

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades



Excelencia que trasciende

Abundancia relativa, ámbito de hogar y uso de hábitat de
Heloderma horridum charlesbogerti Campbell y
Vannini en la finca San Miguel Río Abajo, Sanarate, El
Progreso.

Trabajo de investigación presentado
Por Diego Pons Ganddini
para optar al grado de Licenciado en Biología.

Guatemala
2010

Handwritten scribble or mark at the bottom left corner.

Abundancia relativa, ámbito de hogar y uso de hábitat de
Heloderma horridum charlesbogerti Campbell y
Vannini en la finca San Miguel Río Abajo, Sanarate, El
Progreso.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

Abundancia relativa, ámbito de hogar y uso de hábitat de
Heloderma horridum charlesbogerti Campbell y
Vannini en la finca San Miguel Río Abajo, Sanarate, El
Progreso.

Trabajo de investigación presentado
Por Diego Pons Ganddini
para optar al grado de Licenciado en Biología.

Guatemala
2010


Vo.Bo.



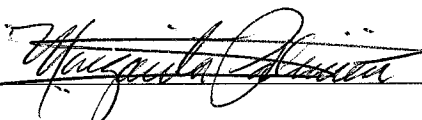
PhD. Michael Dix

Asesor

Tribunal Examinador



PhD. Michael Dix



Licda. Margarita Palmieri



PhD. Margaret Dix

Fecha de aprobación: Guatemala 10 de diciembre de 2010.

PREFACIO

El siguiente trabajo de tesis es resultado del esfuerzo de muchas personas que colaboraron conmigo durante su elaboración y nombrarlos a todos no es posible. Sin embargo quisiera agradecer particularmente a la empresa Cementos Progreso por el apoyo incondicional que me prestara para llevar a cabo este estudio. Muchos de los colaboradores de la empresa tuvieron la paciencia de caminar conmigo por el bosque a más de 40°C con tal de encontrar a uno de estos escurridizos ejemplares. Es un área de investigación muy difícil no solo por el acceso sino por los paradigmas que rodean a los animales venenosos. El “escorpión” como se le conoce vulgarmente en el área de El Progreso sigue estando rodeado de misterio y folklore. Es una criatura tan singular como amenazada y con un futuro incierto.

Como todo proyecto hubo complicaciones. Una de las veces, uno de los medidores de humedad se descompuso en otra cueva de *Heloderma* y durante el proyecto, personas de aldeas vecinas dieron muerte a dos ejemplares que estaban siendo monitoreados en el proyecto. Esta fue una de las razones por las que se decidió fortalecer la educación ambiental en el área. Ya hacia la parte final del estudio, me pude dar cuenta que son los niños el verdadero futuro que mantendrá o no la biodiversidad y que es su disposición y curiosidad lo que puede encausar los esfuerzos en conservación hacia un futuro sostenible.

Finalmente, quisiera agradecer a los doctores Michael y Margaret Dix por su incondicional apoyo desde el principio del proyecto, el asesoramiento y acompañamiento final.

ÍNDICE

	Página
PREFACIO.....	v
ÍNDICE.....	vi
LISTADO DE CUADROS.....	viii
LISTADO DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
A. Antecedentes.....	1
B. Justificación.....	3
C. Objetivos.....	5
II. MÉTODOS.....	7
A. Sitio de estudio.....	7
B. Determinación de estimación de población.....	7
C. Determinación de ámbito de hogar y uso de hábitat.....	8
D. Monitoreo de temperatura, humedad relativa y punto de rocío.....	11
E. Análisis de heces fecales.....	12
F. Descripción de flora.....	12
G. Descripción de fauna.....	12
H. Plan piloto de educación ambiental.....	13

III. RESULTADOS.....	14
A. Estimación de población.....	14
B. Ámbito de hogar.....	14
C. Uso de hábitat.....	16
D. Caracterización de la fauna.....	18
E. Caracterización de la flora.....	21
F. Descripción de precipitación.....	23
G. Monitoreo variables físicas.....	24
H. Análisis de heces fecales.....	25
I. Educación ambiental.....	25
IV. DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIONES.....	37
VI. RECOMENDACIONES.....	39
VII. LITERATURA CITADA.....	41
VIII. APÉNDICES.....	43
1. Estacionalidad del sitio de estudio.....	43
2. Individuos colectados durante el estudio.....	44
3. Localización de escuelas donde se impartió educación ambiental.....	46
4. Imágenes de los resultados de análisis de heces.....	47
5. Refugios de <i>Heloderma</i>	52
6. Cuadros ilustrativos del monitoreo anual de temperatura dentro de cueva de <i>Heloderma</i>	55
7. Proceso de cirugía de <i>Heloderma</i> herido.....	62
8. Evidencia de individuos de <i>Heloderma</i> muertos durante estudio.....	65
9. Perturbaciones del hábitat.....	66
10. Listado de especies de insectos encontrados durante el estudio en trampa de luz.....	67

LISTADO DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Ámbito de hogar por individuo y promedio de todos los individuos.....	15
2. Ámbito de hogar de hembras y su respectivo promedio.....	15
3. Ámbito de hogar de machos y su respectivo promedio.....	15
4. Ámbito de hogar en km ² y núcleo central en km ²	17
5. Listado de reptiles observados en Fca. San Miguel Río Abajo.....	19
6. Listado de anfibios observados en Fca. San Miguel Río Abajo.....	19
7. Listado de aves observadas en Fca. San Miguel Río Abajo.....	20
8. Listado de mamíferos observados en Fca. San Miguel Río Abajo.....	21
9. Listado de especies vegetales colectadas en caminatas <i>ad libitum</i>	22
10. Listado de especies vegetales colectadas por alumnos de U.V.G.....	23
11. Resumen de valores físico-ambientales anuales en cueva <i>Heloderma</i>	24
12. Listado de escuelas incluidas en educación ambiental.....	25

LISTADO DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa que ilustra área de estudio.....	8
2. Cámara de transmisión inalámbrica.....	9
3. Receptor de cámara con pantalla.....	10
4. Fotografía de almacenador de datos	11
5. Mapa que ilustra ubicación de escuelas	13
6. Trazo estandarizado en Fca. San Miguel	14
7. Ámbito de hogar de los ocho individuos combinados.....	16
8. Resultados de análisis Kernel para todos los registros de <i>Heloderma</i>	17
9. Relocalizaciones totales de telemetría de <i>Heloderma horridum</i> <i>charlesboguerti</i>	18
10. Precipitación mensual promedio de 1971-2007.....	24
11. Personas de la aldea La laguna recibiendo educación ambiental.....	26

RESUMEN

Durante el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo varios estudios. El primero de ellos fue la estimación de la población para establecer un aproximado del número de individuos de *Heloderma horridum charlesbogerti* dentro de la Fca.. San Miguel Río Abajo. Se encontró un individuo de *Heloderma* cada 24 horas/hombre en transectos en carro. Luego se llevó a cabo un proyecto de telemetría monitoreando un total de 8 individuos, 4 machos y 4 hembras durante su período de actividad (junio-noviembre). Se estableció el ámbito de hogar de los individuos por telemetría utilizando el método MCP (Minimum Convex Polygon), obteniendo un ámbito de hogar promedio de 0.28 km². Los machos monitoreados establecieron un ámbito de hogar promedio de 0.35 km² y las hembras un ámbito de hogar de 0.21 km². El ámbito de hogar que abarcó más área fue el de una hembra adulta con un total de 0.51km². Además de la radiotelemetría, se llevó a cabo un monitoreo de factores microambientales dentro de una cueva de *Heloderma* y se estudió su relación con la estivación de la especie, relacionando estos cambios en la cueva con la precipitación pluvial de los años de estudio y con la precipitación pluvial histórica del lugar (desde 1971 al 2007). Se estableció que existe un incremento de la humedad relativa y un descenso en la temperatura en el mismo período de actividad de *Heloderma* lo que podría suponer que estos factores físico-ambientales estimulan tanto la actividad como el ciclo vital de los especímenes que estivan en cuevas. Se describió la flora y fauna del sitio de estudio. Se estableció la relación entre el uso del hábitat y los parches de los tipos de bosque del lugar, encontrando que el 90% de las relocalizaciones realizadas con telemetría se encuentran en una combinación de bosque seco secundario y plantaciones de eucalipto en un área de 3.60km². Sin embargo, el 50% del total de relocalizaciones se encuentra en un área nuclear de 0.31 km² de bosque seco secundario.

