

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC  
MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA  
PERIODO DE REALIZACIÓN  
ENERO 2016 – ENERO 2017

ADRIANA MARÍA RIVERA SANDOVAL  
PROFESORA SUPERVISORA DE EDC: EUNICE ENRIQUEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO  
MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA  
PERIODO DE REALIZACIÓN  
ENERO 2016 – ENERO 2017

ADRIANA MARÍA RIVERA SANDOVAL  
PROFESORA SUPERVISORA DE EDC: EUNICE ENRIQUEZ  
ASESOR INSTITUCIONAL: SERGIO PÉREZ  
Vo. Bo. ASESOR INSTITUCIONAL

## ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Cuadro Resumen de las Actividades de EDC	4
3. Actividades de Servicio	5
4. Actividades de Docencia	7
5. Actividades no Planificadas	9
6. Referencias Bibliográficas	10
7. Anexos	11

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento es el informe final de la práctica integrada de EDC-Biología. La elaboración de este informe es para dar a conocer las actividades de servicio y docencia que se realizaron durante la práctica de EDC. La unidad de práctica en la que se realizó fue el Museo de Historia Natural –MUSHNAT- de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-, en la sección de Colecciones de Referencia de Mastozoología, bajo la supervisión del Dr. Sergio Pérez.

Las actividades de servicio realizadas fueron el mantenimiento de la colección de referencia y la actualización de base de datos. De esta forma se buscó contribuir a mejorar el estado de la colección. Las actividades de docencia fueron principalmente recorridos educativos a niños y jóvenes de los colegios que lo visitaban. Además de apoyar actividades organizadas por el Jardín Botánico y el MUSHNAT. El período de realización de la práctica fue durante el primer semestre del 2016.

## 2. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa	Actividades	Fecha	Horas EDC asignadas	Horas EDC acumuladas
<b>Servicio</b>	Identificación de Corales	3 y 4 de febrero	8	8
	Folleto Cnidarios e Inventario	5 de febrero	6	14
	Caracoles y los Mayas	8 y 9 de febrero	3.5	17.5
	Información Index Seminun	16 de febrero	1	18.5
	Ordenar etiquetas	18, 19, 22 febrero	10.5	29
	Colecta y limpieza de semillas	22 y 23 de febrero	5.5	34.5
	Limpieza de esqueletos	2 marzo – 6 abril	23	57.5
	Mantenimiento de Col. en líquido	13 abril – 26 abril	86	143.5
	Actualización de la base de datos	Abril-julio	89.5	232.5
<b>Total Servicio</b>				<b>232.5</b>
<b>Docencia</b>	Recorrido por el jardín	9 de febrero	2	2
	Recorrido en el MUSHNAT	Marzo-julio	42.5	44.5
	Actividad “¿Quién lleva el polen?”	17 abril	12.5	61
	Docencia recibida	abril	4.5	65.5
	Amigos Nocturnos	7 mayo	11.5	77
	Actividad murciélagos	27 agosto	13	90
<b>Total Docencia</b>				<b>90</b>

<b>No planificadas</b>	Charla de botánica	8 de febrero	2.5	2.5
	Reunión de Biotopos	16 de febrero	3	5.5
	Sesión de Comisión Factor Desarrollo Curricular	Abril-agosto	11	16.5
<b>Total no planificadas</b>				<b>16.5</b>

### 3. ACTIVIDADES DE SERVICIO

#### **Actividad No. 1. Identificación de Cnidarios (Horas preestablecidas en sección Marinos, MUSHNAT).**

- \* *Objetivo:* Apoyar en el servicio a las colecciones zoológicas del MUSHNAT.
- \* *Procedimiento:* Se me asignó el área de colecciones marinas junto con otros dos estudiantes donde Lucía Prado, encargada de esa colección, nos asignó el trabajo que debíamos realizar. Se realizó el ingreso de de especímenes de cnidarios, aproximadamente 15. Algunos se identificaron en base a fotos; se les tomó fotografía, se les asignó el número correspondiente de la colección, se ingresaron a la base de datos y a los armarios debidos. Se hizo un inventario de los corales existentes en la colección marina.
- \* *Resultados:* Se ordenó la colección de cnidarios y se ingresaron nuevos especímenes a los armarios y a la base de datos.
- \* *Limitaciones o dificultades:* No se tenía la fecha exacta de la colecta de los corales que se ingresaron. La determinación por medio de fotos no es muy certera.

#### **Actividad No. 2 Elaboración de Folleto “Cnidaria” para el MUSHNAT (Horas preestablecidas en sección Marinos, MUSHNAT).**

- \* *Objetivo:* Presentar a los visitantes un folleto con información general del grupo Cnidaria.
- \* *Procedimiento:* Con información de algunos libros se elaboró un folleto informativo con información correspondiente al grupo de Cnidarios del Pacífico, como qué son, cómo son, lugar donde se encuentran, forma de colectarlos e ingresarlos a una colección y cuántos hay en el museo. Se realizó un diseño tentativo, pues se espera que un diseñador gráfico lo realice.
- \* *Resultados:* Elaboración del folleto de Cnidarios, con toda la información necesaria. Está pendiente de revisión.
- \* *Limitaciones o dificultades:* El diseño del folleto por parte de un diseñador gráfico, ya que actualmente no tienen uno.

#### **Actividad No. 3 Apoyo en la elaboración de guía informativa “Caracoles y los Mayas” (Horas preestablecidas en sección Marinos, MUSHNAT).**

- \* *Objetivo:* Tener información anatómica básica sobre los caracoles relacionados con los mayas para que arqueólogos complementen la información sobre sus usos.
- \* *Procedimiento:* Se proporcionó un listado de especies de caracoles de las cuales se buscó información de los libros de la biblioteca de la colección de animales marinos.

