ecosistemas urbanos son aquellos donde la gente vive en altas densidades poblacionales, las estructuras como edificios cubren gran parte de la superficie, y la vegetación y su fauna asociada están limitadas a pequeñas áreas dentro de la ciudad o en los alrededores. La urbanización es más compleja e irreversible que otras invasiones y provoca las mayores tasas de extinción local. Las consecuencias ecológicas de la expansión de las zonas urbanas incluyen cambios en la distribución, abundancia y composición de las especies; y extinción local de especies nativas de plantas y animales (Oprea, 2007, p. 10-11).

La cantidad y la complejidad de la vegetación juegan un papel importante en el mantenimiento de la diversidad y la abundancia de murciélagos en áreas urbanas. Estos a su vez contribuyen con el mantenimiento de las poblaciones vegetales, por ser dispersores de semillas. La urbanización provoca disminución en el uso de hábitats por parte de murciélagos y -esto afecta a las plantas nativas, pues reduce en ellas el potencial de ser dispersadas y colonizar nuevos lugares (Oprea, 2007, p. 10-11).

La ciudad de Guatemala, a diferencia de otras ciudades, tiene extensas áreas de bosque silvestre. Estas zonas son comúnmente conocidas como barrancos, y se encuentran aún conservadas principalmente porque son áreas de difícil acceso. Muchas de estas áreas han sido urbanizadas y en algunos casos son utilizadas como basureros clandestinos (Lucas *et al.*, 2003. p. 7,8.; Acuerdo gubernativo 11-2005, p. 9,10)

El entendimiento de la dinámica ecológica de las zonas urbanas ha tomado fuerza en los últimos años, se ha evidenciado que las interacciones ecológicas en estas zonas aún persisten (Pickett *et al.*, 2011,

p. 341). El conocimiento de las plantas asociadas a murciélagos permitirá contribuir a la conservación de bosques y su fauna asociada, a través de la utilización de especies de plantas nativas en lugares que han sido altamente urbanizados.

2. Antecedentes

2.1 Dispersión de semillas y su importancia

La función principal de las semillas es la reproducción. Una semilla corresponde al embrión de una planta, el cual está protegido por una cubierta denominada testa y contiene una reserva de nutrientes que son absorbidos durante el desarrollo de la plántula (Fenner & Thompson, 2005, p. 1). Las semillas también brindan a las plantas la capacidad de colonizar nuevos lugares movilizándose a través de distintos medios. Las semillas además presentan un estado de latencia (inactividad por tiempo prolongado), el cual les permite sobrevivir a condiciones desfavorables (sequía, escasez de nutrientes, entre otros) e incluso climas extremos (Fenner & Thompson, 2005, p. 1).

Aunque la reproducción sexual mediante semillas no es el único mecanismo de propagación de las plantas, presenta como gran ventaja la variabilidad genética, pues cada semilla es genéticamente única. La desventaja de este tipo de reproducción es que puede llevar mucho tiempo y las semillas pueden ser destruidas antes de generar al nuevo individuo. Las plantas herbáceas y perennes generalmente presentan reproducción asexual produciendo nuevos órganos vegetativos. Sin embargo, las plantas anuales, árboles y arbustos generalmente se reproducen únicamente por semilla (Fenner & Thompson, 2005, p. 1-3).

Las plantas tienen mejor expectativa de vida si se desarrollan lejos de la planta madre. Debido a ello es esencial que las plantas dispersen sus semillas y para ello se valen de diversos mecanismos (Stiles, 2000, p. 111). Muchas plantas han evolucionado para lograr dispersar sus semillas de forma más exitosa ofreciendo una recompensa alimenticia para el dispersor. Chapman & Chapman (1995) indican que un gran porcentaje de árboles tropicales se perdería si se removiera a los dispersores de semillas. La falta de semillas en los bancos del suelo y bajos porcentajes de germinación son dos de los principales factores que limitan la regeneración natural de bosques (Meli, 2003, p. 582).

2.2 Mecanismos de dispersión de semillas

Las semillas tienen una alta gama de características morfológicas las cuales están íntimamente relacionadas al mecanismo que las mismas utilizan para su dispersión. Las semillas que son dispersadas por viento por ejemplo tienen estructuras como pelos o alas que aumentan la resistencia al viento. Las semillas que son transportadas por animales tienen apéndices en forma de gancho o espinas que les permite adherirse al pelo, otras tienen cubiertas carnosas que son consumidas por los animales como alimento y luego las semillas (generalmente pequeñas) son excretadas (Willson y Traveset, 2000, pp. 91).

2.3 Animales como dispersores de semillas

La gran mayoría de dispersores de semillas son vertebrados (aves y mamíferos) y hormigas, denominándose al síndrome de dispersión de semillas por animales zoocoría. Dentro de los vertebrados las aves son las más importantes debido a la cantidad de propágulos dispersados exitosamente, seguido de mamíferos, peces, anfibios y reptiles (Stiles, 2000, p. 111).

Tanto las semillas como partes carnosas de los frutos son consumidas como alimento. Los animales seleccionan los ítems alimenticios principalmente por la disponibilidad de este recurso, tamaño del fruto o semillas y demanda nutricional (Stiles, 2000, p. 112).

La eficiencia de la dispersión de semillas por animales frugívoros se debe a la coevolución entre las plantas y sus dispersores (Fenner y Thompson, 2005, p. 53-55). Para una comunidad de plantas con dispersión zoócora, los vertebrados frugívoros voladores (aves y murciélagos) son los mejores dispersores de semillas en términos de cantidad y distancia (Ortiz-Pulido, Laborde y Guevara, 2000, p.474). Los murciélagos y las aves divergen en los frutos que consumen y de la misma manera divergen en el patrón espacial de la lluvia de semillas, debido a las diferencias en el comportamiento de forrajeo y movimiento de ambos (Charles Dominique, 1986, p.120). Los murciélagos dispersores de semillas pueden ser atraídos hacia las plantas por diversas características de los frutos, entre las que se puede mencionar el olor, color y la exposición (Hodgkison, Balding, Zubaid y Kunz, 2003, p. 492).

2.4 Murciélagos como dispersores de semillas

Los murciélagos asociados a la frugivoría en el Neotrópico pertenecen a la familia Phyllostomidae, 22 de los 56 géneros (aproximadamente 96 de las 173 especies) descritos para la familia se alimentan de frutos (Muscarella y Fleming, 2007, p.2, Reid 2009, p. 117-140).

Los murciélagos movilizan mayor cantidad y diversidad de semillas en comparación con las aves y en su mayoría especies de plantas pioneras en la sucesión vegetal (Medellín y Gaona 1999, p. 480). Se ha identificado que los murciélagos phyllostomidos juegan un importante rol en la sucesión primaria y secundaria del bosque tropical (Muscarrella y Fleming, 2007, p. 579). López y Vauhgan (2004) describen la relación de los murciélagos frugívoros y las plantas como una relación donde, por un lado los murciélagos reciben alimento y por otro, las plantas reciben movilidad beneficiándose mutuamente. Galindo (1998) evidenció que en áreas abiertas -como los potreros- las semillas más abundantes son las dispersadas por murciélagos, lo cual evidencia la importancia de estos vertebrados para propiciar y acelerar la regeneración de bosques.

2.5 Dispersión de semillas por murciélagos en Guatemala

Ávila y colaboradores (2005) estudiaron la dispersión de semillas en diferentes estadíos sucesionales del área nor-este del Parque Nacional Laguna Lachuá, ubicado en Cobán Alta Verapaz, Guatemala. Utilizaron un método de colecta directa de heces fecales de individuos capturados e implementaron trampas para semillas. Encontraron 33 especies de semillas dispersadas por murciélagos, donde registraron especies de las familias Piperaceae, Melastomataceae, Moraceae y Solanaceae principalmente. En dos de los sitios estudiados lograron evidenciar que los murciélagos dispersan mayor cantidad de semillas que las aves.

En un análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala, Lou & Yurrita (2005) lograron identificar 29 especies de plantas consumidas por murciélagos frugívoros, en donde la principal familia representada fue Piperaceae. Con los resultados se observó que el mayor consumo de plantas del género *Piper* se dio por parte de murciélagos del género *Carollia*. Los murciélagos del género *Sturnira* y algunas especies de *Dermanura* consumieron en mayor cantidad plantas del género *Solanum* y, los frutos de *Ficus* y *Cecropia* fueron consumidos principalmente por murciélagos del género *Artibeus*.

Lou en 2007 analizó la dinámica de dispersión de semillas por murciélagos en un paisaje fragmentado. Se analizaron elementos de la dieta de las especies de murciélagos frugívoros, el efecto espacio-temporal de la abundancia de frutos junto con la abundancia de murciélagos frugívoros y por último la lluvia de semillas. Los resultados mostraron que los murciélagos frugívoros del Biotopo Chocón Machacas están presentes en todo el paisaje del biotopo, lo que sugiere que las plantas que ellos consumen tienen el potencial de ser dispersadas en todas las comunidades vegetales. Los murciélagos frugívoros utilizan al menos 22 especies de plantas como alimento, siendo la mayoría especies

arbustivas y de comunidades vegetales en estado sucesional temprano. Concluye que la lluvia de semillas está correlacionada con la abundancia de murciélagos en el espacio, por lo que el número de murciélagos en un hábitat determinado influye en la abundancia de semillas que llegan a dicho hábitat.

En el estudio de nicho ecológico realizado por Trujillo (2013) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, se documentó un total de 12 especies de murciélagos frugívoros durante la temporada lluviosa del año 2012, así como un total de 31 especies de frutos en su dieta, los cuales pertenecen a las familias: Moraceae (6 especies), Piperaceae (5 especies), Melastomataceae (3 especies), Cecropiaceae (3 especies), Clusiaceae (2 especies), Solanaceae (2 especies), Sapotaceae (2 especies) y Anacardiaceae (1 especie). Cuatro géneros de plantas (*Ficus*, *Cecropia*, *Piper* y *Vismia*) constituyen la mayor parte de la dieta de la mayoría de las especies. Trujillo (2013) observó que existió un consumo diferencial, en el cual un grupo de especies de murciélagos se alimentó en mayor proporción de plantas de los géneros *Ficus* y *Cecropia* (*Artibeus jamaicensis*, *A. lituratus*, *Platyrrhinus helleri*, *Uroderma bilobatum*) y otro grupo que se alimentó en mayor proporción de plantas de los géneros *Piper* y *Vismia* (*Carollia perspicillata*, *C. sowellii*, *A. watsoni*).

2.6 El ecosistema urbano

Los ecosistemas urbanos son aquellos donde la gente vive en altas densidades poblacionales y, donde las estructuras como edificios cubren gran parte de la superficie. Por supuesto el ecosistema urbano incluye al humano y a sus manifestaciones social-económicas así como especies nativas e introducidas de plantas y animales (Pickett *et al.*, 2011, p. 333-334). La ecología urbana estudia las interacciones entre los organismos, las construcciones y el ambiente donde la gente se concentra en altas densidades (Forman, 2014, p. 3). La urbanización es una tendencia demográfica dominante y un componente importante de la transformación global de la tierra (Pickett *et al.*, 2011, p.331).

La urbanización es más compleja e irreversible que otras invasiones -como la agricultura- y provoca las mayores tasas de extinción local. La riqueza y abundancia de especies se ve drásticamente disminuida en paisajes urbanos en comparación con áreas menos disturbadas (Oprea, 2007, p. 10-11).

Excepto en los remanentes de vegetación natural, la mayoría de plantas en las ciudades tropicales son especies no nativas (exóticas), ya sea usadas como ornamentales o que crecen como maleza (Corlett, 2005, p. 2). La cantidad y la complejidad de la vegetación juegan un papel importante en el mantenimiento de la diversidad y la abundancia de murciélagos en áreas urbanas (Oprea, 2007, p. 11). Gehrt y Chelsvig (2004) mencionan que la naturaleza de la relación entre los murciélagos y la

urbanización probablemente depende del contexto a una escala macrogeográfica y la calidad del hábitat local con una matriz urbana. También indican que, la urbanización tiende a reducir la diversidad biológica nativa y alterar las comunidades de fauna.

Dependiendo del tamaño de la ciudad y la cobertura vegetal en las mismas, la temperatura puede ser muy variable. Generalmente el clima en las ciudades es más caluroso debido principalmente a la poca cobertura vegetal y a los materiales oscuros que se utilizan para la construcción de calles. La hidrología en el ecosistema urbano está drásticamente modificada, pues la filtración de agua de lluvia es menor debido a que el suelo se encuentra cubierto con materiales poco permeables. El aprovechamiento de agua de lluvia es casi nulo y, la composición química de los cuerpos de agua se ha modificado debido a la descarga de desechos líquidos sin tratamiento que se da en ellos. El suelo se ve drásticamente perturbado debido a la construcción de las edificaciones, lo cual tiene como consecuencia pérdida de fertilidad (Pickett *et al.*, 2011, p.336).

