

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

INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC
LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA APLICADA Y PARASITOLOGÍA –LENAP-
PERIODO DE REALIZACION
ENERO 2011 – ENERO 2012

MARÍA DE LOS ANGELES ARIZA SALAZAR
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS

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

INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO
LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA APLICADA Y PARASITOLOGÍA –LENAP-
PERIODO DE REALIZACION
ENERO 2011 – ENERO 2012

MARÍA DE LOS ANGELES ARIZA SALAZAR
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS
ASESOR INSTITUCIONAL: LICDA. ANTONIETA RODAS
Vo.Bo. ASESOR INSTITUCIONAL

INDICE

	Página
Introducción	1
Cuadro Resumen: Actividades de Servicio y Docencia 2011	2
Actividades de Servicio	4
Actividades de Docencia	7
Actividades no Planificadas	8
Bibliografía	14
Anexos	15

INTRODUCCIÓN

El subprograma de EDC para Biología tiene como objetivo involucrar al estudiante en la práctica de las Ciencias Biológicas en forma de servicio y docencia para divulgar la realidad ambiental y tener un impacto en la comunidad. Por esta razón, se escogió el Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología (LENAP) para desarrollar las actividades de docencia y servicio que están encaminadas hacia la búsqueda, comprensión, interpretación, aplicación y divulgación del conocimiento científico y tecnológico humanístico para en la solución de los problemas y satisfacción de las necesidades de la sociedad guatemalteca (Enriquez, E; Armas, G & B. Alquijay. 2011 p7).

Las actividades de docencia y servicio se realizaron en los meses de Enero a Julio del año 2011 principalmente, cabe mencionar que se continuó colaborando con las actividades del Laboratorio hasta Diciembre del mismo año. Las mismas, estaban dirigidas al mantenimiento del equipo, suministros y material biológico con los que se trabaja en LENAP, así como a la formación profesional y tecnificación en las ciencias relacionadas a la Biología Molecular. También se realizaron actividades no planificadas donde se asistió a talleres de capacitación realizados por el personal LENAP, donde se colaboró en la logística y organización de los mismos. Así mismo, se recibió capacitación en técnicas de Biología Molecular relacionadas al estudio de la Enfermedad de Chagas en América.

El aprendizaje que se adquiere en LENAP mejora el nivel académico del estudiante y le da un primer vistazo sobre el ámbito laboral en el que el Biólogo se puede desarrollar. Además lo prepara en la línea de las ciencias biológicas de interés del estudiante, ya sea en Entomología, Serología o como en mi caso personal aprender técnicas de Biología Molecular para investigación (LENAP 2010).

CUADRO RESUMEN: ACTIVIDADES DE SERVICIO Y DOCENCIA EDC 2011

Programa Universitario	Nombre de la actividad	Fecha de la actividad	Horas EDC ejecutadas
A. Servicio	Servicio preestablecido Colecciones Botánicas	18-29 de enero	40
	Servicio Preestablecido Colecciones Zoológicas	1-16 febrero	40
	Alimentación de chinches de cultivo y limpieza del bioterio.	Marzo-Junio	33
	Mantenimiento del Insectario	Marzo - Junio	15
	Biblioteca	Marzo y Junio	73
	Preparación de muestrarios de especímenes de Chagas	Marzo- Junio	46
	Disección de Cangrejos	Marzo	4
TOTAL SERVICIO			251
			41%
B. Docencia	Lectura de Artículos.	Marzo-Junio	22
	Taller sobre "Diagnóstico Parasitológico de Chinches" por la Licda. Antonieta Rodas	Marzo	10
	Seminario de Actualización en Biología Molecular y Genética Humana	Marzo	10
	Elaboración de Informes y Trabajos EDC	Marzo-Junio	20

TOTAL DOCENCIA			62 (10%)
Actividades no planificadas			
Servicio	Ingreso de Chinchas a la colección	Marzo y Abril	42
Servicio	Mantenimiento de colecciones de referencia de LENAP	Abril	10
Servicio	Métodos de extracción de ADN y electroforesis en Geles	Marzo-Junio	37
Servicio	Actividades de oficina y colaboración con tareas administrativas.	Marzo-Junio	15
Servicio	Logística y Planificación del Taller Control Biológico de Vector Chagas.	Octubre	12
Servicio	Logística y Planificación de Capacitación: Detección de Fuentes Alimenticias por PCR en Triatominos.	Noviembre	15
Servicio	Exposición Seminario de Unidades de Práctica EDC.	Noviembre	4
Docencia	Actividades académicas varias con MsC. Patricia Landaverde.	Marzo-Junio	43
Docencia	Auxiliar de Taller Nacional de Capacitación sobre Caracterización Molecular de la Biodiversidad. CONAP-LENAP	Mayo	37

Docencia	NIH Simposio de Colaboradores 2011 –Antigua Guatemala-	Junio	20
Docencia	Técnicas de Biología Molecular impartidas por Br. Raquel Lima y MsC. Patricia Landaverde	Marzo-Junio	25
Docencia	Taller “Permisos de Colecta” CONAP	Abril	4
Docencia	Participación en Red de Investigación Genómica y Proteómica de Triatominos.	20 al 23 de Septiembre	24
Docencia	Exposición: Electroforesis. En Taller: Detección de Fuentes Alimenticias por PCR en Triatominos.	Noviembre	6
Docencia	Auxiliar de Laboratorio en Taller: Detección de Fuentes Alimenticias por PCR en Triatominos.	Noviembre	24
TOTAL ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS			314 (49%)
TOTAL HORAS SERVICIO DOCENCIA			631

ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC

1. ACTIVIDADES DE SERVICIO

1. Nombre de la Actividad: **Alimentación de chinches de cultivo.**

Objetivo: Contribuir al mantenimiento del cultivo de chinches para su utilización en diversos proyectos de investigación.

Procedimiento: Para la alimentación de las chinches de cultivo (mantenimiento del insectario) se limpian los frascos de vidrio que contienen las chinches de cultivo, se coloca una circunferencia de papel periódico en el fondo del frasco y un trozo de papel periódico plegado

como un abanico, de una altura no mayor de 2/3 del frasco, se tapa con un cedazo fino y se asegura con un hule la abertura del frasco. Para la alimentación de las chinches se utilizan cajas especiales de plástico; se colocan los ratones inmovilizándolos en una malla de metal , se colocan las chinches sobre la rata por espacio de hasta una hora.

Resultados: La alimentación de las chinches solo se realizó 3 veces ya que hay una persona encargada para esta actividad y lo hace por las tardes.

Limitaciones o dificultades: La disponibilidad de mi tiempo para alimentar a las chinches vivas de la colección, ya que la encargada de realizar dicha tarea lo hacía principalmente por la tarde y yo como estudiante sólo podía por las mañanas, pero sí tuve oportunidad de aprender como hacerlo.

2. Nombre de la actividad: **Limpieza del Bioterio.**

Objetivo: Mantener un ambiente limpio y agradable en donde se encuentran las colecciones entomológicas y los ratones para preservar el patrimonio del laboratorio.

Procedimiento: Se realiza periódicamente 2 veces por semana, se limpian las cajas donde permanecen los ratones, se cambia la viruta, se lavan las pachas y se llenan de agua limpia y se realiza limpieza general del espacio del Bioterio.

Resultados: Se cumplió con la limpieza del Bioterio 1 vez por semana.

Limitaciones o dificultades: ninguna.

3. Nombre de la actividad: **Biblioteca**

Objetivo: Colaborar con el archivo de colección de informes de tesis, EDC y artículos publicados por personal de LENAP.

Procedimiento: actualización de base de datos de bibliografía existente, ordenamiento, enriquecimiento. Se realizó una nueva de base de datos, exclusivamente para uso interno del LENAP, donde se pueden hacer consultas sobre la bibliografía existente.

Resultados: Ahora está a disposición de cualquier personal de LENAP la búsqueda de bibliografía rápida, donde se puede buscar según tipo de publicación, autor, año; además ofrece información sobre la ubicación del ítem de interés y el número de copias existentes.

Problemas y Limitaciones: Se invirtió bastante tiempo en elaborar la nueva base de datos, por lo que el trabajo de ingreso de datos está pendiente para algunas referencias bibliográficas guardadas en folders hechos por otras investigaciones del laboratorio.

4. Nombre de la actividad: **Preparación de muestrarios de especímenes de *Triatoma dimidiata*, vector de la enfermedad de Chagas.**

Objetivo: Conocer la metodología para la preparación de muestrarios de especímenes. Así mismo, proponer un nuevo muestrario disponible para uso de investigadores e instituciones de salud que lo requieran.

Procedimiento: Se clasifican las chinches disponibles según su estadio. Se prepararon ciclos de vida de *Triatoma dimidiata*, para uso docente e investigación. En cajas de petri, se cortaron pedazos de duroport, donde se colocaron los diferentes estadios del ciclo de vida de *T. dimidiata*, que incluía en la parte posterior la información del Laboratorio LENAP. Por último, se cerraron debidamente con cinta adhesiva. Por último, las chinches sobrantes se almacenaron en botes plásticos pequeños para su posterior utilización en diversos proyectos.

Resultados: Se clasificaron las chinches según su estadio para la preparación de muestrarios de especímenes de *T. dimidiata*. Así mismo se propuso una nueva modalidad de muestrario y se obtuvieron alrededor de 25 ejemplares. Las chinches sobrantes fueron almacenadas en frascos debidamente etiquetados y guardados en estanterías.

Problemas y Limitaciones: Falta de recurso monetario para emplear otros modelos de muestrarios de *T. dimidiata*.

5. Nombre de la actividad: **Disección de Cangrejos.**

Objetivo: Aprender sobre el manejo y disección de los Cangrejos colectados para conocer si presentan el parásito *Paragonimus* sp.

Procedimiento: Se abren los cangrejos por la parte urogenital, y se extrae una muestra del hepatopáncreas. La muestra, se coloca sobre un portaobjetos con agua destilada, se cubre con un cubreobjetos y se observa al microscopio para ver presencia o ausencia del parásito.

Resultados: Se disecaron alrededor de 30 cangrejos provenientes de diferentes ríos de Guatemala. Así mismo, se tomó la medida interocular a cada uno ya que ésta es una característica taxonómica importante. Finalmente la información se ingresó a una base de datos y los ejemplares se preservaron en alcohol al 80%.

Problemas y Limitaciones: ninguno.

6. Nombre de la actividad: **Elaboración de Diagnóstico de la Unidad de Práctica y Plan de Trabajo, Informes Bimensuales e Informe Final.**

Objetivo: Que el estudiante realice un estudio previo sobre las actividades que realizará en su unidad de práctica y que las planifique para que se lleven a cabo de forma ordenada. Así mismo,

que reporte cada dos meses el avance de las actividades de servicio y docencia, para que los asesores le puedan orientar sobre como concluir con éxito el EDC.

Procedimiento: Para el Diagnóstico de la Unidad de Práctica, se preguntó al personal de LENAP que posibles actividades tanto de Servicio, Docencia e Investigación se podrían realizar, y se realizó un reporte. En el Plan de Trabajo, se programó la realización de las actividades que se propusieron en el Diagnóstico.

Para la realización de los informes bimensuales, se describieron las actividades y se llevó un registro de las actividades de avance y de las actividades no planificadas. Estos trabajos se revisaron por la asesora institucional Lic. Antonieta Rodas, y firmó de visto bueno.

Resultados: Se realizó un Diagnóstico de Unidad de Práctica, un Plan de Trabajo de EDC, 3 informes bimensuales y un informe final de EDC.

Problemas y Limitaciones: Ninguno.

2. ACTIVIDADES DE DOCENCIA

1. Nombre de la actividad: Lectura de Artículos y otros, relacionado a los temas de Biología Molecular y Genética de la Conservación.

Objetivo: Actualización científica, análisis de metodologías en investigaciones y críticas.