En el análisis de heces se encontró evidencia de que los individuos colectados se estaban alimentando principalmente de roedores y huevos de reptil o ave. Al final del estudio se diseñó un programa de educación ambiental para el área de Sanarate que se implementó en cinco aldeas y sus respectivas escuelas. El fin de este programa de educación fue el de hacer conciencia de la importancia de la especie y de su rol en el ecosistema. Recibieron la capacitación un total de 945 personas, 870 niños y 75 adultos.

I. INTRODUCCIÓN

El escorpión (*Heloderma horridum charlesbogerti*) es una lagartija endémica cuya distribución está restringida al valle seco del Río Motagua y que al mismo tiempo, se encuentra en peligro de extinción apareciendo listada en el apéndice I del CITES. En este estudio se realizó una estimación de la abundancia relativa, ámbito de hogar y uso de hábitat del *Heloderma horridum charlesbogerti* de una población que no ha sido descrita con anterioridad aunque sí se reportó avistamientos en el 2002 por trabajadores de la planta de cemento que se ubica en el área. Se creía que el rango de distribución estaba restringido a las localidades de Cabañas, El Jícara, Gualán y Zacapa (Ariano 2006, COP 14 2007), lo que evidencia lo poco que se sabe de esta especie. Así mismo se describe la flora y fauna del hábitat de esta nueva población de *Heloderma* que habita a tan sólo 30 Km de la ciudad capital. Las principales amenazas de la especie en el área de Cabañas, Zacapa, ya han sido identificadas con anterioridad (Ariano 2003, Masaya 2005), por lo que se incluyó en este estudio un plan piloto de educación ambiental para el área con el ánimo de reducir estas amenazas.

A. Antecedentes

El *H. horridum* es una lagartija relativamente grande (Álvarez 1960) este reptil alcanza una longitud de poco más de sesenta centímetros. Helodermatidae es la única familia de lagartijas con especies ponzoñosas (Álvarez 1960) y consiste de dos especies; *Heloderma horridum* y *H. suspectum*. Se cree que existe dimorfismo sexual en la subespecie (Ariano 2003). Este dimorfismo se refiere a dos placas pre anales agrandadas en la hembra pero que no están presentes en los machos. Vulgarmente se le conoce como “escorpión” (Álvarez 1960), aunque también se le conoce localmente como “niño dormido” lo que puede generar confusión pues otras especies de geckos y salamandras también reciben este sobrenombre lo que hace pensar a las personas que estos son venenosos. Su dorso está manchado con puntos amarillos que pueden formar manchas que ayudan a identificar individuos (Beck 2005). Se ha realizado con anterioridad otros trabajos de telemetría en el área del corredor seco en el municipio de cabañas en Zacapa (Ariano 2003 y Masaya 2005).

Se sabe que la mordida del *Heloderma* podría causar la muerte de no recibir atención médica debido a un posible shock anafiláctico (Lee y Pharm 2003), pero en Guatemala no se han reportado muertes por tal causa (Acevedo 2006).

Pocos casos de envenenamiento se han reportado por mordida de *Heloderma*, en uno de estos casos se reportó dolor local, mareos, vómitos y diaforesis con inflamación de la mano, labios y lengua (Lee y Pharm 2003). A pesar de que no hay reportes de muertes por esta causa, el miedo hacia el animal persiste y es una de las principales causas que lo tiene la borde de la extinción. Sólo durante este estudio fueron encontrados dos ejemplares muertos por diferentes causas. El *H. horridum charlesbogerti* forma parte de la lista roja de especies en peligro de extinción del CONAP y en el apéndice I del CITES. Sin embargo, a pesar de los marcos legales que procuran la conservación de la especie, es evidente la falta de aplicación de las leyes. Falta también la declaración de áreas protegidas naturales, controlar la matanza de estas especies y contener el avance de la frontera agrícola (mayoritariamente cultivos de subsistencia), que hay en la región que, desafortunadamente, están ligados a la pobreza y que se lleva a cabo en terrenos inapropiados para la agricultura.

1. **Radio telemetría de vida silvestre.** Es el estudio de cualquier factor (fisiología, comportamiento, estado energético) de animales en libertad, se lleva a cabo por medio de múltiples técnicas que en conjunto se denominan “biotelemetría” (Cooke *et al* 2004). Dentro de estas múltiples técnicas la radio telemetría de vida silvestre puede ser definida como la transmisión de información de un transmisor adherido a un animal hacia un receptor. Los avances en este campo han permitido obtener información detallada en varios aspectos de la biología de la vida silvestre incluyendo el uso del hábitat, el ámbito de hogar, tasas de mortalidad, tasas de supervivencia y conocimiento profundo sobre migraciones y las rutas de las mismas. Muchos animales silvestres son difíciles de ver por sus hábitos crípticos o por el ecosistema donde habitan y es bajo esas circunstancias donde la radio telemetría juega un papel importante.

Si bien la radiotelemetría es una técnica muy usada ésta no funciona para todos los casos. Esto debido principalmente a su alto costo y segundo, a que no todas las especies (por tamaño o por su tipo de vida) pueden llevar consigo un radiotransmisor. No se sabe qué influencia tiene el aparato transmisor en el comportamiento de la especie en estudio, por eso, se debe trabajar la radiotelemetría si se está seguro que uno va a poder rastrear el aparato hasta el momento en que se agoten las baterías; de lo contrario se pone en riesgo la vida del animal. Estos transmisores deben ser adheridos al individuo minimizando los efectos en el animal (Quayle 1998).

Existen en el mercado varios tipos de transmisores, desde PTTs (Platform Terminal Transmited) por sus siglas en inglés. Estos funcionan enviando información más compleja que los tradicionales de VHF (del inglés: Very High Frequency) a un satélite en órbita hasta los transmisores GPS (Global Positioning System) que triangulan su posición en base a 3 de 26 satélites disponibles. Así mismo, se pueden encontrar combinaciones de varios métodos u opciones especiales de los mismos ya que virtualmente se puede enviar cualquier información que pueda ser expresada como una variable del voltaje. (Standards for components of British Columbia's biodiversity ; No 5 1998) Una de estas funciones especiales son los sensores de actividad que han sido incluidos en este estudio y que fueron adquiridos en Telenax. Estos sensores de actividad actúan variando el pulso del transmisor conocido como PIM (Pulse Interval Modulation). En este estudio se utilizó un sensor en tiempo real que cambia el pulso instantáneamente con la actividad del animal, pudiendo saber con antelación si el animal está activo o no.

B. Justificación

Este estudio de radiotelemetría se basó en dos factores principales: En primer lugar la falta de investigación sobre el ámbito de hogar, uso de hábitat y tolerancia del reptil a la degradación ambiental en el sitio de estudio y en segundo lugar debido a la reducida población de *H. horridum charlesbogerti* que actualmente se estiman entre 170-250 individuos (Ariano 2007), lo que pone en riesgo su existencia.

