

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



INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC
(DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA – MUSEO DE HISTORIA NATURAL)
ENERO 2012 – ENERO 2013

JACOB DE JESÚS ALVAREZ REQUENA
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Lic. BILLY ALQUIJAY

Guatemala, 14 de enero 2013

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



INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO
(DEPARTAMENTO DE TOXICOLOGÍA)
ENERO 2012 – ENERO 2013

JACOB DE JESÚS ALVAREZ REQUENA
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Lic. BILLY ALQUIJAY
ASESOR INSTITUCIONAL: MSc. CAROLINA GUZMÁN

Vo.Bo. MSc. Carolina Guzmán

ÍNDICE

1. Índice.....	2
2. Introducción.....	3
3. Cuadro Resumen de Actividades.....	3
4. Actividades Realizadas.....	4
3.1 Servicio.....	4
3.2 Docencia.....	7
3.4 Actividades no Planificadas.....	9
6. Bibliografía.....	12
7. Anexos.....	12

INTRODUCCIÓN

La práctica de EDC es parte de la formación integral del estudiante de la carrera de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Para la carrera de Biología, el Subprograma de EDC-Biología fue creado bajo el fundamento de los tres Programas Universitarios (Docencia, Investigación y Servicio) (Alquijay, Enríquez, y Armas, 2012, p. 6), aprobado por Junta Directiva de la Facultad el 11 de octubre de 1979 (García y Peña, 2006, p. 66).

Durante el segundo bimestre se realizaron actividades propias o preestablecidas del programa de EDC tales como el perfil de investigación y el protocolo de investigación, y el servicio preestablecido del programa. En cuanto a las actividades planeadas para la unidad de práctica, realizó una recopilación de información, la cual posteriormente fue utilizada para realizar posters y trifoliales sobre los temas de Ofidismo y Aracnoidismo, los mismos entregados al Departamento de Toxicología. Además, se realizaron otras actividades no planeadas, las cuales correspondían a actividades de docencia. Posteriormente se detallan las actividades realizadas.

CUADRO RESUMEN DE ACTIVIDADES

Programa Universitario	Nombre de la Actividad	Fecha de la Actividad	Horas EDC Ejecutadas
<i>A. Servicio</i>			
Index Seminum (SPE)	Curación de semillas	02 al 15 de febrero 2012	40:40 horas
MUSHNAT Colección Herpetofauna (SPE)	Elaboración de etiquetas, identificación de serpientes, ingreso de especímenes colectados a la base de datos	16 de febrero al 01 de marzo 2012	41:20 horas
Departamento de Toxicología	Intoxicaciones Biológicas (Actividad de Servicio y de Docencia)	19 al 23 de enero 2012 09/03 al 17/05 2012	82 horas
Departamento de Toxicología	Colección Viva de Referencia de Plantas con Potencial Tóxico	02/02 al 02/04	15 horas
Escuela de Biología (ANP)	Asistencia a la Tesista Alejandra Morales (Disección y sexado de tortugas)	16 al 20 de abril 2012	18 horas
<i>B. Docencia</i>			
Departamento de Toxicología	Aracnoidismo	02/03 al 30/05 2012	60 horas
Departamento de	Ofidismo	02/03 al 30/05 2012	60 horas

Toxicología			
Escuela de Biología (ANP)	Conferencias Día del Biólogo OEB	22 de febrero 2012	4 horas
Escuela de Biología (ANP)	“Esfuerzos de Investigación Ambiental en la RUMCLA” ¹	27 y 29 de febrero 2012	14 horas
Escuela de Biología- Université Paris-Sud (ANP)	"Temperature-dependent sex determination in Reptiles: what field work tells us about consequence of climate change" (Impartida por el Dr. Marc Girondot)	25 de abril 2012	3 horas

Nota: SPE = Servicio preestablecido, ANP = Actividad no planificada (todas las actividades no planificadas tuvieron la aprobación para realizarlas por parte del Asesor Institucional de la Unidad de Práctica).

¹Organizado por Asociación Vivamos Mejor

ACTIVIDADES REALIZADAS

A. *SERVICIO*

No. 1 – Curación de Semillas (Index Seminum: servicio preestablecido)

Objetivos:

- ✓ Darle tratamiento a la colección de semillas del Index Seminum.
- ✓ Separar por especie, género o familias, las distintas semillas de la colección de semillas.

Procedimiento:

Las semillas eran extraídas de sus frascos y se colocaban en "barcos" de papel, los mismos sobre un marco con malla el cual era colocado en una estantería. Se les rociaba alcohol etílico al 95% con un atomizador a las semillas y luego se dejaban secar. Posteriormente se volvían a guardar las semillas en frascos de vidrio con tapadera hermética, a los cuales la Br. Gretchen Cohn, encargada de la colección de semillas del Index Seminum, posteriormente etiquetaba, por lo cual era muy importante mantenerlas separadas de la misma manera en la cual se habían encontrado.

Resultados:

- Se logró curar alrededor de 10 familias de semillas.

Limitaciones:

- No se presentó ninguna limitante en el tiempo establecido.

No. 2 – Colección de Herpatofauna (Museo de Historia Natural: servicio preestablecido)

Objetivos:

- ✓ Etiquetar, identificar e ingresar a la base de datos diversos especímenes de ofidios.illas.

Procedimiento:

Los primeros días se realizaron etiquetas para reptiles, lo cual únicamente consistía en recortar una fila de etiquetas las cuales tenían una línea de separación entre cada una y un agujero del lado izquierdo; posteriormente en dicho agujero se ingresaba un hilo y se hacía el nudo característico. Los siguientes días del servicio, se identificaron varios especímenes de ofidios presentes en la colección que no estaban clasificados; para ello se realizaba un conteo de escamas de la cabeza y del cuerpo de los especímenes, y con el apoyo de distintas guías de identificación taxonómica, se determinaba el género y especie de cada espécimen. Posteriormente a dichos especímenes se les colocaba una etiqueta con número de colección del MUSHNAT, se cambiaba el alcohol (en caso fuese necesario) y se guardaban en un frasco de vidrio; así también cada espécimen identificado era ingresado a la base de datos de la colección de herpetofauna del MUSHNAT.

Resultados:

- Se prepararon varias etiquetas para tenerlas listas para uso posterior.
- Se identificaron e ingresaron a la base de datos alrededor de 25 especímenes diferentes.

Limitaciones:

- Algunos especímenes se encontraban en muy mal estado, por lo cual la identificación fue muy dificultosa; así como también se dejaron algunos especímenes sin concluir.

No. 3 – Intoxicaciones Biológicas (Departamento de Toxicología)

Objetivos:

- ✓ Asistir a los pacientes que llegasen al Departamento de Toxicología presentando intoxicaciones causadas por organismos vivos.
- ✓ Capacitarse respecto a la información bibliográfica disponible sobre las intoxicaciones biológicas.
- ✓ Identificar, con ayuda del paciente, al espécimen que pudo haber causado la intoxicación.

Procedimiento:

Durante la estancia en el Departamento de Toxicología, se atendieron casos de pacientes que presentaban intoxicaciones causadas por organismos vivos, tales como por ingesta de plantas, mordeduras de serpientes y/o arañas, picaduras de alacranes, entre otros.

En los caso en que el paciente llevase la muestra del espécimen que causó la intoxicación, se procedía a utilizar guías de identificación taxonómica, así como la ayuda de contactos profesionales vía telefónica, electrónica o personal (cuando los casos no sean de extrema urgencia), para identificar la especie que causó la intoxicación y proceder de la mejor manera en el tratamiento del paciente. Durante el proceso también se leyó constantemente diversos libros que tratasen sobre intoxicaciones biológicas: que organismos suelen causar mayor número de accidentes, mecanismos de acción, síntomas generales y específicos, tratamientos, y demás información relevante.

Resultados:

- Se identificó una araña violín (*Loxocles reclusa*) y una tarántula de la familia Theraphosidae.

Limitaciones:

- Durante el tiempo de práctica, únicamente se presentó un caso de intoxicación leve por mordida de tarántula, la cual no se pudo identificar debido a que no se poseía el espécimen ni fotografías claras del mismo.

No. 4 – Colección Viva de Referencia de Plantas con Potencial Tóxico (Departamento de Toxicología)

Objetivo:

- ✓ Poseer una colección viva de referencia de plantas que tienen potencial tóxico del país dentro del jardín que se posee en el Departamento de Toxicología.

Procedimiento:

Para dicha actividad se plantea trabajar por grupos de plantas, basándose en su toxicidad en el organismo, para lo cual las plantas que afecten el sistema nervioso central (SNC) han sido seleccionadas como las primeras a trabajar. Realizando una búsqueda en el libro del Editorial INBio “Plantas Tóxicas de Guatemala”, publicado en el 2010, se realizará un listado de las plantas con potencial tóxico presentes en el país que afectan el SNC, listando tanto el nombre científico, los nombres comunes, su tipo de hábito (árbol, arbusto, hierba) y su distribución en el país. De no encontrarse la distribución en el país se buscará en otros libros o documentos.

Posterior a ello se indagará en distintos viveros y otros centros de venta de plantas y material de jardinería, precios de maceteros de distintos tamaños (en base a los tipos de hábito de las plantas), tierra y abono, y en caso de poseerlas, semillas o macetas de algunas de las plantas tóxicas que afectan al SNC. Al obtener dichos precios, se elaborará un presupuesto en el cual se contemple lo mencionado anteriormente, así como también el material para elaborar los rótulos de identificación que poseerá cada planta.

Se establecerá contacto con distintas instituciones y parques ecológicos para gestionar la obtención de semillas, esquejes o macetas de las plantas que sean enlistadas, entre ellos: el Jardín Botánico de la USAC, el Parque Ecológico Las Ardillas, el Parque Ecológico Deportivo Cayalá, el Parque Ecológico Florencia y el Parque Ecológico Senderos de Alux. Además, de no encontrarse alguna planta, se hará contacto con los herbarios BIGU y USCG para saber si ellos estarán realizando salidas de campo a lo largo del semestre y hacia que lugares del país, y de esta manera, solicitarles apoyo en la obtención de especímenes para sembrar y obtener las colecciones vivas. Así también, durante las giras de campo planteadas en los distintos cursos del estudiante se colectarán especímenes en caso de ser encontrados.

Resultados:

- Se tiene definido el listado de plantas con potencial de toxicidad que afectan el SNC, las cuales son las siguientes:
 - Chicalote (*Argemone mexicana*),
 - Florifundio (*Brugmansia candida*),
 - Marihuana (*Cannabis sativa*),
 - Vuélvete loco (*Datura stramonium*),
 - Hinojo (*Foeniculum vulgare*),
 - Gloria de la mañana (*Ipomoea violacea*),
 - Chichitas (*Solanum mammosum*),
 - Jazmín amarillo (*Gelsemium sempervirens*),
 - Limón (*Citrus limon*),
 - Naranja dulce (*Citrus sinensis*),
 - Café (*Coffea arabica*),
 - Injerto de montaña (*Solandra grandiflora*), y
 - Cacao (*Theobroma cacao*).
- Se realizó un listado general de plantas con potencial tóxico del país, separándolas en función de sus efectos sobre el ser humano.

Limitaciones:

- No se logró un vínculo directo entre Departamento de Toxicología-Jardín Botánico para que juntos coordinaran un proyecto.
- Debido al espacio reducido en el jardín del Departamento de Toxicología, no se llevó a cabo el proyecto de introducción de las plantas tóxicas.

B. DOCENCIA

No. 1 – Ofidismo (Departamento de Toxicología)

Objetivos:

- ✓ Elaborar un póster que sustituya ambos pósteres que se tienen en el Departamento

de Toxicología.

- ✓ Elaborar un pequeño manual informativo e ilustrativo sobre conducta y primeras acciones en caso de mordeduras de serpientes venenosas, y reconocimiento visual de las distintas especies de serpientes venenosas del país.

Procedimiento:

Se observaron ambos carteles que se poseen en el Departamento de Toxicología, anotando de ellos la información que cada uno posee, así como las especies que poseen. Posterior a ello se buscó las especies de ofidios venenosos que faltaban en dicho carteles y la información faltante, y se actualizó la información de las especies que sí poseían (distribución, grupo taxonómico, etc.). Luego de todo ello se elaboraron borradores a mano del póster para incluir la mayor cantidad de información posible: como reconocer una víbora (los vipéridos son los ofidios venenosos más abundantes en Guatemala), medidas a tomar en caso de mordeduras, síntomas comunes, antiofídicos y dosis aplicadas, y una lista de especies de serpientes venenosas que incluya: nombre científico y comunes, distribución, características clave para la identificación visual del individuo. Finalmente se realizó el diseño digital del póster utilizando el programa InDesign C4, obteniendo un póster en formato .pdf que luego de ser revisado y aprobado por el Departamento de Toxicología se grabó en un disco compacto (CD) para su posterior reproducción. El póster muestra información de cada especie y se muestra lo más ilustrado posible, incluyendo fotos de las especies; así como también muestra una ilustración de cómo diferenciar víboras de otras serpientes y un cuadro central en el cual se describe el tratamiento para los distintos tipos de venenos, agrupando a las especies por familia. (Ver Anexo 1)

Para los manuales se utilizó la misma información del póster, y también fueron revisados y aprobados por el Departamento de Toxicología. Este es un manual ilustrado que contiene información sobre cómo diferenciar vipéridos de otras serpientes, medidas a tomar en caso de mordedura, síntomas comunes y, antiofídicos y dosis aplicadas, y las especies y su información característica.

Resultados:

- Se logró realizar tanto el póster como un pequeño manual.