Los bosques urbanos son claramente diferenciados de los silvestres y rurales. Si bien el número de especies se puede ver incrementado, es el resultado de la presencia de especies exóticas. En cuanto a la flora, el número de especies nativas decrece desde el borde hacia el centro de la ciudad. Una de las características más sobresalientes de la flora urbana es su heterogeneidad espacial debido entre otros a los conjuntos de edificaciones, diferentes usos de la tierra y diferentes contextos sociales en los que se encuentra inmersa (Pickett *et al.*, 2011, p. 335-340).

En un estudio realizado por Chiesura (2004) en el principal parque urbano de Ámsterdam se evidenció que la mayoría de las personas visitan los parques urbanos para relajarse, meditar y escapar de la ciudad. La valoración y evaluación de los servicios intangibles que proveen los parques urbanos y los beneficios es de vital importancia para justificar y legitimar las estrategias para la sostenibilidad urbana.

Las consecuencias ecológicas de la expansión de las zonas urbanas incluye cambios en la distribución, abundancia y composición de las especies de plantas y animales, extinción local de especies nativas de plantas y animales, y la introducción de especies al ecosistema urbano (Mcdonell y Hahs, 2013, p. 2).

2.7 Murciélagos en áreas urbanas

El entendimiento de la dinámica ecológica de las zonas urbanas ha tomado fuerza en los últimos años (Pickett *et al.*, 2011, p. 341). Ha sido posible evidenciar que las interacciones ecológicas en estas zonas aún persisten (Pickett *et al.*, 2011, p. 355). Los estudios de la quiropteroфаuna en zonas urbanas han generado mayor información para el gremio de murciélagos insectívoros en relación al gremio de frugívoros (Lesinski y Kowalski, 2000, p. 134-136; Kunz y Brock, 1975, p. 910). Las técnicas de detección bioacústica pueden incrementar los inventarios de murciélagos hasta en un 40% en comparación con los métodos de captura tradicionales. La detección de sonidos ultrasónicos (bioacústica) es una excelente herramienta metodológica para mejorar los inventarios de murciélagos porque permite el registro de las especies insectívoras de difícil captura con los métodos tradicionales (Pech-Canche *et al.*, 2010, p. 225).

El gremio de murciélagos frugívoros ha sido representado principalmente en estudios acerca del uso de áreas verdes en zonas urbanas (Oprea, 2007, p. 11; Corlett, 2005, p. 2). Sin embargo faltan más esfuerzos para el entendimiento de la dinámica ecológica de los murciélagos como dispersores de semillas, y las implicaciones ecológicas que en ellos tienen la pérdida y transformación de sus hábitats.

La diversidad de hábitats o heterogeneidad es clave para entender la vegetación urbana. La diversidad de especies urbanas parece ser producto de la pequeña escala de los espacios o hábitats, además del contraste entre ellos. Para que la germinación de las semillas sea eficiente estas deben llegar hasta un sustrato adecuado. Estos sustratos son escasos en las áreas urbanas. En este contexto la dispersión de semillas de especies silvestres es importante para la colonización y mantenimiento de áreas naturales (Forman, 2014, p. 220). La cantidad y la complejidad de la vegetación juegan un papel importante en el mantenimiento de la diversidad y la abundancia de murciélagos en áreas urbanas (Oprea, 2007, p. 11).

Smith y Gehrt (2010) observaron una relación positiva entre la actividad total de los murciélagos y la estructura y uso del bosque urbano. Posiblemente los sitios con altas densidades de pequeños árboles proveen a los murciélagos de alta eficiencia en el vuelo y protección contra los depredadores.

Jung y Threlfall (2016) realizaron un meta-análisis donde se evidenció que la urbanización afecta negativamente a los murciélagos. En áreas con alto e intermedio grado de urbanización, la intensidad en cuanto al uso de hábitats por parte de los murciélagos disminuye en comparación con áreas

naturales. Con esto se reveló que, en general, la urbanización disminuye el uso de hábitats por parte de los murciélagos.

Corlett (2005) en un estudio de interacciones entre aves, murciélagos frugívoros y especies de plantas exóticas en una zona urbana de Hong Kong puso en evidencia que, todos los murciélagos frugívoros y las aves urbanas hacen uso significativo del recurso alimenticio que proveen las especies exóticas. También menciona que desde el punto de vista de las plantas, la interacción con aves y murciélagos nativos es usualmente neutral sin embargo el impacto negativo de la depredación de semillas en estas especies es difícil de evaluar.

Oprea (2007) documentó la comunidad de murciélagos urbanos en la ciudad de Vitória en Brasil. Los murciélagos frugívoros dominaron completamente el muestreo con el 81% de las capturas. Concluye que la población de murciélagos urbanos en Vitória está dominada por una sola especie, el gran murciélago frugívoro (*Artibeus lituratus*), quien aparentemente tiene una alta tolerancia a la urbanización y una fuerte habilidad de adaptación a condiciones cambiantes.

En la misma línea de investigación, un estudio realizado por Ballesteros y Racero-Casarrubia (2012) documentó los murciélagos del área urbana de la ciudad de Montería, en Córdoba, Colombia; encontraron que, los murciélagos frugívoros son uno de los gremios más abundantes en el área de estudio y dominaron el muestreo con 33% de las capturas. Fue común observar que murciélagos del género *Artibeus* utilicen diferentes frutos de almendro (*Terminalia catappa*) y el chico zapote (*Manilkara sapota*), entre otras especies de las familias Sapotaceae y Lauraceae, cuyos frutos también son consumidos por los murciélagos dispersando sus semillas.

Esbérard y colaboradores (2014) documentaron un total de 21 especies de murciélagos con dominancia de frugívoros grandes en un Parque urbano en Río de Janeiro, Brasil. La especie dominante fue *Artibeus lituratus* con el 38% del total de capturas, estuvo presente en el 91% de las noches muestreadas, seguida por *Artibeus fimbriatus*. También observaron el movimiento de 13 especies de murciélagos, algunas desde el área de estudio con destino a otras áreas y vice-versa. Dos individuos de *A. lituratus* y tres de *A. fimbriatus* fueron recapturados en el Jardín Botánico de Río de Janeiro (ubicado a 7.5 km del área de estudio). Un individuo de *A. fimbriatus* fue recapturado en el Parque Bosque da Barra ubicado a 27km del área de estudio. Basado en que *A. lituratus* y *A. fimbriatus* pueden moverse distancias mayores a 30km, suponen que estos murciélagos se mueven en toda el área urbana y alrededores, vuelan entre el Parque urbano y remanentes de bosque, y se

alimentan de árboles, por lo que las plantas de las que se alimentan tienen el potencial de ser dispersadas en toda el área.

Gurrusquieta (2014) en el estudio de los murciélagos de las áreas verdes de la zona urbana de la ciudad de Cuernavaca en Morelos, México, documentó 8 especies de murciélagos frugívoros donde la especie más abundante fue *Artibeus jamaicensis* (50.8% del total de capturas). Del total de excretas obtenidas el 74.7% contenía semillas y el resto únicamente pulpa y fibra. Cuatro especies de *Ficus* fueron las más consumidas por los murciélagos durante la época de muestreo.

Trujillo y colaboradores (2014) realizaron el estudio de los murciélagos de los bosques interurbanos de la ciudad de Guatemala, documentaron un total de 9 especies de murciélagos frugívoros o que consumieron frutos durante el período de muestreo, todos pertenecientes a la familia Phyllostomidae. De las 148 muestras de heces que obtuvieron, 101 correspondieron a murciélagos que se alimentaron de frutos y, el 63 % de las muestras contenía semillas. Las semillas presentes pertenecen a las familias: Piperaceae, Moraceae, Solanaceae, Cecropiaceae, Myrtaceae y 5 especies desconocidas.

Aunque la restauración de las comunidades vegetales es el principal objetivo en los planes de manejo, es importante conocer de qué forma ciertas especies de fauna silvestre están influenciadas por estas actividades. Además las actividades de restauración pueden influir en los patrones de actividad de los murciélagos al nivel de especie. Los bosques en entornos urbanos son importantes para los murciélagos pero la estructura del bosque también es un factor determinante para el uso por parte de murciélagos (Smith y Gehrt, 2010, p. 922).

La ciudad de Guatemala a diferencia de otras ciudades tiene extensas áreas de bosques silvestres, comúnmente conocidos como barrancos. Estos bosques se encuentran aún conservados debido principalmente a que son áreas de difícil acceso. Sin embargo muchos de estos barrancos son utilizados como botaderos de basura clandestinos y algunos se han transformado en barrios habitacionales por los sectores de más bajos ingresos (Lucas *et al.*, 2003. p. 3); esto pone en riesgo la estabilidad de las poblaciones nativas de plantas y animales. Para el año 2003 en la ciudad de Guatemala se tenían cuantificados 175 asentamientos humanos en condiciones precarias, que albergaban a 47,648 familias (Lucas *et al.*, 2003. p. 7), la mayoría en barrancos o áreas cercanas.

3. Justificación

El crecimiento acelerado de la ciudad ha despojado a sus habitantes de las áreas verdes y la elaboración de programas de conservación y restauración ambiental -a través de los parques ecológicos- en zonas urbanas no ha sido un punto central en la planificación de la ciudad de Guatemala. Ramírez y colaboradores (2003) mencionan que la municipalidad de Guatemala ha provocado un desorden habitacional al proporcionar de manera desmedida la autorización de licencias para lotificaciones o colonias sin garantizar siquiera el que se cumpla con el establecimiento de los servicios básicos que después se convierten en un problema para dicha municipalidad.

En el manual acerca de la economía de los servicios ecosistémicos (TEEB, 2011) se menciona que la recuperación y conservación de barrancos, parques ecológicos y espacios abiertos es de vital importancia, pues estos constituyen los únicos centros capaces de proveer una amplia gama de servicios ecosistémicos como purificación de aire y agua, ciclado de nutrientes, recreación, entre otros, los cuales benefician a la población.

El entendimiento de la ecología urbana puede ser de gran utilidad en la planificación de ciudades y en la reducción del impacto ambiental que estas provocan. Con el conocimiento de estos importantes procesos se pueden encaminar las estrategias de conservación y recuperación de áreas verdes dentro de las ciudades. La falta de información, comprensión y planificación acerca de los efectos de las actividades humanas y las decisiones que se toman sobre el ambiente y el manejo de áreas naturales, puede ocasionar pérdida de los esenciales y beneficiosos servicios ecosistémicos (TEEB, 2011).

Es importante iniciar conociendo los procesos que se llevan a cabo en los ecosistemas urbanos, siendo la dispersión de semillas un proceso fundamental, pues no solo es la parte donde culmina el proceso reproductivo de una planta, sino que permite el mantenimiento de las poblaciones vegetales, y además es el punto de partida en la recuperación y conservación de los bosques urbanos.

Los murciélagos están altamente relacionados con el proceso de dispersión de semillas, por lo que entender esta función en los bosques urbanos es una herramienta útil para la conservación y recuperación de estas áreas. El conocimiento de las plantas que sirven de alimento a los murciélagos frugívoros puede contribuir en la conservación de este gremio. Teniendo conocimiento de estas plantas se pueden proponer especies que pueden ser utilizadas en la jardinería y ornamentación de la ciudad, con lo cual se estaría contribuyendo a la conservación de flora y fauna local.

El presente estudio generará información importante para el conocimiento de la dinámica de la dispersión de semillas por murciélagos en los bosques interurbanos de la ciudad de Guatemala, brindando de esta forma una herramienta para dar respaldo a las iniciativas de conservación y recuperación de barrancos de dicha ciudad.

4. Objetivos

4.1 General

Describir el rol de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en bosques de la ciudad de Guatemala.

4.2 Específicos

- Identificar las especies de murciélagos frugívoros en los bosques de la ciudad de Guatemala.
- Identificar las semillas dispersadas por murciélagos frugívoros en los bosques de la ciudad de Guatemala.
- Evaluar la viabilidad de las semillas más abundantes presentes en las heces de los murciélagos capturados.
- Comparar la riqueza de murciélagos frugívoros y plantas dispersadas entre los sitios de estudio.
- Realizar una colección de referencia de plantas del área de estudio.

