

## Detección ultrasónica de murciélagos insectívoros en cafetales de La Antigua Guatemala, Guatemala

Kraker, C<sup>1,3</sup> y Pérez, S<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Biología, <sup>2</sup>Museo de Historia Natural, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, <sup>3</sup>Programa para la conservación de Murciélagos de Guatemala

### Resumen

Se estudiaron murciélagos insectívoros en tres cafetales de La Antigua Guatemala, Guatemala. Utilizando el detector Anabat<sup>TM</sup> II se identificaron dos especies (*Eptesicus brasiliensis*, de probable distribución en el país, y *Lasiurus intermedius*) y un género (*Myotis* spp.) de la familia Vespertilionidae, y dos especies (*Cynomops mexicanus*, no registrada en el país, y *Molossus rufus*), un género (*Eumops* spp.) y un sonotipo de la familia Molossidae. Estas especies son por primera ocasión reportadas en el área por medios acústicos. La complementariedad a nivel de familias, géneros y especies es de 100% al comparar la detección ultrasónica con los resultados obtenidos previamente en el área por medio de redes de niebla. La riqueza de especies de murciélagos en los cafetales se incrementa en 87.5%. Los espectrogramas revelan actividad de alimentación de *Molossus*, inferida por la alta tasa de repetición de pulsos en los denominados zumbidos de alimentación. Las dos potenciales especies de *Eumops* están clasificadas en la Lista de Especies Amenazadas (LEA) de Guatemala. Técnicamente es necesario recolectar especímenes de *E. brasiliensis* y *C. mexicanus*, y depositarlos en colecciones científicas, para ser incluidas en el registro de especies del país.

Palabras clave: Chiroptera, Anabat, cafetales, La Antigua Guatemala.

### Ultrasonic detection of insectivorous bats in coffee crops of La Antigua Guatemala, Guatemala

#### Abstract

Insectivorous bats were studied in three coffee crops of La Antigua Guatemala, Guatemala. Using the Anabat<sup>TM</sup> II detector we identified two species (*Eptesicus brasiliensis*, with probable occurrence in the country, and *Lasiurus intermedius*) and one genus (*Myotis* spp.) belonging to the Vespertilionidae family, and two species (*Cynomops mexicanus*, not previously registered in the country, and *Molossus rufus*), one genus (*Eumops* spp.) and one sonotipe belonging to the Molossidae family. These species are reported for the first time in the area by acoustic means. Complementarity is of 100% for families, genus and species when comparing the ultrasonic detection with the results obtained previously in the area through mist nets. The richness of bat species in the coffee crops increases by 87.5%. The spectrograms show evidence of feeding activity of *Molossus*, inferred by the high pulse repetition rate in so-called feeding buzz. The two potential *Eumops* species are classified in the List of Endangered Species of Guatemala. In order to include *E. brasiliensis* and *C. mexicanus* in the species list of the country, collected specimens must be deposited in scientific collections.

Key words: Chiroptera, Anabat, coffee crops, La Antigua Guatemala



## Introducción

En Guatemala los murciélagos insectívoros representan aproximadamente el 58% de las especies, de un total de 95 (MacCarthy & Pérez, 2006), y a pesar de su importancia numérica se encuentran poco representados en los inventarios. Estos murciélagos se caracterizan por utilizar la ecolocalización (emisión de señales, en su mayoría ultrasónicas, para obtener información de los objetos reflejados por el eco) principalmente para orientación espacial y cazar presas (Schnitzler & Kalko, 2001), al grado que algunas especies exhiben firmas vocales. Para el estudio de los murciélagos se han desarrollado métodos de muestreo directos (v. gr. redes de niebla y trampas de arpa) e indirectos (v. gr. detectores ultrasónicos) (Pech *et al.* 2010). Los detectores ultrasónicos permiten registrar especies que utilizan los estratos superiores de la vegetación y que además evaden las trampas convencionales de captura, como las redes de niebla, por medio de la ecolocalización (Pech *et al.* 2010). En general las familias de murciélagos insectívoros son reconocibles por los patrones de la estructura frecuencia-tiempo de sus llamados de ecolocalización, las especies pueden ser separadas por los rangos de los parámetros de sus frecuencias, y además aquellas cercanamente relacionadas tienden a exhibir patrones similares de la estructura de los llamados a distintos rangos de frecuencia (O'Farrell & Miller, 1999; Ochoa *et al.* 2000).

Los estudios de murciélagos que contemplan el muestreo acústico incrementan de una manera considerable la riqueza de especies en sus inventarios (MacSwiney *et al.* 2008). Por ejemplo Pech *et al.* (2010) incrementaron en 40% el listado de especies registradas con redes de niebla y trampas de arpa en un estudio llevado a cabo en Yucatán, México. Un caso más evidente es el estudio de García-García *et al.* (2009) en La Ventosa, México; estos autores trabajaron en una zona muy abierta con vegetación poco densa, en donde la única especie capturada con redes de niebla no fue detectada acústicamente, mientras que cinco especies y dos sonotipos solamente tuvieron registro acústico.