La radio telemetría ha sido utilizada con éxito en varios estudios de lagartijas (Koenig *et al* 2001, Schorr *et al* 2006, Vaughan *et al* 2006) y ha demostrado ser una herramienta útil para coleccionar información valiosa que permite tomar decisiones respecto a la conservación y manejo de estos reptiles. Tradicionalmente se utiliza radiotelemetría en terrenos donde se hace imposible la localización visual de los individuos con transectos o cuadratos tradicionales como es el caso del bosque seco premontano cuya vegetación, mayoritariamente espinosa y densa limita la movilidad de los investigadores así como el campo visual efectivo para la toma de datos. Además de la radiotelemetría, coloqué un “data logger” que es una unidad de monitoreo y almacenamiento de datos de temperatura, punto de rocío y humedad relativa. Este fue colocado en una cueva de *H. horridum charlesbogerti* durante un año con el fin de profundizar en el conocimiento de los factores físicos del microhábitat pues se conoce poco al respecto (Cook *et al.* 2004)

Varios estudios se han realizado enfocados en la distribución espacial del *Heloderma horridum charlesbogerti* en bosques muy secos de la región oriental de Guatemala (Ariano 2003, Masaya 2005). El hábitat de esta especie ha sido catalogado como un bosque seco que incluye *Bucida macrostachya*, *Pereskia autumnalis*, *Moringa oleifera*, *Licania hypoleuca*, *Cephalocereus maxonii*, *Bursera simarouba*, *Leucaena diversifolia* y *Bursera bipinata* con predominancia de piña de coche, una bromelia terrestre, *Hechtia guatemalensis* (Ariano 2003). Sin embargo, pude observar en el sitio de estudio otro tipo de asociación vegetal distinta a la descrita en estos estudios y por esto describo las comunidades vegetales en esta área.

En México se incluyen áreas de bosque pino-encino en la distribución de *Heloderma* y en Guatemala esta lagartija podría llegar al límite de esta formación (800-1000m SNM) en Baja Verapaz. Esta distribución en zonas secas premontanas no ha sido descrita para *Heloderma* en Guatemala y da soporte a la idea de una distribución más amplia que la que se sugiere al día de hoy.

Estudios anteriores (Ariano 2003, Masaya 2005) han estimado el ámbito de hogar de la especie pero difieren del presente en que la población de individuos que habita el área de estudio se encuentran en un hábitat en su mayoría dominado por plantaciones de *Eucalyptus sp.* y bosques secundarios. No se ha estudiado la relación

entre las poblaciones de *H. horridum charlesbogerti* y un hábitat degradado con *Eucalyptus sp.* como es el caso de este estudio. Tampoco se sabe si estas plantaciones satisfacen o no las necesidades básicas de los individuos o si son los remantes de bosque secundario los que cumplen estas funciones. Se debe evaluar estas incógnitas para poder establecer el nivel de tolerancia que la especie aparentemente tiene y establecer las relaciones correspondientes. El área que se pretende investigar ha funcionado tradicionalmente como un área protegida privada lo que podría explicar la presencia de *Heloderma* en la finca así como venados, zorros, coyotes entre otros animales típicos de la región que buscan refugio en este terreno.

La finca San Miguel Río Abajo tiene limitado el acceso a personas ajenas a la misma en todo el terreno de la finca, así como vigilancia las 24 horas del día, patrullajes de guardias armados entre otras medidas de seguridad. Si bien se ha controlado el acceso, se tienen problemas de cacería que se origina principalmente de las aldeas que rodean a la misma, aunque no es la única fuente de cacería pues se también llegan personas de la capital (principalmente a cazar venado). Fuera de la finca la cacería es descontrolada y pone en peligro la supervivencia no sólo del *Heloderma* sino de toda la fauna en general.

Muchas personas comercian con la especie a cambio de unos Q450 para luego ser vendida como mascota en el país. En el extranjero el precio puede llegar a los \$5,000 (Benavente 2007). Conocer la abundancia relativa, el ámbito de hogar y el uso de hábitat e interacciones humanas son indispensables para tomar decisiones en el área de estudio y planificar más adecuadamente su conservación.

C. Objetivos

1. Objetivos generales:

Generar información sobre la abundancia relativa, el ámbito de hogar y el uso de hábitat de esta población de *Heloderma horridum charlesbogerti* en un bosque seco premontano dominado por un mosaico de plantaciones de bosques energéticos de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. citriodora* y bosques naturales en la finca San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso.

2. Objetivos específicos:

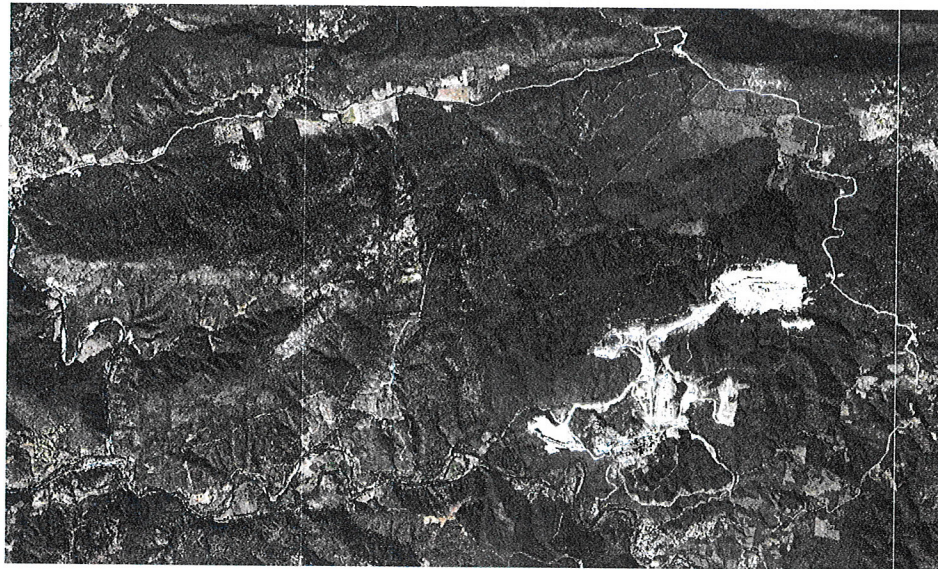
- a. Establecer el ámbito de hogar de *H.horridum charlesbogerti* y la utilización de área llevando a cabo monitoreos semanales de telemetría.
- b. Generar información sobre la abundancia relativa de la especie en horas/hombre invertidas en su búsqueda.
- c. Generar información sobre las variaciones en temperatura, humedad relativa y punto de rocío dentro de las cuevas que habita le especie, utilizando un dispositivo de monitoreo remoto durante un año.
- d. Generar una descripción de la fauna que existe en el sitio de estudio.
- e. Generar una descripción de la flora que existe en el sitio de estudio.
- f. Analizar las heces fecales para describir la probable alimentación de estos individuos.
- g. Incluir un programa piloto de educación ambiental en las aldeas vecinas a la finca orientado a la conservación del *Heloderma* a través de la concienciación de los pobladores.
- h. Generar recomendaciones para manejo y conservación de *H.horridum charlesbogerti* en esta finca, orientadas a su conservación a largo plazo.

II. MÉTODOS

A. Sitio de Estudio

El estudio se llevó a cabo en la Finca San Miguel Río Abajo ubicada en la región semiárida del Valle del Motagua, en el municipio de Sanarate, El Progreso cerca de la aldea San Miguel Conacaste (N14 48.864 W90 17.493). El área de estudio se encuentra entre los 500 y los 1000 m snm. La vegetación comprende remanentes de bosque muy seco tropical y bosque seco premontano con plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. citriodora*. Actualmente en el sitio opera una cementera (Figura 1). En el área se encuentran muchas rocas expuestas y la época de sequía está muy marcada desde enero hasta principios de junio con muy poca precipitación anual.