- \* *Resultados:* Descripción anatómica básica de aproximadamente 15 caracoles
- \* *Limitaciones o dificultades:* Entre los libros utilizados no se encontró información de muchas especies.

**Actividad No. 4. Explicación del funcionamiento del Index Seminum (Horas preestablecidas en Index Seminum, Jardín Botánico).**

- \* *Objetivo:* Enseñar el funcionamiento de la unidad y los intercambios internacionales de semillas.
- \* *Procedimiento:* La encargada de la colección de semillas, Eréndira, explicó lo que es un Index Seminum, su función, sus actividades principales y la dinámica del intercambio de semillas con otros Index de otros países.
- \* *Resultados:* Explicación del funcionamiento del Index Seminum.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Ninguno.

**Actividad No. 5. Ordenamiento de etiquetas del Index Seminum (Horas preestablecidas en Index Seminum, Jardín Botánico).**

- \* *Objetivo:* Ordenar correlativamente las etiquetas de muestras de semillas de proyectos aún no ingresadas en la base.
- \* *Procedimiento:* Se nos proporcionaron frascos en los cuales se encontraban las etiquetas de forma desordenada. Se sacaron y en sobres de papel se fueron colocando de 100 en 100 destinando tres sobres por cada ciento e identificando cada uno.
- \* *Resultados:* Se realizaron 7 frascos el primer día, 50 el segundo y se terminó haciendo 5 frascos el tercer día de trabajo.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Las etiquetas estaban desordenadas en los 62 frascos.

**Actividad No. 6. Colecta y limpieza de semillas del Jardín Botánico (Horas preestablecidas en Index Seminum, Jardín Botánico).**

- \* *Objetivo:* Tener semillas de las plantas presentes en el Jardín Botánico.
- \* *Procedimiento:* Se recorrió el jardín buscando plantas con semillas maduras para colectarlas. Luego se llevaron a la oficina donde se sacaron de sus vainas o cápsulas y se procedió a limpiarlas retirando toda la basurita dejando solamente las semillas. Se guardaron en bolsas Ziploc debidamente identificadas y unas de ellas se pondrán a germinar para probar si son viables o no.
- \* *Resultados:* Limpieza de aproximadamente 6 bolsas de semillas.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Ninguna.

**Actividad No. 7. Limpieza de esqueletos**

- \* *Objetivo:* Adelantar parte del trabajo de la limpieza de los esqueletos de especímenes que deben ser ingresados a la colección.

- \* *Procedimiento:* Se tomaron esqueletos que estaban individualmente colocados en bolsas con su respectiva etiqueta, estos fueron puestos en frascos con amoníaco al 10%, dejándolos por de 1:30 a 2:00 horas, aproximadamente.
- \* *Resultados:* El número de esqueletos limpiados dependió de la dificultad de cada uno de ellos, logrando limpiar hasta 10 esqueletos en algunas ocasiones, mientras que en otras solamente se limpiaron 5.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Algunos esqueletos tenían tejido todavía. Los días que se daba guía en el museo se trabajaron menos esqueletos.

#### **Actividad No. 8. Mantenimiento de la Colección en Líquido**

- \* *Objetivo:* Ordenar taxonómicamente los especímenes en líquido.
- \* *Procedimiento:* Se hizo limpieza de las estanterías que pertenecen a la colección en líquido, se ordenaron los frascos de forma taxonómica. Se les cambió el alcohol a los especímenes que lo necesitaban, y se cambiaron de frasco por uno más adecuado para el espécimen.
- \* *Resultados:* Se revisó toda la colección en líquido etiquetada, solamente faltaron los especímenes que no tenían etiquetas.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Constantemente caen restos de cemento del techo sobre la estantería, teniendo que limpiar a diario la estantería que ya se había limpiado. Algunos especímenes no habían sido cambiados a alcohol todavía y seguían en formol, pero no era posible saberlo por lo que afectaba el olfato.

#### **Actividad No. 9. Actualización de la Base de Datos**

- \* *Objetivo:* Tener actualizada la base de datos para que pueda usarse por cualquier persona que desee hacer consulta. Además de tener en orden toda la colección de mamíferos.
- \* *Procedimiento:* Se actualizó la base de datos ingresando los esqueletos que se limpiaron, colocando en cada esqueleto el número de catálogo de la colección de mamíferos correspondiente.
- \* *Resultados:* Se actualizó la base de datos en cuanto al número de esqueletos limpiados.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Algunos esqueletos no aparecían en la base de datos, ni su colector.

### **4. ACTIVIDADES DE DOCENCIA**

#### **Actividad No. 1. Recorrido en el jardín botánico (Horas preestablecidas en Index Seminum, Jardín Botánico).**

- \* *Objetivo:* Enseñar sobre las subdivisiones Hamamelidae y Dilleniidae.
- \* *Procedimiento:* Se proporcionó una guía para enseñar el reino Plantae a un grupo de primer año de diversificado de la carrera de perito en agronomía. Se dividieron los grupos a enseñar

entre 5 estudiantes de EDC y cada uno se colocó estratégicamente en un sitio del Jardín Botánico.

- \* *Resultados:* Se expusieron los temas de Hamamelidae y Dilleniidae.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Los estudiantes no tenían conocimientos básicos sobre botánica.

#### **Actividad No. 2. Visitas guiadas en el MUSHNAT**

- \* *Objetivo:* Dar guías a los colegios y escuelas que llegaban de excursión al MUSHNAT.
- \* *Procedimiento:* El grupo de alumnos que llegaba era dividido en dos pasando unos al Jardín Botánico primero y los otros al MUSHNAT. El grupo que quedaba en el museo era dividido en grupos más pequeños y se les dio la guía por el museo.
- \* *Resultados:* No aplica.
- \* *Limitaciones o dificultades:* A veces los grupos eran muy grandes y se perdía la atención, además algunos salones son muy pequeños para los grupos grandes.