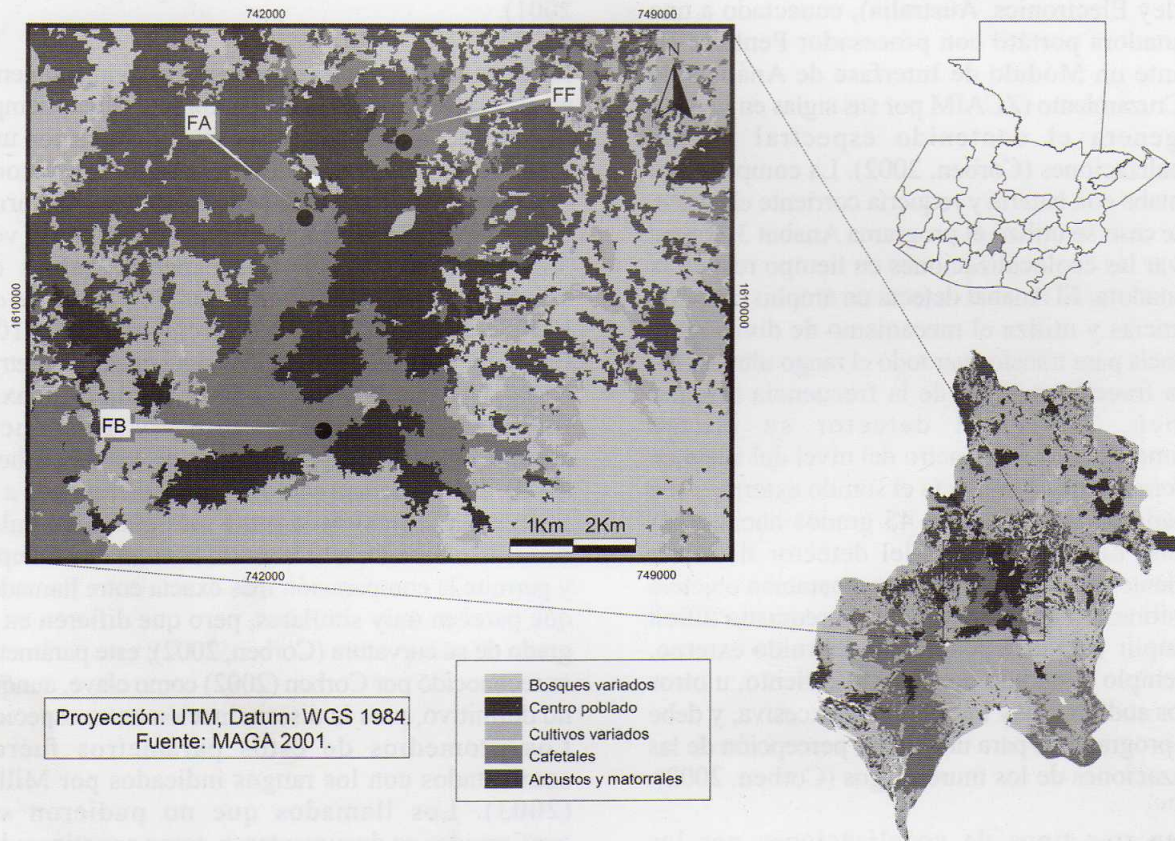
En Guatemala la mayoría de esfuerzos para mejorar el conocimiento de la fauna de murciélagos se han limitado al uso de redes de niebla, las cuáles están documentado están sesgadas a la captura de ciertos taxones, principalmente la familia Phyllostomidae

(Pech *et al.* 2010), son pocos los esfuerzos para estudiar específicamente murciélagos insectívoros con equipos de detección ultrasónica y permanecen como literatura gris. Este estudio presenta un listado de especies de murciélagos insectívoros junto a otras observaciones consideradas de importancia en cafetales de La Antigua Guatemala, Guatemala.

## Materiales y Métodos

La Antigua Guatemala se encuentra en un valle en la región central de Guatemala y posee una extensión aproximada de 78 km<sup>2</sup> (Instituto Geográfico Nacional, 1999). Se encuentra aproximadamente a 1, 530 msnm, la temperatura promedio es de 18.4° centígrados, la precipitación total de 952.5 mm y la humedad relativa media de 75% (IGN, 1999). Según las Zonas de Vida de Holdridge en la región se encuentra un Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (Castañeda, 2008). En el valle extensiones amplias de tierra están dedicadas al cultivo de café bajo monocultivo de sombra de la planta conocida como Gravilea (Proteaceae: *Gravillea robusta*). Estos cultivos según la clasificación de Moguel & Toledo (1999) pueden considerarse especializados, con prácticas intensivas y tecnificadas, enfocados en generar productos exclusivamente orientados al mercado. Los cafetales contemplados en el estudio fueron los siguientes: finca La Azotea, Jocotenango (14°56'90.1'' N y -90°74'58.1'' W), en adelante FA, finca Filadelfia, San Felipe de Jesús (14°57'607'' N y -90°73'16.1'' W), en adelante FF, y finca Bella Vista, San Miguel Escobar (14°52'92.3'' N y -90°74'67.3'' W), en adelante FB (Fig. 1.).





**Figura 1.** Ubicación de los puntos donde se llevaron a cabo grabaciones de murciélagos insectívoros con el detector ultrasónico Anabat™ II (Titley Electronics, Australia) en La Antigua Guatemala, Guatemala. FA= finca La Azotea, FB= finca Bella Vista y FF= finca Filadelfia.