Figura 1. Área de estudio en la Fca. San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso.



Fuente : Google Earth 2009

B. Estimación de población.

Con el objetivo de establecer los sitios de avistamiento de *Heloderma* se realizó una encuesta a los trabajadores de Agrobosques S.A. quienes laboran dentro del sitio de estudio lo que permitió establecer los lugares prioritarios de avistamiento. Para estimar la población de la especie en esta finca, se modificó el método VES

(Visual Encounter Survey) (Heyer *et al.* 1994) que establece una serie de transectos de un determinado largo y que son recorridos a pie. Con el fin de abarcar más área y de aumentar las probabilidades de encuentro, se establecieron transectos en automóvil (Figura 1). Se seleccionó el circuito de caminos rústicos y de poco uso que abarcan más área dentro de la finca y que incluyera los sitios de avistamiento que se obtuvo en las entrevistas. Se recorrió un total de 5.36 kilómetros en un tiempo de aproximadamente 2 horas a una velocidad promedio de 3.2 kilómetros por hora (apéndice N). Este recorrido atravesó tanto bosques secos secundarios como plantaciones de *Eucalyptus*. Luego se utilizó un GPS marca Garmin, modelo Etrex vista C para marcar el trazo seleccionado y registrar la velocidad de los tramos.

Después de estandarizar la ruta, se recorrió durante 4 horas a la semana desde junio hasta diciembre del 2007 entre 12:00 y 16:00 horas. Este horario comprende el segundo pico de actividad diurna descrito por Masaya (2005) para esta especie. Al final se midió el esfuerzo de colecta interpretada como el tiempo invertido en horas/hombre por cada individuo encontrado.

C. Determinación ámbito de hogar y uso de hábitat.

Para la estimación del ámbito de hogar y uso de hábitat se utilizó radiotelemetría. Para ello se colocó un transmisor modelo TXE-311B tipo mochila de fabricación mexicana y se evaluó semanalmente, en lo posible, la posición geográfica de los individuos y se registró con el mismo GPS descrito antes. Los radios se les colocaron a los individuos encontrados en caminatas *ad libitum*, o bien, a aquellos especímenes que eran reportados por trabajadores de la planta. Los radios cuentan con un alcance teórico de 30 km y una vida útil de 23 meses. Se utilizó un transmisor tipo mochila porque estos son de fácil colocación y no requieren procedimientos quirúrgicos que puedan poner en riesgo la vida del animal.

Los transmisores tipo mochila presentan la gran ventaja de poseer una antena más larga que los intracelómicos lo que permite rastrear la actividad del individuo a gran distancia o si se está moviendo dentro de la cueva. Se colocó los radios con la supervisión del Dr. Michael Dix para asegurarnos que se colocaran de manera adecuada y que no comprometieran ni el movimiento ni la vida de los individuos. Se

revisó el estado general de salud del animal para luego medir y pesar cada uno. Se probó los radios durante una semana para establecer la correcta colocación del transmisor y verificar que no se interrumpiera la locomoción del animal.

Una vez el radio fue colocado y probado se liberó a los individuos lo más cerca del sitio de captura. Se utilizó un sistema de rastreo que permite localizaciones independientes de cada transmisor. Para localizar a cada animal con radio utilicé una antena Yagi plegable de tres elementos y un receptor RX-TLNX que permitió el acercamiento a los animales. Si el animal era visible, se procedía a marcar las coordenadas en el GPS, de lo contrario se utilizaba una cámara infrarroja inalámbrica (Figura 2 y 3) que se modificó para que cupiera en las cuevas adaptándole un brazo mecánico y así poder establecer la presencia del individuo.

Figura 2. Cámara transmisora de 2.4G con luz infrarroja y micrófono. Utilizada para corroborar presencia del individuo si este se encontraba en cueva.

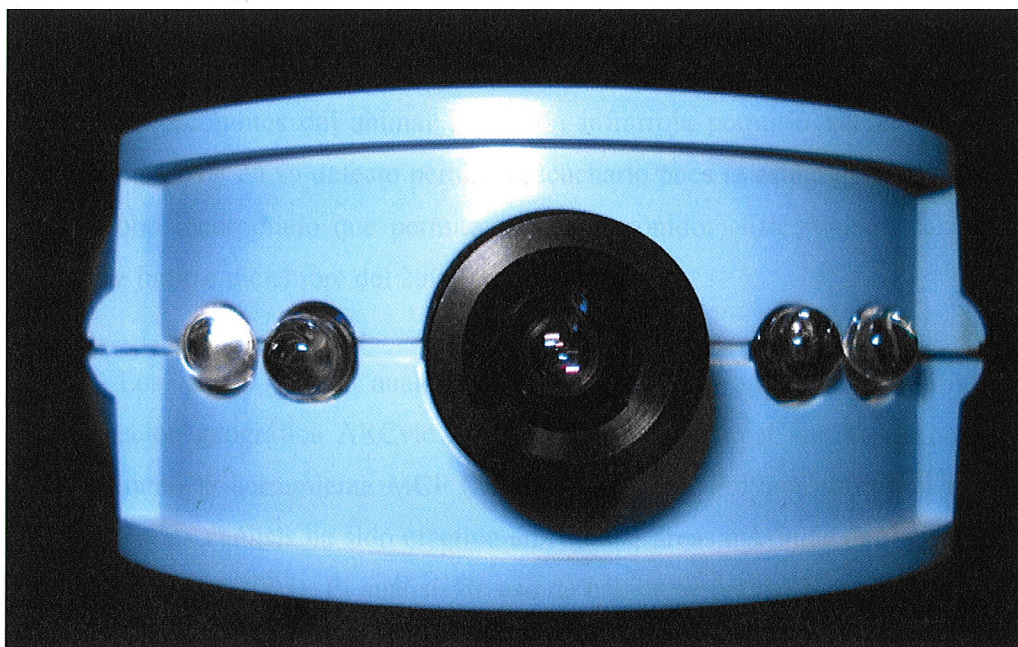


Figura 3. Receptor de Cámara con pantalla a color, parlante y audífonos. Este receptor mostraba la imagen del individuo o sus sonidos dentro de la cueva



El brazo mecánico se elaboró de aluminio para llegar al fondo de las cuevas o escondites del animal. La visión infrarroja permitió ver al animal en algunos casos y en su defecto permitió escucharlo pues la cámara contaba con un micrófono incorporado que permite transmitir sonido. Este registro se llevó a cabo de junio a diciembre del 2008.

Los datos fueron analizados utilizando el programa de análisis de información geográfica ARCview 3.0. Para determinar el ámbito de hogar se utilizó tanto la herramienta MCP (Minimum Convex Polygon) como el método Kernel. Este análisis ha sido efectivo en calcular áreas máximas de travesías en reptiles (Adams 2005). El análisis de uso de hábitat se realizó localizando el total de registros y sobreponiéndolos en datos SIG con una capa de uso de suelo. Así mismo, se corroboró estos datos con verificaciones en campo.

D. Monitoreo de temperatura, humedad relativa y punto de rocío.

Para llevar a cabo el monitoreo de micro hábitat de la especie se utilizó un data logger (dispositivo de almacenamiento remoto) programable que permite establecer la temperatura, humedad relativa y punto de rocío del lugar donde se colocó el aparato. Este aparato se programó para recoger información cada dos minutos y guardarla en su memoria interna. El tamaño de este aparato permite que se coloque incluso en espacios muy pequeños y tiene muy buena tolerancia a la humedad y a las temperaturas extremas (Figuras 4).