Procedimiento: Selección de lectura y discusión con personal de LENAP o invitados.

Resultados: Únicamente se discutieron capítulos de libros sobre Genética de la Conservación con MSc. Patricia Landaverde y Raquel Lima (personal de LENAP). Se hicieron lecturas recomendadas por personal del LENAP, donde no hubo ningún tipo de discusión pero sí, una pequeña comprobación de lectura. Esta actividad se realizó en los meses de abril y mayo con un total de 43 horas.

Problemas y Limitaciones: Disponibilidad de tiempo de personal de LENAP para discusión de artículos.

2. Nombre de la actividad: Taller sobre “Diagnóstico Parasitológico de Chinchas” por la Lic. Antonieta Rodas

Objetivo: Aprender sobre la metodología para el diagnóstico parasitológico de Chinchas, técnicas y estudio.

Procedimiento: Docencia impartida por la Licda. Antonieta Rodas junto con prácticas de laboratorio en los días 16 de marzo, 4 abril y 26 abril con un total de 10 horas.

Resultados: Se observó *Trypanosoma cruzi* en Chinchas colectadas en el campo.

Problemas y Limitaciones: Disponibilidad de Chinchas para realizar el diagnóstico de un mayor número de chinchas infectadas.

3.1 Nombre de la actividad: **Asistencia a Seminario de Actualización en Biología Molecular y Genética Humana, organizado por Instituto de Investigación en Enfermedades Genéticas y Metabólicas –IVEGEM–.**

Objetivo: Actualización sobre Biología Molecular y Genética Humana en cuanto a metodologías y técnicas de diagnóstico en enfermedades congénitas.

Procedimiento: Asistencia a Conferencias y charlas personales impartidas durante el seminario los días 11 y 12 de febrero del 2011. Con un total de 10 horas. (Ver anexo no.1)

Resultados: Se adquirieron nuevos conocimientos sobre Biología Molecular y Genética Humana, y se hicieron nuevos contactos con científicos reconocidos en el país en el área de genética humana.

Problemas y Limitaciones: Ninguno

3. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

1. Nombre de la actividad: **Métodos de extracción de ADN y Electroforesis en Gel.**

Objetivo: Aprender la técnica de extracción de ADN y de su visualización en geles de agarosa por medio de electroforesis.

Procedimiento: Depende del protocolo a seguir. Se pueden seguir protocolos con kit de extracción donde se siguen los pasos con los reactivos correspondientes, o se puede realizar una extracción artesanal donde se prepara cada uno de los reactivos. En general, la extracción inicia con un rompimiento de la membrana celular, una precipitación de organelos y proteínas; por último una extracción de ADN por secuestro de cargas. Para la elaboración de geles de agarosa, se pesa en gramos 1% de la concentración deseada de agarosa en el gel, se le añade un buffer con sales y se calienta. Se añade bromuro de etidio para colorear el gel y poder visualizarlo y se deja cuajar en la cámara electroforética. Para la electroforesis, se ponen las muestras de ADN en cada uno de los pozos, y se ponen los electrodos con la carga positiva hacia el frente. Se deja correr por 25 minutos, y se visualiza en una cámara de luz ultravioleta. (Ver Anexo no.2)

Resultados: Se realizaron protocolos con kit de extracción y artesanal para extraer ADN de *Artibeus jamaicensis*, (pelo) y *Paragonimus* sp. de muchas muestras para diferentes proyectos y

con fines didácticos. Posteriormente se realizaron geles para poder visualizar el ADN por medio de electroforesis.

Problemas y Limitaciones: No siempre se cuentan con todos los reactivos para realizar una extracción según el protocolo.

2. Nombre de la actividad: **Ingreso de chinches a la Colección**

Objetivo: ayudar con el mantenimiento de la colección y aprender la metodología del ingreso de chinches a la colección.

Procedimiento: Se ingresan los datos de la colecta en el cuaderno respectivo, para cada chinche, se le identifica con un número y se coloca en un frasco pequeño con alcohol y glicerina al 5%. Posteriormente se ingresa a cada uno de los armarios, en la bandeja correspondiente de acuerdo al número.

Resultados alcanzados: Se ingresaron alrededor de 100 chinches a la colección provenientes de diferentes colectas en el país.

Objetivos alcanzados: Se aprendió la metodología de ingreso de chinches a la colección.

Problemas y Limitaciones: Ninguno.

3. Nombre de la actividad: **Limpieza de colecciones de Referencia de Chinches de Centro América.**

Objetivo: ayudar al mantenimiento de las colecciones de referencia de LENAP.

Procedimiento: Se limpia con delicadeza cada una de las chinches con un pincel mojado de alcohol y glicerina, y se les cambia de alfiler si está oxidado y se regresan al lugar donde estaban colocadas en la caja de colección.

Resultados alcanzados: se limpiaron las colecciones de docencia de la Licda. Antonieta Rodas y se ingresaron las chinches de la nueva colección de referencia por PhD. Carlota Monroy en un total de 10 horas.

Problemas y Limitaciones: ninguno.

4. Nombre de la actividad: **Actividades de oficina y colaboración con tareas administrativas.**

Objetivo: ayudar con las tareas administrativas y de oficina que se presentan en LENAP.

Procedimiento: Se apoya al personal de LENAP en cualquier actividad que ellos soliciten, ya sea la reproducción de copias para material docente o cotizaciones de algún material necesario para el Laboratorio. Se laboraron un total de 15 horas.

Resultados: se hicieron cotizaciones de equipo, toma de fotografías, arreglo de material didáctico, entre otros.

Problemas y Limitaciones: ninguno.

5. Nombre de la actividad: **Actividades académicas varias con MS. Patricia Landaverde**

Objetivo: Aprender sobre temas de Genética de la Conservación, Citogenética y marcadores moleculares; así como buenas prácticas de laboratorio, para el desarrollo integral de una estudiante de Biología con orientación en Biología Molecular.

Procedimiento: Se leyó bibliografía relacionada con temas de Genética y Genética de la Conservación, se discutieron y se recibieron charlas sobre los temas. Así mismo, se recibieron clases junto a estudiantes de Maestría UNAM sobre sistemática. Estas actividades se llevaron a cabo en los meses de marzo y junio con un total de 43 horas.

Resultados: Se estudiaron los temas básicos de Genética y de Biología Molecular, y se pusieron en práctica algunos de ellos, para poder utilizar estas herramientas en una investigación futura.

Problemas o Limitaciones: reactivos para realizar las prácticas de laboratorio y disponibilidad de tiempo de catedráticos.

6. Nombre de la actividad: **Auxiliar de Taller Nacional de Capacitación sobre Caracterización Molecular de la Biodiversidad.**

Objetivo: Auxiliar en la logística y Organización de Talleres dirigidos por Personal de LENAP, así como transmitir el conocimiento aprendido en LENAP.

Procedimiento: Se expuso en el Taller , sobre la extracción casera de ADN en las fechas del 25 al 27 de mayo, se colaboró con la organización del evento a nivel académico, y se guió la lectura de artículos científicos y la discusión de los mismos. Además, se recopiló información para exponer y se hizo un diagrama de flujo para las extracciones de ADN. (Ver anexo no. 3) con un total de 37 horas.

Resultados: Se participó como expositora en el Taller, así como también se aprendió la logística y coordinación de eventos. Aprendí a como exponer adecuadamente, y a transmitir el conocimiento que he aprendido en LENAP.

Problemas o Limitaciones: Ninguno.

7. Nombre de la actividad: **NIH Simposio de Colaboradores 2011 –Antigua Guatemala-**

Objetivos: Participar en la exposición de investigaciones de países de toda América acerca de *Triatoma dimidiata*; así como aprender sobre las técnicas que se utilizan para poder diferenciar poblaciones de *T. dimidiata*.

Procedimiento: El simposio tuvo lugar en Antigua Guatemala en las fechas 1 y 2 de junio, donde los colaboradores del Proyecto NIH expusieron sus investigaciones. Al final de cada exposición, se discutieron los resultados y se respondieron inquietudes para el público. Se tomo nota de cada una de las exposiciones, y se elaboró un resumen de todas las exposiciones. (Ver anexo no.4)

Resultados: Se participó activamente en el simposio, y se obtuvieron nuevas ideas para proyectos de tesis de graduación. Total de horas: 20.

Problemas y Limitaciones: Ninguno

8. Nombre de la actividad: **Técnicas de Biología Molecular impartidas por Raquel Lima y MsC. Patricia Landaverde.**

Objetivos: Aprender sobre técnicas de Biología Molecular y ponerlas en práctica.

Procedimiento: Se recibieron pláticas sobre los temas y se ayudó a los diferentes proyectos que requieren de técnicas de investigación sobre Biología Molecular como AFLP`S, RAPD`S y Microsatélites. Estas pláticas se llevaron a cabo durante los meses de mayo y junio con un total de 25 horas. (Ver Anexo no. 5)

Resultados: Se aprendió sobre las técnicas anteriormente mencionadas, y se recalcó las diferencias e importancia de cada una en diferentes tipos de investigación.

Problemas o Limitaciones: Ninguno.

9. Nombre de la actividad: **Plática instructiva sobre “Metodología para obtener Permisos de Colecta”**

Objetivos: Conocer la metodología para obtener los permiso de colecta, y así poder transmitir esa información a todo el gremio de Biólogos.

Procedimiento: Se asistió a la plática en el Salón Multimedia en el Edificio T-11, de la Ciudad Universitaria realizada el 15 de abril con un total de 4 horas. donde se explicaron los objetivos de la licencia de colecta y los derechos de colecta que el Biólogo obtiene. Así mismo, se dio a conocer la importancia de tener registrado las colecciones personales.

Resultados: Se llevó a cabo la plática con éxito. Ahora los estudiantes de Biología conocen sus derechos de colecta y la importancia de la licencia de colecta.

Problemas o Limitaciones: Ninguno.

10. Nombre de la actividad: **Logística y Planificación de Taller Control Biológico de Vector Chagas.**

Objetivos: Participar en la planificación de Talleres, elaborando programas, volantes informativos, material audiovisual y ayudar con la logística del evento.

Procedimiento: Se reservó el salón multimedia donde se llevaron a cabo las conferencias, se realizó el programa del evento y se realizaron diversas actividades con los invitados.

Resultados: El taller se llevó a cabo con éxito, con exposiciones de PhD. Conchita Toriello y PhD. Diego Guerin acerca de control biológico de Chagas con Hongos entomopatógenos y Virus TrV respectivamente. Se obtuvo como resultado formar parte de la Red de Investigación de Virus (TrV) de Triatominos para América y planificar un taller para el mes de febrero del 2012.

Problemas o Limitaciones: Ninguno.

11. Nombre de la actividad: **Logística y Planificación de Capacitación: Detección de Fuentes Alimenticias por PCR en Triatominos.**

Objetivo: Participar en la planificación de Talleres, elaborando programas, volantes informativos, material audiovisual y ayudar con la logística del evento.

Procedimiento: Se programaron las actividades a realizar, así como se hizo una prueba de todas las actividades de laboratorio. Se preparó el material a utilizarse en el taller y se hizo un diploma para entregarse a todos los participantes. Se compraron los alimentos para las refacciones y se reservó el salón 204 de la Escuela de Biología. (Ver Anexo no.6)

Resultados: El taller de Capacitación en PCR para detección de Fuentes Alimenticias en Triatominos fue un éxito. Se hicieron nuevos contactos con estudiantes y profesionales de

países Centroamericanos que están en el campo de la Biología Molecular así como se obtuvieron nuevas ideas de trabajo para la investigación del mal de Chagas.

Problemas o Limitaciones: Ninguno.