#### **Actividad No. 3. Actividad “¿Quién lleva el polen?”**

- \* *Objetivo:* Dar a conocer a los visitantes la importancia de los animales como polinizadores.
- \* *Procedimiento:* En conjunto el MUSHNAT, Jardín Botánico, CECON y la Unidad de Biodiversidad se trabajaron estaciones donde se daba a conocer qué era la polinización, los animales que polinizaban y los productos que se obtienen de la polinización. Específicamente se trabajó en la estación de Reptiles como polinizadores.
- \* *Resultados:* No aplica.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Falta de coordinación previa a la actividad.

#### **Actividad No. 4. Actividad “Amigos nocturnos del Jardín y Museo”**

- \* *Objetivo:* Dar a conocer a los visitantes los quehaceres del biólogo, la importancia de su trabajo, las técnicas de colecta de las plantas y animales nocturnos principalmente y algunos de los resultados que se obtienen a través de las investigaciones que lleva a cabo.
- \* *Procedimiento:* En conjunto el MUSHNAT, Jardín Botánico, CECON y la Unidad de Biodiversidad se trabajaron estaciones donde se daba a conocer qué era la polinización, los animales que polinizaban y los productos que se obtienen de la polinización. Específicamente se trabajó en la estación de Reptiles como polinizadores.
- \* *Resultados:* No aplica.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Falta de coordinación previa a la actividad.

#### **Actividad No. 5. Apoyo a actividad de Murciélagos**

- \* *Objetivo:* Dar a conocer generalidades de los murciélagos, clases de murciélagos, su importancia y permitir que los vean vivos.



- \* *Procedimiento:* Se tuvo en la parte del Museo actividades con niños, videos, audios, función de títeres y un salón para exhibición de pieles de muchas de las especies de Guatemala, dando la oportunidad de tocar un ejemplar. En el Jardín se colocaron redes para capturar murciélagos y poder ser enseñados al público explicando parte de su anatomía.
- \* *Resultados:* No aplica.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Lluvia.

**Actividad No. 6. Docencia recibida: Charla del curso Optativo “Preparación, conservación y manejo de especímenes zoológicos de colecciones científicas”**

- \* *Objetivo:* Aprender sobre el mantenimiento y preparación de especímenes de animales mamíferos.
- \* *Procedimiento:* Se recibió una plática por parte del Dr. Sergio Pérez sobre el tema, los permisos que deben pedirse para realizar colectas y los datos y materiales necesarios durante la misma.
- \* *Resultados:* No aplica.
- \* *Limitaciones o dificultades:* no se tuvo el tiempo suficiente para terminar de recibir la charla.

## **5. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS**

**Actividad No. 1. Asistencia a charla sobre la Botánica y su objeto de estudio.**

- \* *Objetivo:* Recordar el objeto principal de la botánica y su importancia.
- \* *Procedimiento:* Se asistió a la charla partida por la licenciada Roselvira Barillas. Luego recorrido por el museo en el área de las plantas y explicación de lo que hay en él.
- \* *Resultados:* Conocer el material botánico del lugar para que se facilitar la información a proporcionar a los visitantes durante el recorrido en el museo.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Ninguna.

**Actividad No. 2. Asistencia a presentación de los Biotopos a cargo de la Escuela de Biología.**

- \* *Objetivo:* Informar sobre las actividades realizadas en los biotopos y proyectos en curso.
- \* *Procedimiento:* Por turnos cada encargado de la presentación de cada biotopo expuso brevemente sobre el lugar y sobre la forma de trabajo. También se mencionaron actividades realizadas y proyectos que tienen en el lugar. Se hizo un tiempo de preguntas y de aportes por parte del público.
- \* *Resultados:* No aplica.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Ninguna.

### **Actividad No. 3. Participación en Sesión Comisión Factor Desarrollo Curricular**

- \* *Objetivo:* Analizar el perfil de egreso del biólogo en la USAC.
- \* *Procedimiento:* Se asiste cada lunes por una hora a las sesiones donde se está evaluando el perfil de egreso del biólogo, analizando cada una de las competencias propuestas en sesiones anteriores.
- \* *Resultados:* Se terminó de elaborar el perfil de egreso del biólogo de la USAC y se participó en la elaboración del informe final de autoevaluación.
- \* *Limitaciones o dificultades:* Ninguna

### **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ✓ Alquijay, B. & Enríquez, E. (2016). *Guía para la Elaboración del Informe Final Integrado de la Práctica de EDC-Biología*. Guatemala: Escuela de Biología, USAC
- ✓ S. Pérez. (febrero, 2016). Comunicación personal.
- ✓ Erwin, J.. (febrero, 2016). Comunicación personal.

## 7. ANEXOS



Figura 1. Limpieza de semillas



Figura 2. Limpieza de esqueletos



Figura 3. Actividad “¿Quién lleva el Polen”



Figura 4. Actividad de murciélagos



Figura 5. Recorridos en el MUSHNAT.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN  
“LISTADO DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS NO FILOSTÓMIDOS Y  
CARACTERIZACIÓN DE LAS VOCALIZACIONES DE CUATRO ESPECIES EN EL  
BIOTOPO PROTEGIDO NAACHTÚN DOS LAGUNAS, PETÉN”  
MUSEO DE HISTORIA NATURAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA  
PERIODO DE REALIZACIÓN  
ENERO 2016 – ENERO 2017

ADRIANA MARÍA RIVERA SANDOVAL  
PROFESORA SUPERVISORA DE EDC: EUNICE ENRIQUEZ  
ASESOR INSTITUCIONAL: SERGIO PÉREZ  
Vo. Bo. ASESOR INSTITUCIONAL

## ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	17
AGRADECIMIENTOS	18
LITERATURA CITADA	19
ANEXOS	21

# LISTADO DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS NO FILOSTÓMIDOS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VOCALIZACIONES DE CUATRO ESPECIES EN EL BIOTOPO PROTEGIDO NAACHTÚN DOS LAGUNAS, PETÉN