Figura 4. Muestra del tamaño del data logger. Este equipo se utilizó para monitorear temperatura, humedad relativa y punto de rocío



Al principio del estudio se contaba con dos aparatos, pero uno falló a los pocos meses, lo cual limitó que se colocara únicamente uno en la primera cueva donde se avistó al espécimen. Este se colocó a lo largo de un año comenzando a mediados de abril del 2007 hasta mediados de abril 2008. Cada mes se recopiló la información del aparato y se trasladó a una computadora para su posterior análisis.

Se obtuvo también, la información de precipitación mensual desde 1971 hasta el 2008 que fue tomada por trabajadores de la finca desde ese entonces. Esto con el afán de analizar relaciones del ambiente externo e interno de la cueva. Se analizó luego las relaciones entre los factores climáticos y lo registrado en la cueva y su relación con el período de estivación de la especie.

E. Análisis de heces.

Para este análisis se procedió a esperar la primera defecación de los individuos durante la semana de prueba del transmisor. Se analizó estas heces utilizando un estereoscopio y pinzas. Luego se fotografiaron para guardar registros. Las muestras fueron colocadas en isopropanol al 80% y están almacenadas en la colección de referencia de la UVG.

F. Descripción de la flora.

Para la descripción de la flora del lugar, se realizó caminatas *ad libitum* con la Dra. Elfriede Poll, Directora del Herbario UVAL de la Universidad del Valle de Guatemala y sus alumnos de botánica. Se colectó plantas durante las caminatas de aproximadamente 5 horas. Las muestras se herborizaron y luego fueron trasladadas al laboratorio de dicho herbario para su identificación. Las muestras colectadas permanecen en la colección del herbario. Se colectó otras muestras de arbustos y árboles durante la floración de las mimas, lo que facilitó su identificación. Estas colectas se llevaron a cabo durante el 2008 pero el mayor esfuerzo de colecta se realizó de junio a diciembre del mismo año ya que se aprovechó a colectar durante las relocalizaciones de telemetría.

G. Descripción de fauna.

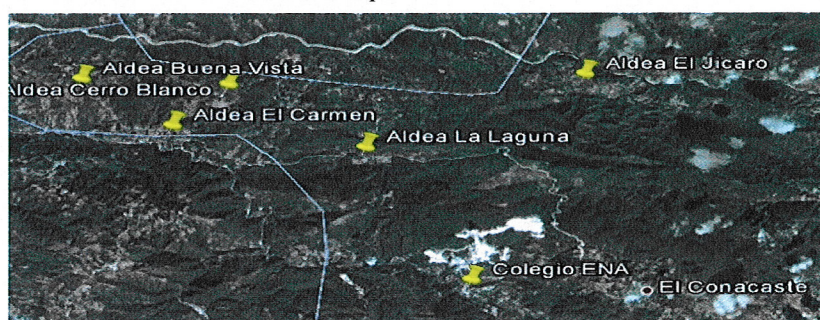
A excepción de los insectos voladores, el resto de taxones fueron evaluados en caminatas *ad libitum* o mientras se llevaba a cabo la telemetría. Se trató de tomar fotografías a los individuos y se identificó la especie. Para los mamíferos se utilizó además, rastros indirectos de presencia como huellas,

cuernos, heces, etc. Los insectos voladores fueron capturados utilizando una trampa de luz colocada en las coordenadas N14.481469 W90.29237 a una altura de 680m SNM. La trampa estuvo activa la primera semana de cada mes, de febrero a diciembre del 2007. Esta se colocó cerca de un sitio donde ocurrieron dos colectas de *Heloderma*. Las colectas se preservaron en alcohol etílico al 80% se rotularon y trasladaron al laboratorio de entomología de la Universidad del Valle de Guatemala, donde fueron identificados hasta familia con la ayuda de la Licda. Wendy Romero.

H. Plan Piloto de Educación Ambiental.

Se capacitó a los trabajadores de Agrobosques S.A para que pudieran ampliar su plan de educación ambiental. Ellos tienen a su cargo la educación ambiental en la empresa. Se les enseñó varios temas concernientes al *Heloderma* como su biología e importancia ecológica. Luego se planificó una serie de charlas a escuelas cercanas al sitio de estudio y que se cree ejercen presión sobre la especie (Figura 5). En estas charlas se planteó a la importancia de la especie en estudio y de otras especies del área.

Figura 5. Ubicación de las escuelas públicas y privadas que recibieron educación ambiental sobre la importancia del *Heloderma*.



(Google Earth 2009)

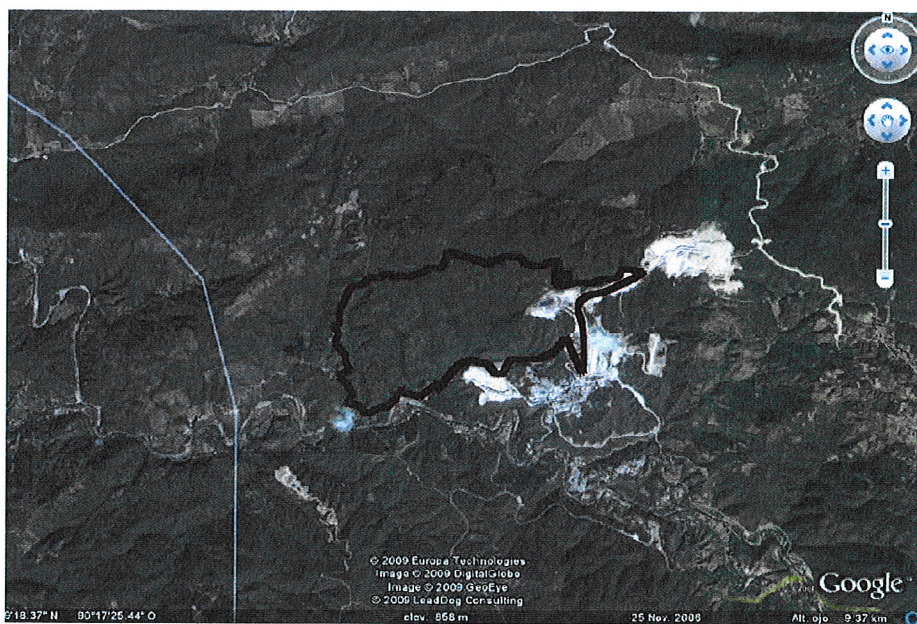
Durante la capacitación también se abarcaron temas como el origen del bosque seco y su importancia, utilizando una cañonera y programas como Google Earth®. Luego se premió a los niños y niñas que participaban activamente respondiendo correctamente a unas preguntas específicas de la charla. A todos los niños presentes se les regaló un cuaderno para pintar con temas ecológicos y crayones de cera.

II. RESULTADOS

A. Estimación de población

Después de recorrer los 5.36 k. en un tiempo aproximado de 1:40 a una velocidad de 3.2. Kilómetros por hora, tres veces por semana durante un semestre (junio – noviembre) se pudo observar a cuatro individuos que estaban activos en el camino, dos a la orilla y dos cruzando el camino. Se obtuvo un esfuerzo de colecta en un individuo cada 24 horas/hombre. El trazo recorrido abarca tanto siembras de *Eucalyptus* sp. Como bosques secos secundarios y también abarca un sector industrial (Figura 6).

Figura 6.. Trazo estandarizado en la Fca. San Miguel Río Abajo para estimación de población de *H. horridum charlesboguerti* .