Limitaciones:

- No fue posible obtener un mapa con la distribución geográfica para todas las especies, por lo cual ésta solamente se redactó por escrito.
- Al finalizar el período de práctica aún no se tienen impresos los póster ni manuales, debido a que al proyecto no se le ha autorizado presupuesto.

No. 2 – Aracnoidismo (Departamento de Toxicología)

Objetivo:

- ✓ Elaborar un póster sobre arácnidos de alto potencial toxicológico que presentan los mayores casos de intoxicaciones y los más letales.

- ✓ Elaborar trifoliales informativos e ilustrativos sobre arácnidos de alto potencial toxicológico y primeras acciones ante un caso de aracnoidismo.

Procedimiento:

Se buscó las especies de arácnidos (arañas y escorpiones) con mayor potencial toxicológico y de mayor incidencia de ataques que provoquen casos de aracnoidismo, así como las características y datos de cada especie (nombre científico y nombres comunes, grupo taxonómico, distribución, sitios de preferencia, características visuales, tipo de toxina, síntomas, y tratamiento). Luego se elaboró un borrador a mano del póster para ordenar los datos e incluir la mayor cantidad de información posible y finalmente se realizó el diseño digital del póster utilizando el programa InDesign C4, obteniendo un póster en formato .pdf el cual luego de ser revisado y aprobado por el Departamento de Toxicología se grabó en un disco compacto (CD) para su posterior reproducción. En el póster se incluye información sobre las especies, fotografía de las mismas y también tratamiento para cada especie; además se incluyó medidas a tomar y como prevenir mordeduras/picaduras de arácnidos. Así también se elaboró un trifoliar informativo utilizando la misma información para el póster, el cual previamente fue revisado y aprobado por el Departamento de Toxicología. (Ver Anexo 2)

Resultados:

- Se logró realizar un póster y trifoliar respecto a los arácnidos de alto potencial tóxico del país.

Limitaciones:

- No fue posible obtener imagen de algunas especies y/o los mapas de distribución geográfica para todas las especies, por lo cual algunas especies aún no poseen ilustración completa.
- No se ha podido realizar el póster ni los trifoliales debido a que aún no se ha logrado utilizar adecuadamente el programa seleccionado para la elaboración de los mismos.

C. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

No. 1 – Conferencias Día del Biólogo (Organizado por la Organización de Estudiantes de Biología, Escuela de Biología USAC)

Objetivos:

- ✓ Impartir una presentación respecto a la investigación realizada en el curso Investigación Aplicada.

Procedimiento:

Se presentó la investigación "Caracterización de la riqueza, distribución y densidad del Suborden Lacertilia (Orden Squamata) durante la época lluviosa en el Volcán San Pedro, San Pedro La Laguna, Sololá", investigación de mi autoridad llevada a cabo durante

el 2011 por parte del curso Investigación Aplicada. Las conferencias se realizaron en horario de 9:00 a 13:00 en el Auditorio "Carlos E. Ruano", edificio M6, Facultad de Veterinaria, Ciudad Universitaria zona 12. El motivo de la actividad fue realizar una serie de conferencias y presentaciones de investigación conmemorando el Día del Biólogo. (Ver Anexo 3)

Resultados:

- Se logró impartir la presentación sin ningún problema.

Limitaciones:

- No se alcanzó el número de público esperado.

No. 2 – Seminario "Esfuerzos de Investigación Ambiental en la RUMCLA" (Realizada por la Asociación Vivamos Mejor, asistiendo en representación de la Escuela de Biología USAC)

Objetivos:

- ✓ Presentar las investigaciones más recientes, de enfoque ambiental, llevadas a cabo por distintas entidades en la Reserva de Usos Múltiples Cuenca del Lago Atitlán.

Procedimiento:

Se asistió el 27 de febrero a la primera fase del seminario llevada a cabo en la Universidad del Valle-Altiplano, Sololá; así como también a la segunda fase del seminario llevada a cabo el 29 de febrero en la Universidad del Valle-Central, Ciudad Capital. En ambas fechas se presentó la investigación realizada por parte del curso de Investigación Aplicada, la misma de mi autoridad titulada "Caracterización de la riqueza, distribución y densidad del Suborden Lacertilia (Orden Squamata) durante la época lluviosa en el Volcán San Pedro, San Pedro La Laguna, Sololá". Conjunto a otros compañeros se representó a la Universidad de San Carlos de Guatemala ante diversas organizaciones como un ente investigador en el sector ambiental especialmente a través de la Escuela de Biología. (Ver Anexo 4)

Resultados:

- Representar a la Escuela de Biología USAC como ente investigador, presentando la investigación titulada "Caracterización de la riqueza, distribución y densidad del Suborden Lacertilia (Orden Squamata) durante la época lluviosa en el Volcán San Pedro, San Pedro La Laguna, Sololá".

Limitaciones:

- No se presentó limitante alguna.

No. 3 – Proyecto de Tesis: Efecto de la Temperatura en el Sexo de Tortugas Marinas (Br. Alejandra Morales, Escuela de Biología USAC)

Objetivos:

- ✓ Aprender a distinguir el sexo de las tortugas en individuos recién nacidos.
- ✓ Asistir en la limpieza de los especímenes, y sexar los mismos.

Procedimiento:

Se asistió a la tesista Alejandra Morales durante una semana consecutiva, del 16 al 20 de abril del año en curso, en horario de 09:00 a 13:00 al salón 204 del Edificio T-10, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Ciudad Universitaria zona 12. En dicho salón se encontraban los especímenes a tratar, a los cuales se les realizó una incisión en el abdomen para una posterior remoción o “limpieza” del individuo, extrayendo los órganos del mismo que evitasen una clara observación de las gónadas. Al poseer los individuos “limpios”, se procedía a observar en estereoscopio las gónadas del individuo para determinar el sexo del mismo. Finalmente se anotaba, se limpiaba y se guardaba en alcohol etílico al 70%.

Resultados:

- Se logró concluir la “limpieza” de todos los individuos del estudio.
- Se logró identificar el sexo de algunos individuos.

Limitaciones:

- Debido al tiempo y la cantidad de individuos no fue posible sexar conjunto a la tesista todos los individuos, labor que terminó la tesista.

No. 4 – Conferencia "Temperature-dependent sex determination in Reptiles: what field work tells us about consequence of climate change" (Impartida por el Dr. Marc Girondot de la Université Paris-Sud)

Objetivos:

- ✓ Aprender más respecto a la fisiología de los reptiles, especialmente aquellos cuyo sexo es determinado por la temperatura.

Procedimiento:

Se asistió a la conferencia impartida por el Dr. Marc Girondot, de la Université Paris-Sud, en la cual se recibió una charla respecto a la determinación del sexo en función de la temperatura para algunos reptiles. (Ver Anexo 5)

Resultados:

- Se asistió a la conferencia y se amplió el conocimiento sobre este grupo (reptiles).

Limitaciones:

- No se presentó limitante alguna.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alquijay, B., Enríquez, M., y Armas, G. (2012). *Programa Analítico: Práctica Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC- Carrera de Biología*. Guatemala: Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

García, A., y Peña, J. (Ed.). (2006). *Manual de Organización – Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*. Guatemala.

Anexo 3. Diploma obtenido en las Conferencias para celebrar la Conmemoración del Día del Biólogo 2012



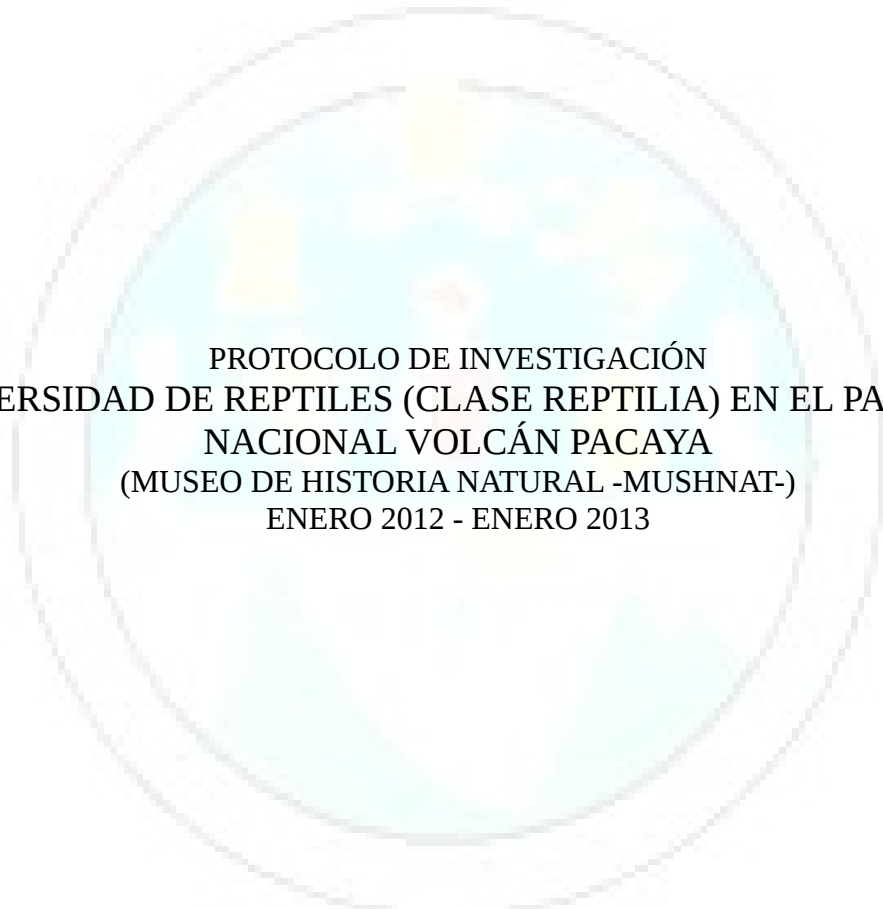


Anexo 4. Diploma obtenido en el Seminario "Esfuerzos de Investigación en la RUMCLA"

Anexo 5. Diploma obtenido en la Conferencia "Temperature-dependent sex determination in Reptiles: what field work tells us about consequence of climate change"



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



PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN
DIVERSIDAD DE REPTILES (CLASE REPTILIA) EN EL PARQUE
NACIONAL VOLCÁN PACAYA
(MUSEO DE HISTORIA NATURAL -MUSHNAT-)
ENERO 2012 - ENERO 2013

JACOB DE JESÚS ALVAREZ REQUENA
PROFESOR SUPERVISOR DE EDC: Lic. BILLY ALQUIJAY
ASESOR DE INVESTIGACIÓN: Lic. CARLOS VÁSQUEZ

Vo.Bo. Lic. Carlos Vásquez

Guatemala, 23 de noviembre 2012

1. ÍNDICE

Índice.....	2
Resumen.....	3
Introducción.....	3
Planteamiento del Problema.....	4
Justificación.....	5
Referente Teórico.....	5
6.1 Volcanes en Guatemala.....	6
6.2 Contexto Regional: Escuintla.....	7
6.3 Contexto Municipal: San Vicente Pacaya.....	8
6.4 Parque Nacional Volcán Pacaya y Laguna Calderas.....	8
6.4.1 Formación.....	8
6.4.2 Clima.....	9
6.4.3 Patrón de Vientos.....	9
6.4.4 Suelos.....	10
6.4.5 Flora.....	10
6.4.6 Fauna.....	11
6.4.7 Turismo.....	11
6.5 Herpetofauna.....	12
6.6 Clase Reptilia.....	13
6.7 Estudios sobre Herpetofauna.....	13
Objetivos.....	15
Hipótesis.....	15
Metodología.....	15
9.1 Diseño.....	15
9.1.1 Población.....	15
9.1.2 Muestra.....	15
9.2 Técnicas a Usar en el Proceso de Investigación.....	15
9.2.1 Recolección de Datos.....	15
9.2.2 Análisis de Datos.....	17
9.3 Instrumentos para Registro y Medición de las Observaciones.....	18
Resultados.....	19
Discusión.....	21
Conclusiones.....	23
Recomendaciones.....	24
Referencias Bibliográficas.....	24
Anexos.....	27

2. RESUMEN

Los estudios en cimas volcánicas en Guatemala, especialmente en aquellas que se encuentran activas, son escasos y en su mayoría se refieren a estudios botánicos; por otra parte, los estudios de herpetofauna realizados en el país corresponden en su mayoría a inventarios de biota, siendo escasos los estudios de herpetofauna enfocados en analizar la diversidad alfa y beta en las regiones de estudio. El presente estudio describe la diversidad alfa y beta de los reptiles (Clase Reptilia) en el Volcán Pacaya, con el fin de contribuir a la información del grupo en dicha área, en especial porque el volcán se encuentra activo y hace dos años ocurrió un evento eruptivo del mismo y de la cual no se puede discernir su efecto en las poblaciones de reptiles, puesto que no poseían estudios previos, y es por ello que la necesidad de realizar estudios se evidencia más y éste estudio proveerá información útil para comparar con estimaciones futuras. Se realizaron diversos viajes al volcán en los cuales se realizaban recorridos de observación, trabajando en dos laderas del mismo y a distintos altitudes, cubriendo diversos tipos de estratos vegetales. Se obtuvo una riqueza de cinco especies, y una riqueza esperada mediante el estimador de Jackknife de siete especies. Se obtuvieron valores de índices de dominancia y equidad para las poblaciones de reptiles del volcán, los cuales mostraron que las poblaciones de reptiles no se presentan equitativamente en el volcán, existiendo especies dominantes. Se concluye que la aridez y el tiempo de exposición al sol influye en mayor medida que la altitud y la vegetación asociada sobre la abundancia de las poblaciones de reptiles del volcán, siendo el Cerro Chino el área en la cual se observó una mayor abundancia de estos organismos. Además de los efectos de muestreo que pudieron afectar en las observaciones, cabe mencionar que el efecto causado por la erupción del 2010 fue medible debido a que no se poseían estudios previos, pero sí se conoce que dichos eventos estocásticos suelen tener un efecto inmediato sobre las poblaciones animales determinando su tamaño poblacional, usualmente menguándolo o disminuyéndolo.