5. Hipótesis

Los murciélagos frugívoros de los remanentes boscosos en la ciudad de Guatemala dispersan semillas principalmente de los géneros *Piper*, *Ficus* y *Solanum*.

6. Materiales y métodos

6.1 Área de estudio

El valle de la ciudad de Guatemala es una depresión de origen tectónico de tipo graben el cual también se interpreta bajo un modelo geológico como tipo cuenca distensión (*pull apart basin*). Este modelo establece que la única zona de ruptura en el valle, corresponde con la zona de falla de Mixco, la cual es una serie de fallas normales escalonadas que subyacen el valle de Guatemala, con desplazamiento vertical y que tienen una forma semicircular, gobernada por las estructuras volcánicas. Está delimitado al norte por la falla del Motagua, al sur por la falla de Jalpatagua y en el centro se ha generado una zona de distensión que formó la depresión en la que se encuentra la ciudad (Pérez, 2009, p. 74, 77). Producto de esta configuración geomorfológica, el entorno urbano de la Ciudad de Guatemala se encuentra dividido por una serie de barrancos.

La ciudad de Guatemala se encuentra inmersa en una región que según las zonas de vida de Holdridge corresponde al Bosque húmedo Subtropical templado. Esta Zona de Vida aloja ecosistemas típicos de montaña, que mantienen asociaciones vegetales de pino-encino (*Pinus* sp. y *Quercus* sp.), ocupando un rango altitudinal entre los 1,500 y 1,600 metros sobre el nivel del mar. Para llevar a cabo el presente estudio se seleccionaron tres sitios: El Parque ecológico y deportivo Cayalá, El Parque Ecológico Ciudad Nueva y el bosque de la Brigada Militar Mariscal Zavala (anexo no. 1).

6.2 Captura e identificación de murciélagos

Se seleccionaron dos puntos dentro de cada uno de los parques ecológicos. En cada uno de los puntos seleccionados se colocaron dos redes de niebla (cada una de 12m de longitud), una noche por mes, durante 8 meses consecutivos (esfuerzo efectivo = 9,216 m.h.red). Se registraron medidas somáticas convencionales (largo del antebrazo y peso), sexo y edad (juvenil o adulto). La identificación taxonómica de cada individuo se llevó a cabo evaluando sus características morfológicas y se utilizó la clave de campo “Identificación de los murciélagos de México” (Medellín, Arita y Sánchez 2008) y la “Guía de campo de mamíferos de Centroamérica y el sureste de México” (Reid 2009).

6.3 Colección de referencia de plantas

Se realizaron caminatas diurnas en búsqueda de muestras de plantas con flor, fruto y/o semillas. Las muestras se herborizaron e identificaron taxonómicamente. Las semillas presentes durante las colectas fueron documentadas a través de un archivo fotográfico y se depositaron en la colección de referencia del *Index Seminum* del Jardín Botánico del Centro de Estudios Conservacionistas – CECON-.

6.4 Identificación de semillas

Los murciélagos capturados fueron colocados en bolsas de algodón. El tiempo en el que permanecieron dentro de las bolsas fue variable, para murciélagos que defecaron en las redes de niebla el tiempo dentro de la bolsa fue de aproximadamente 10 minutos y para el resto fue de aproximadamente 1 hora, posteriormente todos los murciélagos fueron liberados. Para los murciélagos que defecaron dentro de la bolsa, se recogieron las heces presentes y se colocaron en sobres de papel encerado. Posteriormente se analizaron las muestras, para lo cual se utilizó un estereoscopio. Las muestras de semillas presentes se identificaron por comparación morfológica utilizando semillas de colecciones de referencia y fotografías.

6.5 Viabilidad de las semillas dispersadas

Todas las muestras que contuvieron más de 10 semillas por especie se dividieron en dos partes. Las semillas de una de las partes de la muestra se colocaron en cajas para germinación utilizando como sustrato una mezcla de arena y tierra esterilizada en proporción 2 a 1. Se tomó como semilla viable (germinada) toda aquella que mostró ruptura de la testa o radícula visible. La germinación se comenzó a evaluar 7 días después de la siembra –DDS- y se observó durante un período que no excedió los 45 días.

6.6 Análisis estadístico

6.6.1 Comunidad de murciélagos

El esfuerzo de muestreo se estimó como metros*horas*red. La diversidad de especies de murciélagos se analizó mediante la utilización de curvas de rango de abundancia. Esto permitió identificar cambios en la presencia y abundancia de especies a lo largo del muestreo.

6.6.2 Comparación entre sitios

Para expresar el grado de semejanza entre los distintos sitios se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard el cual se basa en la siguiente expresión:

$$I_j = \frac{c}{a+b-c}$$

Donde:

a = Número de especies presente en el sitio A

b = Número de especies presentes en el sitio B

c = Número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

6.6.3 Semillas dispersadas

Se utilizó estadística descriptiva para conocer el comportamiento general de los datos en cuanto a las especies de semillas dispersadas por murciélagos frugívoros en cada sitio.

6.6.4 Importancia del dispersor

La importancia de cada especie de murciélago frugívoro como agente dispersor de semillas en los distintos sitios se evaluó utilizando el índice de importancia del dispersor –IID-. Este índice se basa en la abundancia relativa de la especie de murciélago considerada (B) y el porcentaje de muestras fecales con semillas obtenidas de esa especie de murciélago (S). Todas las muestras con al menos una semilla serán contadas como eventos. El IID se expresa como: (S)(B)/1000, donde “B” se define como el número de capturas de la especie que se está analizando, dividido por el número total de capturas de murciélagos frugívoros y multiplicado por 100; “S” se calcula dividiendo el número de muestras fecales de una especie dada de murciélago que contiene semillas, entre el número total de muestras fecales de todos los murciélagos frugívoros que contienen semillas y multiplicando por 100 (Loayza *et al.*, 2006, p. 11). Este índice va de 0 a 10, donde 0 es una especie que no dispersa ningún tipo de semilla y 10 una especie que dispersa todas las semillas de la comunidad (100% de la abundancia relativa) (Galindo *et al.*, 2000, p. 1697).

6.6.5 Viabilidad de las semillas dispersadas

Para evaluar la viabilidad de las semillas se realizaron pruebas de germinación. La viabilidad se expresó en porcentaje, según la siguiente expresión:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{\# \text{ de semillas colocadas}} * 100$$

7. Resultados

7.1 Captura e identificación de murciélagos

Se capturó un total de 151 individuos correspondientes a 16 especies de dos familias. La familia mejor representada fue Phyllostomidae (13 especies) seguido por tres especies de la familia Vespertilionidae (la especie más abundante fue *Eptesicus furinalis*). Se realizó un esfuerzo efectivo de 9,216 m.h.red (cuadro número 1, anexo no. 2).

Cuadro no. 1 Diversidad de murciélagos en tres bosques de la ciudad de Guatemala.

Especie	Cayalá	Ciudad Nueva	Mariscal Zavala	Total
Familia Phyllostomidae				
Subfamilia Desmodontinae				
<i>Desmodus rotundus</i>			1	1
Subfamilia Glossophaginae				
<i>Anoura geoffroyi</i>	1	1		2
<i>Glossophaga commissarisi</i>	15	2	2	19
<i>Glossophaga soricina</i>	12	1	1	14
<i>Glossophaga sp.</i>	3	2	1	6
Subfamilia Phyllostominae				
<i>Micronycteris microtis</i>			1	1
Subfamilia Sternodermatinae				
<i>Artibeus jamaicensis</i>	8	17	12	37
<i>Artibeus lituratus</i>	7	6	4	17
<i>Artibeus phaeotis</i>	1	1		2
<i>Artibeus sp.</i>	1	1		2
<i>Centurio senex</i>			1	1
<i>Chiroderma salvini</i>	1	3	2	6
<i>Sturnira lilium</i>	17	6	14	37
Familia Vespertilionidae				
<i>Eptesicus furinalis</i>	3		1	4
<i>Eptesicus fuscus</i>			1	1
<i>Myotis keaysi</i>	1			1
Total	70	40	41	151

El mayor número de individuos capturados se obtuvo en el Parque Ecológico y deportivo Cayalá (70 individuos). Dos de los tres sitios evaluados (Mariscal Zavala y Cayalá) obtuvieron el mismo número de especies capturadas (12 especies, figura no. 1).

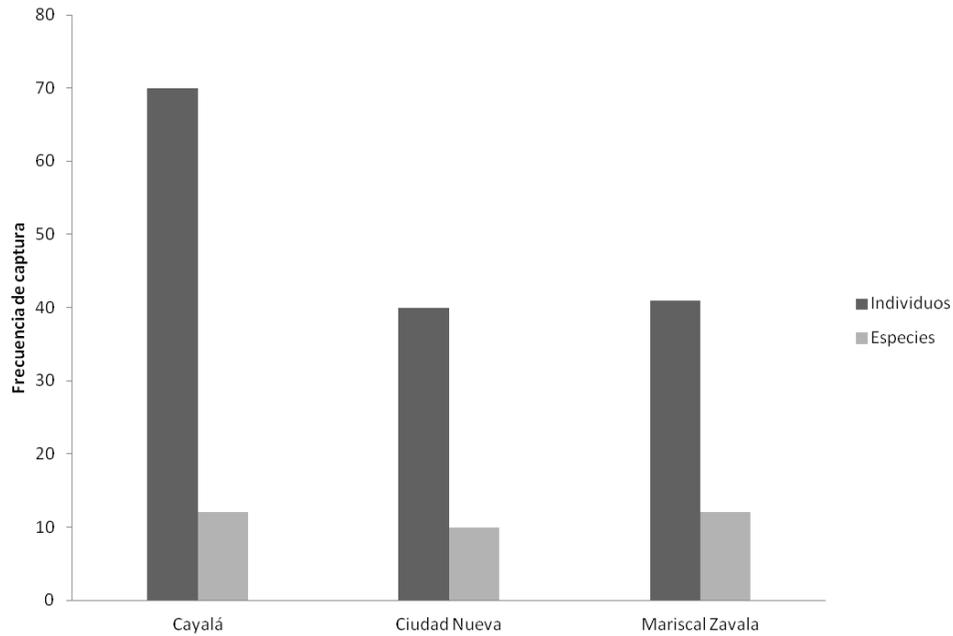


Figura no. 1 Distribución de frecuencias en murciélagos capturados en tres bosques de la ciudad de Guatemala.

7.2 Comunidad de murciélagos

La comunidad de murciélagos de los bosques de la Ciudad de Guatemala estuvo representada por cinco gremios (cuadro no. 2). Los frugívoros constituyen el gremio con mayor número de especies e individuos capturados (67.55%), seguido por el gremio de nectarívoros e insectívoros. Los hematófagos y omnívoros estuvieron representados por una sola especie (anexo no. 7).

Cuadro no. 2 Comunidad de murciélagos en tres bosques de la ciudad de Guatemala

Especie	Gremios					Total
	frugívoro	hematófago	insectívoro	nectarívoro	omnívoro	
<i>Anoura geoffroyi</i>				2		2
<i>Artibeus jamaicensis</i>	37					37
<i>Artibeus lituratus</i>	17					17
<i>Artibeus phaeotis</i>	2					2
<i>Artibeus sp.</i>	2					2
<i>Centurio senex</i>	1					1
<i>Chiroderma salvini</i>	6					6
<i>Desmodus rotundus</i>		1				1
<i>Eptesicus furinalis</i>			4			4
<i>Eptesicus fuscus</i>			1			1
<i>Glossophaga commissarisi</i>				18	1	19
<i>Glossophaga soricina</i>				14		14
<i>Glossophaga sp.</i>				6		6
<i>Micronycteris microtis</i>			1			1
<i>Myotis keaysi</i>			1			1
<i>Sturnira lilium</i>	37					37
Total	102	1	7	40	1	151

Las curvas de rango-abundancia muestran a las especies *Artibeus jamaicensis*, *Sturnira lilium* y *Glossophaga commissarisi* como las tres dominantes en los bosques de la ciudad de Guatemala; siendo éstas las especies con mayor rango de abundancia (figura no. 2).