12. Nombre de la Actividad: **Participación en Red de Investigación Genómica y Proteómica de Triatomos (Universidad del Valle, Guatemala)**

Objetivo: Colaborar con la propuesta de ideas para la Red. Conocer y aprender acerca de las técnicas en Genómica y Proteómica de Triatomos usadas en Investigación alrededor del mundo.

Procedimiento: Se asistió a las charlas impartidas en el Salón de Audiovisuales de la Universidad del Valle únicamente por las mañanas, (Ver anexo no.7) donde investigadores de Países Latinoamericanos y Europeos expusieron acerca de sus proyectos y expectativas para el estudio de *T. cruzi* en *T. dimidiata* y *R. prolixus*.

Resultados: Se conocieron las nuevas ideas y proyectos para el estudio y eliminación de *T. cruzi* en *T. dimidiata*. Así como se alcanzaron nuevos contactos con estudiantes de la Universidad del Valle que trabajan en el Laboratorio para el estudio de *T. cruzi*, se intercambiaron ideas y se propusieron posibles oportunidades de trabajo en el exterior.

Problemas o Limitaciones: Ninguno.

13. Nombre de la actividad: **Exposición: Electroforesis. En Taller: Detección de Fuentes Alimenticias por PCR en Triatomos.**

Objetivo: Elaborar e impartir una exposición acerca de la técnica de Electroforesis ante un público de estudiantes y profesores de Centro América.

Procedimiento: Con la ayuda de material audiovisual se realizó una exposición de 45 minutos acerca de la técnica de Electroforesis donde se explicó los fundamentos de la técnica, su aplicación y manejo en el laboratorio.

Resultados: Se impartió una charla explicativa donde los participantes conocieron acerca del tema y realizaron preguntas y comentarios al final de la charla. (Ver Anexo no.6)

Problemas o Limitaciones: Ninguno.

14. Nombre de la actividad: **Auxiliar de Laboratorio en Taller: Detección de Fuentes Alimenticias por PCR en Triatominos.**

Objetivo: Realizar las prácticas de laboratorio para el Taller. Impartir el fundamento teórico en las prácticas de Laboratorio. Auxiliar al estudiante resolviéndole dudas en el proceso de realización de las técnicas de PCR.

Procedimiento: Se realizaron las prácticas de Laboratorio junto a Raquel Lima y se entregó un Manual de Laboratorio como parte del material didáctico, con el fundamento teórico de las prácticas. Se realizó una demostración de la técnica y se acompañó a los participantes en el proceso de la realización de la misma. Además se resolvieron dudas acerca del procedimiento y de lo aprendido en la práctica.

Resultados: El estudiante comprendió el proceso y la técnica de Detección de Fuentes Alimenticias en Triatominos por PCR. Se impartieron 4 prácticas de Laboratorio.

Problemas o Limitaciones: Ninguna.

15. Nombre de la actividad: **Exposición LENAP en Seminario de Unidades de Práctica. EDC.**

Objetivo: Dar a conocer a los estudiantes de EDC del 2012 las actividades que ofrece LENAP como unidad de práctica.

Procedimiento: Se impartió una breve exposición con la ayuda de material audiovisual sobre los objetivos de LENAP como una unidad de investigación, visión y misión. También se dio a conocer las actividades de servicio y docencia que se pueden realizar, así como las líneas de investigación donde los estudiantes se pueden integrar. (Ver Anexo no.8)

Resultados: Los estudiantes fueron informados acerca de las opciones que ofrece LENAP como unidad de práctica y al final se realizaron diferentes preguntas.

Problemas o Limitaciones: Ninguno.

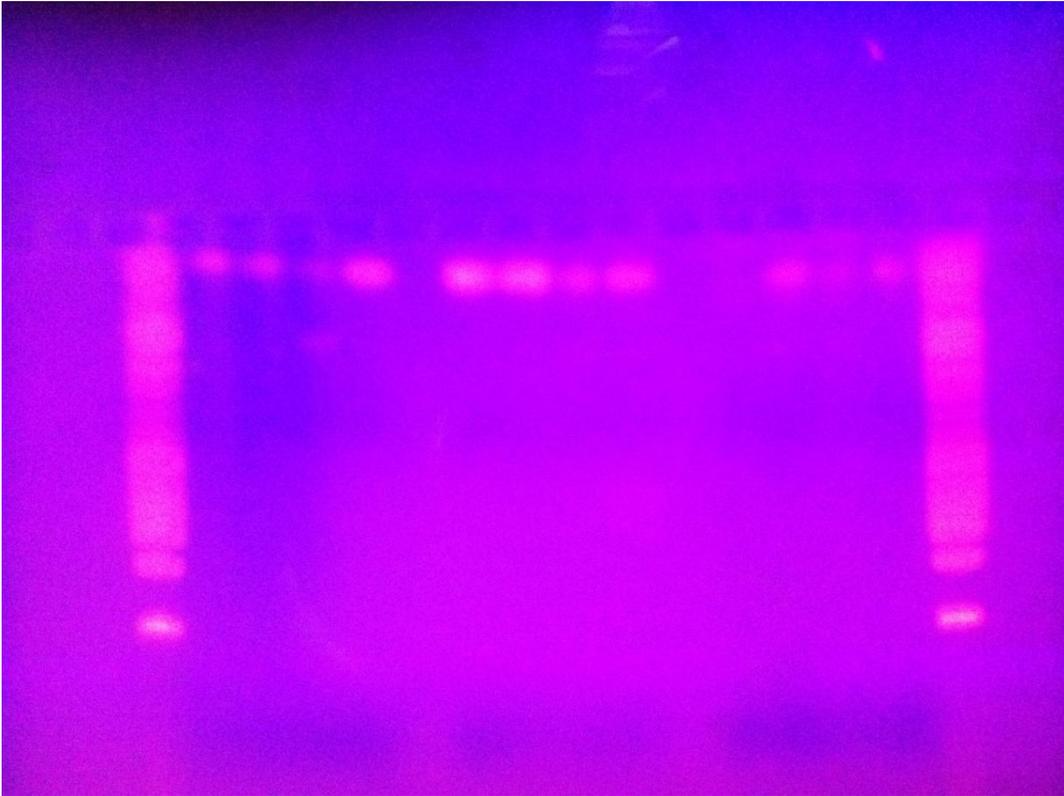
BIBLIOGRAFÍA

1. Enriquez, E., Alquijay, B., Armas, G.(2003) Experiencias Docentes con la Comunidad. *Programa analítico para la realización de la práctica de EDC para los estudiantes de la carrera de Biología.* Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología –LENAP-, 2010. Disponible en: <http://lenap-usac.org/>. Consultada el: 20 de noviembre 2011.

Anexo no.1 Diploma de participación otorgado por IVEGEM



Anexo no.2 Visualización de un gel de agarosa con Luz Uv.



Fuente: M. Ariza.

Anexo no. 3 Diploma otorgado por CONAP/UNESCO.



El Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–, la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT–, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura –UNESCO–, con apoyo del Fondo fiduciario del Japón, la Comisión Técnica Intersectorial de Biotecnología, y las Facultades de Agronomía y Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Otorga el presente Diploma a:

MARIA DE LOS ANGELES ARIZA

Por su apoyo en la organización y participación en el Taller Nacional de Capacitación sobre Caracterización Molecular de la Biodiversidad, celebrado del 25 al 27 de mayo de 2011 en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Lic. Jorge Luis Galindo A.
Secretario Ejecutivo
CONAP

Dra. Rosa María Amaya
Secretaría Nacional de
Ciencia y Tecnología

Dr. Edgar Montiel
Representante
UNESCO Guatemala

Igo. Francisco Vasquez
Decano Facultad de Agronomía, USAC

Dr. Oscar Cobar
Decano, Facultad de Ciencias
Químicas y Farmacia, USAC

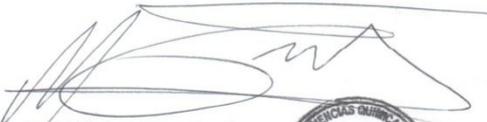


Anexo no. 4 Carta de Confirmación de Asistencia a Simposio NIH

Guatemala 28 de junio de 2011

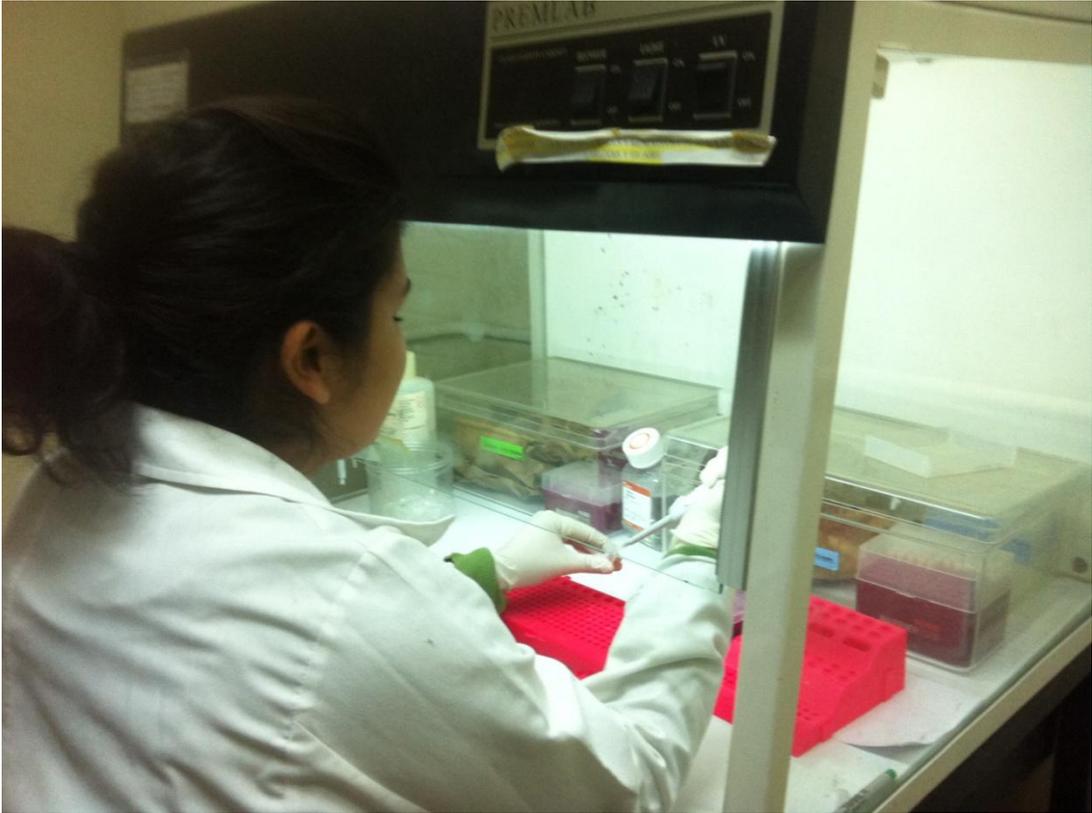
A QUIEN INTERESE:

Por este medio hago constar que la estudiante de cuarto año de Biología: María de los Ángeles Ariza Salazar, participo de forma activa en el Simposio de Colaboradores de NIH para el estudio de taxonomía y epidemiología de *Triatoma dimidiata*, vector del Mal de Chagas, para definir prioridades de investigación donde participaron investigadores de la Universidad de Vermont, Universidad Loyola de Nueva Orleans, Universidad de Yucatán, Universidad de República de Uruguay y la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizado el 1 y 2 de junio del presente año en la ciudad de Antigua Guatemala, Guatemala.