Para la detección acústica se llevó a cabo monitoreo pasivo por medio de un detector ultrasónico Anabat™ II (Titley Electronics, Australia), conectado a una computadora portátil con procesador Pentium III mediante un Módulo de Interfase de Análisis de Cero Cruzamiento (ZCAIM por sus siglas en inglés), que genera el contenido espectral de las ecolocalizaciones (Corben, 2002). La computadora no contaba con batería y requería corriente eléctrica. En este caso se utilizó el programa Anabat 3.3f para observar las ecolocalizaciones en tiempo real en la computadora. El Anabat detecta un amplio rango de frecuencias y utiliza el mecanismo de división de frecuencia para transformar todo el rango ultrasónico en una fracción audible de la frecuencia original (Corben, 2002). El detector se utilizó aproximadamente a un metro del nivel del suelo en posiciones donde se reducía el sonido externo y fue orientado en un ángulo de 45 grados hacia áreas abiertas. La sensibilidad del detector debe ser idealmente constante para una comparación objetiva entre sitios, sin embargo éste es un requisito difícil de cumplir ya que dependiendo del ruido externo, por ejemplo generado por insectos, viento, u otros sonidos audibles, hay interferencia excesiva, y debe ser re-programada para una mejor percepción de las vocalizaciones de los murciélagos (Corben, 2002).

Existen tres tipos de vocalizaciones por los murciélagos que pueden ser reconocidos a través de las grabaciones: el de orientación, que consta del llamado cuando se detecta un pulso de sonido, el pase, que se considera una serie de llamados, y el zumbido de alimentación (“feeding buzz”), que es cuando el murciélago detecta una presa y emite una rápida sucesión de llamados (Schnitzler & Kalko, 2001). Se definió como pase a una secuencia conteniendo al menos dos pulsos sucesivos de ecolocalización (Williams & Perfecto, 2011). La grabación de un pase de una especie en particular definitivamente representa un individuo, sin embargo diez grabaciones pueden representar 10 individuos, un individuo pasando por el detector en diez ocasiones, o un número intermedio; las tasas de pases deben por lo tanto ser consideradas solamente como reflejo de la actividad relativa (Williams & Perfecto, 2011). En este caso las tasas de actividad relativa se definieron como el promedio del número de archivos generados en períodos de tiempo constantes, diferenciado su contenido con base a las familias presentes en cada archivo; está comprobado que la cantidad de archivos generados con este

dispositivo presenta una correlación con la actividad relativa de los murciélagos insectívoros (Miller, 2001).

La identificación de las especies se basó inicialmente en la comparación de la estructura frecuencia-tiempo (forma del llamado) de cada espectrograma con una serie de muestras de referencia según el método descrito por O’Farrell & Miller (1999) y O’Farrell *et al.* (1999). Se utilizó el programa AnalookW ver. 3.8s (Corben, 2011). Los espectrogramas de referencia utilizados fueron los de Ochoa *et al.* (2000), Miller (2003) y García *et al.* (2010). Posteriormente se extrajeron los siguientes parámetros de las frecuencias: frecuencia máxima (F. máx.), frecuencia mínima (F. mín.) y frecuencia característica (F. c.) (O’Farrell *et al.* 1999, Corben, 2002). La frecuencia característica corresponde a la frecuencia al final de la parte más plana del pulso de ecolocalización a lo largo de la escala de tiempo, y permite la comparación más exacta entre llamados que parecen muy similares, pero que difieren en el grado de su curvatura (Corben, 2002); este parámetro es reconocido por Corben (2002) como clave, aunque no definitivo, para la discriminación entre especies. Los promedios de estos parámetros fueron contrastados con los rangos indicados por Miller (2003). Los llamados que no pudieron ser confirmados se documentaron como sonotipos; los sonotipos son aquellas especies no identificadas, cuyos llamados no encajan con firmas vocales conocidas, pero que claramente son distintas y pueden ser agrupadas en familias y géneros (Ochoa *et al.* 2000).

Los muestreos se llevaron a cabo en noches cercanas a luna nueva para evitar el efecto de una posible fobia lunar. Las grabaciones se realizaron mensualmente en cada cafetal de enero a marzo de 2009, por períodos de dos horas en cada ocasión a partir de la puesta del sol. Se llevó a cabo un total de seis horas de grabación en cada cafetal y un total de 18 horas de grabación en el área de estudio. Se presenta el promedio y los intervalos de confianza de 95% de la actividad relativa, diferenciada por familia, en cada cafetal. Para los murciélagos identificados a nivel específico se presenta el promedio de los parámetros de las frecuencias más relevantes para una muestra de sus pulsos, como es sugerido por García *et al.* (2009). Estos promedios fueron generados en el programa AnalookW versión 3.8s (Corben, 2011), previamente eliminado el ruido

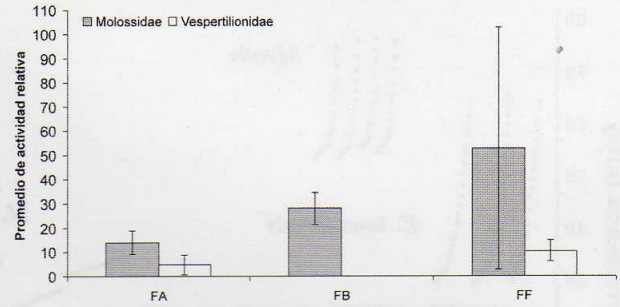


asociado que no correspondía a vocalizaciones. Para establecer la utilidad de la detección ultrasónica en comparación con otros métodos de estudio utilizados previamente en el área se utilizó el índice de complementariedad, que presenta un valor de cero cuando los listados entre dos sitios son idénticos, y un valor máximo de 100 cuando los listados son totalmente distintos (Moreno, 2001, Pech *et al.* 2010). Para la nomenclatura se siguió el arreglo taxonómico de Simmons (2005).