(Google Earth 2009)

B. Ámbito de hogar

Los resultados del análisis computarizado con el método M CP (Minimum Convex Poligon) se observan en los cuadros 1, 2 y 3. En estos se presenta el ámbito de hogar promedio para todos los especímenes así como el ámbito promedio por sexo.

Cuadro 1. Ámbito de hogar por individuo y promedio de todos los individuos de *H. horridum charlesboguerti*.

Individuo	Sexo	Ámbito de hogar km2
Estela	F	0.12
Mayra	F	0.08
Margarita	F	0.51
Cristina	F	0.12
Armando	M	0.25
Happyface1	M	0.38
Goliat	M	0.47
Colom	M	0.29
Promedio		0.28 (Desv.Est.=0.16)

Cuadro 2. Ámbito de hogar de hembras de *H. horridum charlesboguerti* y su respectivo promedio.

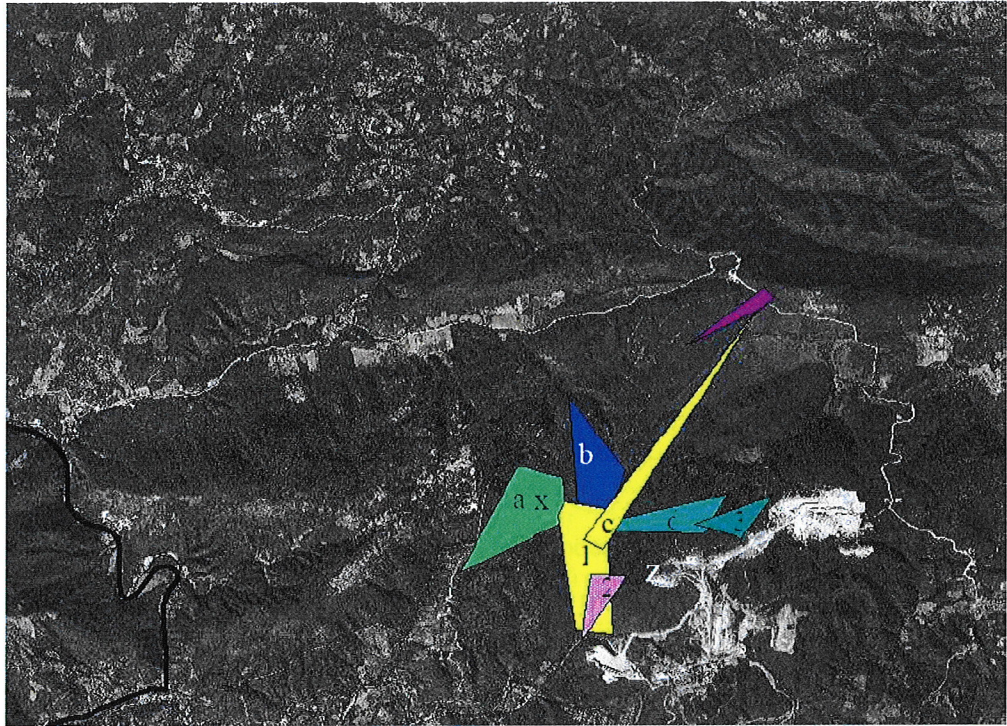
Individuo	Sexo	Ámbito de hogar km2
Estela	F	0.12
Mayra	F	0.08
Margarita	F	0.51
Cristina	F	0.12
Promedio		0.21 (Desv.Est= 0.20)

Cuadro 3. Ámbito de hogares de machos *H. horridum charlesboguerti* y su respectivo promedio.

Individuo	Sexo	Ámbito de hogar km2
Armando	M	0.25
Happyface1	M	0.38
Goliat	M	0.47
Colom	M	0.29
Promedio		0.35(Desv. Est =0.09)

El análisis del ámbito de hogar con el método M CP (Minimum Convex Poligon) de todos los individuos registrados se muestra en la Figura 7. Se observa que no hay intersección entre las áreas ocupadas por machos adultos (Figura 7 polígonos a y b) mientras que sí existe intersección entre las áreas ocupadas por hembras (Figura 7, polígonos 1 y 2) y también se puede observar intersección entre hembras y juveniles (Figura 2 polígonos, 1, c, d y 3).

Figura 7. Ámbito de hogar de los 8 individuos de *H. horridum charlesboguerti* combinados. Se utilizó el método MCP.



C. Uso de hábitat

Para evaluar el uso de hábitat de la especie en el sitio de estudio, se llevó a cabo un análisis de los puntos totales de localización de los individuos en telemetría (Figura 4). Estos puntos fueron luego supuestos en un mapa ortográfico del área de estudio y se sometieron a un análisis Kernel con dos polígonos, uno conteniendo 50% de los puntos (celeste) y otro conteniendo el 90% (amarillo).

Según el análisis, el 90% de las localidades utilizadas por especímenes de *Heloderma* abarca un área de 3.60 km² distribuidas desde “Los Manantiales” hacia el norte, abarcando múltiples proyectos de reforestación con eucalipto.

Es importante resaltar que el núcleo central (50% de relocalizaciones) tiene una mayor densidad de puntos y se ubica cerca de la torre de control de incendios. Este sitio fue uno de los que más reportes de abastecimientos obtuvo en la encuesta primaria del estudio. Esto se muestra en la Figura 8, donde se puede observar tres polígonos individuales que muestran las áreas de más uso de los individuos registrados. En el resumen (Cuadro 4) se puede observar el área resultante de estimación de ámbito hogar.

Cuadro 4. Ámbito de hogar y núcleo central km².

Método Kernel	
Ámbito hogar (90%)	Núcleo Central (50%)
3.6 km ²	0.31 km ²

Figura 8. Resultados de análisis Kernel para todos los registros de *heloderma*. Se observa el núcleo central con el 50% de las relocalizaciones (verde) y otro polígono (amarillo con el 90% de las relocalizaciones).