PhD. Carlota Monroy
Investigadora Principal
LENAP

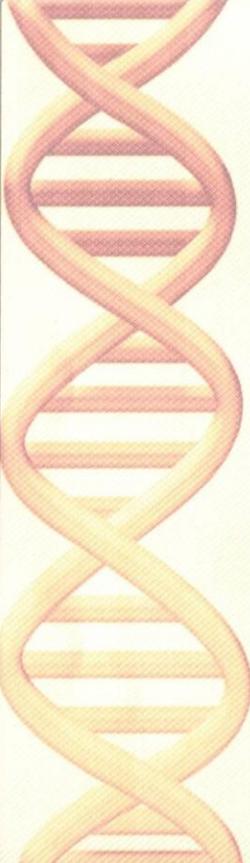


Anexo no. 5 Prácticas de Laboratorio “Técnicas de Biología Molecular”.



Fuente: M. Ariza

Anexo no. 6 Diploma otorgado por LENAP por Participación en el Taller “Detección de Fuentes Alimenticias en Triatominos”.



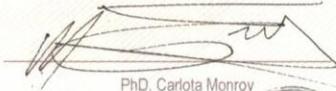
Universidad de San Carlos de Guatemala
Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología

Otorga el siguiente diploma a:

Maria de los Angeles Ariza

Por la organización de la “Capacitación en PCR para detección de fuentes alimenticias en triatominos”,
impartido los días 22, 23 y 24 de noviembre

 PhD. Oscar Cobarr Pinto Decano de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia	 PhD. Carlota Monroy Investigadora Principal
 PhD. Sergio Melgar Director Escuela de Biología	 Licda. Antonieta Rodas Coordinadora LENAP

Ciudad de Guatemala, noviembre del 2011



Otorgan el presente

RECONOCIMIENTO

a

Ma. De los A. Ariza

Por su participación en el

**Taller para Generación de Propuestas
dentro de la Red de Investigación
Genómica y Proteómica de Triatomíneos**

Dra. Teresa López Ordóñez
Coordinadora de la Red
Co-Organizadora del Taller

Dra. Pamela Marie
Pennington de Sánchez
Co-Organizadora del Taller

Ciudad de Guatemala, Septiembre del 2011

Anexo no. 8 Diploma otorgado por EDC "Seminario Unidades de Práctica".

La Universidad de San Carlos de Guatemala
La Dirección General de Investigación y
El Programa de EDC de la Facultad
de Ciencias Químicas y Farmacia



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala



DCG



Hacen constar que:

Br. Ma. de los Angeles Ariza

Participó como conferencista en el "Seminario de Unidades de Práctica 2011" del Sub programa de EDC de Biología, impartido en la Ciudad Universitaria el día 27 de octubre, en el marco de la Jornada Científica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Jorge Luis De León Arana



Dr. Jorge Luis De León Arana
Director General de Investigación

Liliana Magaly Vides Santiago de Urizar



Licda. Liliána Magaly Vides Santiago de Urizar
Directora del Programa de EDC

Roberto Enrique Flores Arzu



Dr. Roberto Enrique Flores Arzu
Director del IIQB

Guatemala, octubre de 2011

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

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN
DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA POBLACIÓN DE *ARTIBEUS JAMAICENSIS*
(CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EN EL BIOTOPO PROTEGIDO SAN MIGUEL LA PALOTADA (EL ZOTZ) SAN
JOSÉ, PETÉN.
LABORATORIO DE ENTOMOLOGÍA APLICADA Y PARASITOLOGÍA –LENAP-
PERIODO DE REALIZACION
ENERO 2011 – ENERO 2012

MARÍA DE LOS ANGELES ARIZA SALAZAR
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: LICDA. GABRIELA ARMAS
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: MSc. PATRICIA LANDAVERDE
Vo.Bo. ASESOR DE INVESTIGACIÓN

INDICE

	Página
Glosario	1
Resumen.....	3
Introducción	4
Planteamiento del Problema.....	4
Justificación	5
Marco Teórico	6
Objetivos	8
Hipótesis.....	8
Metodología	8
Diseño.....	10
Muestra	10
Población	10
Resultados	10
Discusión	13
Conclusiones.....	15
Recomendaciones	15
Referencias Bibliográficas	15
Anexos	19

GLOSARIO

Alelo: Cada una de las formas alternativas que puede tener un gen que se diferencian en su secuencia y que se puede manifestar en modificaciones concretas de la función de ese gen.

Deriva génica: es una fuerza evolutiva que actúa junto con la selección natural cambiando las características de las especies en el tiempo. Es un efecto estocástico que emerge del rol del muestreo aleatorio en la reproducción. Se trata de un cambio aleatorio en la frecuencia de alelos de una generación a otra. Normalmente se da una pérdida de los alelos menos frecuentes y una fijación (frecuencia próxima al 100%) de los más frecuentes, resultando una disminución en la diversidad genética de la población.

Diversidad genética: Variación de genes dentro de una población.

Electroforesis: es una técnica para la separación de moléculas según la movilidad de estas en un campo eléctrico.

Endogamia: Cruzamiento entre individuos de una misma raza dentro de una población aislada, tanto geográfica, como genéticamente.

Frecuencias génicas: También llamadas frecuencias alélicas, consiste en la proporción de cada alelo en un locus dado en una población específica.

Fitness: (Español: aptitud). Describe la capacidad de un individuo con cierto genotipo de reproducirse, y normalmente es igual a la proporción de los genes del individuo en los genes totales de la siguiente generación. Si las diferencias entre genotipos distintos afectan a la aptitud, entonces las frecuencias de los genotipos cambiarán a lo largo de las generaciones; los genotipos con mayor aptitud se harán más comunes.

Flujo génico: Transferencia de genes de una población hacia otra. Este fenómeno también es conocido como migración en términos de genética de poblaciones.

Gel de poliacrilamida: Es uno de los geles utilizados con más frecuencia para realizar técnicas de electroforesis, las cuales tienen como objetivo realizar un análisis y/o separación por carga y tamaño molecular de los fragmentos nucleotídicos. El gel de poliacrilamida se suele emplear en situaciones donde se dispone de fragmentos de bajo tamaño molecular (de menos de 1000 pares de bases).

Haplotipo: combinación de alelos de diferentes loci de un cromosoma que son transmitidos juntos. Un haplotipo puede ser un locus, varios loci, o un cromosoma entero dependiendo del número de eventos de recombinación que han ocurrido entre un conjunto dado de loci.

Heterocigoto: Individuo diploide que para un gen dado, tiene en cada uno de los cromosomas homólogos posee dos formas diferentes de un gen en particular; cada una heredada de cada uno de los progenitores.

Heterocigosidad: Frecuencia media o número de individuos heterocigotos en una población o por locus.

Marcador codominante: Marcador molecular que distingue entre homocigotos y heterocigotos. Muestran mucha información para ser analizada en ciencias derivadas de la genética.

Microsatélites: Son secuencias de ADN en las que un fragmento (cuyo tamaño va desde uno hasta seis nucleótidos) se repite de manera consecutiva. La variación en el número de repeticiones crea diferentes alelos.

Número efectivo de la población: Número de individuos en una población que se reproducen y por lo tanto son los únicos que aportan genes a la siguiente generación.

PCR: Siglas de “Reacción en cadena de la Polimerasa”. Es una técnica de biología molecular cuyo objetivo es obtener un gran número de copias de un fragmento de ADN particular, partiendo de un mínimo. Esta técnica sirve para amplificar un fragmento de ADN.

RESUMEN

La pérdida del hábitat y la fragmentación es un grave problema en las Áreas Protegidas de Guatemala ya que provoca la pérdida de flujo génico entre poblaciones y una erosión de la diversidad genética. Los murciélagos frugívoros son organismos claves en los ecosistemas por su capacidad de dispersión de semillas que contribuye a la regeneración del bosque, el cual provee de hábitat a muchos organismos. De esta manera la importancia del murciélago se vuelve fundamental, ya que los resultados que puedan encontrarse en relación a ellos pueden influenciar a otros organismos. Es por esto que se evaluó la diversidad genética de *Artibeus jamaicensis* en el Biotopo Protegido San Miguel La Palotada, El Zotz con el objetivo de conocer el grado de conservación de la especie en el área. Se evaluaron 2 marcadores moleculares (microsatélites): AJA151 y AJA040 en muestras de tejido alar colectadas en el Biotopo El Zotz.

Los muestreos tuvieron bajas capturas en comparación a lo esperado. Se encontró una alta diversidad genética (alélica y haplotípica), con un alto grado de heterocigotos que indica una gran variación genética en la población, la cual se encontraba asociado a valores altos de alelos privados y nulos. Los valores de estructuración poblacional indican la existencia de subpoblaciones con una gran variación entre sí. Las pocas capturas de *Artibeus jamaicensis* en el biotopo El Zotz y la estructuración poblacional encontrada muestran la necesidad de implementar corredores biológicos para la conservación de la especie y el mantenimiento de la diversidad genética encontrada.

INTRODUCCIÓN

La pérdida de bosques y selvas por efecto de la deforestación y el cambio de uso del suelo es un grave problema de conservación (Harrison, S. *et al* 1995. p3). A largo plazo, uno de los efectos más importantes de la fragmentación son los cambios genéticos de las poblaciones que han quedado aisladas o que han reducido su número de individuos. La diversidad genética es necesaria para las poblaciones para adaptarse al cambio ambiental. En poblaciones reproductivas, la deriva génica provoca la pérdida de variación genética, al alterar las frecuencias génicas debido al sesgo en el muestreo de los gametos; es decir la fluctuación al azar de las frecuencias de los alelos da como resultado la homocigotidad (cromosomas que portan miembros idénticos de cualquier par de genes), lo cual elimina la combinación heterocigótica (Gardner, 1980. P43). En los organismos especialistas en su hábitat la deriva génica puede tener impactos aún más drásticos, ya que al perderse esta continuidad de hábitat por la fragmentación, las poblaciones pierden su diversidad genética que se reflejará en su supervivencia. Por lo anterior, es necesario hacer esfuerzos de conservación para estas especies frágiles y generar información rápida sobre la estructura poblacional y estructura genética de poblaciones de organismos. Entre la biodiversidad que habita las áreas protegidas nacionales existen muchas especies de gran importancia ecológica. Sin embargo, los murciélagos frugívoros neotropicales son un componente abundante de las faunas tropicales cuyo rol es determinante en el mantenimiento y del bosque, a través de la dispersión de semillas de un gran número de plantas, incluyendo especies vegetales de las que depende la sobrevivencia de muchas especies de fauna (Bonaccorso, 1979 p402; Terborgh, 1983 p1107; Ortiz-Pulido et al., 2000 p474). Los murciélagos pueden considerarse como una especie clave para el estudio de estructura poblacional y pueden además ser utilizados como indicadores de la calidad ambiental de las áreas protegidas (Fenton et al., 1992 p442, Medellín et al., 2000 p168 y Zarza, 2001). Por lo anterior, se ha escogido al murciélago filostómido *Artibeus jamaicensis* con el objetivo de determinar el grado de variación genética de la población de en un área protegida nacional como El Biotopo Protegido San Miguel La Palotada (El Zotz) para conocer el grado de conservación de la especie dentro del área protegida. Se utilizaron marcadores moleculares (microsatélites), que al ser codominantes y ser altamente estudiados actualmente permiten obtener información que pueda utilizarse para la toma de decisiones en cuanto a conservación respecta. Se evaluó la diversidad genética midiendo heterocigotidad, diversidad haplotípica, número de alelos y estructura poblacional.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La diversidad encontrada dentro de las especies es la base fundamental de la biodiversidad a niveles superiores. (Moreno, C. E. 2001 p84) Las áreas protegidas como El Biotopo El Zotz tienen el objetivo de “conservar dicha biodiversidad con sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significancia por su función o valores genéticos”, entre otros. (Ley de áreas protegidas). Debido a la fragmentación de los corredores que conectan al Biotopo El Zotz las poblaciones naturales de murciélagos podrían estar amenazadas no sólo por una reducción en el área total de hábitat disponible, sino también por el aumento de la fragmentación en parches aledaños al Biotopo y la degradación que conduce a la disminución del flujo de genes de los individuos entre poblaciones.