### Resultados

Se generaron un total de 395 archivos de sonido, de los cuáles 331 fueron secuencias claras, y el resto correspondían a ruido externo. El promedio e intervalos de confianza de la actividad relativa por familia se presentan en la figura 2. En los sitios de grabación previamente se habían llevado a cabo capturas de murciélagos con redes de niebla y se lograron identificar ocho especies de murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) considerados comunes y de amplia distribución (Kraker & Pérez, 2011), ninguno de estos fue grabado, y ninguno de los murciélagos insectívoros capturado previamente. Los murciélagos filostómidos son denominados murciélagos susurradores (“whispering bats”), ya que sus ecolocalizaciones son de baja intensidad y alta frecuencia, como una adaptación a las condiciones de los hábitats que utilizan, lo cual dificulta su grabación; además al clasificar la estructura de sus llamados, estos son comparativamente uniformes (Kalko, 2002).

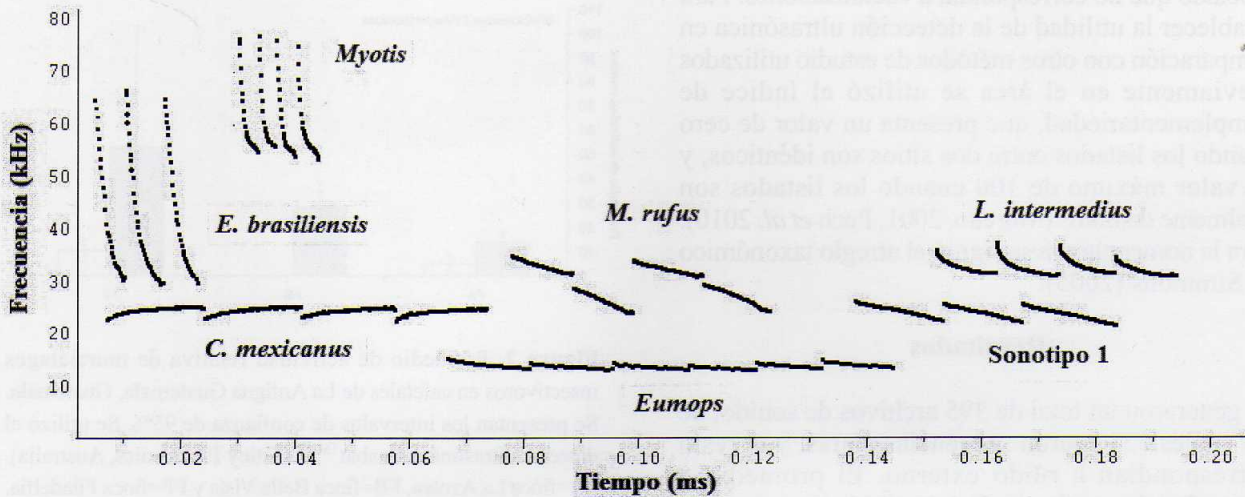
La riqueza de especies en el área se incrementó en 87.5% al adicionar siete nuevos registros. El sitio FA fue el único que presentó todas las especies registradas durante el estudio y en FB no se registraron especies de la familia Vespertilionidae. Hubo superposición de los intervalos de confianza en FA y FF, sugiriendo que no hay diferencias significativas de la actividad relativa entre familias, sin embargo el tamaño de muestra es pequeño y esto debe ser tomado en consideración. La complementariedad a nivel de familias, géneros y especies es de 100% al comparar la detección ultrasónica con los registros obtenidos previamente con redes de niebla.



**Figura 2.** Promedio de actividad relativa de murciélagos insectívoros en cafetales de La Antigua Guatemala, Guatemala. Se presentan los intervalos de confianza de 95%. Se utilizó el detector ultrasónico Anabat™ II (Titley Electronics, Australia). FA=finca La Azotea, FB=finca Bella Vista y FF=finca Filadelfia.

Se identificaron dos especies (*Eptesicus brasiliensis*, recientemente reportada en el país, y *Lasiurus intermedius*) y un género (*Myotis* spp.) de la familia Vespertilionidae, y dos especies (*Cynomops mexicanus*, por primera ocasión reportada en el país, y *Molossus rufus*), un género (*Eumops* spp.) y un sonotipo de la familia Molossidae. Los espectrogramas correspondientes se presentan en la figura 3.





**Figura 3.** Espectrogramas de murciélagos insectívoros grabados en cafetales de La Antigua Guatemala, Guatemala. Se utilizó el detector ultrasónico Anabat™ II (Titely Electronics, Australia). El tiempo se encuentra comprimido para visualizar mayor contenido de pulsos.