3. INTRODUCCIÓN

Entre los 33 volcanes que se presentan en Guatemala, solamente tres se encuentran activos (los que hacen erupción y descansan por periodos diferentes de tiempo), siendo éstos el Volcán de Fuego, el Pacaya y el Santiaguillo (Bohnenberger, 1969; Viñals, 1993). El Volcán Pacaya, ubicado entre los departamentos de Escuintla y Guatemala, es un área de alto turismo debido a sus características. Su fácil ascenso y constante dinámica permite observar material volcánico expulsado recientemente. Debido a ésta dinámica constante, al alto turismo que llega al área, y al aprovechamiento de los suelos alrededor y dentro del área, su diversidad biológica se encuentra bajo mucha influencia. Si no pueden regularse estos factores, podrían provocar serios daños a la diversidad del área (Anónimo, 2011; López, 2007).

Los reptiles son un grupo de animales exotérmicos, por lo que cambios en el medio

influyen en la termorregulación de los mismos (Hickman, Roberts, y Larson, 2001; Kardong, 2007). La temperatura ambiental y la precipitación varían con la altitud: la temperatura disminuye al aumentar la altitud. Además de la variación altitudinal presente en una montaña o volcán, esta misma presenta laderas con mayor o menor exposición al sol. Si bien la temperatura disminuye conforme se va ascendiendo altitudinalmente, también la cantidad de radiación solar causa un efecto sobre la temperatura (Pardo, 2007; Viñals, 1993).

En el presente estudio se da a conocer la diversidad alfa y beta del grupo de los reptiles presentes en el Volcán Pacaya. Para ello, se realizaron recorridos o transectos en los cuales se registró el número de individuos de cada especie encontrada, realizando un inventario de especies. Se calculó la riqueza de reptiles en el Volcán Pacaya utilizando el estimador de Jackknife de primer orden. También se realizaron los cálculos de los índices de Simpson y de Shannon para identificar equidad e incertidumbre de todo el grupo en el volcán.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las zonas volcánicas en Guatemala, especialmente los estratovolcanes, son áreas en las cuales existe una carencia de estudios específicos para cada una, a pesar de ser áreas con características muy peculiares; de estos estratovolcanes, tres zonas son activas para el país, entre ellas el Volcán Pacaya (Bohnenberger, 1969; Viñals, 1993). Al ser un cono volcánico activo, el Volcán Pacaya se encuentra haciendo constantes erupciones, las cuales tienen una incidencia en la diversidad biológica del área abarcada por el mismo, y áreas aledañas cuando se tratan de erupciones de mayor magnitud (APN, 2011; López, 2007; Vigliano, 2011).

Cuando suceden erupciones, especialmente las de gran magnitud, es cuando se ve afectada mayormente la diversidad biológica (APN, 2011; Vigliano, 2011), y tras dichos eventos es cuando surgen las preguntas: ¿Será que la erupción ocasionó extinción local de alguna especie? ¿La erupción habrá generado nuevos tipos de hábitat que favorecerán la entrada de nuevas especies? o ¿habrá generado ampliación de nichos ecológicos? Es en estos momentos cuando se requiere poseer estudios previos de la diversidad del área para conocer que organismos se encontraban en dicho lugar y como fue que la erupción afectó dichas poblaciones. Tal duda surgió tras la erupción de gran magnitud del Volcán Pacaya en marzo del 2010, la cual debido a la escasez de estudios previos concisos no pudo ser aclarada en buena manera. Es por ello que esta investigación busca aportar información útil y concisa que incluya que especies de la Clase Reptilia se encuentran en el Volcán Pacaya, además de cómo se distribuyen y agrupan en el área, y así tener un marco de comparación para investigaciones futuras. Además, para fortalecer y fomentar la conservación de los bosques de la región se requieren estudios que aporten información útil para el monitoreo de organismos como indicadores de perturbación, y de ésta manera formular planes de manejo de la región que comprende el Volcán Pacaya.

5. JUSTIFICACIÓN

El Volcán Pacaya, ubicado entre los departamentos de Escuintla y Guatemala, es un área de alto turismo debido a sus características, siendo la más peculiar el hecho de ser un estratovolcán bastante activo. Su fácil acceso, su fácil ascenso y constante dinámica permite observar material volcánico expulsado recientemente (Bohnenberger, 1969; Viñals, 1993). Al ser un cono volcánico activo, el volcán se encuentra en constante dinámica, con erupciones frecuentes, las cuales tienen una incidencia en la diversidad biológica del área abarcada por el mismo y áreas aledañas también se ven dañadas ocasionalmente (APN, 2011; López, 2007; Vigliano, 2011). Debido a ésta dinámica constante, al alto turismo que llega al área, y al aprovechamiento de los suelos alrededor y dentro del área, su diversidad biológica se encuentra bajo mucha influencia y son factores que, de no regularse adecuadamente, podrían provocar serios daños a la diversidad del área (Anónimo, 2011; López, 2007).

Cuando un volcán hace erupción suele desprender gases, rocas volcánicas de diversos tamaños, y en ocasiones grandes ríos de lava que emergen hacia la superficie y se deslizan a lo largo del volcán. Cuando estas erupciones suceden, especialmente las de gran magnitud, es cuando se ve afectada mayormente la diversidad biológica (APN, 2011; Vigliano, 2011). Posterior a eventos de esta magnitud surgen ciertas interrogantes, como por ejemplo qué especies habrán perecido en el área y cuales no, entre otras. Al ser así, se requiere conocer tanto los patrones que se han observado con el tiempo así como también se requiere conocer que individuos existían en el área antes del evento y cuales se encuentran después del mismo.

Así también, el estudio de la diversidad biológica enfocada a áreas volcánicas, y especialmente a estratovolcanes, no se ha estudiado exhaustivamente en el país, por lo cual es necesario generar información que aporte conocimientos respecto a la diversidad presente en estas áreas del país, la cual pueda servir como base para estudios posteriores. Además, para fortalecer y fomentar la conservación de los bosques de la región se requieren estudios que aporten información útil para el monitoreo de organismos como indicadores de perturbación, y de ésta manera formular planes de manejo de la región que comprende el Volcán Pacaya.

6. REFERENTE TEÓRICO

En regiones montañosas la temperatura y la precipitación varían con la altitud, lo que determina la estratificación de la vegetación en pisos altitudinales. Por lo general, la temperatura disminuye con la altitud a razón de 1°C por cada 200m, y la precipitación tiende a aumentar hasta cierto nivel altitudinal, conocido como óptimo pluviométrico o piso nublado (característico de las montañas tropicales), y por encima del cual la humedad y la cantidad de precipitación decrecen abruptamente. Además de la temperatura y la

precipitación, la variación altitudinal de la vegetación se encuentra condicionada por factores que dependen de la orientación de las vertientes de las montañas. Una misma montaña presenta laderas con exposición al sol, y laderas con exposición a la sombra. De la misma manera tendrá vertientes orientadas hacia el viento, que son las que recibirán una mayor cantidad de lluvia y estarán cubiertas de vegetación densa, y las protegidas del viento, más secas y con vegetación más rala. Otros factores locales que pueden alterar el orden altitudinal son los aludes, las inversiones térmicas, la naturaleza del material rocoso y la acción antrópica (Heinrich, 1994 citado por Pardo, 2007).

Los ecosistemas de montaña han sido clasificados siguiendo varios criterios, en el país los más destacados corresponden a la clasificación de Biomas de Villar (1993) y la de Zonas de Vida de Holdridge aplicadas a Guatemala por De la Cruz (1982). Según estas dos clasificaciones, en el país se presentan dos biomas de montaña: la selva de montaña y el bosque de montaña (Villar, 1998), y cinco zonas de vida con características de montaña: Bosque húmedo montano bajo subtropical (1,500 a 2,400msnm), bosque muy húmedo montano bajo subtropical (1,800 a 3,000msnm), bosque pluvial montano bajo subtropical (1,500 a 2,700msnm), bosque húmedo montano subtropical (arriba de los 3,000msnm) y bosque muy húmedo montano subtropical (arriba de los 2,800msnm) (De la Cruz, 1982).

El ente Conservación Internacional (2005) afirma que la riqueza de Centroamérica está representada aproximadamente por 17,000 especies de plantas, 440 especies de mamíferos, 1,113 especies de aves, 692 especies de reptiles, 555 especies de anfibios y 509 especies de peces de agua dulce. Además, indica que la alta biodiversidad y la continua pérdida de cobertura forestal sitúa a Mesoamérica en el tercer lugar entre las “zonas calientes” de mayor biodiversidad en el mundo.

6.1 Volcanes en Guatemala

Si partimos de la definición científica de volcán (abertura por la que sale o ha salido lava, cenizas, vapor de agua y otros gases), podemos afirmar que en Guatemala existen más de 200 volcanes; sin embargo la mayoría no son de gran tamaño, y se entiende comúnmente como volcán a los estratovolcanes, que en Guatemala se conocen 33 (Bohnenberger, 1969; López, 2007; Viñals, 1993).

El término foco eruptivo se usa en el sentido de un orificio en la corteza terrestre, a través del cual salieron materiales magmáticos a la superficie, ya sea en forma de lava o de piroclásticos. Estas masas eyectadas se acumulan alrededor del orificio con forma topográfica constructiva, frecuentemente llamada edificio volcánico (Bohnenberger, 1969). En esta clasificación es en la que se encuentran la mayoría de zonas volcánicas mencionadas anteriormente. Por otro lado, los estratovolcanes son un tipo de volcán cónico y de gran altura (suelen exceder los 2500 metros de altitud), compuestos por múltiples capas de lava endurecida, piroclastos alternantes y cenizas volcánicas (Bohnenberger, 1969), dentro de los cuales se incluiría a 33 volcanes de Guatemala, de los cuales, como ya

mencionamos, solamente tres se encuentran activos: Volcán de Fuego, Volcán Pacaya y el Volcán Santiaguito (Bohnenberger, 1969; Viñals, 1993).

Los volcanes de Guatemala son tan variados como el país mismo y ofrecen una gama de posibilidades para el turismo, así como para la diversidad biológica (López, 2007). En general, la Cadena Volcánica de Guatemala forman una banda que corre de oeste a este más o menos paralela a la costa del pacífico, compuesta como se mencionó anteriormente, de alrededor de 320 cumbres de origen volcánico, destacando entre estas 33 estratovolcanes, dos de ellos con poco más de 4000msnm, y tres de ellos con actividad volcánica presente (López, 2007; Viñals, 1993).

Respecto a las erupciones volcánicas y su impacto en la biodiversidad, Vigliano (2011) menciona que cabe considerar que hay dos tipos de efectos generales, los efectos inmediatos y los que se producen a mediano y largo plazo. Los primeros suelen ser por lo general perjudiciales para la biota, mientras que los segundos pueden tener tanto efectos perjudiciales como beneficiosos para ciertos grupos de organismos. Así también cabe considerar que los efectos sobre la biota no se producen solo sobre organismos individuales, sino que dependiendo del número, estadios de vida y procesos poblacionales y comunitarios afectados se pueden producir efectos en cascada que afecten progresivamente a poblaciones, comunidades e incluso ecosistemas (APN, 2011; Vigliano, 2011).

Los efectos de carácter inmediato se producen por el aporte de partículas que pueden producir efectos de origen físico y/o tóxico (como cambios de pH en el suelo o de la composición mineral, lo cual puede ser nocivo para ciertos grupos de plantas) sin dar tiempo a los organismos a escapar. Bajas concentraciones de partículas pueden producir en la biota efectos a mediano o largo plazo. Los efectos físicos se producen por alteración de las condiciones de hábitat al acumularse el material volcánico ya sea como sedimentos que se depositan o como partículas en suspensión. En ambos casos la biota se ve afectada por la alteración directa en la salud, disminución de la disponibilidad de luz, o por alteración de los sitios de alimentación, refugio y reproducción. El grado de alteración depende de la distancia al volcán, el tamaño y características de partículas predominantes, así como de la magnitud de la explosión volcánica (APN, 2011; Vigliano, 2011).

6.2 Contexto Regional: Escuintla

El departamento de Escuintla colinda al norte con Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala, al este con Santa Rosa, al sur con el Océano Pacífico, y al oeste con Suchitepéquez. El departamento abarca 4,384km², posee 13 municipios dentro de los cuales se hablan tres idiomas principalmente: español, poqoman y cachiquel; y posee 477,024 habitantes aproximadamente (López, 2007).

Ubicado en la latitud 14°18'03" y longitud 90°47'08", Escuintla inicia desde los 0msnm hasta los 2,600msnm, constituyendo esta máxima altitud a la cima del Volcán Pacaya. El

clima es predominantemente cálido tropical (López, 2007).

6.3 Contexto Municipal: San Vicente Pacaya

El municipio de San Vicente Pacaya se encuentra situado en la parte noreste del Departamento de Escuintla, en la Región V o Región Central. Se localiza en la latitud 14°24'51" y longitud 90°28'08". Limita al norte con los municipios de Amatitlán (Guatemala) y Palín (Escuintla), al sur con el municipio de Guanagazapa (Escuintla), al este con los municipios de Amatitlán y Villa Canales (Guatemala), y al oeste con los municipios de Palín y Escuintla (Escuintla). Cuenta con una extensión territorial de 236km² y se encuentra a una altura de 1,600msnm, por lo que generalmente su clima es templado (López, 2007) (Ver Anexo 1).