Esta disminución del flujo génico entre poblaciones del murciélago puede causar una erosión genética que derive en la pérdida de diversidad genética. Si la especie presenta una variación genética deficiente repercute en componentes vitales como la supervivencia, el rendimiento reproductivo, las tasas de

crecimiento y una alteración de la capacidad para adaptarse a los cambios a largo plazo en el medio ambiente. Todo esto es conocido como un componente de la adaptabilidad de las especies o “fitness”, elemento muy utilizado para la medición de la capacidad de un organismo de sobrevivir y pasar su información genética a las siguientes generaciones (Primack RB. 1993 p54). Conocer la variación génica dentro de una población de una especie abundante y clave como *Artibeus jamaicensis* dentro de un área protegida nos puede dar indicios de la calidad de protección que dicha área y en particular, el sistema de áreas protegidas que se ha mantenido alrededor.

JUSTIFICACIÓN

La diversidad genética es necesaria en las poblaciones para poder sobrellevar los cambios ambientales por medio de adaptaciones. El mantenimiento de la diversidad genética es un objetivo principal en la biología de la conservación. Primero, el cambio ambiental es un proceso continuo y la diversidad genética es requerida por las poblaciones para evolucionar y adaptarse a dichos cambios. Segundo, la pérdida de la diversidad genética es a menudo asociada con una endogamia y una reducción en la capacidad reproductiva. A consecuencia de esto, la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (IUCN) reconoce la necesidad de conservar la diversidad genética como una de las tres prioridades globales en conservación (McNeely et al. 1990 p2). Así mismo, en la Ley de Áreas Protegidas de la República de Guatemala se reconoce en uno de sus objetivos lograr la “conservación de la diversidad genética de flora y fauna silvestre del país considerando que los recursos de flora y fauna han devenido en franco deterioro, al extremo de que varias especies han desaparecido y otras corren grave riesgo de extinción”. La biodiversidad es la base de los sistemas productivos del país, es por ello que los beneficios que los guatemaltecos obtienen de ella también se ven afectados. Es por esto que es de vital importancia el estudio y conocimiento de las estructuras poblacionales que se presentan dentro de zonas protegidas en las que influye un factor antropogénico produciendo pérdida de la cobertura vegetal que afecta a organismos polinizadores o forrajeros como los murciélagos. Ante este panorama surge la importancia de implementar métodos que permitan monitorear la integridad y el estado de conservación de las áreas protegidas. El uso de especies paisaje que son claves en los ecosistemas es una herramienta útil y de gran alcance para lograr dicho objetivo. Los murciélagos son especies de paisaje y útiles indicadores biológicos que generan información acerca de los efectos de las perturbaciones en los espacios naturales (Sanderson *et al.*, 2002 p44). En Guatemala no existen estudios que permitan conocer la estructura genética de las especies de murciélagos y de sus ecosistemas. Aunque se tienen inventarios de la diversidad biológica de especies en Guatemala, aspectos más profundos de estas especies, tales como el grado de endogamia y diversidad genética dentro de sus poblaciones son totalmente desconocidos. Este vacío de información debe ser abordado puesto que nos indica el grado en que estas especies se han visto afectadas por perturbaciones ambientales, y como responderían ante eventos catastróficos que pongan en peligro su supervivencia.

MARCO TEÓRICO

En Guatemala el estudio genético de las poblaciones animales comienza, se han estudiado las poblaciones de *Triatoma dimidiata* y algunas abejas nativas. En cuanto a poblaciones de mamíferos menores, no se tiene información aún. Sin embargo a nivel centroamericano se han realizado estudios genéticos sobre filogenia y filogeografía de algunas especies de murciélagos. Estudios de estructura, diversidad genética en murciélagos, tema que se tratará en la presente investigación, se han realizado en México con especies importantes como *Nyctinomops laticaudatus* (Morales, 2009 p43). La implementación de los murciélagos como grupos indicadores de perturbación ya es una realidad en otros países del mundo como México. Para el año 2000, la técnica de utilizar murciélagos como indicadores de perturbación había sido adoptada en al menos 3 reservas de la Biosfera en México, para evaluar el estado de conservación de distintas áreas en cada Reserva (Medellín et al., 2000 p169). Todos estos proyectos de investigación, aunque tratan de distintos aspectos genéticos de los murciélagos o su valor ecológico, resaltan la importancia de la región mesoamericana (sureste de México, Guatemala, Honduras y El Salvador) como un área de alta diversidad genética y centro de especiación. Esta diversidad debe ser analizada en poblaciones específicas dentro de áreas protegidas específicas, para conocer el efecto del manejo actual de dichas áreas sobre el reservorio genético que hasta ahora ha mostrado ser importante en la diversidad y supervivencia de las especies existentes.

Los murciélagos son un taxón vital en los ecosistemas terrestres, ya que cumplen una gran variedad de roles en las comunidades tropicales. Los murciélagos comprenden aproximadamente el 50% de todas las especies de mamíferos en los bosques tropicales húmedos (Estrada et al., 1993 p9). A pesar de ello, la abundancia y el rol de éstos en los ecosistemas terrestres es usualmente subestimada (Falcão et al., 2003 p347). Los murciélagos frugívoros neotropicales son un componente abundante de las faunas tropicales y poseen un rol importante en la regeneración del bosque al dispersar semillas (Bonaccorso, 1979 p360; Terborgh, 1983 p1010; Ortiz-Pulido et al., 2000 p476); además se encuentran en todos los tipos de hábitat (Estrada et al., 1993) y transportan frutos a largas distancias del árbol parental (Heithaus et al., 1975 p841). La dispersión de semillas llevada a cabo por murciélagos es muy importante en hábitats fragmentados (Medellín y Gaona, 1999 p1675) en donde la dispersión de semillas de árboles y arbustos pioneros es fundamental para que inicie el proceso de sucesión vegetal. La subfamilia de murciélagos Phyllostominae (familia Phyllostomidae) ha sido utilizada para estudiar la perturbación en los hábitats tropicales de América, sus miembros suelen desaparecer de áreas perturbadas y por ello se les considera indicadores de hábitat no perturbados. Son muy sensibles a la alteración del hábitat, ya que esta subfamilia contiene una alta diversidad de especies e incluye un gran número de especies asociadas al bosque (Medellín et al., 2000 p1654). Por otro lado, la presencia y abundancia de especies de pequeños frugívoros de la familia Phyllostomidae como *Artibeus jamaicensis*, suelen ser indicadores de hábitat perturbados (Marinho-Filho, 1991 p59; Fenton et al., 1992 p442; Medellín et al., 2000 p1675; Schulze et al., 2000 pp36; Olea et al., 2007 p15).

El Biotopo Protegido San Miguel la Palotada (El Zotz), que en maya significa “lugar de murciélagos” es un área amenazada que corre riesgo de fracasar en la protección de la diversidad biológica en un futuro cercano. Las principales amenazas provienen del avance de la frontera agrícola, incendios forestales, uso ilegal de productos forestales y caza ilegal. Los límites del biotopo no son respetados por las comunidades aledañas. Alrededor del área protegida se encuentran siete comunidades, y dentro del

biotopo regularmente existen asentamientos humanos temporales en varios caseríos. El bosque del biotopo no es prístino. La actividad maderera que se autorizó en 1967 en el área y que duró un par de décadas, junto con la extracción de productos del bosque, que probablemente se iniciaron en la década de los 60 con el chicle, han marcado su estructura. Muchas de las áreas muestran una alteración en la estructura del bosque, especialmente áreas que fueron ocupadas por especies comerciales como cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*), ahora se encuentran dominadas por especies pioneras como el pucté (*Bucida buceras*), debido a la actividad maderera que se dio en las décadas de los 60 a los 80. El Centro de Estudios Conservacionistas ha encontrado seis diferentes tipos de hábitat en el área protegida: selvas húmedas en tierras elevadas, selvas secas de tierras elevadas, selvas secas de pie de monte, arbustales xerofíticos en pantanos, selvas húmedas en tierras deprimidas y pantanos. La evaluación ecológica rápida de la Reserva de la Biosfera Maya clasifica el área como una comunidad ecológica medianamente diversa. (Plan de Manejo, Cecon. 1999)

Los límites este y norte del biotopo se encuentran rodeados de concesiones madereras industriales y comunitarias. La actividad maderera puede suponer un riesgo añadido al área. Las incertidumbres sobre cómo están afectando estas actividades a la biodiversidad son grandes. La mayoría de las amenazas futuras provienen del riesgo de que las actividades actuales se intensifiquen debido a la permisividad de la administración del Biotopo ante tales actividades ilegales. De ocurrir esto, el biotopo estaría críticamente amenazado, pues con la magnitud de las amenazas actuales ya lo está. Por esta razón es necesario hacer estudios que nos den información sobre especies que sean específicas por sus actividades biológicas y que se vean afectadas por estos cambios vegetales en un área protegida. En la actualidad no parece haber amenazas futuras adicionales a las nombradas, a excepción de la actividad petrolera, que tiene alguna probabilidad de retomarse.

Cabe mencionar, que existe una sucesión de bosque hacia el norte del Biotopo El Zotz que es parte de la Reserva de la Biosfera Maya pero hacen falta corredores boscosos que conecten desde la parte sur y suroeste. En la parte sur se encuentra el Biotopo Protegido Cerro Cahuí, en el municipio de San José, Petén. Es sus alrededores es un ambiente fragmentado, con grandes impactos antropogénicos y de usos de suelo, ya que mayoritariamente es usado para la crianza de ganado, así como por el avance de la frontera agrícola (Ver Mapas 1 y 2, en anexo). Esta fragmentación puede causar que las poblaciones de murciélagos se aislen o disminuya su número efectivo (número de individuos capaces de reproducirse) lo que repercutiría en la diversidad genética y promovería la endogamia. Estudios anteriores han demostrado que la endogamia y la pérdida de la diversidad genética aumentan el riesgo de extinción de poblaciones en la naturaleza. (Saccheri, *et al.* 1998 p1053).

Un ejemplo que evidencia cómo la endogamia está relacionada con la extinción de poblaciones naturales es el caso las poblaciones de mariposas en Finlandia. Se secuenciaron marcadores genéticos en cuarenta y dos poblaciones de mariposas en 1995, y su extinción o sobrevivencia fue registrada el siguiente año. De estas, 35 sobrevivieron al otoño de 1996 y siete se extinguieron. Las tasas de extinción fueron altas para poblaciones con baja heterocigosidad, que indicaba endogamia, aun después de estudiar y contrastar los efectos demográficos y variables ambientales (tamaño de la población y composición del área) que se sabe que afectan el riesgo de extinción. (Saccheri, *et al.* 1998 p1053).

La composición genética de una población es usualmente descrita en términos de frecuencias alélicas, número de alelos y heterocigosidad, las cuáles se analizarán para este proyecto. Frecuencias alélicas y

genotipos bajo apareamiento al azar están relacionadas a un equilibrio llamado Hardy-Weinberg. Aunque el anterior es muy simple, es crucial para entender la conservación y genética evolutiva. Provee las bases para detectar desviaciones de un apareamiento al azar, pruebas de selección y modelos de efectos de endogamia y selección.

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar el grado de variación genética de la población de *Artibeus jamaicensis* en el Biotopo El Zotz, Petén para conocer el grado de conservación de la especie dentro del área protegida.

ESPECÍFICOS

- Establecer los descriptivos de diversidad genética (el número de alelos, heterocigosidad, diversidad haplotípica) por medio de análisis de programas genéticos para obtener la información base que permita el análisis de la diversidad genética dentro de la población de *Artibeus jamaicensis* en el Biotopo El Zotz.
- Establecer el grado de semejanza genética entre individuos dentro de la población de *Artibeus jamaicensis* por medio del estadístico genético de Nei.
- Conocer la estructuración poblacional de *Artibeus jamaicensis* y varianza molecular intrapoblacional por coeficiente F_{st} y un AMOVA respectivamente.