Adriana María Rivera Sandoval<sup>1\*</sup> & Sergio Guillermo Pérez Consuegra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; <sup>2</sup>Museo de Historia Natural, Universidad de San Carlos de Guatemala

\*Autor de correspondencia: [adriana2rivsan@gmail.com](mailto:adriana2rivsan@gmail.com)

## Resumen

La ecolocalización es la habilidad de algunas especies de animales de emitir sonidos para que el rebote de éstos con los objetos pueda darle información sobre el entorno y objetos específicos. En murciélagos, la ecolocalización y la capacidad de vuelo verdadero, les permitió ocupar nichos que antes no habían sido ocupados por otros mamíferos. El estudio de la ecolocalización ha permitido el desarrollo de métodos de muestreo indirectos por medio de detectores ultrasónicos que captan estas señales, y que luego pueden ser visualizadas con programas de computación específicos. En el presente estudio se analizaron los llamados de ecolocalización del Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas con el objetivo de hacer un inventario de las especies de murciélagos no filostómidos del lugar; además se describieron cuatro especies con el objetivo de contribuir a la caracterización de las vocalizaciones y poder en el futuro crear filtros de referencia para posteriores muestreos realizados con este método.

**Palabras clave:** Anabat; discriminación; ecolocalización; espectrogramas

## Abstract

Echolocation is the ability of some species of animals to emit sounds that produce echo which provide information about distance the surroundings and target objects. In bats, echolocation and the capacity of true flight, allowed them to occupy niches that previously had not been occupied by other mammals. The study of echolocation has allowed the development of indirect sampling methods by means of ultrasonic detectors that capture these signals, which later can be visualized with specific computer software. In the present study, the echolocation calls of non-phylllostomid bats of the Naachtún Dos Lagunas Protected Biotope were analyzed, with the aim of making a these species inventory; also the echolocation calls of four species of non-phylllostomid bats were described with the aim of contributing to the characterization of vocalizations and, in the future, to create reference filters for subsequent sampling using this method.

**Keywords:** Anabat; discrimination; echolocation; spectrograms

## Introducción

La ecolocalización es una capacidad adquirida por algunos animales para poder detectar objetos por medio de las ondas emitidas por ellos mismos (Giancoli, 2006). Cuando el murciélago emite un sonido de frecuencia alta o ultrasónico, este rebota con los objetos (o presas) y genera un eco que le permite obtener información de su presencia, distancia y forma, y así poder orientarse en el espacio (Schnitzler & Kalko, 2001). Los seres humanos tienen la capacidad de percibir un rango de 16 Hz a 20 000 Hz (García-Alix & Quero, 2012), pero los animales que tienen esta capacidad de ecolocalizar cuentan con un oído aún más desarrollado por lo que emiten sonidos que son imperceptibles para el ser humano, por ejemplo las ballenas emiten y pueden captar ondas de ecolocalización de entre 40 Hz y 325 kHz (Duarte, 2010) y los murciélagos de hasta 120kHz (Tipler & Mosca, 2006), siendo estos últimos los que tienen más desarrollada esta capacidad. En los murciélagos se cree que esta capacidad sumada a su capacidad de vuelo les permitió colonizar nuevos nichos que no habían sido ocupados antes, pues ahora tienen la habilidad de volar por la noche y alimentarse de insectos en pleno vuelo (Neuweiler, 1989; Fanjul & Hiriart, 2008).

El estudio de la ecolocalización ha llevado a desarrollar detectores ultrasónicos con el fin de detectar la presencia de murciélagos en un lugar determinado y contribuir así a la realización de inventarios, ya que existen diferencias en las vocalizaciones según la especie que se trate. Esta técnica complementa métodos de captura como las redes de niebla (Pech-Canche et al., 2010), pues debido a la capacidad de ecolocalizar, los murciélagos insectívoros difícilmente caen en las redes pues logran detectarlas. En un estudio realizado por Pech-Canche et al. (2010) se determinó que la mayoría de las especies captadas por los detectores ultrasónicos no fueron capturadas en las redes de niebla.

Los detectores ultrasónicos como el sistema Anabat© (Titley Scientific, EEUU) permiten captar las vocalizaciones de los murciélagos y posteriormente analizarse en la computadora con el software AnaloookW (O'Farrel et al., 1999). El sistema Anabat permite obtener parámetros acústicos que caracterizan las vocalizaciones de los murciélagos. De estos parámetros, los más utilizados para la identificación de especies son la frecuencia característica, la frecuencia máxima, frecuencia mínima, duración del pulso y el punto de inflexión (Rivera-Parra & Burneo, 2013).

En muchos países, por ejemplo Ecuador, se han creado bibliotecas de referencia de llamados de ecolocalización de murciélagos para facilitar la identificación de las especies, que además están disponibles en línea (Rivera-Parra & Burneo, 2013). En Guatemala, los estudios de este tipo son escasos (e.g. Kraker & Pérez, 2012), por lo que la presente investigación busca ser un estudio piloto para la creación de filtros de las vocalizaciones de murciélagos no filostómidos en el norte del país. De esta manera, podrán diseñarse planes de monitoreo del estado de las poblaciones de murciélagos en las áreas protegidas del país. Por ello este estudio tiene como objetivo principal contribuir a la caracterización de las vocalizaciones de los murciélagos no filostómidos en el Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas, usando el detector AnabatTM II (Titley Electronics, Australia).

## **Materiales y métodos**

### *Sitio de estudio*

El Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas posee una extensión de 45,555 ha. Es un área administrada por el Centro de Estudio Conservacionistas (CECON), de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Se encuentra en el departamento de Petén colindando con la frontera de México al norte y de Belice al este. Forma parte de la Reserva de la Biósfera Maya. Posee una temperatura media anual de 22°C, una precipitación de 1,160 a 1,700 mm/año y tiene entre 100 y 300 msnm. Según la clasificación de Holdridge el Biotopo es un bosque húmedo subtropical.