Los atractivos naturales que se encuentran en San Vicente Pacaya son utilizados por sus vecinos para que su esparcimiento. Entre estos están los ríos Pantirique, El Amate, y Los Jazmines, así como los manantiales El Ojo de Agua, El Ojo de Agua de la Joya, y Las Pilas. También son muy visitados la Laguna de Calderas y el Volcán de Pacaya, siendo este la principal atracción, por su actividad constante que mantiene desde 1961, presentando sus mayores erupciones en los años 1965, 1971, 1992 y la más reciente en 2010. Durante dichas erupciones, fue cuando destruyó la mayor parte las siembras, causó la muerte de casi todos los animales y cubrió con una extensa capa de lava y piedras las faldas del cerro Bella Vista (López, 2010).

6.4 Parque Nacional Volcán Pacaya y Laguna Calderas

El parque está situado entre los departamentos de Guatemala y Escuintla, muy cerca de la capital, a tan solo 34kms. El Volcán de Pacaya es un complejo o macizo volcánico complicado, erupción de tipo estromboliana (dícese complicado ya que no solamente existe un cono actual activo, sino otros picos del sistema). Los picos que lo conforman son: Cerro Hoja de Queso, hacia el norte del cono activo; Cerro de Agua, hacia el noreste; Cerro Chiquito y Cerro Chino. Hacia el suroeste se encuentra el propiamente llamado Volcán Pacaya, un cono que se ha mantenido en constante actividad durante los últimos 25 años, y que en sí constituye la parte sur de una gran caldera volcánica, que es el lago de Amatitlán y la Laguna Calderas (Mackenney, 1994 citado por López, 2007).

El Volcán de Pacaya, nombrado como Parque Nacional de Guatemala, se encuentra en el municipio de San Vicente Pacaya, en el departamento de Escuintla, y en el extremo sur del Valle de Guatemala en la convergencia de fallas de Palencia y Mixto, cercano a las poblaciones de Villa Nueva, Amatitlán y Palín. Se encuentra entre los paralelos 14°20' y 14°26' norte, y entre los meridianos 90°34' y 90°38' oeste; alineado paralelamente al litoral del Océano Pacífico en el istmo centroamericano, y alcanza una cima máxima de 2,600msnm (López, 2007).

6.4.1 Formación

De origen Cuaternario. Se asume una caldera elíptica con su eje mayor en dirección este-oeste. El sector cónico del suroeste de la caldera se une con dos conos que se originan en cada una de sus faldas (Cerro Chino y Cerro Chiquito). Varios ríos de lava descienden de la boca del cráter y pasan a través de ambos (López, 2007).

Al sur del Cerro Chino se encuentran cuatro bocas a media altura y hay indicios de lava que indican que hizo erupción en época anterior. La parte del cráter está rodeada por tres cerros formados por deslaves. El más alto es el Cerro Grande. Se dice que estos cerros están montados sobre un relieve volcánico más antiguo o caldera de explosión, Amatitlán que quedó relleno, excepto en el lado noreste, donde en la actualidad se ubica el lago del mismo nombre. El propio cono del volcán esta constituido por dos picos: uno que mantuvo una actividad recia hasta el siglo pasado y otro, activo desde 1961, llamado Mackenney. El cono viejo sigue emitiendo un poco de gas y vapor, sin embargo se puede escalar para observar desde allí la actividad del cono nuevo, que aparte de emitir humo y gas, casi constantemente lanza fragmentos de lava de tipo basáltico, ocurriendo periódicamente erupciones mayores como la de 1987 (López, 2007).

En el lado Este de la falda del volcán y al Oeste del pueblo de Barillas se observan tres fallas en dirección Norte-Sur. Al lado Norte está la Laguna de Calderas; importante para la comunidad ecológica por ser la única fuente de agua en el parque con peligro de contaminación y sedimentación debido a la erosión del Cerro Hoja de Queso. Al Noreste se sitúa el pueblo de San Vicente Pacaya y al Noreste de éste, cerca de un semicírculo rocoso, lo que probablemente es la pared de un viejo cráter. Al Noroeste y Sureste de Amatitlán se encontró un complejo de montículos de lava y fuentes termales que se producen por el choque de aguas freáticas con rocas calientes de la profundidad. Adicionalmente se encuentran otro tipo de fenómenos, como lo son las fumarolas y solfatarras, ricas en materiales arcillosos, y los cuales aparecen en el propio cono y en una franja a lo largo de la falla corva del Cerro Hoja de Queso. La laguna de Calderas, formada en el fondo de una caldera, es geológicamente reciente, ya que el flujo de lava que cerró la salida de agua de la caldera, pertenece a la actividad moderna, posiblemente de la época del cono del Cerro Chino (López, 2011).

6.4.2 Clima

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región. La vida del volcán se desarrolla en un clima templado húmedo-seco. Los datos climáticos de los que se dispone no son muy exactos y se basan en las características de áreas cercanas. La temperatura promedio varía entre los 15 y 21 grados centígrados, dependiendo de la época del año y de la altura. Los vientos que prevalecen en la región vienen de Nornoreste (NNE), e influyen en los que provienen del Océano Pacífico, creando una zona más húmeda en la ladera Sur del Macizo, y se estima un promedio de velocidad del viento de 81Km/h. La precipitación pluvial, que es mayor durante los meses de junio a septiembre, alcanza un promedio de 2,000 mm/año. La humedad relativa es hasta de 80%. De acuerdo a la

definición de Thornthwaite, el clima es templado, sin estación fría bien definida, húmedo con invierno seco y vegetación natural característica del bosque (López, 2011).

6.4.3 Patrón de Vientos

Los vientos superiores (3,048-15,243.90mts.) revelan una preponderancia de vientos del oriente y occidente. Los vientos del occidente predominan de enero a marzo, en abril y mayo se da un período de transición donde predominan los vientos de occidente pero otras direcciones empiezan a ser más frecuentes, en los meses de junio a octubre predominan los vientos de oriente. Noviembre y diciembre es nuevamente período de transición. Las poblaciones al norte o al sur del volcán se ven afectadas a veces por caídas de cenizas y las del este o el oeste lo son con más frecuencia. Los vientos que soplan hacia la ciudad de Guatemala presentan riesgos de caída de cenizas e incluso si la erupción es pequeña y los vientos débiles (López, 2011).

6.4.4 Suelos

El suelo es el conjunto de masas minerales que tienen origen común o cuya formación corresponde a una misma época. Según el Lic. Otoniel Matías (Vulcanólogo), “el espesor promedio del suelo es bastante pequeño, de aproximadamente 40cms. Y está constituido por material volcánico poco profundo originado sobre rocas basálticas bastante superficiales. Se encuentra un declive moderado entre 20 y 25% de desnivel. El terreno es un poco propenso a la erosión “cárcava” (López, 2011).

En términos generales, la región sur se caracteriza por cultivos de exportación o subsistencia. En la parte alta se encuentra ganado bovino. La vocación natural de los suelos es forestal con fertilidad regular por los bajos contenidos de fósforo, lo que afecta el cultivo. El suelo es poco profundo sobre material volcánico de color oscuro, seco y pedregoso (López, 2011).

6.4.5 Flora

La vegetación de la zona pertenece a la vida premontano seco. Existe una división por estratos según altura y condición específica, y por la constante actividad volcánica una reversión permanente a las etapas pioneras de la vegetación, por lo cual se encuentra un espectro amplio que va desde flujos de lava desprovistos de flora, hasta bosques densos (López, 2007).

Según López (2007), las principales comunidades vegetativas del volcán son:

- D. Comunidades primitivas litófitas (musgos, orquídeas, bromelias) en flujos de lava.
- E. Pinares, pastizales naturales también en flujos de lava.
- F. Comunidad de matorrales en áreas de suelo no bien desarrollado.
- G. Comunidad de orquídeas y otras plantas acondicionadas a fumarolas y solfatarras.
- H. Bosque climático en el Cerro Hoja de Queso y en una zona del Cerro Grande y hasta el Cerro Chino.
- I. Comunidad de epífitas como orquídeas, bromelias y aráceas, etc., en el bosque

climático.

J. Comunidad de bambú asociada con disturbios dentro del bosque (derrumbes, etc.).

K. Plantas acuáticas en las aguas poco profundas de la Laguna Calderas.

Según investigación reciente realizada por la Dirección General de Bosques (DIGEBOS), “la vegetación natural alrededor de San Francisco de Sales y San José Calderas se ha reemplazado por maizales, cafetales y pastizales que en muchos casos están ubicados en pendientes de 40 a 100% La cumbre del macizo volcánico tiene una cubierta boscosa más o menos espesa, y a través de los senderos que también utilizan los visitantes, se extrae leña de diferentes especies, entre ellas *Quercus pacayana*, un encino nativo de la región (López, 2007).

6.4.6 Fauna

Según datos obtenidos con la Bióloga Patricia Lemus: en el lugar se encuentran diversidad de especies muy interesantes de fauna silvestre, sin embargo pocos animales mayores. La fauna se encuentra en peligro de extinción por la caza desmesurada y la destrucción del hábitat.

En su mayoría, los mamíferos existentes son de hábitos nocturnos. Entre los más comunes de hábito diurno están las pequeñas Ardillas (*Squirrelus deppei*) y los Conejos (*Sylvilagus floridatus*). Entre los nocturnos están el Tacuazín (*Didelphys marsupiales*), Coyote (*Canis latrans*), la Taltuza (*Ortogeomys grandis*), la Comadreja (*Mustela frenata*), Gato de Monte (*Urocyon cymereagenteus*) y el Micoleón (*Potos glavus*) (Lemus, 1994 citado por López, 2007).

La población de aves aumenta en los meses de migración de octubre a mayo. Se observan más de 150 especies entre las cuales hay aves acuáticas de la Laguna de Calderas que vienen de EE.UU y Canadá a pasar el invierno. Entre los residentes encontramos especies exóticas como los Tolobojes (*Hylomanes momotula*, *Aspatha gularis*, *Eumomotha superciliosa*) que son difíciles de ver, el Trogón Elegante (*Trogón elegans*), así como el Cucharón (*Aularcorihynchus prasinus*) que se ve en el bosque del Cerro Hoja de Queso y en la ladera noreste del Cerro Chiquito. Además varios tipos de palomas, gorriones, sensontles, puercorienes y aves predatoras, pudiéndose ver otras como el Clarinero, la Shara, Correcamino, Perico, Azulejo y otros (Lemus, 1994 citado por López, 2007).

Entre los reptiles y anfibios se encuentran Salamandras (*Bolitoglossa salbini* y *Bolitoglossa morio*) que viven entre la bromelias y orquídeas sobre las ramas de los árboles y la Tapalcua (*Gymnophis mexicanus*). En regiones acuíferas se observan diferentes tipos de sapos y ranas, así como culebras como, por ejemplo, la Mazacuata (*Boa constrictor*) y algunas serpientes. Es importante el papel que juegan en el control de insectos y en la cadena alimenticia (Lemus, 1994 citado por López, 2007).

Existe una gran diversidad de insectos pero no se tiene un inventario bibliográfico

específico de las especies. También existen diversos tipos de peces en la Laguna de Calderas (López, 2007).

6.4.7 Turismo

Afirma la Lic. Lisa Vielman (División de desarrollo de producto, INGUAT) que: “no existen censos exactos sobre el número de visitantes al lugar, pero se estima que semestralmente llegan 9,183 personas”. La afluencia mayor se observa durante los fines de semana de los meses de verano, o sea desde noviembre hasta marzo. Aproximadamente el 60% de los visitantes utiliza el transporte público para llegar. Los grupos escolares o turísticos están compuestos por lo general de unas 30 a 40 personas, que se quedan en promedio de 4 a 6 horas en el sitio. Dichos grupos escolares llegan aproximadamente una vez al mes. La mayoría de los visitantes suben y regresan el mismo día, ya sea a pie o en motocicletas de campo traviesa. Más o menos la tercera parte de los visitantes acampan, generalmente en el área de la Meseta, durante una o más noches, para observar la actividad volcánica (Vielman, 1994 citado por López, 2007).

6.5 Herpetofauna

Con el término herpetofauna se conocen a las especies de anfibios y reptiles que por sus hábitos y métodos de colecta se estudian de manera conjunta (MUSHNAT-EB-USAC, 2009), y aunque se encuentran distribuidos en todo el mundo, presentan una mayor diversidad en los trópicos. Los miembros de estos grupos son inusualmente sensibles a las condiciones ambientales y generalmente están estrechamente ligados a un hábitat particular, lo que los hace más vulnerables que otros grupos de vertebrados a los cambios en el hábitat (PLUSPETROL, s.f.). Por otro lado, los anfibios y reptiles son dos de los principales grupos de fauna que, a nivel mundial, llaman la atención por la velocidad a la que se extinguen, lo cual ha sido interpretado, nuevamente, como consecuencia de los grandes cambios operados por el hombre sobre su entorno (C. SUNA HISCA, 2003). Como se ha mencionado, los anfibios y reptiles poseen particularidades a nivel biológico y ecológico que los hacen susceptibles a transformaciones en el ambiente natural, convirtiéndolos en buenos indicadores del estado de los ecosistemas naturales; información que a su vez, puede ser incorporada en programas de monitoreo y formulación de planes de manejo (C. SUNA HISCA, 2003). En contraste con los anfibios, quienes dependen de cuerpos de agua y humedad para subsistir, los reptiles tienen una serie de adaptaciones que les han permitido vivir en zonas secas o desérticas. Entre estas características se encuentran: la piel impermeable cubierta de escamas y desprovista de glándulas mucosas, y el huevo amniótico, frecuentemente envuelto por una cáscara, con desarrollo embrionario carente de larvas acuáticas, lo que las libera de tener que volver a las fuentes de agua a depositar sus huevos (Hickman et. al., 2001; Kardong, 2007). Debido a dichas características, la distribución de los reptiles se encuentra limitada por la temperatura ambiental y/o la radiación solar, ya que las bajas temperaturas por periodos prolongados de tiempo disminuyen las funciones metabólicas de los reptiles, provocando entre otras cosas, un desplazamiento del animal demasiado lento, poniéndolo en peligro al hacerlo una presa

fácil (C. SUNA HISCA, 2003).