HIPÓTESIS

La variación genética de la población de *Artibeus jamaicensis* es alta, en el Biotopo El Zotz, Petén.

METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo en el Biotopo San Miguel La Palotada-El Zotz en su zona núcleo. Dentro del área protegida se muestrearon distintas localidades con el objetivo de incrementar las capturas de murciélagos. Las localidades de estudio se escogieron con base en el historial de capturas de años anteriores (A.P Calderón, 2008; A.P Calderón, 2009) así como por la presencia y abundancia de árboles frutales. Para la captura de individuos se colocaron 6 redes de niebla de 12m. de largo en cada uno de los sitios de estudio durante un lapso de 6 a 12 noches. A los individuos de *Artibeus jamaicensis* que fueron capturados, se les extrajo una pequeña porción circular aproximadamente de 5mm de diámetro, removida del extremo del ala más próximo al cuerpo, haciendo uso de un cilindro para biopsia. Es importante mencionar que esta técnica no es invasiva, ya que el tejido extraído se regenera a las pocas semanas.

Las muestras de tejido colectadas en el campo de *Artibeus jamaicensis* se colocaron en viales con alcohol al 95% para preservar el material genético que posteriormente se transportó al Laboratorio de Entomología Aplicada –LENAP– de la Escuela de Biología de la Universidad San Carlos de Guatemala.

El material biológico obtenido de los murciélagos se sometió a un proceso de extracción según las instrucciones para el Kit DNeasy® Blood & Tissue (QIAGEN, Austin, Texas). Para la amplificación, se

buscaron los dos mejores cebadores de microsatélites de los reportados por Ortega y colaboradores (2002). Estos son:

AjA40-F 5'-GATGTGAATGGTGTTCCTTAGAGCTT-3'

AjA40-R 5'-CTCTACAGTGGACCCACATCATT-3'

AjA151-F 5'-GGGTGGAAAGGGAGAGAAAA-3'

AjA151-R 5'-GAAGCTCTCCCTGACCACTTA-3'

(J. Ortega, Maldonado, Arita, Wilkinson, & Fleischer, 2002)

Se utilizaron las mezclas de reactivos para llevar a cabo la Reacción en Cadena de la Polimerasa y los ciclos de reacción según Ortega 2003. Se utilizaron los reactivos para cada ejemplar con las concentraciones y volúmenes respectivamente mostrados en la Tabla no. 1:

Tabla no. 1 Concentraciones y Volúmenes del Master Mix para PCR.

Reactivo	Concentración (mM)	Volumen utilizado (ul)
MgCl ₂	1.5 mM	0.5
Buffer	1X	2.5
dNTP	0.02 mM	0.2
Cebador Foward	0.4 mM	0.15
Cebador Reverse	0.4 mM	0.15
Taq Polimerasa	1.5 U	1.25

Fuente: Solorzano & Ariza. 2011

El ciclo del PCR consistió en 5 minutos a 94°C, seguido de 30 repeticiones de tres ciclos, 45 segundos a 94°C, 45 segundos a 56°C y 45 segundos a 72°C, para luego terminar con un ciclo de 10 minutos a 72°C y luego hasta 4°C.

Los amplicones (producto de PCR) de los marcadores (AJA151 y AJA40) fueron separados en un gel de poliacrilamida (concentración 4%) en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El gel fue escaneado en una máquina Xerox, obteniéndose las imágenes correspondientes.

Análisis

El análisis de bandas se realizó en el programa LabImage 2004. Con los pesos de las bandas se realizaron los análisis de diversidad genética (número de alelos, heterocigocidad y haplotipos) y distancia de Nei con el programa MSA. Con el programa Arlequin.31 se realizaron los análisis de varianza molecular. Así mismo se estudió la estructuración poblacional por medio del cálculo de la desviación del equilibrio de Hardy-Weinberg (EHW) y los estimados de fijación de Wright (F_{IS} , F_{ST} y F_{IT}).

DISEÑO

POBLACION

Individuos de *Artibeus jamaicensis* en el área protegida del Biotopo San Miguel La Palotada (Zotz), Petén.

MUESTRA

Individuos de *Artibeus jamaicensis* capturados por redes de niebla (al menos 15 individuos)

RESULTADOS

1. Trabajo de Campo

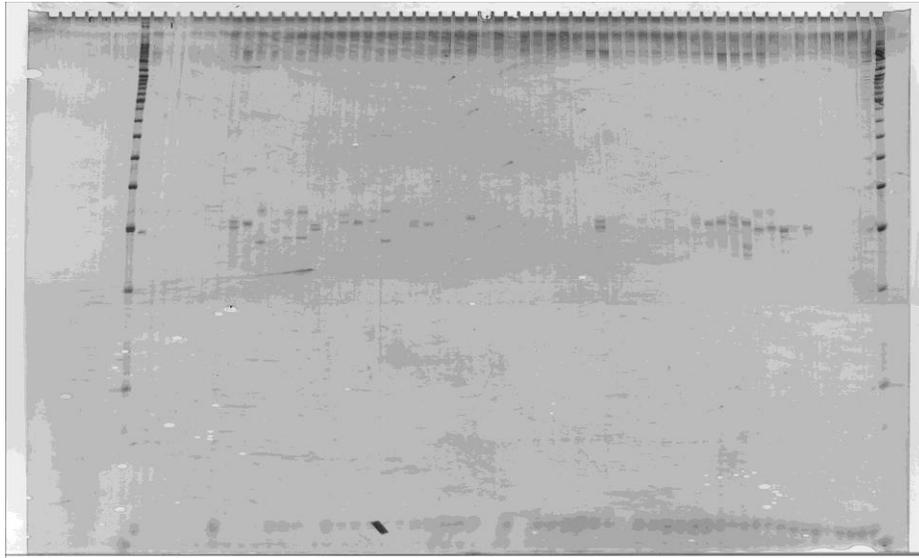
Se muestrearon puntos en el Biotopo San Miguel La Palotada El Zotz junto a árboles frutales para lograr una mayor captura de individuos.

Figura no.1 Biotopo San Miguel La Palota El Zotz (en rojo): Las figuras de llamas rojas representan los sitios de muestreo.



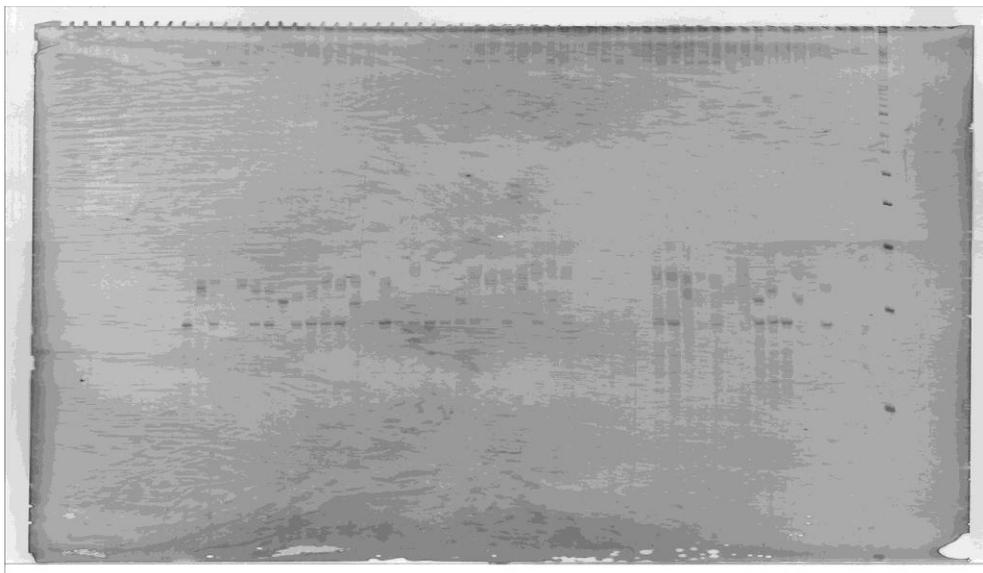
Se capturaron 18 individuos en El Biotopo Protegido San Miguel La Palotada, de los cuales se pudieron analizar en el laboratorio únicamente 17 ya que solo estos amplificaron y pudieron separarse en los geles. (Ver Figura no.2 y no.3)

Figura no. 2 Gel de poliacrialmida al 4% con el marcador AJA40.



Se observa en la Figura no. 2 la separación de los amplicones del marcador AJA40 (producto de PCR) debido a su peso molecular. En cada carril se encuentra una muestra, donde se observan dos bandas de diferente tamaño que corresponden a cada uno de los alelos del individuo (diploide).

Figura no.3 Gel de poliacrialmida al 4% con el marcador AJA40.



Se observa en la Figura no. 3 la separación de los amplicones del marcador AJA151 (producto de PCR) debido a su peso molecular. En cada carril se encuentra una muestra, donde se observan dos bandas de diferente tamaño que corresponden a cada uno de los alelos del individuo (diploide).

La frecuencia de alelos es la proporción que se observa respecto al conjunto de los ocupan un locus determinado en la población de *Artibeus jamaicensis*. (Ver Anexo: Tabla no.1) Los diferentes alelos se

diferencian por su peso molecular. El número de alelos representa la sumatoria de todos los alelos encontrados para cada locus.

En cuanto a la diversidad alélica, se encontraron 29 alelos diferentes evaluando los dos marcadores moleculares (AJA040 y AJA151). El número mostrado por cada alelo pertenece al peso molecular en pares de bases que mostró el programa LabImage 2004 al analizar las bandas en los geles de poliacrilamida. Los alelos más frecuentes (Ver Anexos: Tabla no.1) oscilaron entre las 200 pares de bases con una ocurrencia del 15%, lo cual indica que la población es diversa por que estos alelos aparecen en frecuencias muy bajas y hay una mayor proporción de estos causando mayor diversidad. Esto se debe a que hay muchos alelos diferentes y cada individuo tiene un par de alelos casi único y diferente.

El marcador AJA151 mostro una mayor número de alelos (Ver Anexos: Tabla no.2) indicando un mayor polimorfismo para la especie por lo que puede utilizarse para futuros estudios y obtener información más enriquecedora. En cuanto a la riqueza alélica se encontró para los dos marcadores un número de 12 alelos, este dato esta corregido para el tamaño de la población muestreada y nos da una mejor estimación para el análisis (Burriel, I. 2008 ppt32). De los 17 individuos muestreados, hay una riqueza alélica mayor a la mitad de la muestra, por lo que se podría decir que existe una riqueza alélica alta. (Ver Anexos: Tabla no.2)

Los marcadores moleculares utilizados (microsatélites) mostraron un total de 22 haplotipos, siendo el AJA151 el marcador con mayor número de haplotipos (la mezcla de un alelo en cada copia diploide del gen). El marcador AJA040 mostró haplotipos homocigotos (en 2 individuos), siendo este el menos variable. La variación en base al tamaño del alelo (MSD) mostró que la variación entre las poblaciones (al compararla con poblaciones de Cahuí por Landaverde) es mayor que la variación en el interior de la población. La covarianza en la población ($Rho(is)$) muestra valores altos y positivos lo que indica que hay muchos heterocigotos y entre estos mismos hay diferencia, por lo que existe un alto grado de diversidad genética y haplotípica. También se puede observar que el marcador AJA151 presenta mayor proporción de alelos y mayores valores de Nei. Lo cual sugiere que su capacidad para detectar variación genética puede ser mejor y más confiable. (Ver Anexos: Tabla no.3).

En cuanto a la Heterocigosidad, se observa que para el marcador AJA151 existe un déficit de heterocigotos, ya que únicamente se obtuvo el 0.75 del total de individuos heterocigotos (Ver Anexos: Tabla no.4). Por otro lado, el marcado AJA40 mostro que existe una alta heterocigosidad, ya que se observó que todos los individuos muestreados son heterocigotos, por lo que se rebasó lo esperado.