En cuanto a la familia Vespertilionidae, *E. brasiliensis* es una especie que se considera común en algunas localidades de Costa Rica (LaVal, comunicación personal, agosto 19, 2009), su ecolocalización se encuentra adecuadamente caracterizada (Ochoa *et al.* 2000), y recientemente fue reportada en el país (Pérez *et al.* 2012).

La diferenciación de las especies del género *Lasiurus* se puede basar en la frecuencia mínima de los pulsos (Miller, 2003), ya que aunque ciertos parámetros de los llamados de *L. ega* y *L. intermedius* pueden traslaparse, la diferencia de tamaño corporal provoca que la frecuencia mínima sea menor en la última. Para el género *Myotis* existe incertidumbre en la identificación de la especie grabada; para la discriminación de las especies de este género Williams & Perfecto (2011) sugieren tomar en cuenta la frecuencia mínima. Los promedios de los parámetros de las frecuencias de las especies de la familia Vespertilionidae se presentan en la Tabla 1.

En cuanto a la familia Molossidae el género *Molossus* es fácilmente identificado por el característico patrón pareado de sus pulsos (Miller, 2003). En este caso la grabación se asignó a la especie *M. rufus*, con base a los parámetros de las frecuencias de la porción de pulsos superiores. Acerca de *C. mexicanus* existe

la incertidumbre si los espectrogramas que han sido presentados en la literatura pertenecen a esta especie, o se trata de *Promops centralis* como sugieren Guillén y MacSwiney (comunicación personal, sept. 3, 2011), sin embargo varios autores asignan esta forma de llamado y parámetros asociados a *C. mexicanus* (Miller, 2003, MacSwiney *et al.* 2006, García *et al.* 2010, Williams & Perfecto, 2011). LaVal (comunicación personal, agosto 19, 2009) indica que los llamados de las dos potenciales especies de *Eumops* que según MacCarthy & Pérez (2006) están distribuidas en Guatemala (*E. auripendulus* y *E. glaucinus*) son parecidos y es difícil diferenciarlas, aunque la forma del llamado y las frecuencias que utiliza este género son inconfundibles. El sonotipo 1, perteneciente a la familia Molossidae, puede corresponder al género *Nyctinomops* o *Tadarida*, ya que las ecolocalizaciones de estas especies son muy similares (Miller, 2003); LaVal (comunicación personal, agosto 19, 2009) también indica que estas especies tienen un llamado con forma similar y se traslapan en los parámetros de sus frecuencias. Los promedios de los parámetros de las frecuencias de las especies de la familia Molossidae se presentan en la Tabla 1.



Tabla 1. Promedio de parámetros de ecolocalización de murciélagos insectívoros grabados en La Antigua Guatemala, Guatemala. n=número de pulsos, F.máx=frecuencia máxima, F.min.=frecuencia mínima, F.c.=frecuencia característica.

Especie	n	F. máx. (kHz)	F. min. (kHz)	F. c. (kHz)
Vespertilionidae				
<i>Eptesicus brasiliensis</i> <sup>1</sup>	19	54.68	34.24	35.09
<i>Lasiurus intermedius</i> <sup>2</sup>	18	34.5	29.63	29.63
Molossidae				
<i>Molossus rufus</i> <sup>2</sup>	15	33.7	30.3	30.28
<i>Cynomops mexicanus</i> <sup>2,3</sup>	14	25.34	23.40	25.13

<sup>1</sup>Ochoa *et al.* (2000), <sup>2</sup>Miller (2003) y <sup>3</sup>García *et al.* 2010.

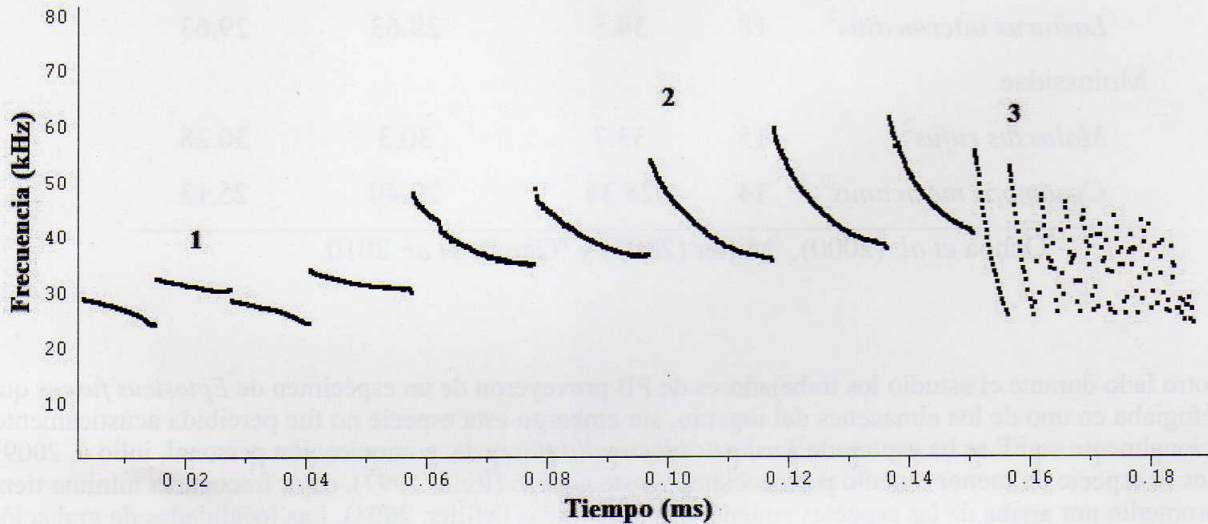
Por otro lado durante el estudio los trabajadores de FB proveyeron de un espécimen de *Eptesicus fuscus* que se refugiaba en uno de los almacenes del ingenio, sin embargo esta especie no fue percibida acústicamente. Adicionalmente en FF se ha capturado *Lasiurus blossevillii* (Grajeda, comunicación personal, julio 4, 2009), que es la especie de menor tamaño perteneciente a este género (Reid, 1997), cuya frecuencia mínima tiene un promedio por arriba de las especies cogenéricas registradas (Miller, 2003). Las localidades de grabación para cada especie se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Murciélagos insectívoros grabados en cafetales de La Antigua Guatemala, Guatemala. Se utilizó el detector ultrasónico Anabat™ II (Titely Electronics, Australia). FA= Finca La Azotea, FB= Finca Bella Vista, FF= Finca Filadelfia.