Tanto para anfibios como para reptiles, un patrón ecológico observado reiteradamente es la disminución del número de especies en hábitats cuyas características físicas y climáticas son particularmente severas, tales como desiertos, cima de montañas o grandes latitudes (C. SUNA HISCA, 2003). El fenómeno en la reducción de especies de plantas y animales, y en el número de taxa superiores, con la altitud, se presenta desde la transición del bosque montano y el subpáramo, lo que correspondería a la zona de vida Andina (alturas mayores a 2,300m pero menores a 3,500) (C. SUNA HISCA, 2003).

En Guatemala se considera que existen 141 especies de anfibios (distribuidos en 12 familias y 35 géneros) y 246 especies de reptiles (distribuidas en 32 familias y 104 géneros). De un total de 387 especies de herpetofauna en el país, se considera que un 60% es endémico (38 especies de anfibios y 24 especies de reptiles). De acuerdo a los Punteos de Vulnerabilidad Ambiental (EVS, por sus siglas en inglés) se consideran 115 especies de herpetofauna en alta vulnerabilidad, 179 especies de media vulnerabilidad y 89 especies de baja vulnerabilidad. Según la categorización de la IUCN, 32 especies de herpetofauna están críticamente amenazadas, 53 amenazadas, 51 especies son vulnerables, 31 especies se encuentran casi amenazadas, 193 se consideran de baja prioridad y 26 especies de herpetofauna se encuentran con deficiencia de datos (Acevedo, Wilson, Cano y Vásquez-Almazán, 2010).

6.6 Clase Reptilia

Los reptiles (Clase Reptilia) son un grupo parafilético de vertebrados amniotas provistos de escamas epidérmicas de queratina. La mayoría, como ya se mencionó, se han adaptado a la vida terrestre y especialmente ligados a hábitats cálidos, presentando adaptaciones especiales para dicha capacidad, tales como la piel resistente y escamosa, pulmones bien desarrollados, sistema circulatorio de doble circuito, sistema excretor que conserva el agua, fuertes extremidades, fertilización interna y huevos terrestres con cascarón; además, pueden controlar su temperatura corporal cambiando de lugar (Hickman et. al., 2001; Kardong, 2007). El grupo se encuentra representado actualmente por cuatro ordenes: Testudines (tortugas), Crocodylia (lagartos y cocodrilos), Squamata (dividido en los subordenes Serpentes, o serpientes, y suborden Lacertilia, lagartijas y lagartos pequeños), todos ellos presentes en nuestro país; y Rhynchocephalia, representado únicamente por las tuátaras, restringidas a Nueva Zelanda e islas aledañas (Hickman et. al., 2001; Kardong, 2007).

Las poblaciones de reptiles, a menudo alcanzan mayores densidades que las aves o mamíferos, quizás porque su condición ectotérmica les permite eficiente conversión de energía en biomasa. Muy particular es su participación en las cadenas tróficas donde actúan como depredadores de artrópodos y vertebrados, que en muchos casos han alcanzado la categoría de plagas por el dapo que ocasionan a los cultivos agrícolas (Alemán, 2008).

6.7 Estudios sobre Herpetofauna

Existen diversos estudios respecto a la herpetofauna fuera del país, de los cuales se posee una gama relativamente amplia respecto a estudios en regiones montañosas o zonas con bosques de montaña. La Corporación SUNA HISCA (2003), realizó un estudio en un rango altitudinal de 2,600 a 3,150msnm utilizando la misma metodología de captura propuesta, encontrando en tal estudio cinco nuevas especies de reptiles para el Cerro Juan Rey y el Cerro Gavilán, áreas del Parque Entrenubes, Colombia. Orea (2010), en su estudio “Efecto de plantaciones mixtas sobre la diversidad herpetofaunística en selva baja caducifolia de Sierra de Huautla, Morelos”, trabajó con anfibios y reptiles en distintos tipos de estratos, teniendo hábitat sin plantaciones, hábitat con plantaciones, y hábitat conservado. En su estudio obtuvo una mayor riqueza y diversidad de especies en el hábitat conservado, siguiéndole el estrato de hábitat con plantaciones. Robleto (2007) realizó un estudio sobre la herpetofauna en el Volcán Maderas, Nicaragua, utilizando para ello transectos lineales laterales a los senderos del área, y sobre los mismos de forma altitudinal, durante cuatro horas en horario diurno y nocturno; obteniendo en sus resultados la identificación de un nuevo reporte de *Bolitoglossa* para su país. Así también, se encuentran muchos otros estudios de herpetofauna en distintas regiones.

En Guatemala los estudios sobre herpetofauna comenzaron siendo únicamente listados, descripciones o inventarios de especies para determinadas regiones, entre ellos se pueden mencionar estudios como los realizados por Campbell y Vannini (1988), Stuart (1955), Köhler y Acevedo (2004), entre otros. Recientemente se ha incrementado el número de estudios dentro del país que trasciendan más allá de un inventario de especies, tratando de integrar diversos índices y estimadores para comprender mejor la composición de las comunidades de herpetofauna. Entre algunos estudios de la herpetofauna en zonas montañosas de Guatemala se puede mencionar el realizado por Vásquez (2010) realizado en el Valle Yulhuitz, en Barillas Huehuetenango, durante el cual además de obtener especies de anfibios que se encuentran en la lista roja de UICN para Guatemala, se encontró una salamandra, *Bradytriton silus*, que es endémica de Guatemala y se creía extinta pues las últimas colectas de la especie se remontaban a 1977. Entre otros estudios se posee el elaborado por MUSHNAT-EB-USAC durante el 2009 en la Montaña de las Granadillas, Zacapa, durante el cual a pesar de encontrar especies enmarcadas en la lista roja de la UICN para Guatemala, se halló un nuevo registro de serpiente para Guatemala, perteneciendo esta al género *Sibon* y actualmente se encuentra todavía bajo un riguroso proceso de descripción; esta especie será una especie nueva para Guatemala y endémica para la Montaña de las Granadillas. Así también, se poseen otros estudios sobre regiones montañosas de Guatemala; sin embargo, respecto a las zonas volcánicas, especialmente respecto los estratovolcanes de Guatemala, la cantidad de estudios realizados aún es mínima comparada a otros estudios herpetofaunísticos realizados. Otro estudio de importante mención es el realizado por Acevedo, Calvo y Valle (2002) el cual trataba sobre “Diversidad y abundancia de la herpetofauna en plantaciones de café bajo sombra en Quetzaltenango, Guatemala”, estudio durante el cual encontraron que, para dicha región, los tres tipos de vegetación trabajados (policultivo, monocultivo y bosque) no presentaban

una diferencia significativa en cuanto a la riqueza de especies, pero sí en la abundancia, siendo el monocultivo el área con mayor incidencia de reptiles.

Entre los estudios realizados en estratovolcanes para el país se puede mencionar a Viñals (1993) y Pardo (2007), ambos estudios de vegetación en conos volcánicos. Respecto a estudios sobre la herpetofauna presente en volcanes de Guatemala, cabe mencionar el estudio de Ruano (2007) sobre “*Bolitoglossa morio* en bromelias del Volcán de Pacaya”, y el estudio de Alvarez (2011) sobre la “Caracterización de la riqueza, distribución y densidad del Suborden Lacertilia durante la época fría en el Volcán San Pedro, San Pedro La Laguna, Sololá”.

7. OBJETIVOS

7.1 General

- ✓ Contribuir al conocimiento de la Clase Reptilia en el Volcán Pacaya.

7.2 Específicos

- Realizar un inventario de especies de la Clase Reptilia para el Volcán Pacaya.
- Estimar la riqueza de la Clase Reptilia en el Volcán Pacaya.
- Evaluar la equidad de los individuos de la Clase Reptilia presentes en el Volcán Pacaya.

8. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

La diversidad y la distribución de los reptiles en el Volcán Pacaya están influenciadas por la altura y la vegetación asociada.

9. METODOLOGÍA

9.1 Diseño

9.1.1 Población: Reptiles de la zona abarcada por el Volcán Pacaya.

9.1.2 Muestra: Reptiles colectados en los distintos estratos vegetales mediante una metodología de transecto-franja.

9.2 Técnicas a Usar en el Proceso de Investigación

9.2.1 Recolección de Datos

Se realizaron distintos viajes al Volcán Pacaya durante distintas fechas en los meses de junio a diciembre del año 2012. La recolección de datos se realizó mediante la colecta de

los individuos de la Clase Reptilia observados en los distintos estratos vegetales establecidos, ello mediante un método de transecto-franja ó transecto de banda (Ojasti, 2000; Painter, Rumiz, Guinart, Wallace, Flores, y Townsend, 1999); realizando dos transectos para cada estrato (separados 1000msnm cada uno) y replicando los transectos a lo largo de los distintos viajes. Se trabajó en dos distintas “caras” (en función a la orientación) del volcán, una de vegetación más densa y la otra cara más seca, correspondiendo al área del Cerro Chiquito y a la del Cerro Chino respectivamente. El esfuerzo realizado fue de 1hora/transecto, trabajando seis horas (seis transectos) para cada cara del volcán muestreada; e intercalando ambas caras del volcán, así como también el orden de muestreo en los tres estratos, para evitar que la temporalidad afectase el muestreo.

El método de transecto-franja se puede utilizar para generar listas de especies, medir tendencias estacionales, preferencias, o estimar el tamaño de una población, entre otros (Rumi, s.f.). En él se realiza una búsqueda exhaustiva sobre una línea o transecto, usualmente, de largo (L) conocido con un ancho (w) constante que es establecido *a priori*, sobre el cual se cuentan y registran todos los animales que estén dentro de la banda (Ojasti, 2000). Esta metodología, también conocida como el método sendero-animal de Janson y Terborgh (1985), presupone lo siguiente:

- Franjas paralelas a ambos lados de la línea base -o el recorrido del observador- donde todos los objetos son registrados, hasta una distancia umbral x donde la detectabilidad decae bruscamente.
- Que la ubicación de los objetos al ser detectados sea fija y no se vea afectada por el conteo (las aves que sobrevuelan la banda no se incluyen).
- Que la inclusión o exclusión de los objetos es determinado por medidas exactas desde la línea base hasta el animal.

(Ojasti, 2000)

Los estratos vegetales fueron divididos cada uno en un rango de 200msnm, a excepción del estrato de bosque natural, teniendo así los siguientes estratos: Zona Baja de Cultivos y Fincas (de 1900 a 2000msnm), Zona Media de Bosque Natural (comprendida entre los 2100msnm), y la Zona Alta de Bosque Disperso y Campos de Ceniza (de 2200 a 2300msnm). Para evitar que la aparición de especies en los estratos se viera afectada por el horario en que se realizaron los recorridos, los mismos se realizaron seleccionando a los estratos de una manera esquemática que evitó la repetición de horarios en un mismo tratamiento. Para ello se realizaron todas las posibles combinaciones que resulten de los estratos, dando un total de seis combinaciones (Ver Figura 1). En cada viaje se realizó una distinta combinación, Siendo así, al tomar todas las combinaciones, vemos que se repitió cada piso altitudinal durante los distintos viajes, y además, este arreglo permite que las repeticiones en cada piso no coincidan siempre en el mismo horario y que se mantenga un rango de horario para todos los pisos, así la observación de individuos no será tan sesgada. El rango de horario en el cual se trabajó fue de 9:00 a 15:00 horas.

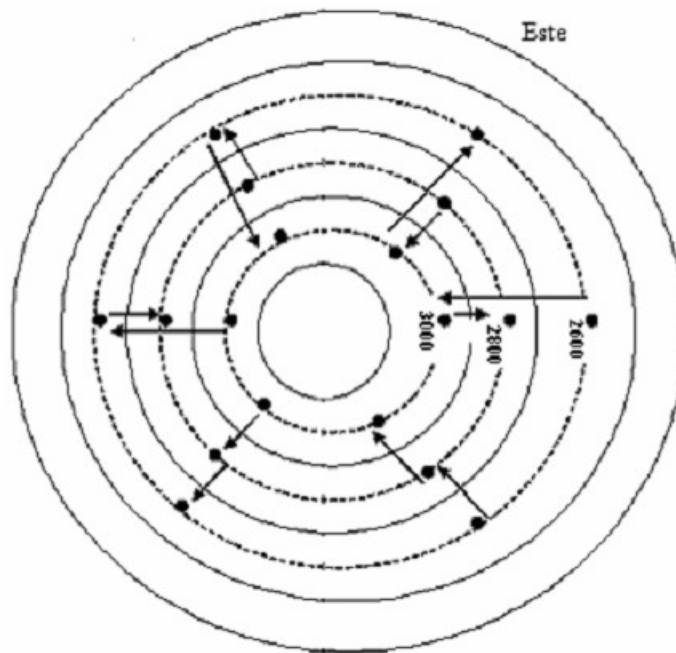


Figura 1. En la figura se muestran las seis posibles combinaciones de muestreo para hacer los transectos en los distintos estratos vegetales establecidos. Imagen tomada del estudio de Alvarez (2011), en el cual se propone y explica a detalle la misma esquematización.