### *Archivo de grabaciones*

Se utilizaron los archivos de grabaciones previas de las vocalizaciones de murciélagos utilizando el sistema Anabat™ II (Titely Electronics, Australia), obtenidas en el año 2004, el cual se colocó en la casa administrativa del Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas. Se utilizó el software Analoow versión 20.15.9.20 desarrollado por C. Corben para analizar las grabaciones y se obtuvieron los datos de frecuencia característica, frecuencia máxima, frecuencia mínima, frecuencia promedio, duración de la vocalización y el punto de inflexión de la vocalización. Posteriormente se identificaron las especies por medio de una comparación visual de la estructura (forma) de las vocalizaciones con las grabaciones de referencia de murciélagos Neotropicales, que se encuentra en el Museo de Historia Natural (MUSHNAT-USAC). De las especies identificadas se seleccionaron cuatro, las cuales fueron las más comunes y con mayor número de vocalizaciones.

Con el software Analoow versión 20.15.9.20 (C. Corben) se obtuvieron seis valores para este estudio, los cuales son: la frecuencia máxima que es la frecuencia más alta de la vocalización medida; la frecuencia mínima es la frecuencia más baja; la frecuencia característica, punto que caracteriza la vocalización, es la frecuencia en el extremo derecho (es decir, del final) de la parte más plana de la vocalización; el punto de inflexión, punto donde se cambia la inclinación del pulso, es el punto de mayor cambio de la pendiente de una vocalización; por último la duración es el tiempo que tarda en darse una vocalización (Corben, 2000; Rivera & Burneo, s.f.).

### *Análisis estadístico*

Se realizó un Análisis de Funciones Discriminantes (DFA por sus siglas en inglés) para determinar el poder discriminatorio del modelo, e identificar la contribución independiente de cada variable o parámetro acústico. Para ello se utilizó el programa estadístico PAST v. 3.14 (Hammer, 2016).

## **Resultados**

Por medio de la comparación visual de la estructura de las vocalizaciones de los murciélagos no filostómidos se identificaron 11 especies, cuatro de ellas con identificación dudosa (Tabla 1). Asimismo, se presentan las descripciones de las vocalizaciones de cuatro especies : *Saccopteryx bilineata*, *Diclidurus albus*, *Rhogeessa tumida* y *Pteronotus parnelli*.



*Saccopteryx bilineata*. Se analizaron 30 vocalizaciones de esta especie. Las vocalizaciones se encuentran entre los 40-50 kilohertz (kHz), su estructura es ligeramente inclinada hacia la izquierda y curvada hacia abajo, con una frecuencia máxima promedio de 26.4 kHz, mínima promedio de 42.3, y duración de las vocalizaciones de 8.1 milisegundos (ms). Esta especie fue la más frecuente en las grabaciones (Tabla 2; Figura 1b).

*Diclidurus albus*. Se analizaron 30 vocalizaciones de esta especie, encontrándose entre los 20-30 kHz. Su estructura es casi rectilínea con un ligero descenso al finalizar. Cuenta con una frecuencia máxima promedio de 24.1 kHz y mínima de 18.8 kHz. La duración de las vocalizaciones es ligeramente mayor a la de *S. bilineata*, de 8.3 ms (Tabla 2; Figura 1c).

*Rhogeessa tumida*. Se analizaron 30 vocalizaciones de esta especie. Éstas se hallaron dentro de un amplio rango de frecuencia siendo la máxima frecuencia entre las analizadas de 90.91 kHz. La estructura es casi vertical con una ligera curva en la parte inferior. Esta fue la especie que presentó menor duración en sus vocalizaciones entre las cuatro estudiadas, de 4.7 ms. También fue de las más frecuentes entre las grabaciones analizadas (Tabla 2; Figura 1d).

*Pteronotus parnelli*. Se analizaron 30 vocalizaciones de esta especie. El rango de frecuencias entre las que se encontraron las vocalizaciones fue entre 60-70 kHz. Presentando una frecuencia máxima promedio de 63.3 y mínima de 39.3. La estructura de la vocalización es muy característica, es ampliamente aplanada con curvas hacia abajo al inicio y al final de la llamada.

Esta especie presentó la mayor duración en sus vocalizaciones con 26.1 ms en promedio (Tabla 2; Figura 1a).

El DFA mostró la máxima separación entre grupos dando como resultado cuatro grupos distintos que coinciden con las cuatro especies de murciélagos de estudio (Figura 2). El estadístico lambda de Wilks dio un resultado significativo (0.000218) mostrando que el modelo sí muestra una discriminación entre los grupos. La duración de la vocalización fue la variable de mayor peso (Figura 2). La primera función discriminante representó el 83.89% de la varianza explicada y la segunda función discriminante el 14.88 % de la varianza explicada, que sumados explican el 98.77% de la varianza acumulada (Tabla 3). El 100% de los individuos fueron agrupados correctamente.

## **Discusión**

Los distintos métodos de captura de murciélagos, como las redes de niebla o la trampa de arpa, dejan de lado a los murciélagos no filostómidos pues estos las evaden, y debe recurrirse a alternativas como los detectores ultrasónicos para registrar las vocalizaciones. Pech-Canche et al. (2010) demostró en un estudio la importancia del uso de estos detectores como técnica adicional y complementaria a los métodos directos para mejorar los inventarios de murciélagos. Generalmente, las especies que no son detectadas en las redes de niebla son los murciélagos no filostómidos, ya que ocupan distintos estratos del bosque y su sistema de ecolocalización es más desarrollado. Los filostómidos ocupan generalmente los estratos inferiores, mientras que los no filostómidos ocupan estratos superiores y son principalmente insectívoros, y su mayor capacidad

de ecolocalizar les permite capturar a sus presas (insectos) en pleno vuelo (Pech-Canche et al. 2010). Esto hace posible que detecten las redes y las eviten, pero sí pueden ser identificados con los detectores ultrasónicos.