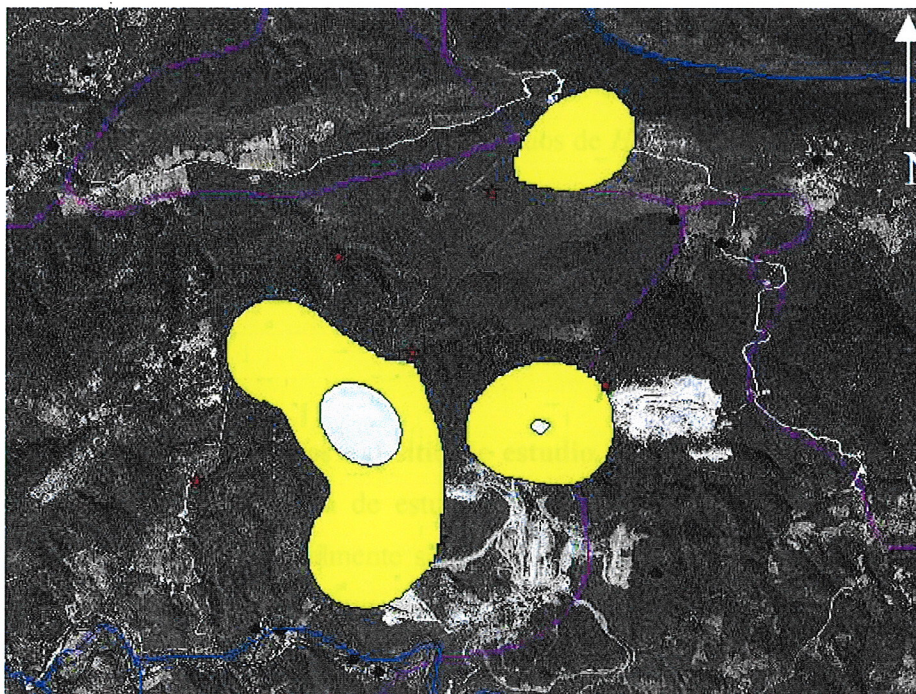
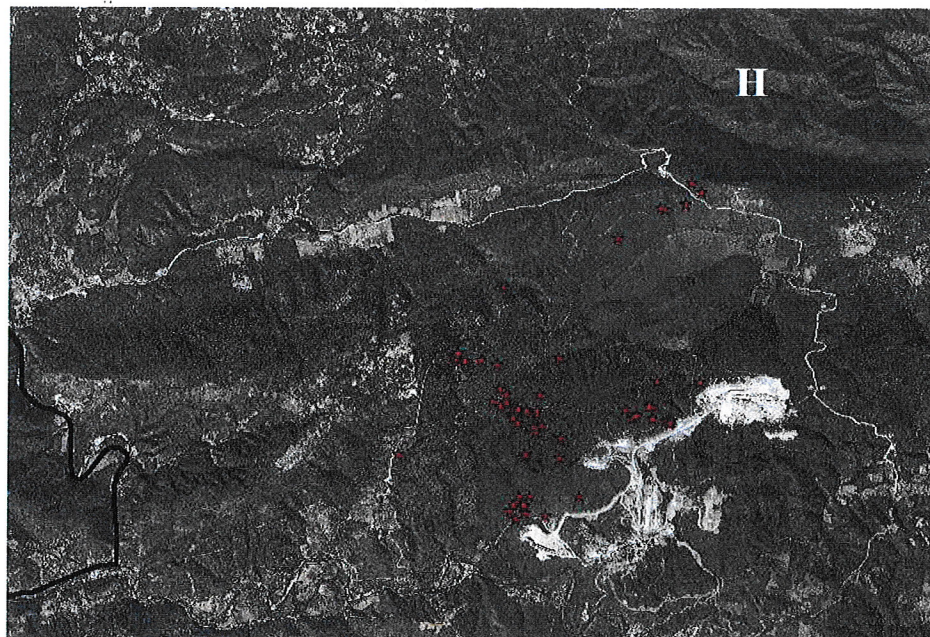


Figura 9. Total de relocalizaciones de telemetría de *Heloderma horridum charlésbogerti* en la finca San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso.



D. Caracterización de la fauna

1. **Abundancia relativa de insectos (trampa de luz).** Se colocó una trampa de luz para estimar la abundancia relativa de insectos voladores. Esto se realizó para establecer si hay alguna relación entre la abundancia de insectos y la ingesta de algunos órdenes por parte de los individuos de *Heloderma*. Se identificaron 100 familias de insectos en los 11 meses de muestreo (Cuadro 1, Apéndice J). se logró determinar el género de ciertos individuos. La identificación de los insectos colectados en trampa de luz se llevó a cabo con la ayuda de la Licenciada Wendy Romero.

2. **Reptiles y anfibios del sitio de estudio.** Se encontró un total de 11 familias y 23 especies en el área de estudio (Cuadro 5). Los crótalos son muy abundantes en esta área y generalmente son muertos por personal que trabaja en la fábrica. Esta idea fue cambiando durante el estudio y los trabajadores empezaron a reportar los avistamientos en lugar de matar al animal con lo cual se procedía a coleccionar y luego a liberarlos en áreas de mucho tráfico humano.

Cuadro 5. Listado de reptiles (Squamata) observados en Finca San Miguel Río Abajo, desde octubre 2006 a febrero 2009.

Suborden	Familia	Género	Especie
Serpente	Colubridae	<i>Drymobius</i>	<i>Drymobius margaritiferus</i>
Serpente	Colubridae	<i>Leptoderia</i>	<i>Leptodeira annulata</i>
Serpente	Colubridae	<i>Ninia</i>	<i>Ninia sebae</i>
Serpente	Colubridae	<i>Oxybelis</i>	<i>Oxybelis aenus</i>
Serpente	Colubridae	<i>Oxybelis</i>	<i>Oxybelis fulgidus</i>
Serpente	Colubridae	<i>Sibon</i>	<i>Sibon carii</i>
Serpente	Colubridae	<i>Stenorphina</i>	<i>Stenorphina freminvillii</i>
Serpente	Colubridae	<i>Senticolis</i>	<i>Senticolis triaspis</i>
Serpente	Colubridae	<i>Lampropeltis</i>	<i>Lampropeltis triangulum</i>
Serpente	Colubridae	<i>Trimorphodon</i>	<i>Trimorphodon biscutatus</i>
Serpente	Boidae	<i>Boa</i>	<i>Boa constrictor</i>
Serpente	Leptotyphlopidae	<i>Leptotyphlops</i>	<i>Leptotyphlops goudotti</i>
Lacertilla	Corytophanidae	<i>Basiliscus</i>	<i>Basiliscus vittatus</i>
Lacertilla	Eublepharidae	<i>Coleonyx</i>	<i>Coleonyx mitratus</i>
Lacertilla	Gekkonidae	<i>Hemidactylus</i>	<i>Hemidactylus frenatus</i>
Lacertilla	Gekkonidae	<i>Phyllodactylus</i>	<i>Phyllodactylus tuberculosus</i>
Lacertilla	Helodermatidae	<i>Heloderma</i>	<i>Heloderma horrium charlesbogerti</i>
Lacertilla	Iguanidae	<i>Ctenosaura</i>	<i>Ctenosaura similis</i>
Lacertilla	Iguanidae	<i>Iguana</i>	<i>Iguana iguana</i>
Lacertilla	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus</i>	<i>Sceloporus variabilis</i>
Lacertilla	Teiidae	<i>Aspidozelis</i>	<i>Aspidozelis motaguae</i>
Lacertilla	Teiidae	<i>Aspidozelis</i>	<i>Aspidozelis deppii</i>
Lacertilla	Teiidae	<i>Ameiva</i>	<i>Ameiva undulata</i>
Serpente	Biperidae	<i>Crotalus</i>	<i>Crotalus simus simus</i>

Se encontró un total de dos familias y cuatro especies de anfibios en el sitio de estudio (Cuadro 6). Estos estuvieron siempre asociados a las orillas de los ríos o nacimientos. *Cranopsis marinus* resultó ser mucho más abundante que las demás especies.

Cuadro 6. Listado de anfibios (Anura) observados en Finca San Miguel Río Abajo desde octubre 2006 a febrero 2009.

Familia	Género	Especie
Bufonidae	<i>Chaunus</i>	<i>Chaunus marinus</i>
Bufonidae	<i>Cranopsis</i>	<i>Cranopsis luetkenii</i>
Bufonidae	<i>Cranopsis</i>	<i>Cranopsis valliseps</i>
Hylidae	<i>Smilisca</i>	<i>Smilisca baudinii</i>

3. Aves encontradas en el sitio de estudio. En total se encontraron 17 familias y 17 especies de aves (Cuadro 7). Observé muchos *Geococcyx velox* en las orillas de los caminos y era muy común verlos anidar allí mismo. Las columbiformes también son muy comunes en los caminos que recorren la finca. Observé otras aves solo parte del año y algunas tenían migraciones altitudinales.

Cuadro 7. Listado de aves observadas en Finca San Miguel Río Abajo desde octubre 2006 a febrero 2009.