Por otro lado, la heterocigosidad de Nei permite conocer la semejanza genética entre los individuos de la población. Valores cercanos a 0 indican que hay un poco distancia entre los individuos por lo que son muy semejantes. Por otro lado, valores cercanos a 1 nos indican que hay mucha distancia por lo que los individuos no se asemejan unos con otros, por lo que existe una alta variabilidad genética. En la tabla no.5 de los anexos podemos observar altos valores de Nei para los dos marcadores por lo que los individuos tienen un alto grado de diferenciación.

Por otro lado, se realizo un análisis de varianza aplicado a datos moleculares (Ver Anexos Tabla no.6) como lo requiere este estudio. Los resultados obtenidos muestran que de toda la varianza total

encontrada 63% se explica por la varianza dentro de la población de Biotpo El Zotz al compararla y evaluarla con datos obtenidos de Biotopo Cerro Cahú proporcionados por Landaverde y colaboradores.

El valor de Coeficiente de estructuración genética entre las poblaciones $-F_{st}$ proporcionado por medio de este análisis, da un valor alto de estructuración genética 0.35057, lo cual sugiere la existencia de alguna fuerza que ocasiona esta diferenciación poblacional. Los valores de estructuración poblacional muestran que la población de Biotopo El Zotz se encuentra diferenciada dentro de ella misma, es decir existen subpoblaciones. (Ver Anexos Tabla no.6)

DISCUSIÓN

El número de capturas obtenidas en la temporada de Marzo a Junio en comparación a las capturas reportadas para el Biotopo San Miguel La Palotada-El Zotz en la misma temporada y años anteriores por Calderón en el 2008 y 2009 fueron alarmantemente bajas. Contrario a lo esperado y aún cuando el muestreo fue bajo condiciones favorables para la captura de murciélagos las capturas siguieron siendo muy bajas; conociendo que *Artibeus jamaicensis* es un murciélago neotropical muy abundante en las tierras planas de Petén. Guardarecursos del Biotopo reportaron lluvias tempranas muy fuertes que causaron el desborde de riscos, ocasionando un bloqueo de las cuevas, donde los murciélagos perchan y cuidan a sus crías. Este evento se asocia a las bajas capturas encontradas en este estudio.

Pocas capturas indican un descenso en la abundancia de *Artibeus jamaicensis* o un cambio en la dinámica migratoria lo cual indica que este se está viendo amenazado de alguna manera, aunque la causa ecológica no se puede determinar con el estudio presente. Sin embargo, como se menciono anteriormente se lograron observar condiciones climatológicas que no pertenecen a la estación en la que se realizo el muestreo en el campo, que podrían dar ideas para plantear nuevas hipótesis en el futuro acerca de las dinámicas poblacionales de la comunidad de murciélagos en el Biotopo El Zotz. (Landaverde, P. y Calderón, P. 2011) Cabe mencionar que la disponibilidad de frutos fue baja para la estación de muestreo, lo cual indica poca disponibilidad de alimento para los murciélagos frugívoros como *Artibeus jamaicensis*. Las redes de niebla para la captura de *Artibeus* se colocaron estratégicamente cerca de los árboles de Chicozapote (*Manilkara zapote*) y jocote (*Spondias mombin*) para una mayor captura, sin embargo, no se encontraron árboles con frutos sino hasta mayo y junio y la cantidad fue bastante baja en comparación con años anteriores (observación personal Patricia Calderón) en contraste a lo que se esperaría ya que en el caso del Chicozapote la época de fructificación es de enero a mayo. (Galindo & Martínez, 2002) Por esta razón, es importante el estudio fenológico de las plantas y los posibles factores que determinen el cambio en la temporalidad de la misma. Problemas como estos, evidencian la importancia ecológica de los murciélagos como dispersores de semillas, ya que en la naturaleza las relaciones existentes entre plantas y mamíferos, y otros polinizadores y dispersores, son indispensables para el mantenimiento de la estructura y función ecológica que cumplen las reservas, en este caso El Biotopo El Zotz.

De acuerdo al historial de capturas y las observaciones realizadas en el campo, por mis tutoras e investigadoras (Patricia Landaverde y Patricia Calderón) consideramos que es fundamental contemplar la diversidad y disponibilidad de fuentes alimenticias y sitios de refugio para murciélagos en los sitios de

estudio. (Landaverde, P. 2011 p 41) La disponibilidad de refugios es un factor ecológico determinante en la abundancia y distribución local de las poblaciones de murciélagos (Kunz & Lumsden, 2003), mientras que la disponibilidad de alimento determina el tamaño y la complejidad de dichas comunidades (Dumont, 2003).

Cabe mencionar que la presente investigación es un estudio pionero acerca del estado de la diversidad genética de la población de murciélagos del Zotz, y que debido a las pocas capturas se tuvo un bajo tamaño de muestreo por lo que los resultados y conclusiones son una pequeña aproximación al fenómeno que se pretende estudiar. Debido a la magnitud del tiempo y espacio disponible durante las prácticas de EDC es difícil poder realizar un estudio más complejo de fragmentación con un diseño experimental apropiado. Pero se espera que un futuro se pueda realizar una investigación con mayor cantidad de tiempo y espacio para el desarrollo de un buen proyecto de fragmentación.

Los resultados obtenidos muestran una alta diversidad alélica (Ver Anexos: Tabla no.2) para el marcador AJA151. En otros estudios pioneros para determinar la utilidad de los marcadores moleculares (J. Ortega, et al., 2002) se observó una variación de 16 alelos en Cozumel (Mendoza, 2011) y 9 en un área de Yucatán (J. Ortega, et al., 2002). Para el marcador AJA040 se ha encontrado que la diversidad de alelos en Cozumel es de 14 alelos (Mendoza, 2011) y 10 en un área en Yucatán. Los valores encontrados en el Biotopo El Zotz son aún más grandes, por lo que claramente se observa una diversidad alélica alta. Tal aseveración la podemos remarcar observando la heterocigocidad encontrada en comparación a la esperada. Entonces podemos concluir que a mayor heterocigocidad existe una mayor diversidad alélica y por lo tanto genética, lo que indica que existe un alto grado de variabilidad genética.

Los valores de estructuración poblacional nos indican que existen subpoblaciones de murciélagos en el Biotopo El Zotz. Esta información podría estar sugiriendo que la existencia de diferenciación genética en la o las poblaciones podría existir debido a la presencia de tipos de alelos especiales o privados (alelos existentes en una sola población). La estructuración poblacional podría deberse a impactos en el hábitat o a movilidad de los murciélagos en cuestión, por lo que Landaverde y Calderón proponen las siguientes hipótesis:

- Los grupos de *Artibeus jamaicensis* muestreados en un mismo sitio en fechas con diferencia de un mes entre sí podría tratarse de diversos grupos poblacionales que se mueven en diferentes fechas y no de una sola población en la misma área como se asumió desde el inicio.
- Que los grupos de murciélagos que se asumió formaban una población se trate en realidad de diferentes poblaciones en diferentes sitios que se mueven poco dentro del área protegida y no se mezclan entre sí. (Landaverde, P. 2011 p47)

El presente estudio muestra que existe un alto grado de diversidad genética (como muestran los altos valores de heterocigocidad de Nei en la tabla no. 3 de los anexos) así como una estructuración poblacional. Las anteriores pueden ser ocasionadas por eventos naturales (diversidad genética natural o presencia de alelos privados) por lo que no se puede asegurar que la conservación de la especie en el Biotopo El Zotz sea la adecuada y sostenible. Un punto muy importante a mencionar es la baja captura de los murciélagos, lo que nos indica que esta especie puede encontrarse en un estado frágil ya sea porque son poblaciones con alta diferenciación genética o tienen una expansión demográfica alta. Otro

factor causante puede ser que los muestreos se realizaron en períodos de migración poblacional, lo que indica que existe un intercambio migratorio con las poblaciones cercanas. Por lo anterior, la evaluación de la diversidad genética de *Artibeus jamaicensis* nos indica que el grado de conservación de la especie en el Biotopo El Zotz requiere de la formación de corredores biológicos para que la especie los pueda utilizar y no se pierda esta diversidad genética tan importante para su supervivencia.

CONCLUSIONES

- La diversidad genética encontrada en la población de *Artibeus jamaicensis* en el Biotopo El Zotz muestra índices altos.
- La variación genética encontrada es mayor en comparación con otros estudios realizados en la Península de Yucatán.
- Las pocas capturas de *Artibeus jamaicensis* en el biotopo El Zotz y la estructuración poblacional encontrada muestran la necesidad de implementar corredores biológicos para la conservación de la especie.
- Los resultados obtenidos muestran que los individuos muestreados son muy diversos, por lo que existe poca semejanza entre ellos y afirma la diversidad genética encontrada.
- Existe una estructuración poblacional de *Artibeus jamaicensis* dentro del Biotopo El Zotz, lo que podría indicarnos la existencia de diversas subpoblaciones.
- El AMOVA muestra que la mayor parte de la variación genética poblacional (63%) se explica por variaciones dentro de la misma población.

RECOMENDACIONES

- 1- Aumentar el tamaño de muestra de ser posible para comparar los resultados obtenidos en la presente investigación, y así poder observar si el fenómeno se repite.
- 2- Complementar el presente estudio con medidas de fragmentación o factores ecológicos, para observar el impacto ecológico de la fragmentación sobre esta especie.
- 3- Realizar esfuerzos para implementar corredores en el Biotopo Protegido San Miguel La Palotada El Zotz, y así mejorara el estado de conservación de la especie en el lugar.
- 4- Diseñar estudios en el Biotopo San Miguel La Palotada-El Zotz para esclarecer los patrones y alteraciones de fructificación de las plantas nativas y determinar si procesos ambientales pueden estar implicados en la disminución de la abundancia de especies de murciélagos frugívoros.

BIBLIOGRAFIA

Bonaccorso, F. (1979). *Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community*. Bulletin of The Florida State Museum, Biological Sciences, 24:359-408.

De Fains, E. y Jones, G. (1996). *Allomaternal care and recognition between mother and young in pipistrelle bats (Pipistrellus pipistrellus)*. Zoology, 240: 781-787.

Eldon John Gardner, Michael, J y Peter Snustad. (1998). *Principios de genética*. México: Editorial Limusa.

Estrada, A, Coates-Estrada, R. y Merrit, D. (1993). *Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, México*. *Ecography*, 16:6-11.

Falcao, F; Fontao V. and Talamoni, S. (2003). *Structure of a bat assemblage (Mammalia: Chiroptera) in Serra do Caraca Reserve, South-east Brazil*. *Revista Brasileira Zoológica*. 20:347-350.

Fenton, M; Acharya, L; Audet, D; Hickey, M; Merriman, C; Obrist, M; Symw, D. y Adkins, B. (1992). *Phyllostomid Bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of Habitat Disruption in the Neotropics*. *Biotropica*, 24:440-446.

Galindo, C., & Martinez, E. (2002). *La vegetación de Calakmul, Campeche, México: Clasificación, Descripción y distribución*. *Boletín de la sociedad Botánica de México*, 71, 7-32.

Goldstein, D. y Schlotterer, C. (1999). *Microsatellites. Evolution and Applications*. Nueva York, Estados Unidos: Oxford University Press.

Harrison, S. y Fahrig, L. (1995). *Landscape Pattern and Population Conservation*. En: *Mosaic Landscapes and Ecological Processes*. Eds. L. Hansson, L. Fahrig y M. Merriam. *ALE Studies in Landscape Ecology*. New York: Chapman and Hall.

Heithaus, E; Fleming, T. y Opler, P. (1975). *Patterns of foraging and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest*. *Ecology*, 56:841-854.