9.2.2 Análisis de Datos

En el campo, los individuos observados fueron colectados y marcados con un número correlativo para cada fecha; en los casos en que se conocía, se escribió el nombre científico del individuo, de lo contrario se asignaron números de morfoespecies. Se anotaron los números de foto tomadas en el campo correspondientes para cada individuo para llevar así también un registro fotográfico. Así también, se anotó el número de transecto, de que piso altitudinal procede, y las coordenadas del área en donde fue observado el individuo. Otras características como actividad, sustrato, etc., también fueron tomadas mas no fueron consideradas para el estudio que se realizó.

Los organismos se presentan en una tabla, indicando el orden, suborden, familia y especie (en los casos en que no se logró una identificación, se dejaron números de morfoespecie) de los mismos, además del número de transecto y estrato vegetal en el que fue encontrado, y el número de observaciones para dicha especie por estrato. Para el caso de los individuos que fueron colectados y preparados para formar parte de las colecciones de referencia del MUSHNAT, se incluye en la misma tabla también el número de colecta y las siglas del nombre del colector (Ver Cuadro 3).

Para determinar la riqueza de reptiles en el Volcán Pacaya se utilizó el estimador de Jacknife de primer orden. Esta técnica estima el número de especies tomando en cuenta la frecuencia observada de especies raras (Krebs, 1999; Moreno, 2001; Painter *et. al.*, 1999).

Se realizaron los índices de diversidad de Shannon y Simpson para estimar la equidad. El índice de Shannon tiene su base en la teoría de la información, que a su vez tiene que ver con el concepto de incertidumbre. En una comunidad con riqueza de especies baja podemos tener cierta certidumbre de la identidad de individuos escogidos al azar; por otro lado, en una comunidad con riqueza muy alta sería difícil predecir la identidad de un individuo escogido al azar. Por lo tanto, una alta diversidad está asociada con alta incertidumbre, y una baja diversidad está asociada con baja incertidumbre (Brower, Zar y von Ende, 1990; Moreno, 2001; Painter *et. al.*, 1999). En otras palabras, éste índice nos proporciona un valor que nos indica que tan probable es que un individuo obtenido al azar sea de la misma identidad que un individuo colectado anteriormente dentro del área de estudio.

El índice de Simpson da la probabilidad de que dos individuos obtenidos al azar pertenezcan a la misma especie. En términos sencillos significa que si hay una alta probabilidad de que estos dos individuos pertenezcan a la misma especie, entonces la diversidad de la comunidad es baja (Ludwig y Reynolds, 1988; Moreno, 2001; Painter *et. al.*, 1999). A medida que el valor del índice aumenta, la diversidad disminuye debido a que λ (representación del índice de Simpson) es un índice de dominancia. Por lo tanto, el índice de diversidad es expresado como $1/\lambda$, heterogeneidad; y dado a sus bases teóricas, es uno de los índices más recomendados (Magurran, 2004; Moreno, 2001; Painter *et. al.*, 1999).

9.3 Instrumentos Para Registro y Medición de las Observaciones

Las observaciones e información de cada individuo fueron anotadas en una libreta de campo, para posteriormente ser traspasadas a las tablas correspondientes. La colecta de los individuos se realizó de forma manual, guardando a los individuos por separado en bolsas de plástico grueso transparente de 25 libras y anotando en dichas bolsas con marcador el número correlativo; en caso de las serpientes posiblemente (o efectivamente) venenosas, se utilizó un rastrillo y/o un gancho herpetológico (cuando se contó con éste) para capturarlas. Los individuos fueron colectados pero no preparados para colecciones de referencia, solamente algunos en los que se consideró necesario (por ejemplo, cuando no se logró una identificación en el campo). Además se llevó un registro fotográfico de cada individuo observado. Debido a que se anotaron las coordenadas de avistamiento de cada individuo se requirió del uso de un GPS.

Para los transectos fueron tomadas las coordenadas de cada punto de inicio de los mismos para encontrarlos nuevamente, así como también se utilizó marcas o “*flagging*” para marcar los sitios de inicio de los transectos. Como ya se mencionó anteriormente, los transectos se recorrieron aplicando un esfuerzo de 1 hora por transecto.

Para la identificación de los individuos se utilizaron distintas guías de identificación taxonómica. En el caso de los individuos colectados para formar parte de las colecciones de referencia del MUSHNAT, cuando se requirió, se utilizó estereoscopio para observar

características que no fuesen visibles al ojo e identificarlos correctamente. Así también, estos individuos fueron preparados mediante una fijación con formalina y una posterior conservación en alcohol etílico al 95%; previo a este proceso se les extrajo la vesícula para descarte y el hígado para conservar el tejido en un vial con alcohol etílico al 95% y conservar así también el ADN del individuo.

10. RESULTADOS

Se realizaron un total de nueve viajes durante los meses de Junio a Octubre del 2012, consistiendo estos en dos transectos de una hora cada uno, de manera perpendicular al sendero principal, en cada uno de los estratos vegetales; realizando así seis recorridos en cada viaje, y un total de nueve recorridos en cada piso altitudinal. Durante el muestreo se pudo observar que la cara o zona correspondiente al Cerro Chino presenta un clima más cálido y vegetación mayormente herbácea y arbustiva, mientras que el Cerro Chiquito presenta un clima más templado con vegetación más densa y alta. De los estratos, se muestra a continuación una breve descripción de las características de cada área, enfocándose en la vegetación presente y espacio del área abierta.

Cuadro 1. Características Observadas en los Pisos Altitudinales*

Estrato	Piso Altitudinal (msnm)	Características del Piso	Cara o Zona del Volcán
Zona Baja de Cultivos y Fincas	1900	Mezcla de bosque (con alta presencia de coníferas) y cultivos, principalmente milpa y pocos duraznos.	Cerro Chiquito (sendero más estrecho)
	2000	Mezcla de bosque (con alta presencia de coníferas) y cultivos, principalmente milpa y pocos duraznos.	
Zona Media de Bosque Natural	2100	Bosque natural de densa vegetación. Es una mezcla de bosque latifoliado y de bosque nuboso.	
Zona Alta de Bosque Disperso y Campos de Ceniza	2200	Final del bosque nuboso, la vegetación es menos densa.	
	2300	Campo de ceniza con pocos árboles y arbustos esparcidos, las hierbas abundan; especialmente asteráceas.	
Zona Baja de Cultivos y Fincas	1900	Mezcla de bosque latifoliado "laxo", con abundancia de hierbas, y con pocos cultivos y amplios terrenos aplanados	Cerro Chino (sendero más ancho, permite paso vehicular)
	2000		

		debido a fincas.	
Zona Media de Bosque Natural	2100	Campos de muy pocos arbustos con gran abundancia de hierbas y suelo más arenoso.	
Zona Alta de Bosque Disperso y Campos de Ceniza	2200	Campo de ceniza con pocos arbustos esparcidos; las hierbas abundan, especialmente asteráceas.	
	2300		

*En el Anexo 2 se muestran fotografías para cada piso.

Durante los viajes se logró registrar la evidencia de cinco especies de reptiles, tanto para el área del Cerro Chiquito como del Cerro Chino, así como también dentro de distintos rangos altitudinales. De éstas, una serpiente no se logró coleccionar ni fotografiar, por lo cual se le dejó el nombre de morfoespecie *Ofidio* sp1, mientras que otras dos especies de lagartijas no fue posible identificarlos a nivel de especie, quedando como *Sceloporus* sp1 y *Anolis* sp2, y las otras dos especies sí fue posible identificarlas a nivel de especie, correspondiendo a la lagartija *Anolis* sp1 y a la víbora *Cerrophidion godmani*. Estas observaciones se muestran a continuación en el Cuadro 2, y de manera más detallada en el Cuadro 1 de los Anexos.

Cuadro 2. Número de Individuos Observados por Piso Altitudinal

Especie	Pisos Altitudinales (msnm)				
	1900	2000	2100	2200	2300
<i>Sceloporus</i> sp1	0	0	3 (Ch)	0	3 (Cq)
<i>Anolis</i> sp1	4 (Ch) 2 (Cq)	1 (Ch) 1 (Cq)	1 (Cq)	1 (Ch)	0
<i>Anolis</i> sp2	1 (Ch) 1 (Cq)	0	0	0	0
<i>Ofidio</i> sp1	0	1 (Ch)	0	0	0
<i>Cerrophidion godmani</i>	1 (Ch)	0	2 (Ch)	0	0

Nota: Cq = Cerro Chiquito, Ch = Cerro Chino.

En el Cuadro 3 podemos observar los valores de riqueza obtenidos de la matriz mostrada en el Cuadro 2, utilizando para ello el estadístico de Jackknife de primer orden. En el Cuadro 4 podemos observar los valores obtenidos para distintos índices de dominancia y equidad obtenidos a partir de la matriz de observaciones.

Cuadro 3. Análisis de Riqueza de Especies para el Volcán Pacaya

Cálculo	Valor
Estimador de Jackknife	6.6

Varianza del Estimador	0.96
Límites de Confianza al 95%	4.4 a 8.8

Fuente: Datos Experimentales

Cuadro 4. Análisis de Dominancia y Equidad

Índice	Valor
Simpson	0.31
McIntosh	0.56
Shannon-Wiener	1.32
Equidad de Pielou	0.82

Fuente: Datos Experimentales

En el Cuadro 2 de los Anexos se observa un listado de especies potenciales para el área que corresponde al Volcán Pacaya, en las altitudes trabajadas (de 1900msnm a 2500msnm). Estos se obtuvieron de información bibliográfica, tras depurar listas de reptiles en las fuentes bibliográficas en función a los tipos de bosques, altitudes trabajadas, y clima presente dentro del Volcán Pacaya. Las referencias utilizadas para dicho listado de especies potenciales se obtuvieron de Acevedo y colaboradores (2010), y de Köhler (2003), más la experiencia de campo; y los datos climáticos, tipo de bosques y más información abiótica se obtuvo de Castro (2004), López (2007), y la experiencia obtenida en el campo.

11. DISCUSIÓN

A primera vista podemos observar en el Cuadro 2 que la mayoría de observaciones tuvieron lugar en el Cerro Chino (abreviado Ch). Esto puede ser explicado de dos maneras, de las cuales ambas seguramente expliquen la realidad y están estrechamente vinculadas. La primera explicación es que esto se debe al tipo de vegetación en el Cerro Chino, el cual como ya se ha mencionado (ver Cuadro 1 para más detalles) posee una vegetación principalmente herbácea y presenta un ambiente más cálido comparado al área trabajada del Cerro Chiquito; lo cual al ser los reptiles animales que dependen de la temperatura del medio, se ven favorecidos por este relativo aumento de temperatura en ésta área (Cerro Chino) en comparación a la otra cara del volcán, además la orientación de dicha ladera también favorece a que el sol tenga una incidencia por más tiempo en la misma, contribuyendo éste también el relativo aumento de temperatura en ésta área. Con esta característica de ser una ladera o cara del volcán más expuesta al sol y más cálida, la vegetación se compone principalmente de hierbas y algunos arbustos, y pocos árboles, siendo así un área compuesta por plantas de pequeño porte y siendo un bosque de vegetación menos densa, lo cual facilita la observación de los individuos, los cuales al encontrarse en áreas un poco más abiertas y menos densas, es más probable observarlos antes de que se espanten al estar ocultos entre la vegetación densa, tal como pudiera estar

pasando en el área del Cerro Chiquito. Siendo así, tanto la facilidad de observación como la mayor aridez y tiempo de exposición al sol del Cerro Chino explican por qué se observaron más individuos en dicha ladera comparada al Cerro Chiquito.

En el Cuadro 3 podemos observar que para el Volcán Pacaya se esperaría una riqueza de siete especies de reptiles; ésto se ve apoyado por la varianza de 0.96, siendo esta la que no indica que tan alejados están los datos de la media. Se puede observar también que, a un nivel de confianza del 95%, el valor de especies esperado para el Volcan Pacaya puede variar entre las 4 a 9 especies. Sin embargo, debido a que Jackknife considera las especies únicas, y se poseen dos en dicho análisis, deberá considerarse con cuidado la conclusión de lo generado por el mismo, puesto que podría ser que dichas especies realmente no fuesen especies raras, y el hecho de no haber podido encontrar más individuos (o no haber podido identificar al individuo correctamente, para el caso del ofidio) podría estar causando “ruido” en los resultados obtenidos.

En el Cuadro 4 podemos observar los valores obtenidos para distintos índices evaluando las poblaciones de reptiles del volcán. En cuanto a los índices de dominancia, éstos toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Moreno, 2000). Se obtuvo un valor de 0.31 para el índice de Simpson, el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie y está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Moreno, 2000), lo cual nos indica que las especies de reptiles dentro del Volcán Pacaya tienen una probabilidad del 31% de que al ser capturados se esté capturando un individuo de una especie previamente capturada, constituyendo un valor relativamente bajo. Por otro lado, el índice de dominancia de McIntosh es un índice independiente de N (número total de muestras, en nuestro caso, total de observaciones) (Moreno, 2000), por lo cual el efecto introducido por el tamaño total de la población se elimina y observamos que se obtiene una probabilidad de 0.56 (ó 56%) de que el individuo capturado sea de la misma especie que una capturada previamente, siendo un valor alto comparándolo con el valor del índice de Simpson; y como se puede observar en el Cuadro 2, efectivamente hay dominancia de algunas especies sobre las otras, constituyendo el género *Sceloporus* sp. y la especie *Anolis* sp1 las especies dominantes. Aún si con el índice de McIntosh se busca eliminar el efecto de N sobre el valor del índice, el número de muestras obtenido (de observaciones) es relativamente bajo, por lo cual no se puede discernir si realmente una especie ha sido dominante sobre otra. A esto cabe añadir el efecto introducido por la capacidad de detección de los individuos, que para el caso de lagartos y lagartijas suele ser más fácil que para ofidios.