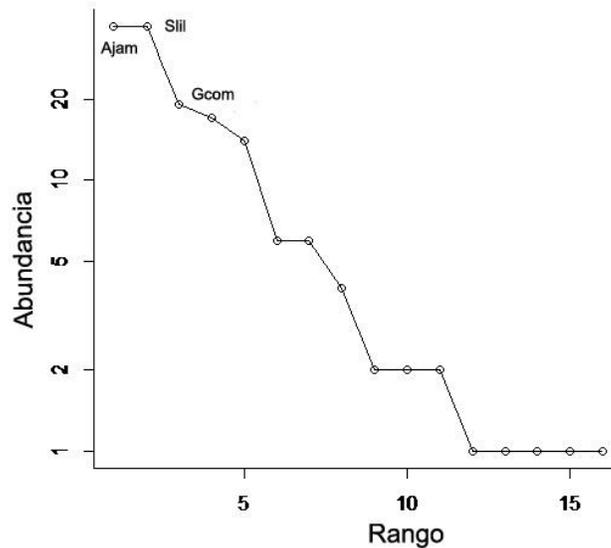


Figura no. 2 Curva rango-abundancia general. Ajam= *Artibeus jamaicensis*; Slil=*Sturnira lilium*; Gcom=*Glossophaga commissarisi*.

Se detectaron cambios en la presencia y abundancia de las especies a lo largo del muestreo. El Parque Ecológico y Deportivo Cayalá fue el sitio donde se obtuvo el mayor número de capturas ($n=70$) y las especies *Glossophaga commissarisi*, *Sturnira lilium* y *Glossophaga soricina* fueron las dominantes. En el Parque Ecológico Ciudad Nueva las especies más abundantes fueron *Artibeus jamaicensis*, *Sturnira lilium* y *Artibeus lituratus*, este fue el sitio con menor éxito de captura ($n=40$). En el bosque de la Brigada Militar Mariscal Zavala la especies con mayor rango de abundancia fueron *Sturnira lilium*, *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus lituratus* (figura no. 3).

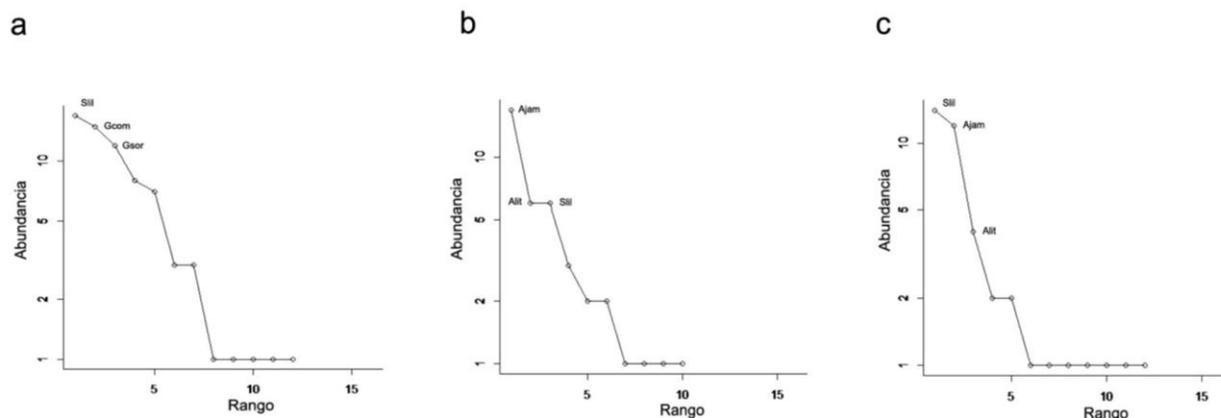


Figura no. 3 Curvas rango abundancia de tres bosque de la ciudad de Guatemala. a. Cayalá; b. Ciudad Nueva; c. Mariscal Zavala.

Slii=Stumira lilium; Gcom=Glossophaga commissarisi; Gsor=Glossophaga soricina; Ajam=Artibeus jamaicensis; Alit=Artibeus lituratus.

7.3 Comparación entre sitios

El mayor grado de similitud fue entre el Parque Ecológico y Deportivo Cayalá y el Parque Ecológico de Ciudad Nueva. El bosque de la Brigada Militar Mariscal Zavala mostró menor grado de semejanza en relación a los otros dos bosques (cuadro no. 3).

Cuadro no. 3: Comparación entre sitios-Índice de similitud de Jaccard

Sitios	Coefficiente de similitud de Jaccard
Cayalá vs. Ciudad Nueva	0.833333
Cayalá vs. Mariscal Zavala	0.411765
Ciudad Nueva vs. Mariscal Zavala	0.466667

7.4 Semillas dispersadas

De los 151 individuos capturados, solo 73 (48%) excretaron. De estas, 51 (70%) contenían restos de semillas. Las 51 excretas se obtuvieron de 8 especies de murciélagos (cuadro no. 4).

Los murciélagos frugívoros capturados en los bosques de la ciudad de Guatemala, dispersaron un total de 16 especies de plantas, pertenecientes principalmente a las familias Piperaceae, Moraceae y Solanaceae (cuadro no. 4, anexos no. 3, 4 y 5). De las 16 especies, solo 3 se identificaron hasta la categoría de especie, 7 hasta género y 6 especies no pudieron ser identificadas (Cuadro no. 4). En el cuadro no. 4 se muestra la cantidad de individuos capturados por especie y las especies de plantas asociadas.

Cuadro no. 4: Número de individuos por especie y plantas dispersadas en bosques de la Ciudad de Guatemala.

Planta	Ageo	Ajam	Alit	Apha	Asp.	Gcom	Gsp.	Slil	Total
Piperaceae									
<i>Piper martensianum</i> C. DC.							1	2	3
<i>Piper umbellatum</i> L.								3	3
Moraceae									
<i>Ficus</i> sp1		3	1	1				2	7
<i>Ficus</i> sp.2		1	1		1				3
<i>Ficus</i> sp.3		1							1
<i>Ficus</i> sp4		1							1
Solanaceae									
<i>Solanum umbellatum</i> Mill.		5	4					15	24
<i>Solanum</i> sp.1	1	1				3			5
<i>Solanum</i> sp.2		1	1						2
<i>Solanum</i> sp.3		1							1
Desconocida									
Desconocida 1								1	1
Desconocida 2		1							1
Desconocida 3							1		1
Desconocida 4								1	1
Desconocida 5								1	1
Desconocida 6								1	1
Total	1	15	7	1	1	3	2	26	56

Ageo=Anoura geoffroy; Ajam=Artibeus jamaicensis; Alit=Artibeus lituratus; Apha=Artibeus phaeotis; Asp.=Artibeus sp.; Gcom=Glossphaga commissarisi; Gsp.=Glossphaga sp.; Slil=Sturnira lilium.

7.5 Importancia del dispersor

Para calcular el índice de importancia del dispersor (IID), se incluyeron los murciélagos en los que se encontró semillas enteras o restos de las mismas (cuadro no. 5). El dispersor más importante en toda el área de estudio fue *Sturnira lilium* (IID = 2.23), seguido por *Artibeus jamaicensis* (IID = 1.20) y *Artibeus lituratus* (IID = 0.26).

Cuadro no. 5: Importancia de cada especie de murciélago en la dispersión de semillas –Índice de importancia del dispersor-

Dispersor	No. capturas	No. muestras fecales	IID
<i>Anoura geoffroyi</i>	2	1	0.0050
<i>Artibeus jamaicensis</i>	37	13	1.2092
<i>Artibeus lituratus</i>	17	6	0.2564
<i>Artibeus phaeotis</i>	2	1	0.0050
<i>Artibeus sp.</i>	2	1	0.0050
<i>Glossophaga commissarisi</i>	19	3	0.1433
<i>Glossophaga sp.</i>	6	2	0.0302
<i>Sturnira lilium</i>	37	24	2.2323

7.6 Viabilidad de las semillas dispersadas

Para la prueba de viabilidad se seleccionaron las muestras que contenían como mínimo 10 semillas. De las 51 excretas con presencia de semillas, 22% (n=11) se utilizaron en las pruebas de viabilidad (Cuadro no. 6). En 10 de las muestras se registró por lo menos una semilla viable. Los porcentajes de germinación más altos se observaron en *Piper martensianum* C. DC. y una especie perteneciente al género *Ficus* L. (anexo no. 6). Por el contrario, el porcentaje de germinación más bajo se obtuvo en una muestra que no pudo ser identificada.

Cuadro no. 6: Prueba de viabilidad de las muestras con mayor cantidad de semillas.

Especie	% de germinación	Asociada a
<i>Solanum umbellatum</i> Mill	54.0	<i>Artibeus jamaicensis</i>
<i>Solanum umbellatum</i> Mill	62.0	<i>Sturnira lilium</i>
<i>Solanum umbellatum</i> Mill	44.0	<i>Sturnira lilium</i>
<i>Solanum umbellatum</i> Mill	0.0*	<i>Artibeus jamaicensis</i>
<i>Piper martensianum</i> C. DC.	100.0	<i>Sturnira lilium</i>
<i>Piper umbellatum</i> L.	86.0	<i>Sturnira lilium</i>
<i>Piper umbellatum</i> L.	40.0	<i>Sturnira lilium</i>
<i>Ficus</i> sp1	93.3	<i>Artibeus phaeotis</i>
<i>Ficus</i> sp.2	100.0	<i>Artibeus sp.</i>
no identificada	2.0	<i>Sturnira lilium</i>
<i>Ficus</i> sp1	66.7	<i>Artibeus lituratus</i>

* contaminación por hongos

8. Discusión

8.1 Comunidad de murciélagos

La comunidad de murciélagos en 3 bosques de la ciudad de Guatemala estuvo representada por 16 especies (cuadro no. 1). En 2 de los sitios se capturó el mismo número de especies, sin embargo las especies no coinciden. El menor número de especies se registró en el Parque Ecológico Ciudad Nueva; esto podría ser resultado de la dificultad del área para llevar a cabo el muestreo, pues en la mayor parte del terreno la pendiente es muy elevada, lo cual hace difícil el acceso. Para los bosques periurbanos de la ciudad de Guatemala, Trujillo y colaboradores (2014) registraron 21 especies de murciélagos, utilizando además de redes para la captura, la detección acústica. La diferencia en cuanto al número de especies registradas puede deberse principalmente a la utilización de detectores acústicos en el estudio en mención. Esta combinación en la utilización de ambos métodos puede incrementar los inventarios de especies hasta en un 40% (Pech-Canche *et al.*, 2010, p. 225).

El gremio de murciélagos frugívoros es el más abundante en los bosques de la ciudad de Guatemala y está dominado por la especie *Artibeus jamaicensis*, *Sturnira lilium* y *Artibeus lituratus* (cuadro no. 2). Estos murciélagos estuvieron presentes en las 3 áreas de estudio, sin embargo, se evidenciaron cambios en la abundancia de estos en los distintos sitios de muestreo.

El murciélago más abundante del área de estudio fue *Sturnira lilium*. Este es un murciélago frugívoro que no es particularmente sensible a disturbios y generalmente se encuentra solo o en pequeños grupos de individuos (Fenton *et al.*, 2000, p. 731). Además *S. lilium* tiene preferencia de forrajeo en sitios abiertos y con especies vegetales características de zonas con algún grado de perturbación (Olea-Wagner, Lorenz, Naranjo, Ortíz, & León-Paniagua, 2007, p. 196).

La dominancia del gremio de murciélagos frugívoros observada en los bosques de la ciudad de Guatemala, concuerda con la dominancia de murciélagos documentada para otras zonas urbanas en distintos países. Los murciélagos de la subfamilia Sternodermatinae han resultado ser los más abundantes en áreas con alto grado de urbanización (Ballesteros y Racero-Casarrubia, 2012, pp. 3195-3196; Esbérard, *et al.*, 2014, pp. 68; Oprea, 2007, p. 11). En el área de estudio las tres especies de murciélagos más abundantes pertenecen a esta subfamilia.

En el Parque Ecológico y Deportivo Cayalá, dos de los tres murciélagos más abundantes pertenecen al género *Glossophaga* (figura no. 3). Estos murciélagos son frugívoros estacionales y *Glossophaga commissarisi* en algunas épocas del año puede llegar a ser eminentemente frugívoro. El consumo de unos pocos frutos durante la noche puede suplir las necesidades energéticas de *Glossophaga* en

comparación con cientos de flores visitadas durante una sola noche para el mismo propósito. En contraste con el néctar, los frutos pueden estar disponibles a lo largo de todo el año y brindar una fuente de proteína para estos murciélagos (Kelm, y otros, 2008, pp. 991, 994). La vegetación del Parque Cayalá no ofrece un recurso floral alto, pues se observó que la composición del sotobosque fue altamente variable a lo largo del muestreo. Esta área está altamente sometida a presiones sociales, cambio de uso del suelo y configuración del paisaje (construcción de edificaciones principalmente), esto hace que el recurso alimenticio más estable sea el que proveen los árboles y arbustos del Parque.