Especie	FA	FB	FF
Vespertilionidae			
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	X		X
<i>Lasiurus intermedius</i>	X		X
<i>Myotis</i> spp.	X		
Molossidae			
<i>Cynomops mexicanus</i>	X		
<i>Molossus rufus</i>	X	X	X
<i>Eumops</i> spp.	X	X	X
Sonotipo 1	X		X



Los murciélagos del género *Molossus* revelaron actividad de depredación inferida por la alta tasa de repetición de pulsos en los denominados zumbidos de alimentación (Fig. 4). Este comportamiento puede ser inferido a través de las grabaciones, pero no implica el éxito de la captura de la presa (Jones & Rydell, 2003), sin embargo puede ser considerado como una evidencia de la potencial función de control natural de potenciales plagas agrícolas en el área por parte de los murciélagos insectívoros. Se tiene documentado que especies de la familia Molossidae se alimentan en gran proporción de palomillas (Jones & Rydell, 2003), una de las principales plagas agrícolas a nivel mundial.



**Figura 4.** Espectrograma que muestra la vocalización o “zumbido de alimentación” (“feeding buzz”) de *Molossus* en la Finca Bella Vista, Sacatepéquez. Se utilizó el detector ultrasónico Anabat™ II (Titley Electronics, Australia). En la secuencia se observa: 1. La fase de aproximación; 2. El pre-zumbido de alimentación; y 3. El zumbido de alimentación (modificado de Jones & Rydell, 2003).

### Discusión

Ochoa *et al.* (2000) indican que con solamente 45 horas de trabajo de campo, sus estudios acústicos proveyeron medios eficientes para evaluar la riqueza de murciélagos insectívoros en cuatro áreas naturales protegidas de Venezuela, un país con una riqueza de murciélagos considerablemente mayor a la de Guatemala, con aproximadamente 155 especies, sugiriendo este método como una herramienta efectiva para los inventarios. Las especies enlistadas aquí son reportadas por primera ocasión en el área, ya que no habían sido muestreadas adecuadamente en estudios previos que solamente contemplaron el uso de redes de niebla como dispositivo de captura (Kraker y Pérez, 2011). Como se demuestra en este y otros estudios (MacSwiney *et al.* 2008, Pech *et al.* 2010, García *et al.* 2010, Williams & Perfecto, 2011), el uso de métodos complementarios de muestreo es necesario para mejorar los inventarios de este grupo

de mamíferos. Nuestro conocimiento sobre los murciélagos insectívoros en el país es poco, se tienen registradas muchas especies a través de colectas, sin embargo información detallada acerca de su distribución y los servicios ambientales que proveen es limitada o incluso nula. Los detectores ultrasónicos son una herramienta importante que debe considerarse en estudios futuros, por ejemplo en áreas naturales protegidas en distintas regiones del país como fue planificado por Ochoa *et al.* (2000) en Venezuela, o en agroecosistemas como fue visualizado por Williams & Perfecto (2011) en México, entre otros sitios de importancia.

En la literatura se ha discutido sobre la variación intraespecífica de los llamados de ecolocalización de algunas especies de murciélagos insectívoros a lo largo de sus rangos de distribución geográfica (O’Farrell *et al.* 2000), esto puede estar influenciado por factores como la variación en el tamaño corporal



entre poblaciones y diferencias en los tipos de hábitats en una escala local (Barclay & Brigham, 2002). Otros factores como las condiciones ambientales, tipos de presa, conducta de abastecimiento, y la presencia de otros murciélagos, también pueden contribuir a las variaciones a escalas geográficas más amplias (Barclay & Brigham, 2002). Según O'Farrell *et al.* (1999) las diferencias que han sido descritas en la literatura representan una menor variación en parámetros específicos de la estructura del llamado que no afectan la discriminación entre especies, y en este caso las formas de los llamados tienen mayor utilidad que las diferencias cuantitativas que no permiten discriminar especies con precisión. El repertorio de las especies que bajo ciertas circunstancias emiten llamados que pueden ser confundidos con otras especies es poco, y de darse el caso se recomienda que sean reportadas como no identificables (O'Farrell *et al.* 1999). Idealmente se deben planificar capturas para que los especímenes sean grabados en las condiciones particulares de cada sitio y contar de esta manera con bibliotecas de referencia locales que eviten este tipo de problemas (Barclay & Brigham, 2002).