Landaverde, P; Calderón, P & Solorzano, E. (2011) *Efecto de la fragmentación sobre el flujo génico de *Artibeus jamaicensis* en el Biotopo San Miguel La Palotada, El Zotz y su zona de amortiguamiento, Petén*. Proyecto DIGI. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ley de Áreas Protegidas. Decreto número 4-89. Constitución de la República de Guatemala. Congreso de la República de Guatemala.

Marinho-Filho, J. (1991). *The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil*. *Tropical Ecology*, 7:59-67.

McNeely, J.A., K.R. Miller, W.V. Reid, R.A. Mittermeier & T.B. Werner. (1990). *Conserving the World's Biological Diversity*. IUCN, World Resources Institute, Conservation International. WWF-US and the World Bank, Washington, DC.

Medellín, R.; Equihua, M. y Amín, M. (2000). *Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical forest*. *Conservation Biology*, 14:166-1675.

Morales, G. (2009). *Estructura y diversidad genética de *Nyctinomops laticaudatus* (Chiroptera: Molossidae) en el Estado de Yucatán, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de México – UNAM-.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza: M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. p84.

Ortega, J; Maldonado, J; Arita, H; Wilkinson, G. y Fleisher, R. (2002). *Characterization of microsatellite loci in the Jamaican fruit-eating bat Artibeus jamaicensis and cross-species amplification*. Primer Note. Molecular Ecology Notes, 2:462-464.

Ortiz-Pulido, R; Laborde, K y Guevara, S. (2000). *Frugivoria por aves en un paisaje fragmentado: consecuencias en la dispersión de semillas*. Biotropica. 32 (3): 473-488.

Primack, RB. (1993). *Essentials of Conservation Biology*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.

Pritchard, J; Stephens, M. y Donnelly, P. (2000). *Inference of population structure using multilocus genotype data*. Genetics. 155:945-959.

Rossiter S; Burland T; Jones, G. y Barratt, E. (1999). *Characterization of microsatellite loci in the greater horseshoe bat Rhinolophus ferrumequinum*. Molecular Ecology. 8:1959-1961.

Saccheri, I.J., I.J. Wilson, R.A. Nichols. M.W. Bruford & P.M. Brakefield. (1999). *Inbreeding of bottlenecked butterfly Populations: estimation using the likelihood of changes in marker allele frequencies*. Genetics 151, 1053-1063.

Sanderson, E; Redford, K; Vedder, A; A. Coppolillo, P. y Ward, S. (2002). *Landscape and urban planning*. 58:41-56.

Silverstein, J; Rexroad, C; y King, T. (2004). *Genetic variation measured by microsatellites among three strains of domesticated rainbow trout (Oncorhynchus mykiss, Walbaum)*. Aquaculture Research, 35 (1): 40-48.

Terborgh, J. (1983). *Bird species diversity on an Andean elevational gradient*. Ecology. 58:1007-1019.

Zarza, H. (2001). *Estructura de la comunidad de mamíferos pequeños en diversos hábitats en la Sierra Lacandona, Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de México.

**DIVERSIDAD GENÉTICA DE LA POBLACIÓN DE *ARTIBEUS JAMAICENSIS*
(CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EN EL BIOTOPO PROTEGIDO SAN MIGUEL LA PALOTADA (EL ZOTZ)
SAN JOSÉ, PETÉN.**

Ariza Salazar, María de los Angeles¹; Landaverde, Patricia².

¹ Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. ² Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología –LENAP–, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

mariadelosangelesariza@gmail.com

Palabras Clave: *Artibeus jamaicensis*, diversidad genética, Biotopo El Zotz, conservación, hábitat fragmentado.

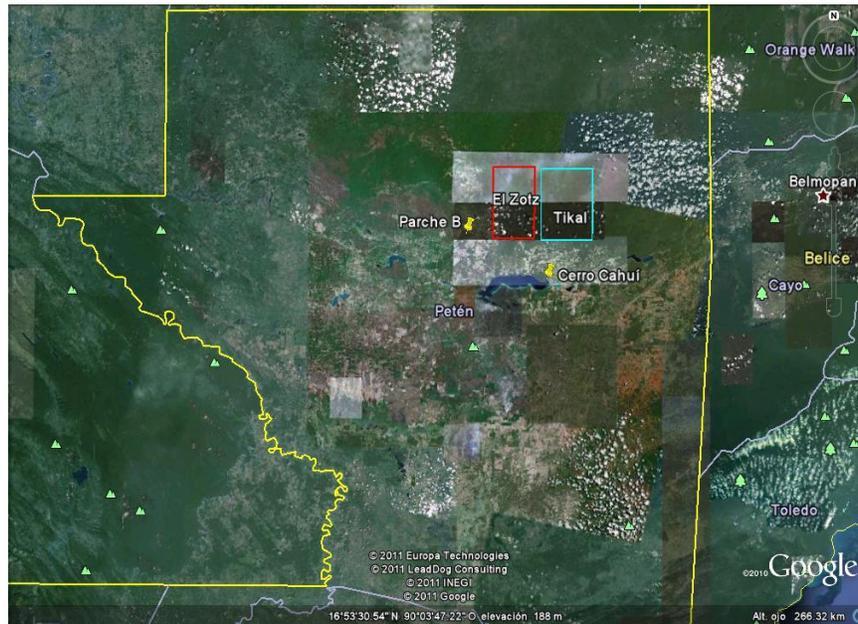
Resumen:

La pérdida del hábitat y la fragmentación es un grave problema en las Áreas Protegidas de Guatemala ya que provoca la pérdida de flujo génico entre poblaciones y una erosión de la diversidad genética. Los murciélagos frugívoros son organismos claves en los ecosistemas por su capacidad de dispersión de semillas que contribuye a la regeneración del bosque. De esta manera la importancia del murciélago se vuelve fundamental, ya que los resultados que puedan encontrarse en relación a ellos pueden influenciar a otros organismos. Es por esto que se evaluó la diversidad genética de *Artibeus jamaicensis* en el Biotopo Protegido San Miguel La Palotada, El Zotz con el objetivo de conocer el grado de conservación de la especie en el área, por medio del análisis del número de alelos, heterocigosidad, diversidad haplotípica, heterocigosidad de Nei, F_{st} y AMOVA. Se evaluaron 2 marcadores moleculares (microsatélites): AJA151 y AJA040 en muestras de tejido alar de la especie *Artibeus jamaicensis* colectadas en el Biotopo El Zotz.

Los muestreos tuvieron bajas capturas en comparación a lo esperado. Se observó poca disponibilidad de frutos de los cuáles *A. jamaicensis* se alimenta y condiciones climatológicas inesperadas en la temporada de colecta. Se encontró una alta diversidad genética (alélica y haplotípica), con un alto grado de heterocigotos que indica un índice alto en cuanto a la variación genética en la población. Los valores de estructuración poblacional indican la existencia de subpoblaciones con una gran variación entre sí. Las pocas capturas de *Artibeus jamaicensis* en el Biotopo El Zotz y la estructuración poblacional encontrada muestran la necesidad de implementar corredores biológicos para la conservación de la especie y el mantenimiento de la diversidad genética encontrada. De igual forma la presencia de alelos nulos y privados que aumentan la diversidad genética son también un signo alarmante de la necesidad de establecer relaciones entre los grupos poblacionales para promover el intercambio de dichos alelos. Se recomienda estudiar la fenología de las plantas y los procesos que pueden influir en la alteración de la misma para comprender la disminución de la abundancia en el Biotopo El Zotz y como esta puede influir en la conservación de la diversidad genética.

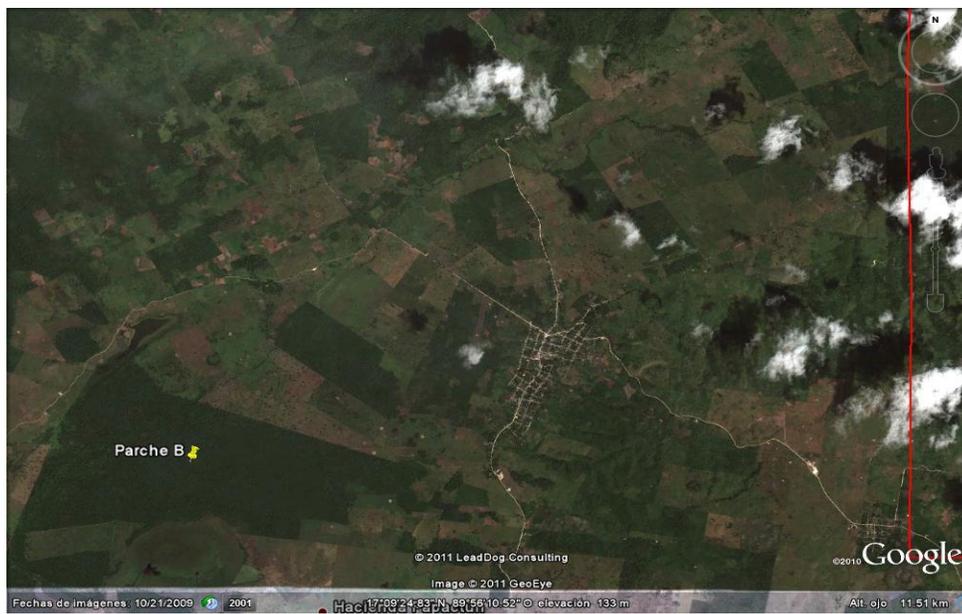
ANEXOS

Mapa no. 1 Ubicación de Biotopo El Zotz en la Reserva de la Biosfera Maya



Fuente: Mapa editado en Google Earth.

Mapa no. 2 Uso del suelo y efecto antropogénico alrededor de el Biotopo El Zotz.



Nota: La banda roja denota el límite del Biotopo El Zotz.

Fuente: Mapa editado en Google Earth

Tabla no. 1 Frecuencia de alelos presentes en Biotopo El Zotz.

Locus AJA151	Frecuencia observada	Locus AJA040	Frecuencia observada
141	0.083333	200	0.05
142	0.041667	201	0.05
143	0.166667	203	0.15
156	0.041667	205	0.05
157	0.041667	206	0.15
158	0.041667	207	0.1
160	0.041667	209	0.1
161	0.041667	211	0.1
163	0.041667	212	0.05
165	0.041667	216	0.05
167	0.041667	218	0.1
168	0.041667	222	0.05
170	0.041667	200	0.05
171	0.125	201	0.05

Fuente: Ariza & Landaverde

Tabla no. 2 Numero de Alelos y Riqueza Alélica en individuos del Biotopo El Zotz.

Loci	Número de Alelos	Riqueza Alelica
AJA151	17	12.8451
AJA40	12	12

Fuente: Ariza & Landaverde

Tabla no. 3 Valores de la Diversidad genética y haplotípica.

Marcador	Haplotipos	MSDintra	MSDinter	Rho (is)	Hs Nei
AJA040	10	13.3	76.878	0.8270	0.943841
AJA151	12	37.167	328.11	0.8867	0.921053

Fuente: Ariza & Landaverde

Tabla no. 4 Heterocigocidad de Nei

Biotopo El Zotz			
	H observada	H esperada	
AJA151	0.75	0.960145	
AJA40	1	0.947368	

Fuente: Ariza & Landaverde

Tabla no. 5 Distancias de Nei para las poblaciones

Biotopo El Zotz	
AJA 151	0.953243
AJA 040	0.937931

Fuente: Ariza & Landaverde

Tabla no. 6 Estructuración Poblacional y Varianza Molecular

Fuente de Variación	d.f	Suma de los cuadrados	Varianza de los componentes	Porcentaje de variación
Intrapoblacional y subgrupal	37	23.135	0.16569	63.61
F_{ST}	0.35057			
F_{SC}	0.35907			
F_{CT}	-0.01325			

Fuente: Ariza & Landaverde