Los bosques más similares entre sí en cuanto a la composición de murciélagos son el Parque Ecológico y Deportivo Cayalá y el Parque Ecológico Ciudad Nueva. El bosque de la Brigada Militar Mariscal Zavala (BMMZ) mostró menor grado de semejanza en relación a los otros dos bosques (cuadro no. 3). En este último la composición del bosque incluye árboles de los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Alnus* y *Cupressus*, el sotobosque es de escasas hierbas y abundante hojarasca de *Pinus*.

Los murciélagos phyllostomidos pueden servir como indicadores de la disrupción del hábitat o estados conservados del bosque (Fenton, y otros, 1992, p. 445). Especies como *Centurio senex* (subfamilia Sternodermatinae) y *Micronycteris microtis* (Phyllostominae) fueron capturadas únicamente en el bosque de la BMMZ, lo cual podría indicar que este bosque está en mejor estado de conservación que los otros bosques en estudio. Sin embargo, la presencia de *Desmodus rotundus* -el cual fue capturado en ese bosque- es tomada como indicador negativo, pues generalmente se encuentra en lugares perturbados (Fenton, y otros, 1992,p. 445).

8.2 Dispersión de semillas

Las plantas dispersadas por murciélagos en los bosques de la ciudad de Guatemala corresponden a 16 especies, entre las cuales, las más consumidas pertenecen a los géneros *Ficus* L., *Piper* L. y *Solanum* L. Con lo anterior se confirmó la hipótesis planteada en este estudio (cuadro no. 4).

Las especies de murciélagos más importantes como dispersores de semillas fueron *Sturnira lilium* seguido por *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus lituratus* (cuadro no.6). Estas 3 especies de murciélagos logran dispersar 15 de las 16 especies de plantas documentadas en el estudio. Lo anterior indica que por lo menos 15 especies de plantas tienen el potencial de ser dispersadas en los bosques de la ciudad de Guatemala por estas tres especies de murciélagos.

La mayor cantidad de semillas dispersadas por un solo individuo (más de 50 semillas por excreta) fueron de *Piper umbellatum* L. Los porcentajes de germinación más altos se observaron en *Piper martensianum* C. DC. y una especie perteneciente al género *Ficus* L. Por el contrario, el porcentaje

de germinación más bajo se obtuvo en una muestra que no pudo ser identificada (cuadro no. 5). Algunas semillas alcanzaron el 100% de germinación, por lo que se podría decir que el paso por el tracto digestivo de los murciélagos frugívoros no causa daño en la semilla.

Las semillas de los géneros *Ficus* L. y *Solanum* L. fueron las más frecuentes y diversas en las excretas de los murciélagos (cuadro no. 3). La especie de planta dispersada por más especies de murciélagos pertenece al género *Ficus* (Familia Moraceae, cuadro no. 4). Fueron 5 las especies de murciélagos que dispersaron semillas de 4 especies de *Ficus*. Las semillas del género *Solanum* (Familia Solanaceae) también fueron dispersadas por 5 especies de murciélagos. En general las semillas de *Solanum umbellatum* Mill. fueron las más frecuentes en las excretas de los murciélagos frugívoros. *S. umbellatum* es un arbusto de amplia distribución (desde México hasta Colombia), en Guatemala se le puede encontrar en un rango altitudinal que va desde 165 a 1600 msnm. Este arbusto crece en claros de bosque, orillas de caminos y en algunas ocasiones cerca de ríos, generalmente está asociada a hábitats tempranos de sucesión vegetal, su floración puede abarcar de marzo a noviembre (Nee, 1993, p. 147; Gentry, 1974, p. 143), *S. umbellatum* brindó una fuente de alimento para los murciélagos durante cinco de los ocho meses de muestreo, lo que evidencia su importancia en la dieta de los murciélagos frugívoros en la ciudad de Guatemala.

La dispersión de semillas de *S. umbellatum* por murciélagos frugívoros también ha sido documentada en otras áreas de Guatemala. En el Biotopo Universitario Chocón Machacas (BUCM) *S. umbellatum* fue el elemento de la dieta principal para *S. lilium* (Kraker, 2008, p. 29). Ávila y colaboradores evidenciaron que *Solanum umbellatum* forma parte de la dieta de ocho especies de murciélagos frugívoros en la ecorregión Lachuá, así como distintas especies de los géneros *Ficus* y *Piper* (Ávila *et al.*, 2005, p. 25; Galindo, 1998, p. 20).

El murciélago *Sturnira lilium* dispersó principalmente semillas de *S. umbellatum* en los bosques de la ciudad de Guatemala durante el muestreo. Puesto que *S. lilium* se alimenta principalmente de Solanáceas, probablemente esta interacción le da soporte a la vegetación pionera rica en dichas plantas, pues las semillas de estas plantas están siendo dispersadas en los distintos sitios. La dispersión de semillas de Solanáceas por murciélagos frugívoros puede iniciar los primeros estadios de sucesión después de disturbios forestales (Iudica & Bonaccorso, 1997, p. 6). También forman parte del grupo de plantas dispersadas por *S. lilium* las 2 especies del género *Piper* (Familia Piperaceae) que se documentaron.

Los murciélagos frugívoros juegan un papel importante en el mantenimiento de la vegetación en la Ciudad de Guatemala. El aprovisionamiento de servicios ecosistémicos por parte de la vegetación de

los bosques de la ciudad, mejoran la calidad de vida de los ciudadanos. Además de los servicios ecosistémicos de regulación que provee la vegetación de los bosques urbanos (purificación de aire, captación de agua, etc.) permite la apertura de nuevos espacios para recreación y convivencia, a través de la creación de parques ecológicos.

9. Conclusiones

- El gremio de murciélagos frugívoros es el más abundante en los bosques de la ciudad de Guatemala.
- El gremio de murciélagos frugívoros está dominado por las especies *Artibeus jamaicensis*, *Sturnira lilium* y *Artibeus lituratus* los bosques de la ciudad de Guatemala.
- Las plantas dispersadas por murciélagos frugívoros en los bosques de la ciudad de Guatemala corresponden a 16 especies.
- Los géneros de plantas mayormente consumidos por murciélagos frugívoros en los bosques de la ciudad de Guatemala son *Ficus* L., *Piper* L. y *Solanum* L.
- Las especies de murciélagos más importantes como dispersores de semillas en los bosques de la ciudad de Guatemala son *Sturnira lilium* seguido por *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus lituratus*.
- El paso de las semillas por el tracto digestivo de murciélagos aparentemente no afectó la viabilidad de las semillas evaluadas.
- La especie de planta dispersada por más especies de murciélagos pertenece al género *Ficus* L. (Familia Moraceae).

10. Recomendaciones

- Aumentar el esfuerzo de muestreo para lograr una mejor aproximación a la diversidad de murciélagos de la Ciudad de Guatemala.
- Realizar más colectas de vegetación en las distintas épocas del año para la elaboración de colecciones de referencia.
- Realizar pruebas de germinación comparativa entre semillas que han pasado por el tracto digestivo de murciélagos y semillas que no han pasado por el tracto digestivo de murciélagos.

11. Referencias

- Ávila, R., Cajas, J., Grajeda, A., Machuca, O. y Benítez, L. (2005). *Aves y murciélagos como dispersores de semillas en tres etapas Sucesionales de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación -DIGI-.
- Ballesteros, J. y Racero-Casarrubia, J. (2012). Murciélagos del área urbana en la ciudad de Montería, Córdoba, Colombia. *Rev. MVZ Córdoba* 17(3): 3193-3199.
- Chapman, C y Chapman, L. (1995). Survival without dispersers: Seedling recruitment under parents. *Conservation Biology*, 5(3), 675-678.
- Charles Dominique, P. (1986). *Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: Cecropia, birds and bats in the French Guyana* (pp. 119-135). En: Estrada y Fleming (Ed.). *Frugivores and seed dispersal*. Junk Publisher.
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Elsevier* 68: 129-138.
- Corlett, R. (2005). Interactions between birds, fruit bats and exotic plants in urban Hong Kong, South China. *Urban Ecosystems* 8: 275-283.
- Esbérard, C., Luz, J., Costa, L. y Bergallo, H. (2014). Bats (Mammalia, Chiroptera) of an urban park in the metropolitan area of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Série zoological Porto Alegre*, 104(1): 59-69.
- Fenner, M. & Thompson, K. (2005). *The Ecology of Seeds*. USA: Cambridge University Press.
- Fenton, M., Acharya, L., Audet, D., Hickey, C., Merriam, M., Obrist, K. Syme, D. (1992). Phyllostomid Bats (Chiroptera:Phyllostomidae) as Indicators of Habitat Disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24(3): 440-446.
- Fenton, M., Vonhof, M., Bouchard, S., Gil, S., Johnston, D., Reid, F., Riskin, D., Standing, L., *et al.* (2000). Roosts Used by *Sturnira lilium* (Chirptera: Phyllostomidae) in Belize. *Biotropica*, 32(4), 729-733.
- Forman, R. (2014). *Urban ecology*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Galindo-González, J. (1998). Dispersión de semillas por murciélagos: Su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73, 57 - 74.

- Galindo-González, J., Guevara, S. & Sosa, V J. (2000). Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical forest. *Conservation biology*, 14(6), 1693-1703.
- Gehrt, S. & Chelsvig, J. E. (2004). Species-specific patterns of bat activity in an urban landscape. *Ecology Society of America*, 14(2), 625-635.
- Gentry, J. & Standley, P. (1974). Solanaceae. In Standley, P. y Steyermark, J. *Flora of Guatemala 1941-1976*. Fieldiana, Botany. Volumen 24, Chicago Natural History Museum, Chicago.
- Gurrusquieta, M. (2014). Dieta de murciélagos frugívoros de la áreas verdes de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, México. Universidad autónoma de Morelos, México. *I Congreso latinoamericano y del Caribe de Murciélagos*. Libro de resúmenes.
- Hodgkison, R., Balding, S. T., Zubaid, A y Kunz, T. (2003). Fruit bats (Chiroptera: Pteropodidae) as seed dispersers and pollinators in a lowland Malaysian rain forest. *Biotrópica*. 35(4), 491-502.
- Iudica, C. y Bonaccorso, F. (1997). Feeding of the bat, *Sturnira lilium*, on fruits of *Solanum riparium* Influences dispersal of this pioneer tree in forests of northwestern Argentina. *Stud Neotrop Fauna & Environm.* 32: 4-6.
- Jung, K. y Threlfall, C. (2016). *Urbanization and its effects on bats – A global meta-analysis*. In Voigt, C & Kinston, T. (Ed.) *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* (pp. 13-33). New York: Springer.
- Kelm, D., Schaer, J., Ortmann, S., Gudrun, W., Speakman, J. & Voigt, C. (2008). Efficiency of facultative frugivory quality of fruits as an alternative food source. *J Comp Physiol B*, 178:985.996.
- Kraker, C. (2008). Comparación de nicho entre dos especies simpátricas de murciélagos del género *Carollia* (Mammalia: Chiroptera) en Guatemala. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 56 pp.
- Kunz, T. & Brock, C. (1957). A comparison of mist nets and ultrasonic detectors for monitoring flight activity of bats. *Journal of mammalogy*, 54(4), 907-910.
- Lesinski, E. & Kowalski, M. (2000). Foraging areas and relative density of bats (Chiroptera) in differently human transformed landscapes. *Z. Säugetierkunde* 65: 129-137.