En Guatemala los murciélagos no filostómidos constituyen el 51% del total (100 especies) de quirópteros que habitan el país (Kraker-Castañeda et al. 2016). En el presente estudio se encontraron aproximadamente diez tipos distintos de vocalización en las grabaciones realizadas en la casa administrativa del Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas. Las más abundantes y de clara identificación fueron cuatro especies pertenecientes a tres familias distintas: *Saccopteryx bilineata* y *Diclidurus albus* (Emballonuridae), *Rhogeessa tumida* (Vespertilionidae) y *Pteronotus parnelli* (Mormoopidae).

Los murciélagos pueden emitir distintos tipos de vocalizaciones o vocalizaciones según su actividad (sociales, orientación y alimentación) de las cuales las señales de la fase de orientación son las más frecuentes (cerca del 90%) y con variación menor, por lo que son usadas para la identificación de los murciélagos (Fenton y Bell, 1981), y fueron estas vocalizaciones las utilizadas para este estudio.

Los parámetros de las vocalizaciones que mayor información aportaron para permitir la identificación de las especies en este modelo son la duración de la llamada, principalmente, frecuencia máxima, la frecuencia media y el punto de inflexión (Fknee). En algunas especies con vocalizaciones suavemente curvadas la Fknee puede ser igual a frecuencia característica (Corben, 2000) como se observó en *Pteronotus parnelli* que tiene una frecuencia de 62.9 kHz (Tabla 2) y en *Diclidurus albus* se acercan mucho ambos datos, y esto puede verse en la estructura de las vocalizaciones donde ambas presentan áreas planas.

Con los resultados obtenidos de cada uno de los parámetros es posible elaborar en un futuro filtros y poder de esta manera facilitar la posterior identificación de este grupo dando oportunidad a realizar monitoreos de la composición de la quiropterofauna en lugares de interés como lo son las áreas protegidas del país. Existen ya bancos de vocalizaciones y filtros elaborados en otros países para estos fines, pero se ha observado que estos parámetros cambian en función del hábitat en el que viven o lugar geográfico en el que se encuentran. Por ejemplo, Rejnhold et al. (2001) encontró que los parámetros medidos de las vocalizaciones de *Chalinolobus gouldii* en cinco regiones diferentes de Australia presentan variación geográfica, aunque esto no impidió la identificación de ellas. Para *S. bilineata*, Biscardi et al. (2004) también encontraron diferencias en las vocalizaciones de ecolocalización entre Belice y Brasil.

El DFA permitió separar en un 100% los cuatro grupos de murciélagos por lo que es posible la determinación de las especies de murciélagos no filostómidos por medio del método acústico, aunque debe estandarizarse debido a las variaciones geográficas que pueden existir.

Además en el caso de *Rhogeessa tumida* se sabe que es un complejo de especies y para Guatemala se encontró que se hallan *R. bickhami* y *R. menchuae* (Kraker-Castañeda et al., 2016).

Los parámetros medidos para las vocalizaciones de las cuatro especies analizadas en este estudio difieren de las registradas en Belice por Miller (2003). Por ello se recomienda describir las vocalizaciones de los murciélagos en las distintas localidades para su correcta identificación (Orozco-Lugo et al., 2013) y por lo cual es necesario incursionar más en este tema en Guatemala y estandarizar el método para poder desarrollar filtros propios de los murciélagos no filostómidos que habitan en el país, diseñar proyectos de monitoreo en las áreas protegidas del país, y de esta forma contribuir a su conservación. Además se recomienda realizar este método acústico con especies cercanamente emparentadas para una mejor estandarización del mismo.

### **Agradecimientos**

Se agradece al MUSHNAT por permitir trabajar en el lugar y por las grabaciones proporcionadas para la realización de este estudio y a Cristian Kraker por su revisión y corrección del artículo de investigación.

### **Literatura citada**

Biscardi, S. *et al.* (2004). Data, sample sizes and statistics affect the recognition of species of bats by their echolocation calls. *Acta Chiropterologica*, 6 (2), 347-363.

Corben, C. (2011). Glossary. AnlookW. Recuperado de: <http://users.lmi.net/corben/glossary.htm#Glossary>

Duarte, Carlos. (2010). *Océano: el secreto del planeta Tierra*. España: Editorial CSIC.

Fanjul, M. & Hiriart, M. *Biología funcional de los animales II. Una neurofisiología comparada*. México: Siglo XXI.

Fenton, M. & Bell, G. (1981). Recognition of species of insectivorous bats by their echolocation calls. *Journal of Mammalogy*, 62 (2), 233-243.

García-Alix, A. & Quero, J. (2012). *Pares craneales relacionados con los sentidos: El primero, el segundo y el octavo par craneal*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Giancoli, D. (2006). *Física. Principios con aplicaciones*. 6a. ed. México: Pearson Educación.

Hammer, Ø. (2016). *PAST. PAleontological STatistics. Version 3.14. Reference manual*. University of Oslo. Recuperado de: <http://folk.uio.no/ohammer/past/past3manual.pdf>

Kraker, C. & Pérez, S. (2012). Detección ultrasónica de murciélagos insectívoros en cafetales de La Antigua Guatemala, Guatemala. *Revista Científica*, 22 (1), 43-53.

Kraker-Catañeda, C. *et al.* (2016). En el caso de *Rhogeessa tumida* es un complejo de especies y para Guatemala se encontró que se hallan *R. bickhami* y *R. menchuae*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(2016), 409-416.