En cuanto a los índices de equidad, podemos observar en el Cuadro 4 que se calcularon los índices de Shannon-Wiener y el índice de Equidad de Pielou. El índice de Shannon-Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección; adquiriendo un valor de cero

cuando hay una sola especie, y el logaritmo natural de S (número total de especies, o riqueza observada) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2000). Al obtener un valor de 1.32 para el índice de Shannon-Wiener, y siendo el logaritmo natural de 5 ($\ln S$) igual a 1.61, se puede concluir que las especies no están siendo igualmente representadas, sin embargo si se aproxima a una equidad. El índice de Equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, y su valor va de 0 a 1, en donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2000). Nuevamente se observa que las especies no están siendo igualmente representadas, puesto que con el índice de Pielou se obtiene un valor de 0.82, lo cual nos indica que no existe equidad en las poblaciones de reptiles del Volcán Pacaya, pero la dominancia no se muestra en grandes proporciones. Nuevamente, se podría considerar que dichos valores están siendo afectados por el tamaño reducido de observaciones obtenidas; sin embargo también hay que considerar que las poblaciones biológicas nunca están en un equilibrio total y siempre, tanto por efectos de muestreo como por efectos naturales, la equidad entre las poblaciones biológicas no se presenta como tal, habiendo siempre casos de especies más dominantes a otras.

A pesar del posible efecto de muestreo y de la cantidad de observaciones, existen también factores naturales que mantienen a las comunidades en un área en un estado de inequidad, donde siempre se presentan casos de especies dominantes. Entre estos factores cabe resaltar la capacidad de cada especie de superar los eventos estocásticos ambientales, que para nuestro caso, la erupción volcánica del 2010 podría haber funcionado como un mecanismo menguante de las distintas poblaciones de reptiles, efecto el cual algunas especies lograron superar de mejor manera que otras. Cabe recordar que, de acuerdo a Vigliano (2011), existen dos tipos de efectos generales de las erupciones volcánicas en la biodiversidad, existiendo aquellos inmediatos y los que se producen a mediano-largo plazo. Los de mediano-largo plazo pueden ser tanto perjudiciales como beneficiosos para ciertos grupos de organismos; sin embargo los inmediatos son siempre perjudiciales para la biota, especialmente siendo aquellos como los ríos de lava, los proyectiles volcánicos y las liberaciones de gases tóxicos que modifican drásticamente el entorno y pueden eliminar individuos inmediatamente, siendo el efecto estocástico como tal. En ambos casos la biota se ve afectada por la alteración directa en la salud, disminución de la disponibilidad de luz, o por alteración de los sitios de alimentación, refugio y reproducción. El grado de alteración depende de la distancia al volcán, el tamaño y características de partículas predominantes, así como de la magnitud de la explosión volcánica (APN, 2011; Vigliano, 2011). Así también es importante considerar que los efectos sobre la biota no se producen solamente sobre organismos individuales, sino que dependiendo del número, estadios de vida y procesos poblacionales y comunitarios afectados se pueden producir efectos en cascada que afecten progresivamente a las poblaciones, comunidades e incluso a los ecosistemas (APN, 2011; Vigliano, 2011).

12. CONCLUSIONES

- Se observó que en el área del Cerro Chino se encuentra una mayor abundancia de reptiles comparada a la otra ladera, la del Cerro Chiquito.
- Se registró una riqueza de 5 especies diferentes de reptiles, y se estima que en el Volcán Pacaya se encuentran de 2 a 4 especies adicionales a las observadas.
- Las poblaciones de reptiles en el Volcán Pacaya no se encuentran en abundancias equitativas, habiendo especies que se presentan dominantes.
- Se concluye que el tiempo de incidencia solar y las condiciones semiáridas del ambiente influyen en la abundancia de reptiles en mayor medida que la altitud y la vegetación.

13. RECOMENDACIONES

Para replicar el estudio:

- Realizar más muestreos, abarcando mayor cantidad de áreas del Volcán Pacaya.
- Realizar muestreos en diferentes horarios, abarcando de preferencia un horario matutino, uno vespertino y uno nocturno.
- Estimar la abundancia absoluta de las distintas poblaciones de reptiles del Volcán Pacaya.

Para la conservación de las especies:

- Es muy importante la estimación de la abundancia absoluta de las distintas poblaciones de reptiles, puesto que su estimación continua nos muestra las tendencias de las poblaciones, si estas crecen o declinan.
- A pesar que se tiene conciencia en la región respecto al papel de los reptiles en el ecosistema, es necesario impartir talleres de educación ambiental que refuercen dicho conocimiento y conciencia. Éstos especialmente a agricultores que habitan el área.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, M., Calvo, L., y Valle, L. 2002. *Diversidad y Abundancia de la Herpetofauna en Plantaciones de Café Bajo Sombra en Quetzaltenango, Guatemala*. Guatemala: Centro para la Conservación de la Biodiversidad de Guatemala -CCBG-. 14p.
- Acevedo, M., Wilson, L., Cano, E., y Vásquez-Almazán, C. 2010. *Diversity and Conservation Status of the Guatemalan Herpetofauna*. 407-434pp. En Wilson, L., Townsend, J., y Johnson, J. 2010. *Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles*. Estados Unidos: Eagle Mountain Publishing. XVII+816p.
- Alemán, J. 2008. *Caracterización de Reptiles y Percepción Local Hacia las Serpientes en Fincas Ganaderas de la Subcuenca del Río Copán, Honduras*. Costa Rica: Escuela de Postgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación. 125p.
- Alvarez, J. 2011. *Caracterización de la riqueza, distribución y densidad del Suborden Lacertilia (Orden Squamata) durante la época lluviosa en el Volcán San Pedro, San Pedro La Laguna, Sololá*. Guatemala: Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 44p.
- Anónimo. 2011. *Volcán de Pacaya.com*. Recuperado de: <http://www.volcandepacaya.com/inicio/inicio.html>
- APN. 2011. *Análisis de Criterios y Sitios Posibles para la Ubicación de Depósitos de Cenizas Extraídas de la Limpieza de Ejidos Municipales – El Caso Particular de Villa La Angostura*. Argentina: Delegación Regional Patagonia, Administración de Parques Nacionales. 14p.
- Bohnenberger, O. 1969. *Los Focos Eruptivos Cuaternarios de Guatemala*. Guatemala: Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. 32p.
- Brower, J., Zar, J., y von Ende, C. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 3ª Ed. Estados Unidos: Wm. C. Brown Publishers. 237pp.
- Campbell, J., y Vannini, J. 1988. *Listado Preliminar de la Herpetofauna de Finca El Faro, El Palmar, Quetzaltenango, Guatemala*. Guatemala: Fundación Interamericana de Investigación Tropical. 12p.
- Castro, F. 2004. *Borrador de Plan Maestro para el Parque Nacional Volcán de Pacaya y Laguna de Calderas*. Guatemala: CONAP.
- Conservación Internacional. 2005. *Biodiversity Hotspots: Species Database*. Estados Unidos. Recuperado de: <http://web.biodiversityhotspots.org>
- C. SUNA HISCA. 2003. *Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes -POMA- Componente Biofísico. Fauna Anfibios y Reptiles*. Tomo I. Colombia: Corporación SUNA HISCA. Recuperado de: http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/ecosistemas/areas_protegidas/en_a14.pdf
- De la Cruz, J. 1982. *Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal. 41p.
- Hickman, C., Roberts, L., y Larson, A. 2001. *Integrated Principles of Zoology*. McGraw-Hill Companies, Inc. 899p.
- Kardong, K. 2007. *Vertebrados: Anatomía Comparada, Función y Evolución*. España:

- McGraww-Hill. 782p.
- Köhler, G. 2003. *Reptiles of Central America*. Alemania: Herpeton. 367p.
- Köhler, G., y Acevedo, M. 2004. *The anoles (genus Norops) of Guatemala. I. The species of the Pacific Versant Below 1500m Elevation*. Alemania: Salamandra, Rheinbach, Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde. 28p.
- Krebs, C. 1999. *Ecological Methodology*. 2ª Ed. Estados Unidos: Benjamin/Cummings. 620pp.
- López, I. 2007. *Centro Ecoturístico El Patrocinio, en el Parque Nacional Volcán de Pacaya*. (Tesis de Licenciatura). Guatemala: Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1390.
- Ludwig, J., y Reynolds, J. 1988. *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. Estados Unidos: John Wiley & Sons. 368pp.
- Magurran, A. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Inglaterra: Blackwell Publishing. 256pp.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para Medir la Biodiversidad*. España: M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. 84p.
- MUSHNAT-EB-USAC. 2009. *Estudio de Fauna del Terreno Municipal “Las Granadillas”, Zacapa*. Guatemala: Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 41p.
- Ojasti, J. 2000. *Manejo de Fauna Silvestre Neotropical*. Venezuela: Instituto de Zoología Tropical, Universidad Central de Venezuela. 304p.
- Orea, J. 2010. *Efecto de Plantaciones Mixtas Sobre la DIversidad Herpetofaunística en Selva Baja Caducifolia de Sierra de Huautla, Morelos*. (Tesis de Licenciatura). México: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 45p.
- Pardo, P. 2007. *Estudio de la Vegetación del Volcán San Pedro, Sololá*. (Tesis de Licenciatura). Guatemala: Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 132p.
- Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Wallace, R., Flores, B., y Townsend, W. 1999. *Técnicas de Investigación para el Manejo de Fauna Silvestre*. (Documento Técnico) Bolivia: Congreso Internacional Sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 81p.
- PLUSPETROL. Sin Fecha. *Anexo – Protocolos Detallados de Monitoreo de Indicadores. Proyecto de Gas de Camisea – Upstream. Programa de Monitoreo de Biodiversidad. Zona de Vida*. Perú. Recuperado de: <http://www.camisea.pluspetrol.com.pe/esp/download/BID2Tomo%20II%20-%20Upstream%20%28PPC%29/Anexos%20Upstream/08-Protocolos%20detallados%20de%20Monitoreo%20de%20Indicadores%20Biologi.PDF>
- Robleto, S. 2007. *Potencial Endemismo en Volcán Maderas Reserva Natural Isla de Ometepe, Rivas – Nicaragua*. Recuperado de: <http://www.bionica.info/biblioteca/RobletoEndemismoVolcanMaderasOmetepe.pdf>
- Rumi, A. Sin Fecha. *Métodos de Investigación de Densidad – Breve Reseña*. Cátedra de Ecología de Poblaciones. 8p.

- Stuart, L. 1955. *A Brief Review of the Guatemalan Lizards of the Genus Anolis*. Estados Unidos: Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan. 44p.
- Vásquez, C. 2010. *Informe de Investigación: Anfibios y Reptiles del Municipio de Santa Cruz Barillas, Departamento de Huehuetenango*. Guatemala: Museo de Historia Natural, Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. 10p.
- Vigliano, P. 2011. *Posibles Efectos de la Ceniza Volcánica sobre la Vida Acuática en el Lago Nahuel Huapi*. Argentina: Departamento de Biología, Centro Regional Universitario de Bariloche, Universidad Nacional del Comahue. Recuperado de: <http://www.diarioandino.com.ar/diario/2011/07/25/posibles-efectos-de-la-ceniza-volcanica-sobre-la-vida-acuatica-en-el-lago-nahuel-huapi/>
- Viñals, J. 1993. *Estudio de la Composición Florística de las Cimas de los Volcanes Acatenango, Agua, Atitlán, Fuego, Santa María, Santo Tomás (Pecúl), Tacaná, Tajumulco y Zunil en la Republica de Guatemala*. (Tesis de Licenciatura). Guatemala: Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. VII + 134p.