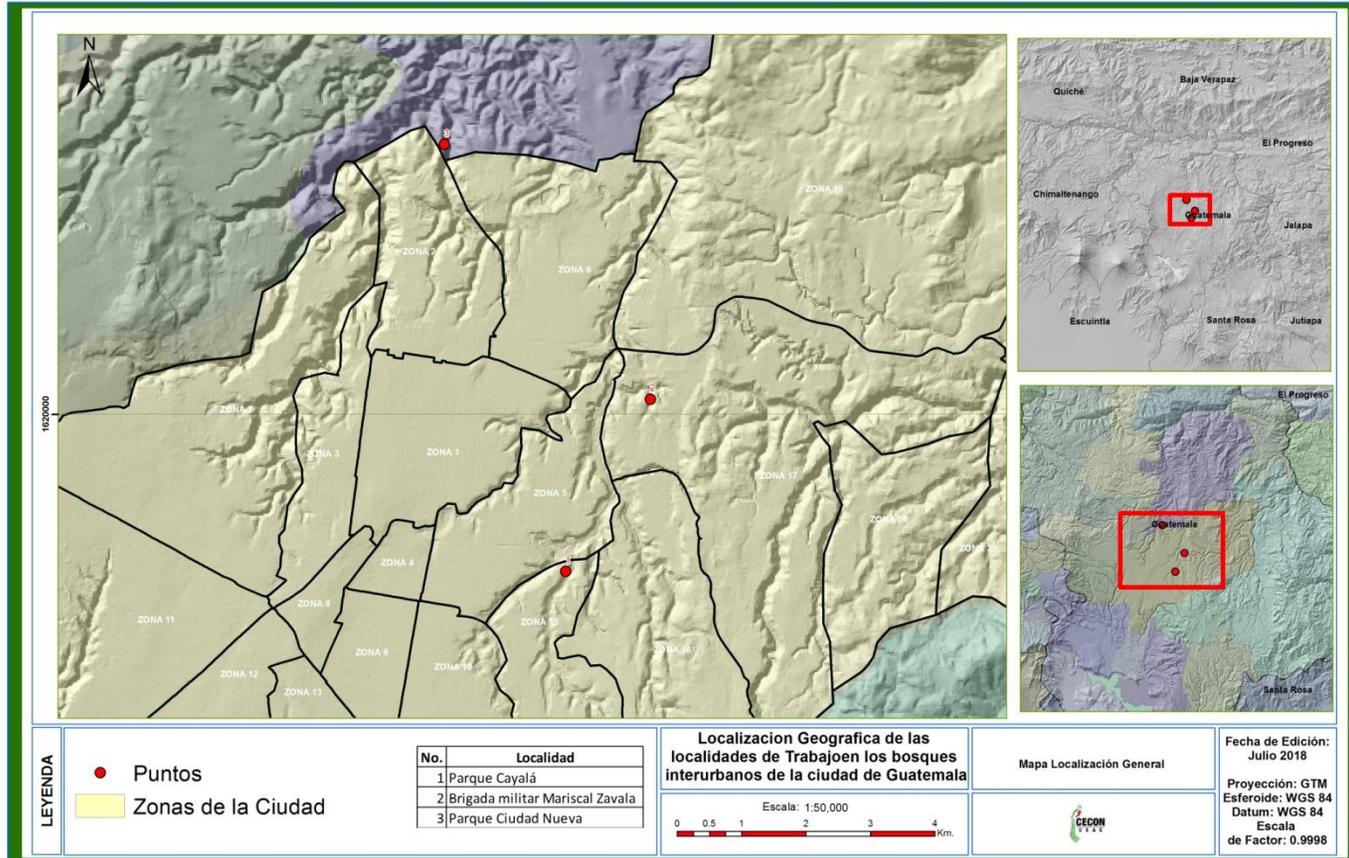
- Loayza, A., Ríos, R., Larrea, D. (2006). Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la estación biológica Tunquini, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 41(1), 7-23.
- López, J. y Vaughan, C. (2004). Observations on the role of frugivorous bats as seed disperser in Costa Rican secondary humid forests. *Acta Chiropterologica*, 6(1), 111-119.
- Lou, S. (2007). *Dinámica de dispersión de murciélagos frugívoros en el paisaje fragmentado del Biotopo Chocón Machacas, Livingston, Izabal*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Secretaria Nacional de ciencia y tecnología-SENACYT- Centro de Estudios Conservacionistas-CECON-.
- Lou, S. y Yurrita, C. (2005). Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Petén, Guatemala. *Acta zoológica mexicana*, 21(1), 83-94.
- Lucas, M., Gándara, J. y Linares, F. (2003). Asentamientos precarios en la ciudad de Guatemala. *Momento*, 18(6), 1-10.
- McDonell, M. y Hahs, A. (2013). The future of urban biodiversity research: Moving beyond the low-hanging fruit. *Urban ecosystem*. 1-13.
- Medellin, R. A. 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, O. (2008). *Identificación de los murciélagos de México*. Clave de Campo. Instituto de Ecología UNAM. México D.F.
- Meli, P. (2003). Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia* 28(10), 581-589.
- Muscarrella y Fleming. (2007). *Rol de los murciélagos frugívoros en la sucesión vegetal de los bosques tropicales*. Departamento de Biología. Universidad de Miami. Coral Gables, Florida, USA. 1-18 pp.
- Nee, M. (1993). Solanaceae. Flora de Veracruz. Instituto de ecología 72: 147-148.
- Olea, 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(1), 191-200.
- Ortiz Pulido, R., Laborde, J. y Guevara, S. (2000). Frugivoría por aves en un paisaje fragmentado: Consecuencias en la dispersión de semillas. *Biotropica*, 32(3), 473-488.

- Oprea, M. (2007). Urban bats of Brazil: How bats survive when cities invade the forest. *Bats* 25(3), 9-11.
- Pech-Canche, Juan M.; MacSwiney G., Cristina; Estrella, Erendira. (2010). Importancia de los detectores ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos Neotropicales. *Therya*, 1,(3), 221-227.
- Pérez, C. (2009). Estructura geológica del valle de la ciudad de Guatemala interpretada mediante un modelo de cuenca por distensión. *Geológica de América Central*. 41, 71-78.
- Pickett, S., Cadenasso, M., Grove, J., Boone, C., Groffman, P., Irwin, E., Kaushal, S., Marshall, V., et al. (2011). Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of environmental management*. 92: 331-362.
- Ramírez, M., Monteque, I. y Morales, M. (2003). Origen y desarrollo de los barrios, cantones y colonias de Guatemala en el siglo XX (1917-1999). Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala, pp. 139.
- Reid, F. (2009). *A field guide to the mammals of Central America & Southeast Mexico*. Oxford University Press. New York, USA.
- Smith, D. y Gehrt, S. (2010). Bat response to woodland restoration within urban forest fragments. *Restoration Ecology* 18:8(6), 914-923.
- Standley, P. C. y Steyermark, J. A. (1946). Solanaceae. Flora of Guatemala. *Field. Bot.* 24(10): 97-103.
- Stiles, E. (2000). Animal as seed disperser. In Fenner, M. (Ed.). *Seed: The ecology of regeneration in plant communities* (pp. 111-124). University of Southampton, UK: CABI Publishing.
- TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity- (2011). *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*. Disponible en: www.teebweb.org
- Trujillo, L. (2013). *Análisis de nicho trófico de la comunidad de murciélagos (mammalia: Chiroptera) del Parque Nacional Laguna Lachuá: Un enfoque ecomorfológico*. Tesis de licenciatura. Facultad de ciencias químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 86 pp.
- Trujillo, L., Barahona, R. y Kraker, C. (2014). Murciélagos de los bosques interurbanos de la ciudad de Guatemala. Programa para la conservación de murciélagos de Guatemala – BCI-RELCOM. pp. 33

Willson, M. F. & Traveset, A. (2000). The Ecology of Seed Dispersal. In Fenner, M. (Ed.). *Seed: The ecology of regeneration in plant communities* (pp. 85-110). University of Southampton, UK: CABI Publishing.

Anexos

No. 1 Área de estudio

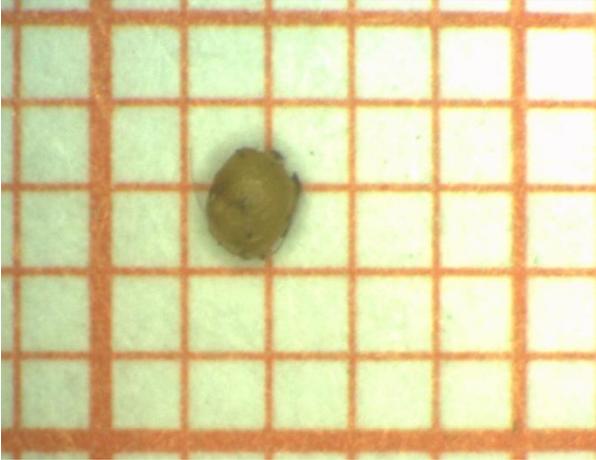


Fuente: Cecon, 2018

No. 2 Captura e identificación de murciélagos



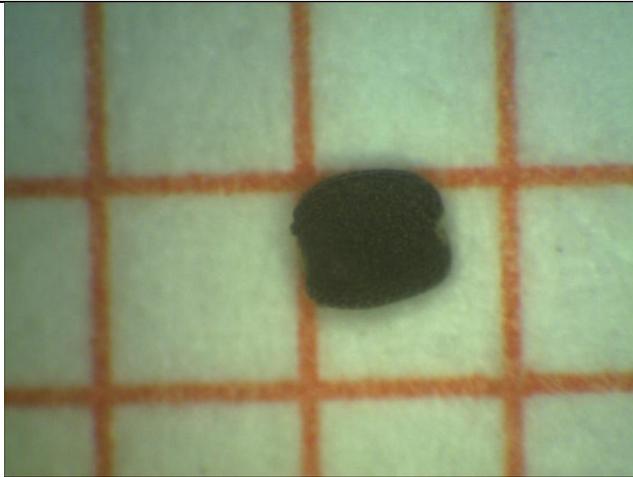
No. 3 Identificación de semillas dispersadas en el Parque ecológico Cayalá

Semillas en excretas	Murciélago asociado
 <p data-bbox="435 1793 560 1822"><i>Ficus sp. A</i></p>	<p data-bbox="1062 1297 1317 1327">Murciélago asociado</p> <p data-bbox="1084 1335 1294 1365"><i>Artibeus phaeotis</i></p>



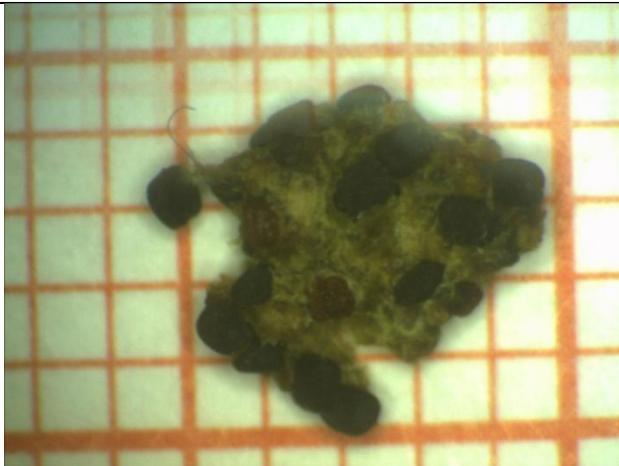
Ficus sp. A

Artibeus phaeotis



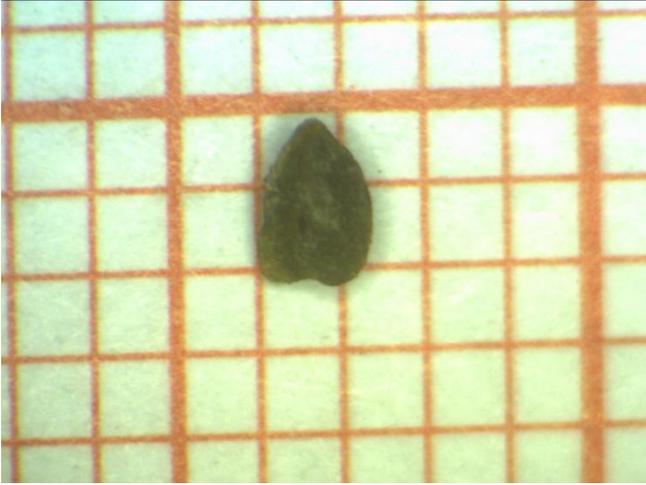
Piper umbellatum

Sturnira lilium



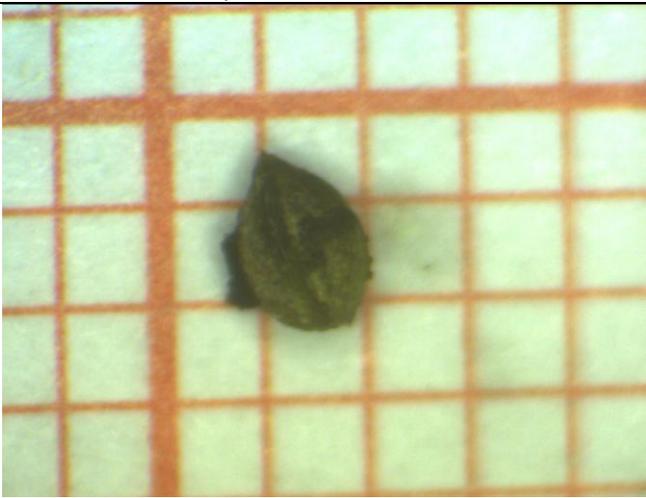
Piper umbellatum

Sturnira lilium



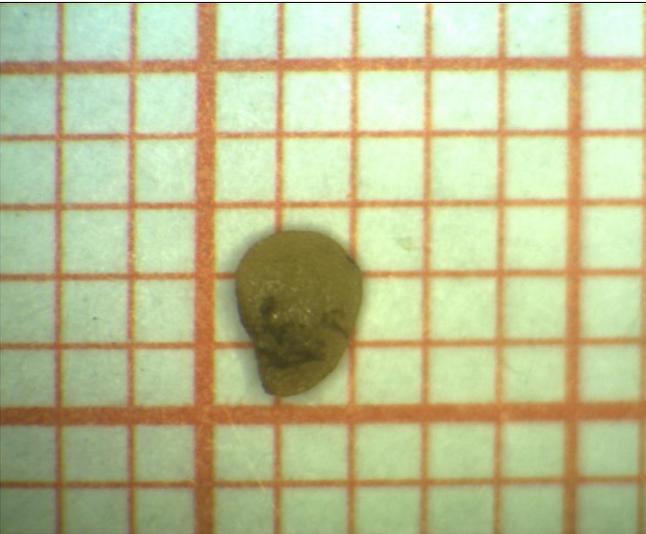
Piper martensianum

Glossophaga sp.