De no contar con bibliotecas de referencia confiables para un área específica, la identidad precisa de las especies puede ser asignada posteriormente al estudio conforme la información se vuelva disponible (Ochoa *et al.* 2000). Los sonotipos pueden ser categorizados con base a la similitud de los patrones de los llamados y rangos de las frecuencias, y éstos pueden formar la línea base para determinar el número de especies distintas presentes y representar un punto de partida para estudios futuros (Ochoa *et al.* 2000). La determinación de la composición de especies a nivel de familia permite una evaluación inicial de la riqueza de la comunidad y destaca los taxones que necesitan mayor esfuerzo de investigación (Ochoa *et al.* 2000).

La principal plaga de los cafetales en el área de estudio es la "broca" (Coleoptera: *Hypothenemus hampei*) (Lomeli, 2007). Cambios en el manejo de los cultivos, particularmente reducciones en la cobertura de sombra y el incremento en el uso de pesticidas, pueden reducir las poblaciones de enemigos naturales de plagas secundarias como la "palomilla minera de hojas" (Lepidoptera: *Leucoptera coffeella*), que causa defoliación de las plantas de café durante infestaciones severas (Lomeli, 2007). La incidencia de esta plaga está asociada a condiciones ambientales de baja precipitación y alta

temperatura en el Neotrópico (Lomeli, 2007), y aunque por su ubicación geográfica La Antigua Guatemala aparentemente no tiene problemas con esta plaga, otras regiones cafetaleras en el país probablemente sí. Los principales enemigos naturales de la larva de esta palomilla son parásitos larvarios (Lomeli, 2007), sin embargo no se descarta la posibilidad de que los individuos adultos puedan ser depredados por murciélagos insectívoros. Las grabaciones revelan actividad depredadora de molósidos (Chiroptera: Molossidae) en los cafetales, y se tiene documentado que especies de esta familia, muchas de las cuáles son de amplia distribución (Reid, 1997), se alimentan en gran proporción de palomillas (Jones & Rydell, 2003). La importancia de los murciélagos insectívoros que cazan a su presa en pleno vuelo en este tipo de agroecosistemas aún no ha sido explorado adecuadamente y representa un campo amplio de investigación; por ejemplo, Williams *et al.* (2008) establecieron que sin actividad depredadora de murciélagos insectívoros que se alimentan de las superficies foliares ("gleaning bats"), hubo un incremento de hasta 84% de artrópodos en el follaje de las plantas de café en una región de Soconusco, México.

Las dos especies del género *Eumops* registradas para Guatemala (MacCarthy & Pérez, 2006) están clasificadas en la Lista de Especies Amenazadas (LEA) del país, que incluye especies que se encuentran amenazadas por pérdida de hábitat (CONAP 2009); del resto de especies se tiene poco conocimiento en el país, pero por ejemplo, de confirmarse la presencia de *C. mexicanus*, esta especie está incluida en la legislación de otros países de la región, como es el Proyecto de la Norma Oficial Mexicana, que la considera como Sujeta a Protección Especial (SEMARNAT 2010). Esta especie, no ha sido registradas en Guatemala (MacCarthy & Pérez, 2006), su presencia debe ser confirmada por medio de la recolecta de especímenes. Los murciélagos insectívoros son proporcionalmente y funcionalmente importantes, sin embargo el esfuerzo enfocado a su estudio ha sido considerablemente menor en comparación a otros taxones, y muchas poblaciones pueden estar atravesando problemas de conservación a nivel local.



## Agradecimientos

Los datos de esta publicación se derivan del proyecto en la línea de financiamiento Fondo para el Desarrollo Científico y Tecnológico (FODECYT) No. 12-2008, otorgado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT) de Guatemala. Agradecemos a los administradores y trabajadores de las fincas visitadas durante el trabajo de campo, especialmente a N. Lutman de la finca Filadelfia, O. Ramos de la finca La Azotea y a P. Velásquez de la finca Bella Vista. Así mismo agradecemos a E. Rojas, E. Solórzano y J. C. Nájera por su compañía en varios de los muestreos, y a R. LaVal por su apoyo en la identificación de los espectrogramas.