Miller, B. (2003). *Community Ecology of the Non-phylostomid bats of Northwestern Belize, with a landscape level assessment of the bats of Belize*. (Tesis Doctorado). University of Kent at Canterbury.

Neuweiler, G. (1989). Foraging ecology and audition in echlocating bats. *TREE*, 4 (6). 160-166.

O'Farrel, M. *et al.* (1999). Qualitative identification of free-flying bats using the Anabat detector. *Journal of Mammalogy*, 80 (1), 11-23.

Orozco-Lugo, L. *et al.* (2013). Descripción de los pulsos de ecolocalización de once especies de murciélagos insectívoros aéreos de una selva baja caducifolia en Morelos, México. *Therya*, 4 (1):33-46.

Pech-Canche, J. MacSwiney, C. & Estrella, E. (2010). Importancia de los detectors ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos Neotropicales. *Therya*, 1(3): 227-234.

Rejnhold, L. *et al.* (2001). Geographic variation in the echolocation calls of Gould's wattled bat *Chalinolobus gouldii*. *Zoologist*, 31(4), 618-624.

Rivera, P & Burneo, S. (sin fecha). Estudios de ecolocalización de murciélagos. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Rivera-Parra, P. & Burneo, S. (2013). Primera biblioteca de llamadas de ecolocalización de murciélagos del Ecuador. *Therya* 4 (1), versión On-line ISSN 2007-3364.

Schnitzler, H. & Kalko, E. (2001). Echolocation by Insect-Eating Bats. *BioScience*, 51(7): 557-569

Tipler, P. & Mosca, G. (2006). *Física para la ciencia y la tecnología*. 5a. edición. España: Editorial Reverté.

## ANEXOS

### LISTADO DE ESPECIES DE MURCIÉLAGOS NO FILOSTÓMIDOS Y CARACTERIZACIÓN DE LAS VOCALIZACIONES DE CUATRO ESPECIES EN EL BIOTOPO PROTEGIDO NAACHTÚN DOS LAGUNAS, PETÉN

Rivera Sandoval, Adriana María<sup>1</sup> & Pérez Consuegra, Sergio Guillermo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad –EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, <sup>2</sup>Museo de Historia Natural, USAC. adriana2rivsan@gmail.com

**Palabras clave:** Anabat; discriminación; ecolocalización; espectrogramas

**Resumen:** La ecolocalización es la habilidad de algunas especies de animales de emitir sonidos para que el rebote de éstos con los objetos pueda darle información sobre el entorno y objetos específicos. En murciélagos, la ecolocalización y la capacidad de vuelo verdadero, les permitió ocupar nichos que antes no habían sido ocupados por otros mamíferos. El estudio de la ecolocalización ha permitido el desarrollo de métodos de muestreo indirectos por medio de detectores ultrasónicos que captan estas señales, y que luego pueden ser visualizadas con programas de computación específicos. En el presente estudio se analizaron los llamados de ecolocalización del Biotopo Protegido Naachtún Dos Lagunas con el objetivo de hacer un inventario de las especies de murciélagos no filostómidos del lugar; además se describieron cuatro especies con el objetivo de contribuir a la caracterización de las vocalizaciones y poder en el futuro crear filtros de referencia para posteriores muestreos realizados con este método.

#### Tablas

Tabla 1. Listado de especies de murciélagos no filostómidos del Biotopo Protegido Naachtún Dos Laguna, Petén.

No.	Especie
1	<i>Diclidurus albus</i>
2	<i>Lasiurus ega</i>
3	<i>Lasiurus sp.</i>
4	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>
5	<i>Pteronotus parnellii</i>
6	<i>Rhogeessa tumida</i>
7	<i>Saccopteryx bilineata</i>
8	<i>Tadarida brasiliensis*</i>
9	<i>Myotis keaysi*</i>
10	<i>Nyctinomops macrotis*</i>
11	<i>Pteropteryx kapleri*</i>

\*Especies de identificación dudosa

Tabla 2. Características cuantitativas promedio ( $\pm$  desviación estándar) de las vocalizaciones de cuatro especies de murciélagos no filostómidos del Biotopo Protegido Naachtún Dos Laguna, Petén.

Especie	Frecuencia máxima (kHz)*	Frecuencia mínima (kHz)*	Frecuencia promedio (kHz)*	Duración (ms)+	Frecuencia característica (kHz)*	Punto de inflexión (Fknee) (kHz)*
<i>Saccopteryx bilineata</i>	46.4 $\pm$ 1.5	42.3 $\pm$ 8.2	45.6 $\pm$ 2.2	8.1 $\pm$ 1.7	46.2 $\pm$ 1.4	45.5 $\pm$ 1.4
<i>Diclidurus albus</i>	24.1 $\pm$ 1.8	18.8 $\pm$ 6.6	21.9 $\pm$ 3.5	8.3 $\pm$ 2.9	23.1 $\pm$ 1.5	23.7 $\pm$ 1.6
<i>Rhogeessa tumida</i>	70.9 $\pm$ 8.3	38.2 $\pm$ 15.2	48.8 $\pm$ 9.2	4.7 $\pm$ 2.4	49.2 $\pm$ 1.6	52.3 $\pm$ 1.7
<i>Pteronotus parnellii</i>	63.3 $\pm$ 0.5	39.3 $\pm$ 19.2	59.4 $\pm$ 4.1	26.1 $\pm$ 6.5	62.9 $\pm$ 0.5	62.9 $\pm$ 0.6

\*kiloHertz; +milisegundos.

Tabla 3. Varianza explicada por las funciones discriminantes de las variables medidas para las vocalizaciones.