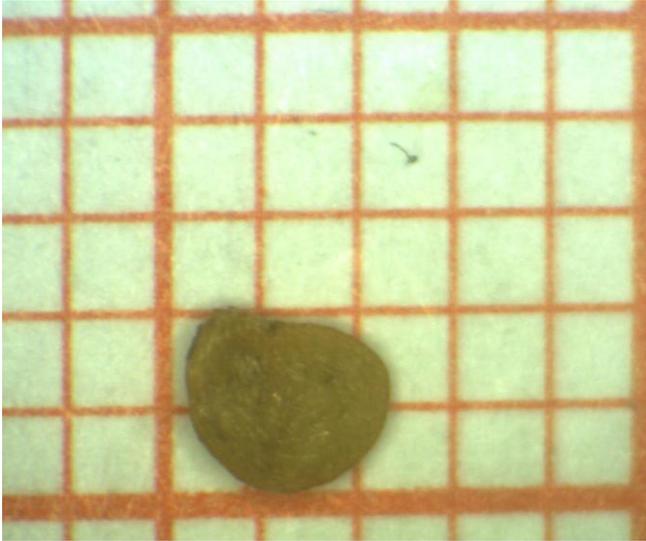
Piper martensianum

Glossophaga sp.



Solanum sp.

Artibeus jamaicensis



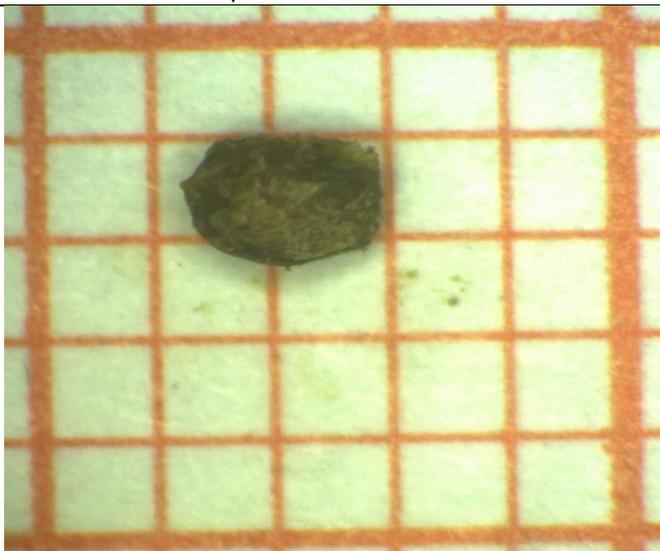
Solanum sp.

Artibeus jamaicensis



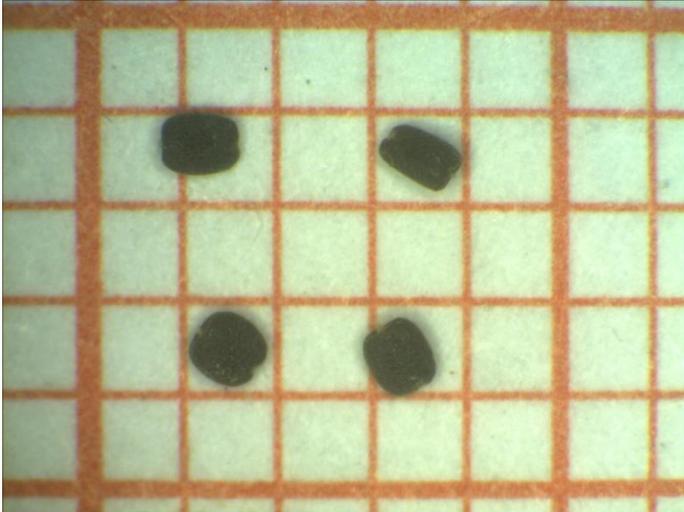
Piper martensianum

Sturnira lilium



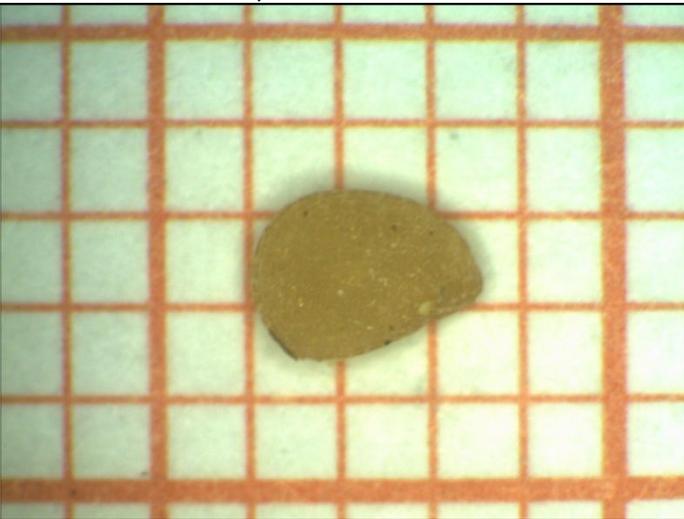
Piper martensianum

Sturnira lilium



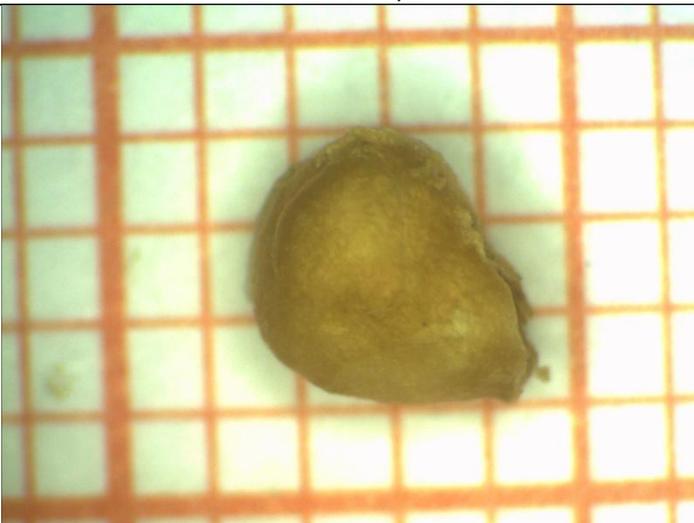
Piper umbellatum

Sturnira lilium



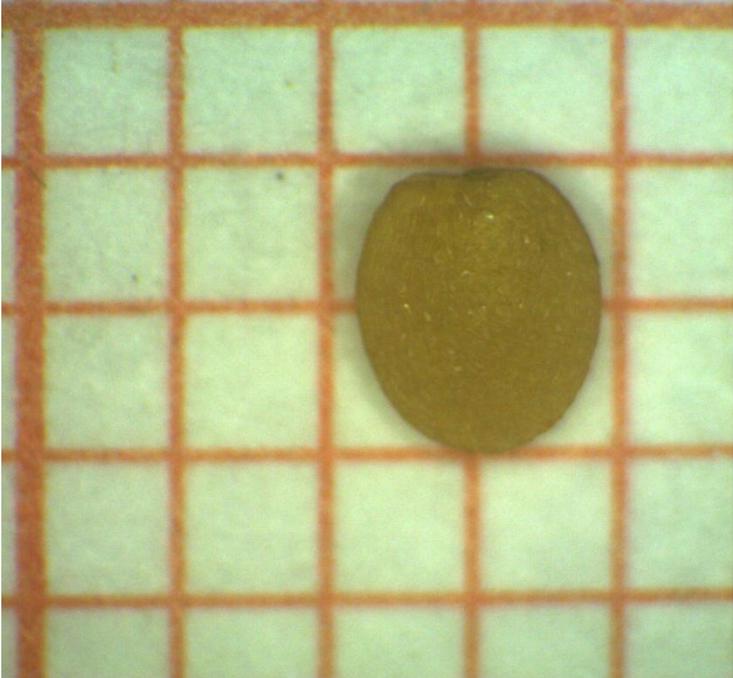
Solanum sp.

Sturnira lilium

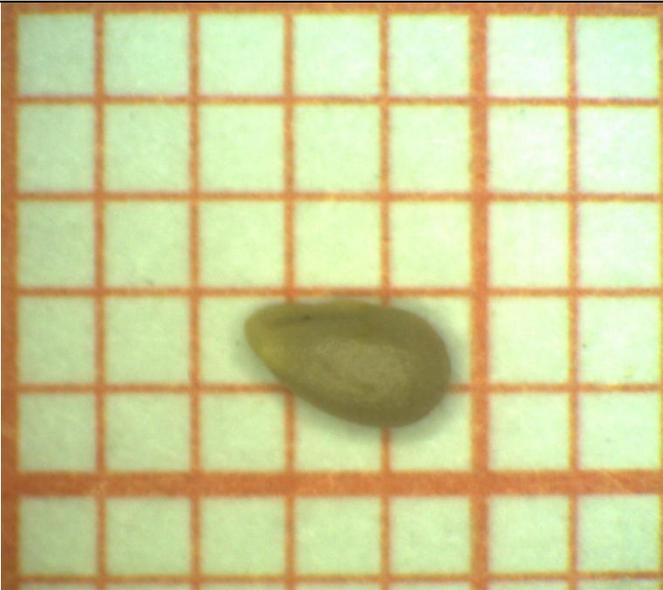


Desconocida 1

Artibeus jamaicensis

	<p><i>Sturnira lilium</i></p>
<p><i>Solanum umbellatum</i></p>	

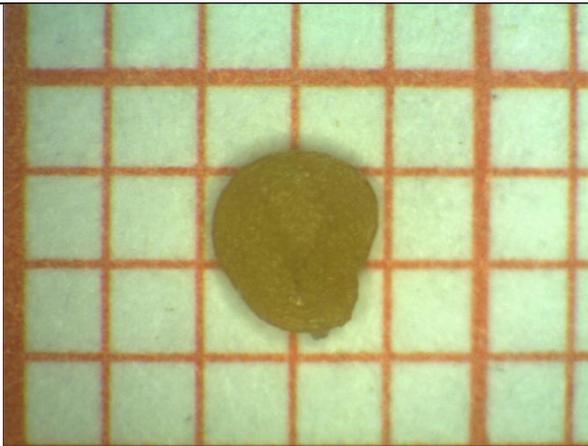
No. 4 Identificación de semillas dispersadas en el Parque ecológico Ciudad Nueva

Semillas en excretas	Murciélago asociado
 <p><i>Ficus sp. 2</i></p>	<p><i>Artibeus sp.</i></p>



Desconocida

Glossophaga sp.



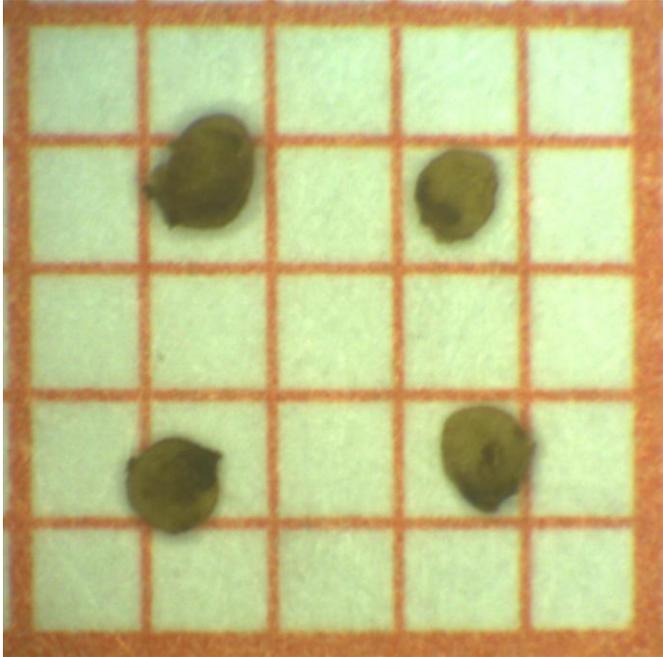
Solanum umbellatum

Sturnira liliun



Ficus sp1

Sturnira liliun



Solanum sp.