## Referencias

- Barclay, R. & Brigham, R. (2002). Geographic Variation in the Echolocation of Bats: A Complication for Identifying Species by Their Calls. Pp.: 144-149. En: Bat echolocation research, tools, techniques and analysis. Brigham, R., E. Kalko, G. Jones, S. Parsons & H. Limpens (Eds.). Bat Conservation International. Austin, E.U.A.
- Castañeda, C. (2008). Diversidad de Ecosistemas de Guatemala. Pp.: 181-229. En: Azurdia, C., F. García & M. M. Ríos (Eds.). Guatemala y su Biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Oficina Técnica de Biodiversidad (OTECBIO). Guatemala, Guatemala.
- CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). (2009). Lista de Especies Amenazadas de Guatemala -LEA- y listado de especies de flora y fauna silvestres CITES de Guatemala. 2da. Edición. Consejo Nacional de Areas Protegidas, Gobierno de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Corben, C. (2002). Zero-Crossings Analysis for Bat Identification: An Overview. Pp. 95-106. En: Bat echolocation research, tools, techniques and analysis. Brigham, R., E. Kalko, G. Jones, S. Parsons & H. Limpens (Eds.). Bat Conservation International. Austin, E.U.A.
- Corben, C. (2011). AnlookW for bat call analysis using ZCA. Versión 3.8s. www.hoarybat.com.
- García-García, J. Santos, L. Hernández, A. & Pérez, M. (2009). Murciélagos de La Ventosa, Oaxaca: comparación entre el método de muestreo convencional y el muestreo acústico. *Naturaleza y Desarrollo*, 7(1): 19-29.
- IGN (Instituto Geográfico Nacional). (1999). Diccionario Geográfico Nacional. Ministerio de Comunicaciones y Defensa, Gobierno de Guatemala. Guatemala, Guatemala.
- Jones, G. & Rydell, J. (2003). Attack and Defense: Interactions between echolocating bats and their insect prey. Pp. 301-345. En: Bat Ecology. Kunz, T. H. & M. B. Fenton (Eds.). University of Chicago Press, Chicago, E.U.A.
- Kalko, E. K. (2002). Neotropical Leaf-Nosed Bats (Phyllostomidae): "Whispering" Bats as Candidates for Acoustic Surveys?. Pp. 63-69. En: Bat echolocation research, tools, techniques and analysis. Brigham, R., E. Kalko, G. Jones, S. Parsons & H. Limpens (Eds.). Bat Conservation International. Austin, E.U.A.
- Kraker-Castañeda, C. & Pérez, S. (2011). Contribución de los cafetales bajo sombra en la conservación de los murciélagos en la Antigua Guatemala, Guatemala. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 27(2): 291-303.
- Lomeli, J. (2007). Natural enemies and mortality factors of the coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Chiapas, Mexico. Ph. D. Dissertation. Texas A&M University, Texas, E.U.A.
- McCarthy, T. & Pérez, S. (2006). Land and freshwater mammals of Guatemala: faunal documentation and diversity. Pp. 625-674. En: Cano, E. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala (UVG). Guatemala, Guatemala.
- MacSwiney, M., Bolívar, B., Clarke, F. & Racey, P. (2006). Nuevos registros de *Pteronotus personatus* y *Cynomops mexicanus* (Chiroptera) en el Estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 10: 80-87.
- MacSwiney, M. Clarke, F. & Racey, P. (2008). What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1364-1371.



- MacSwiney, M. Clarke, F. & Racey, P. (2008). What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1364-1371.
- Miller, B. W. (2001). A method for determining relative activity of free flying bats using a new activity index for acoustic monitoring. *Acta Chiropterologica*, 3: 93-105.
- Miller, B. W. (2003). Community Ecology of the Non-Phyllostomid Bats of Northwestern Belize, with a Landscape Level Assessment of the Bats of Belize. Ph. D. Dissertation. University of Kent, Canterbury, Inglaterra.
- Moguel, P. & Toledo, V. (1999). Biodiversity Conservation in Traditional Coffee Systems of Mexico. *Conservation Biology*, 13: 11-21.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la Biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España.
- Ochoa, J., O'Farrell, M. & Miller, B. (2000). Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela. *Acta Chiropterologica*, 2(2): 171-183.
- O'Farrell, M. Miller, B. & Gannon, W. (1999). Qualitative identification of free-flying bats using the Anabat detector. *Journal of Mammalogy*, 80(1): 11-23.
- O'Farrell, M. & Miller, B. (1999). Use of Vocal Signatures for the Inventory of Free-Flying Neotropical Bats. *Biotropica*, 31(3): 507-516.
- O'Farrell, M. Corben, C. & Gannon, W. (2000). Geographic variation in the echolocation calls of the hoary bat (*Lasiurus cinereus*). *Acta Chiropterologica*, 2(2): 185-196.
- Pech-Canche, J. MacSwiney, C. & Estrella, E. (2010). Importancia de los detectores ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos Neotropicales. *Therya*, 1(3): 227-234.
- Pérez, S. G., J. E. López y MacCarthy, T. J. 2012. Five new records of bats for Guatemala, with comments of the checklist of the country. *Chiroptera Neotropical*, 18(1): 1106-1110.
- Reid, F. (1997). A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press, Nueva York, E.U.A. 334 pp.
- Schnitzler, H. & Kalko, E. (2001). Echolocation by Insect-Eating Bats. *BioScience*, 51(7): 557-569.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. México, México.
- Simmons, N. B. (2005). Order Chiroptera. Pp. 312-529. En: Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference. Wilson, D. E. & D. M. Reeder (Eds.). 3ra. Edición. Johns Hopkins Press, Baltimore, E.U.A.
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I. & Vandermeer, J. (2008). Bats limit insects in a neotropical agroforestry system. *Science*, 320: 70.
- Williams-Guillén, K. & Perfecto, I. (2011). Ensemble Composition and Activity Levels of Insectivorous Bats in Response to Management Intensification in Coffee Agroforestry Systems. *PloS ONE*, 6(1): e 16502.