Función discriminante	Eigenvalor	Porcentaje (%)
1	99.371	83.89
2	17.625	14.88
3	1.4541	1.228

## Figuras

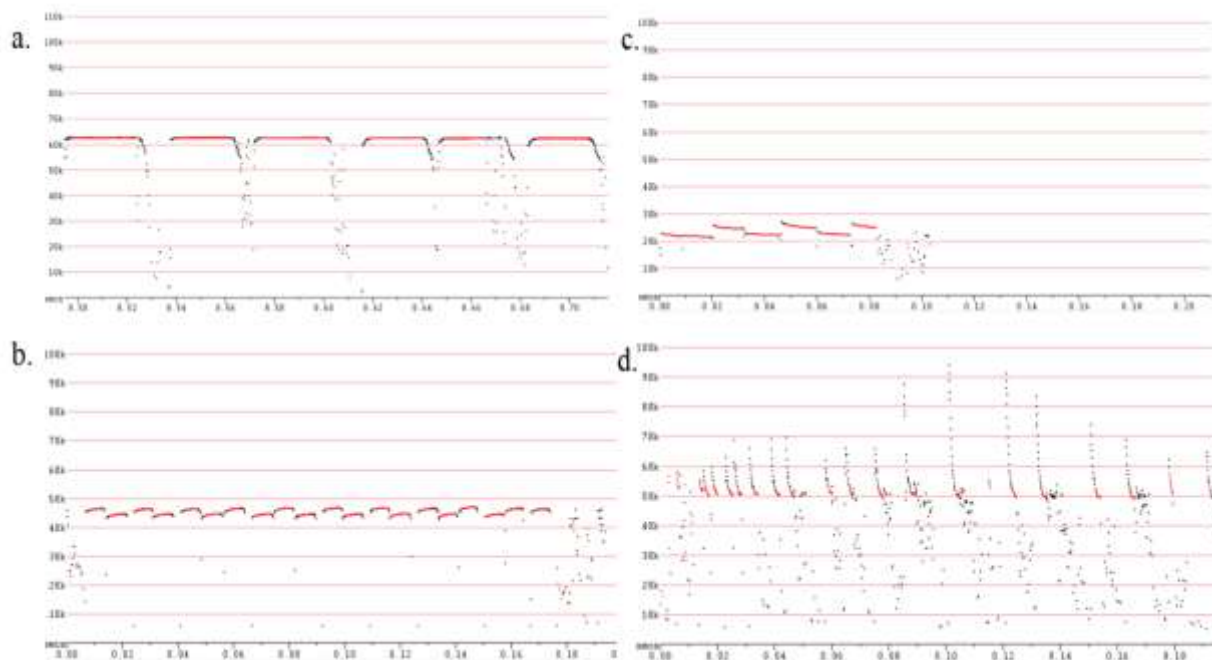


Figura 1. Espectrogramas de las vocalizaciones de las cuatro especies estudiadas de murciélagos no filostómidos del Biotopo Protegido Naachtún Dos Laguna, utilizando el detector ultrasónico Anabat™ II (Titley Electronics, Australia). a) *Pteronotus parnellii*, b) *Saccopteryx bilineata*, c) *Diclidurus albus*, d) *Rhogessa tumida*.

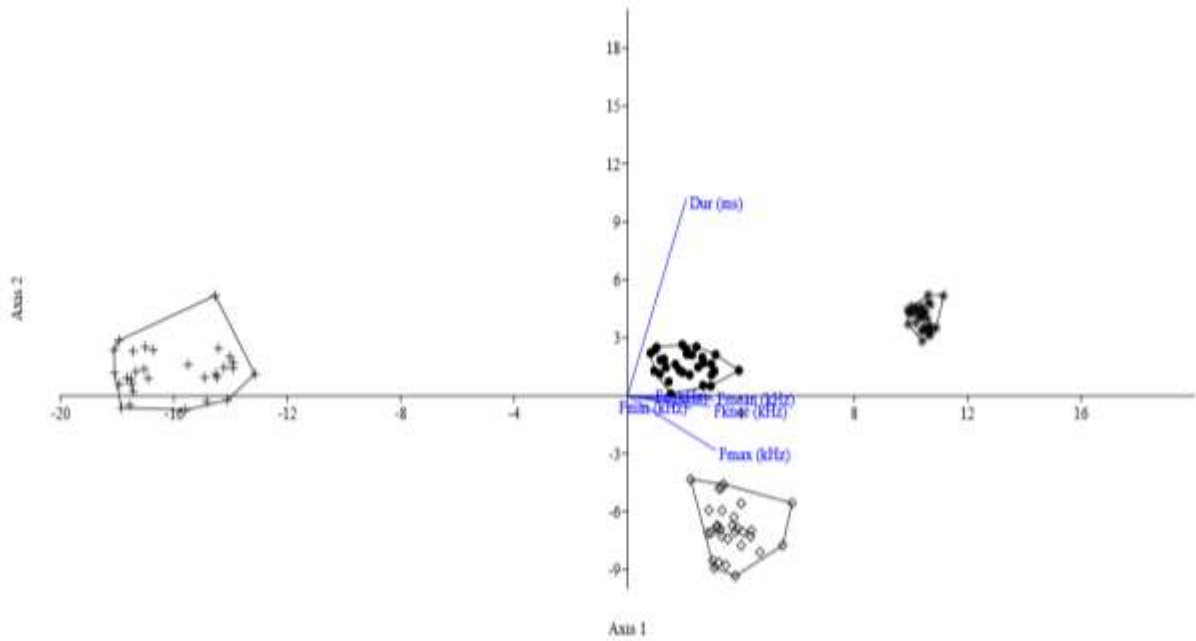


Figura 2. Análisis de Funciones Discriminantes para las variables medidas en las cuatro especies de murciélagos no filostómidos detectados en el Biotopo Protegido Naachtún Dos Laguna, Petén. Cada especie está representada con un símbolo: ● *Saccopteryx bilineata*, + *Diclidurus albus*, ◇ *Rhogeessa tumida*, \* *Pteronotus parnelli*.