Artibeus jamaicensis



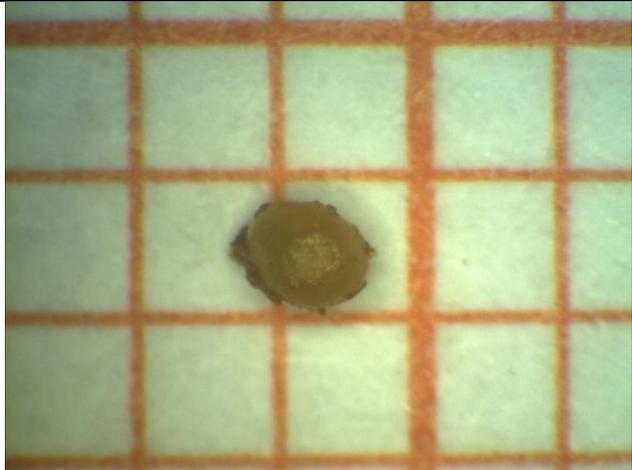
Ficus sp.

Artibeus jamaicensis



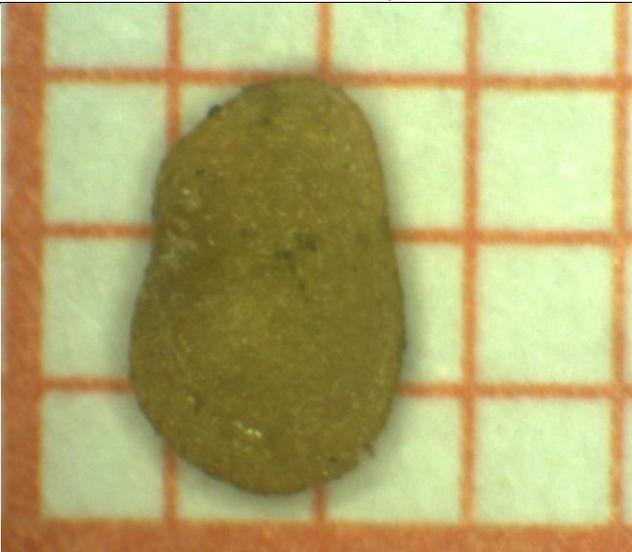
Ficus sp2

Artibeus jamaicensis



Ficus sp1

Artibeus jamaicensis

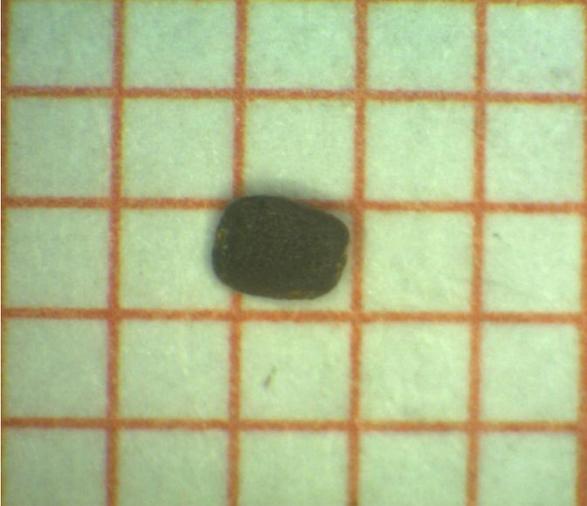


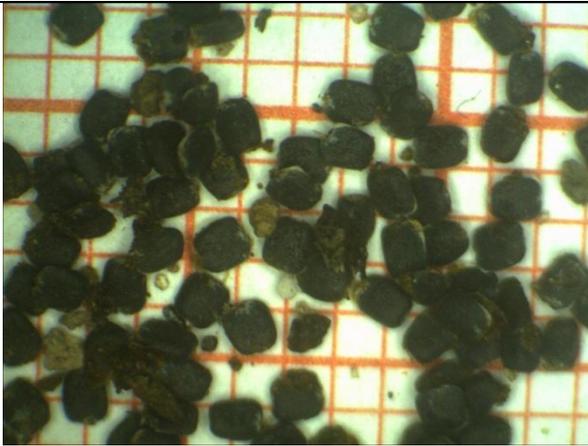
Solanum sp.2

Artibeus jamaicensis

 <p data-bbox="516 667 678 699"><i>Solanum sp.3</i></p>	<p data-bbox="1089 191 1338 222"><i>Artibeus jamaicensis</i></p>
--	--

No. 5 Identificación de semillas dispersadas en la Brigada Militar Mariscal Zavala

Semillas en excretas	Murciélago asociado
 <p data-bbox="542 1304 662 1335"><i>Ficus sp.3</i></p>	<p data-bbox="1166 850 1414 882"><i>Artibeus jamaicensis</i></p>
 <p data-bbox="500 1850 704 1881"><i>Piper umbelatum</i></p>	<p data-bbox="1203 1344 1377 1375"><i>Sturnira liliium</i></p>



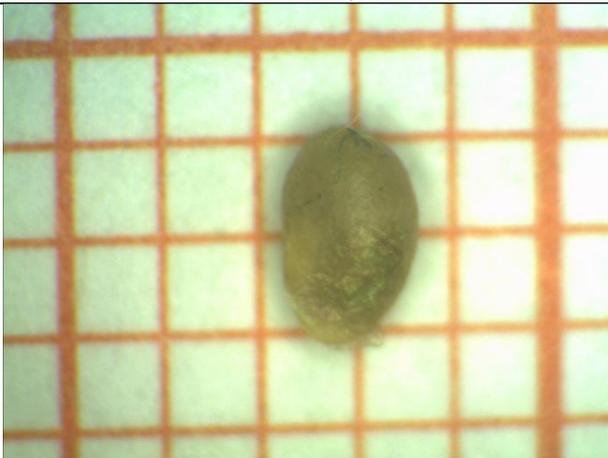
Piper umbelatum

Sturnira lilium



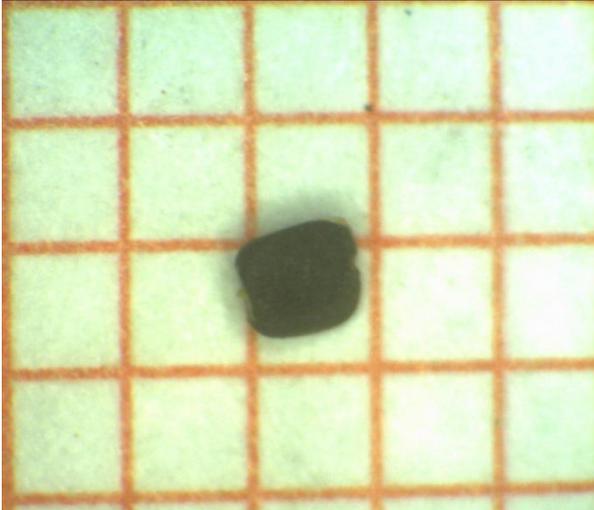
Solanum sp.2

Artibeus lituratus



Ficus sp2

Artibeus lituratus



Piper umbellatum

Sturnira lilium



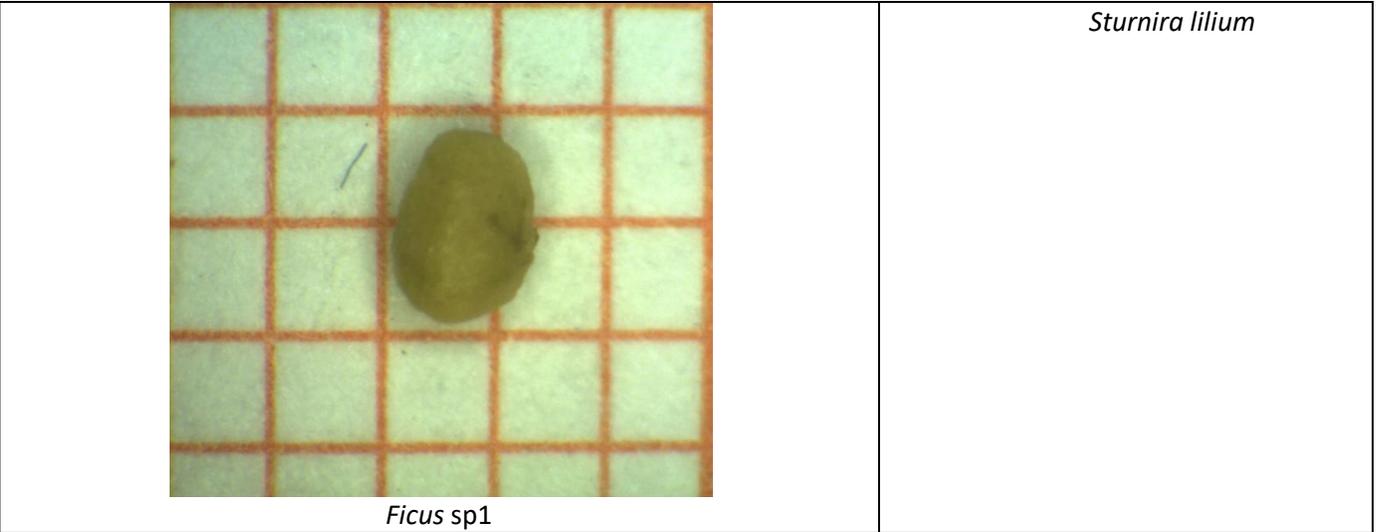
Solanum umbellatum

Sturnira lilium



Ficus sp.4

Artibeus jamaicensis



Anexo no. 6 Pruebas de germinación



Siembra de semillas



Incubación y observación de semillas



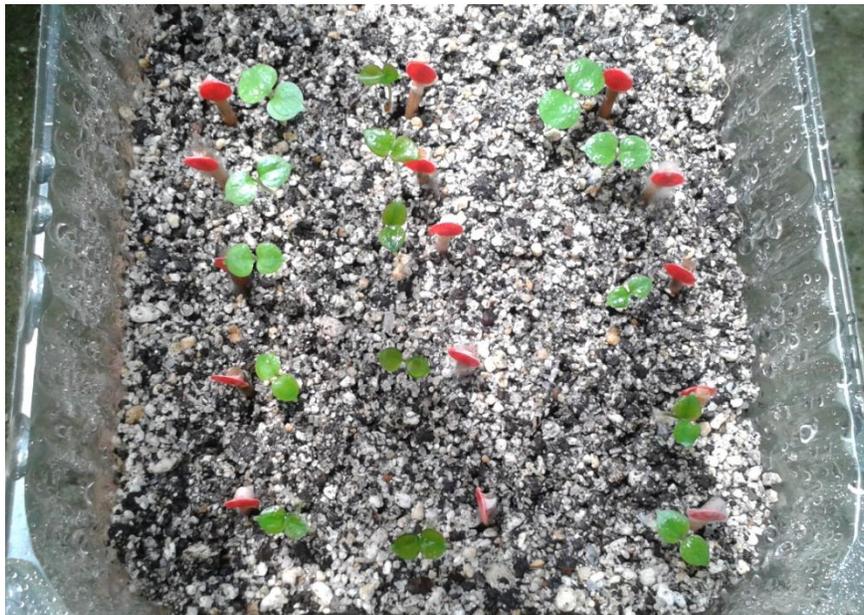
Semilla de *Solanum umbellatum* Mill.



Plántula de *S. umbellatum*



Plántula de S. umbellatum



Plántulas de *Piper marthensianum*

Anexo no. 7 Murciélagos capturados



Centurio senex



Chiroderma salvini



Eptesicus fuscus



Eptesicus furinalis



Desmodus rotundus



Micronycteris microtis



Sturnira lilium



Artibeus jamaicensis



Glossophaga sp.



Artibeus phaeotis

María José Hernández
Estudiante

MSc. Ana Carolina Rosales Zamora de Zea
Asesora

MSc. Javier Antipatro Rivas Romero
Revisor

Lcda. Ana Rosalite Barrios
Directora de la Escuela de Biología

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda
Decano