15. ANEXOS

Anexo 1. Resumen de Investigación para Publicación

Diversidad de Reptiles (Clase Reptilia) en el Parque Nacional Volcán Pacaya

Alvarez, Jacob¹; Vásquez-Almazán, Carlos²(Asesor de Investigación)

¹Programa de Ejercicio Docente con la Comunidad - EDC Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC; ²Museo de Historia Natural MUSHNAT, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC

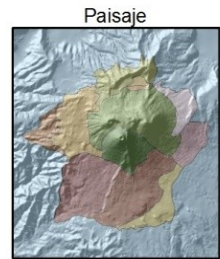
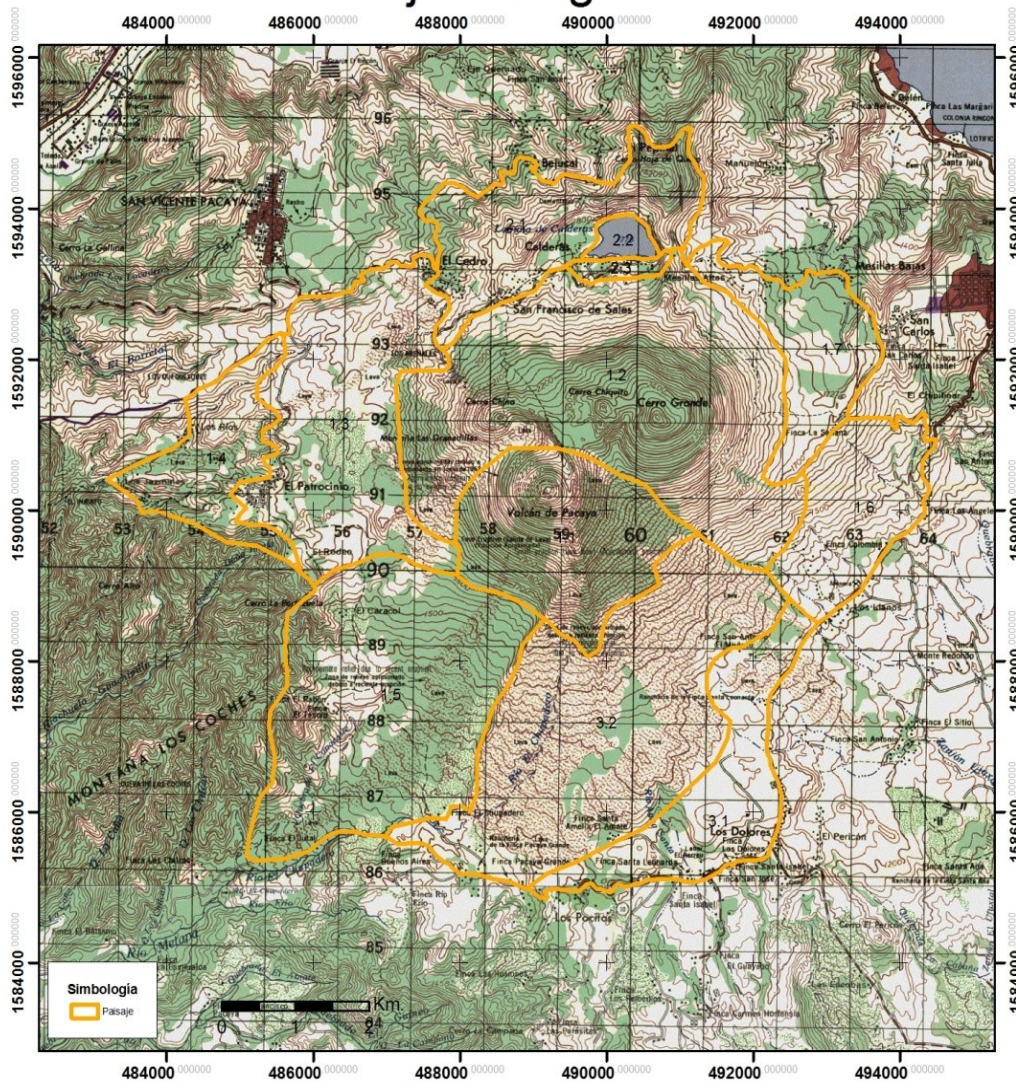
jacob_ar25@hotmail.com

Palabras clave: Herpetofauna, reptiles, diversidad, índice, Volcán Pacaya.

Resumen

Los estudios en cimas volcánicas en Guatemala, especialmente en aquellas que se encuentran activas, son escasos y en su mayoría se refieren a estudios botánicos; por otra parte, los estudios de herpetofauna realizados en el país corresponden en su mayoría a inventarios de biota, siendo escasos los estudios de herpetofauna enfocados en analizar la diversidad alfa y beta en las regiones de estudio. El presente estudio describe la diversidad alfa y beta de los reptiles (Clase Reptilia) en el Volcán Pacaya, con el fin de contribuir a la información del grupo en dicha área, en especial porque el volcán se encuentra activo y hace dos años ocurrió un evento eruptivo del mismo y de la cual no se puede discernir su efecto en las poblaciones de reptiles, puesto que no poseían estudios previos, y es por ello que la necesidad de realizar estudios se evidencia más y éste estudio proveerá información útil para comparar con estimaciones futuras. Se realizaron diversos viajes al volcán en los cuales se realizaban recorridos de observación, trabajando en dos laderas del mismo y a distintos altitudes, cubriendo diversos tipos de estratos vegetales. Se obtuvo una riqueza de cinco especies, y una riqueza esperada mediante el estimador de Jackknife de siete especies. Se obtuvieron valores de índices de dominancia y equidad para las poblaciones de reptiles del volcán, los cuales mostraron que las poblaciones de reptiles no se presentan equitativamente en el volcán, existiendo especies dominantes. Se concluye que la aridez y el tiempo de exposición al sol influye en mayor medida que la altitud y la vegetación asociada sobre la abundancia de las poblaciones de reptiles del volcán, siendo el Cerro Chino el área en la cual se observó una mayor abundancia de estos organismos. Además de los efectos de muestreo que pudieron afectar en las observaciones, cabe mencionar que el efecto causado por la erupción del 2010 fue medible debido a que no se poseían estudios previos, pero sí se conoce que dichos eventos estocásticos suelen tener un efecto inmediato sobre las poblaciones animales determinando su tamaño poblacional, usualmente menguándolo o disminuyéndolo.

Paisaje Fisiográfico PN Volcán de Pacaya



Simb	Id	Nombre	Has	Porc
	1.1	Cono de Escoria	548.76	7.97
	1.2	Relieve Montañoso	1388.53	20.18
	1.3	Plataforma Volcánica	774.39	11.25
	1.4	Ladera Oeste	305.16	4.43
	1.5	Falda Suroeste	1044.76	15.18
	1.6	Falda Este	359.64	5.23
	1.7	Zona de Pie de Monte	331.03	4.81
	2.1	Relieve Montañoso	485.98	7.06
	2.2	Laguna	43.68	0.63
	2.3	Ladera Inferior	34.74	0.50
	3.1	Plataforma Volcánica	435.46	6.33
	3.2	Manto de Lava	1129.51	16.41
		Total	6881.63	100.00



M. Vides
 Proyección GTM
 Datum WGS84
 Unidades: Metros

Anexo 2. Ubicación del Volcán Pacaya y Paisaje Fisiográfico.

Anexo 3. Fotografías de los Distintos Estratos Vegetales

Cerro Chiquito



Cerro Chino






Anexo 4. Cuadro 1. Información Detallada de Cada Individuo Observado

Suborden	Familia	Especie (o Morfoespecie)	Ubicación¹	Fecha y Hora²	Otras Observaciones³
Lacertilia	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i> sp1	14.39069°N 90.59747°W 2300msnm	05/junio 12:00	♀ Sobre rocas en paredón, en cortejo
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i> sp1	14.39069°N 90.59747°W 2300msnm	05/junio 12:00	♂ Sobre rocas en paredón, en cortejo
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i> sp1	14.39069°N 90.59747°W 2300msnm	11/junio 12:00	♂ Reposando sobre un árbol
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i> sp1	14.39135°N 90.61053°W 2092msnm	08/septiembre 11:30	♂ Sobre un aglomerado (no natural) de rocas al costado del sendero, tomando el sol
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i> sp1	14.39135°N 90.61053°W 2092msnm	08/septiembre 11:30	♀ Sobre un aglomerado (no natural) de rocas al costado del sendero, tomando el sol
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i> sp1	14.39135°N 90.61053°W 2092msnm	06/octubre 9:00	♀ Sobre un aglomerado (no natural) de rocas al costado del sendero, tomando el sol
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39894°N 90.60501°W 1995msnm	23/junio 10:45	Sobre hierbas
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39256°N 90.61178°W 2010msnm	06/octubre 11:00	Sobre hierbas a costados de sendero secundario
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39493°N 90.61198°W 1960msnm	06/octubre 12:15	Sobre hierbas en el borde del sendero principal
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39548°N 90.61273°W 1929msnm	06/octubre 12:30	Sobre hierbas en el borde del sendero principal. Colectado (JAR 008)

	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39087°N 90.60541°W 2210msnm	06/octubre 13:39	Sobre el suelo, en el hundimiento previo a la subida al cráter
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39422°N 90.60052°W 2175msnm	24/noviembre 11:30	Sobre arbusto a costado del sendero principal
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39972°N 90.60439°W 1904msnm	28/diciembre 11:10	Sobre raíz a costados del sendero principal
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.34839°N 90.60452°W 1949msnm	28/diciembre 11:45	Sobre hierbas a costados del sendero principal
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39448°N 90.61217°W 1969msnm	28/diciembre 15:02	Sobre hierbas a costados del sendero principal
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp1	14.39533°N 90.61244°W 1954msnm	28/diciembre 15:15	Sobre hojarasca a costados del sendero principal
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp2	14.39464°N 90.61212°W 1973msnm	06/octubre 12:00	Sobre hierbas en el borde del sendero principal
	Polychrotidae	<i>Anolis</i> sp2	14.39733°N 90.60460°W 1982msnm	24/noviembre 14:00	Cruzándose el sendero principal
Serpentes	---	<i>Ofidio</i> sp1	14.39346°N 90.61098°W 2027msnm	01/septiembre 11:30	Sobre el suelo, escondiéndose
	Viperidae	<i>Cerrophidion godmani</i>	14.39135°N 90.61053°W 2092msnm	11:53	Sobre el suelo, escondiéndose
	Viperidae	<i>Cerrophidion godmani</i>	14.39135°N 90.61053°W 2092msnm	06/octubre 9:00	Sobre el suelo, escondiéndose. Colectado (JAR 009)
	Viperidae	<i>Cerrophidion godmani</i>	14.39432°N 90.61235°W 1977msnm	06/octubre 11:50	Sobre hojarasca en el borde del sendero principal

Nota: ¹Coordenadas bajo el sistema WGS84. ²Hora bajo el formato de 24 horas. ³Los símbolos ♀=hembra, ♂=macho; y el paréntesis luego de la palabra “Colectado” hace referencia a las siglas del nombre del colector y su número de colecta.

Anexo 5. Descripción de las especies observadas

Especie	Fotografía
<p><i>Anolis sp1.</i> Una lagartija pequeña, de entre 5 a 10cm de largo incluyendo la cola, color café con patrón de rombos café oscuro característico en el dorso. El pliegue gular color amarillo. Fue uno de los reptiles más vistos en el estudio, encontrado en todos los pisos altitudinales sobre hierbas, arbustos, o bien sobre el suelo.</p>	 <p>The 'Fotografía' column contains three images of the lizard. The top image shows the lizard on dark, porous volcanic soil. The middle image shows the lizard on a green leafy branch. The bottom image shows the lizard on a dark, smooth rock.</p>

Anolis sp2. Una lagartija pequeña, de entre 7 a 10cm de largo incluyendo la cola, color café con una banda amarilla a lo largo del dorso. Solamente se vieron dos individuos, uno sobre hierbas altas en el Cerro Chino y otro cruzándose el sendero principal del Cerro Chiquito.



Sceloporus sp. Una lagartija mediana, de entre 9 a 12cm de largo, color café en hembras y verde esmeralda con ciertas áreas azules en machos. Comúnmente llamados lagartijas espinosas, por sus escamas quilladas en la parte dorsal. Son diurnos y principalmente insectívoros. Se vieron varios individuos, los cuales usualmente se observaban en parejas (macho y hembra).



Ofidio sp1. Lastimosamente solo se observó la parte caudal del animal, es decir, parte del dorso y la cola; color café con rombos café oscuro en el dorso.

No se lograron registros fotograficos ni captura.

***Cerrophidion godmani* (Günter, 1863).**

Conocida comúnmente como cheta o tamagas, esta víbora está distribuida en el sur de México y Centroamérica, la localidad tipo es “cerca de Dueñas y en otras partes del altiplano de Guatemala”. Se le puede encontrar en una amplia gama de hábitats, en altitudes medias y altas (1400-3500msnm), como bosques húmedos, bosques nubosos, prados, entre otros. Son víboras relativamente gruesas y en general alcanzan de 46 a 55cm. Poseen un orificio (foseta loreal) a cada lado de la cabeza, entre el ojo y el orificio nasal, característica particular de la familia. La coloración característica es café con un patrón de rombos café oscuro sobre el dorso, y una banda café oscuro detrás del ojo. Es venenosa: posee principalmente veneno hemotóxico, con factores miotóxicos y proteolíticos; sin embargo, no se han confirmado víctimas mortales.



Anexo 6. Listado de especies potenciales para el Volcán Pacaya*

Lagartos y lagartijas	Serpientes
<i>Abronia aurita</i> <i>A. fimbriata</i> <i>A. gaiophasma</i> <i>Ameiva chaitzami</i> <i>Anolis biporcatus</i>	<i>Adelphicos daryi</i> <i>Bothriechis bicolor</i> <i>Cerrophidion godmani</i> <i>Coniophanes fissidens</i> <i>C. imperialis</i>

<p> <i>A. crassulus</i> <i>A. laeiventris</i> <i>A. petersii</i> <i>Celestus atitlanensis</i> <i>C. bivittatus</i> <i>Corytophanes percarinatus</i> <i>Mesaspis moreleti</i> <i>Sceloporus malachiticus</i> <i>S. smaragdinus</i> <i>S. variabilis</i> </p>	<p> <i>Drymobius chloroticus</i> <i>D. margaritiferus</i> <i>Geophis nasalis</i> <i>Lampropeltis triangulum</i> <i>Leptophis modestus</i> <i>Ninia diademata</i> <i>N. sebae</i> <i>Pliocercus elapoides</i> <i>Ramphotyphlops braminus</i> <i>Rhadinea montecristi</i> <i>R. posadasi</i> <i>Sibon dimidiatus</i> <i>Stenorhina degenhardti</i> <i>S. freminvillei</i> <i>Storeira dekayi</i> <i>Tantilla vulcani</i> <i>Thamnophis cyrtopsis</i> <i>T. fulvus</i> <i>T. proximus</i> <i>Tropidodipsas fischeri</i> <i>T. sartoi</i> <i>Ungaliophis continentalis</i> </p>
--	--

*El listado se trabajó en función al área trabajada, entre los 1900-2500msnm.