Orden	Familia	Género	Especie
Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes</i>	<i>Aeronautes saxatalis</i>
Ciconiiformes	Cathartidae	<i>Cathartes</i>	<i>Cathartes aura</i>
Ciconiiformes	Cathartidae	<i>Coragyps</i>	<i>Coragyps atratus</i>
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus</i>	<i>Nyctidromus albicollis</i>
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina</i>	<i>Passerina versicolor</i>
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina</i>	<i>Columbina inca</i>
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila</i>	<i>Leptotila verreauxi</i>
Passeriformes	Corvidae	<i>Calocitta</i>	<i>Calocitta formosa</i>
Galliformes	Crasidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis leucogastra</i>
Galliformes	Crasidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis vetula</i>
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx</i>	<i>Geococcyx velox</i>
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga</i>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya</i>	<i>Piaya cayana</i> *
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>Icterus pectoralis</i>
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives</i>	<i>Dives dives</i> *
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus</i>	<i>Icterus gularis</i>
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i> *
Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota</i>	<i>Eumomota superciliosa</i>
Passeriformes	Parulidae	<i>Basileuterus</i>	<i>Basileuterus rufifrons</i>
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis</i>	<i>Geothlypis poliocephala</i> *
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes</i>	<i>Melanerpes formicivorus</i>
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga</i>	<i>Aratinga canicularis</i>
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium</i>	<i>Glaucidium sp.</i>
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	<i>Amazilia rutila</i>
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia</i>	<i>Amazilia cyanocephala</i>
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon</i>	<i>Trogon sp.</i>
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus</i>	<i>Turdus grayi</i>

*Indicador de bosque secundario

4. Mamíferos encontrados en el sitio de estudio. Se describe para este estudio un total de 11 familias y 12 especies. Se pudo observar en varias ocasiones venados que rondan la Fca. lo cual ya no es común en el área y promueve la cacería dentro de la misma finca. Los murciélagos encontrados son muy comunes en el área, pero el esfuerzo de colecta fue muy poco para poder concluir al respecto. Una de las colectas de mamífero que no espera era la de los individuos *Marmosa* ya que generalmente están asociados a hábitat poco perturbados (Claudia Quan, comentario personal 2008). Seguramente hay mas especies de roedores, pero no tuve un programa de trampas.

Cuadro 8. Listado de mamíferos observados en Fca. San Miguel Río Abajo desde octubre 2006 a febrero 2009.

Subclase	Orden	Familia	Género	Especie
Metatheria	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>Didelphis virginiana</i>
Metatheria	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Marmosa</i>	<i>Marmosa mexicana</i>
Eutheria	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus</i>	<i>Artibeus jamaicensis</i>
Eutheria	Rodetina	Cricetidae	<i>Ototylomis</i>	<i>Ototylomis sp.</i>
Eutheria	Carnivora	Canidae	<i>Canis</i>	<i>Canis latrans</i>
Eutheria	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>Sylvilagus floridanus</i>
Eutheria	Arthiodactyla	Carvidae	<i>Odocoileus</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>
Eutheria	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia</i>	<i>Carollia perpecillata</i>
Eutheria	Chiroptera	Verpertiniolidae	<i>Myotis</i>	<i>Myotis sp.</i>
Eutheria	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
Eutheria	Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus</i>	<i>Conepatus mesoleucus</i>
Eutheria	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon</i>	<i>Procyon lotor</i>

E. Inventario de flora

Se encontró un total de 27 especies de plantas (cuadro 9) que fueron colectadas durante caminatas *ad libitum* dentro de la finca San Miguel Río Abajo. Estas colectas se realizaron principalmente durante las relocalizaciones de especímenes de *Heloderma*. Se colectó las plantas que estaban florecando o que tenían fruto para poder luego ser identificadas en el herbario UVAL de la Universidad del Valle de Guatemala las cuales fueron identificadas por el Dr. Dix.

Cuadro 9. Listado de especies vegetales colectadas en caminadas *ad libitum* desde octubre 2006 a febrero 2009 en la Fca. San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso.

<i>Catasetum integerrimum</i>
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Haerth
<i>Crescentia alata</i> HBK
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
<i>Bursera schlechtendalii</i> Engler
<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst
<i>Cnidioscolus tubulosus</i> (Muell Arg.) I.M. Johnston
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb
<i>Encyclia papillosa</i>
<i>Leucaena diversifolia</i> (Sclecht) Benth
<i>Mimosa albida</i> Hump & Bonpl
<i>Nopalea guatemalensis</i>
<i>Psittacanthus</i> s.p.
<i>Calliandra grandiflora</i> (L'her) Benth.
<i>Hamelia patens</i>
<i>Quercus</i> sp.
<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook & Arn) Shum.
<i>Caesalpinea pulcherrima</i> (L) Suartz
<i>Cassia xiphoidea</i> Berlol.
<i>Luechea candida</i> (D.C.J Mart)
<i>Tonduzia longifolia</i> (endémica)
<i>Hechtia glomerata</i>
<i>Hechtia guatemalensis</i>
<i>Tillandsia flabellata</i>
<i>T. fasciculata</i>
<i>T. brachycaulos</i>
<i>T. usneoides</i>

Se generó un listado de especies (Cuadro 10) a partir de una visita guiada de los estudiantes del curso de Botánica de la Universidad del Valle de Guatemala a la Fca. San Miguel Río Abajo. Esto sirvió para que los alumnos de identificaran con las especies de flora de un bosque seco premontano. Los alumnos colectaron durante todo un día, poniendo énfasis en aquellas plantas que florecían o que tenían fruto. Estas fueron herborizadas en el lugar y luego se trasladaron al herbario UVAL de la misma universidad y fueron identificadas por la Dra. Pöhl aún se preservan allí para su consulta.

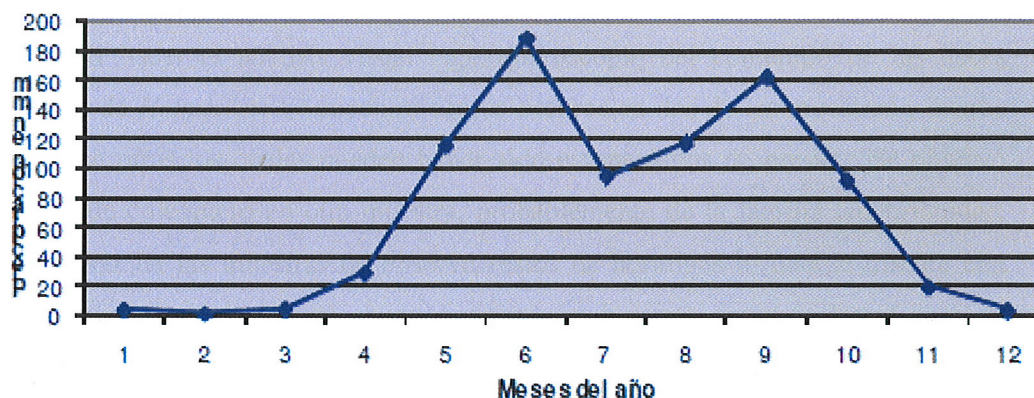
Cuadro 10. Listado de especies con sus familias colectadas por alumnos de la Universidad del Valle de Guatemala en la Fca. San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso.

<i>Mutingia calabura</i> (Eleocarpaceae)
<i>Heliotropium ternatum</i> (Boraginaceae)
<i>Achimenes erecta</i> (Gesneriaceae)
<i>Haplophytum cinereum</i> (Apocynaceae)
<i>Sida acuta</i> (Malvaceae)
<i>Rytidostylis macrophyllum</i> (Cucurbitacea)
<i>Alvaradoa amorphoides</i> (Simaroubaceae)
<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Poaceae)
<i>Hamelia patens</i> (Rubiaceae)
<i>Momordico charantia</i> (Cucurbitacea)
<i>Dorstema contrajerva</i> (Moraceae)
<i>Physalis sp.</i> (Solonaceae)
<i>Achimenes misera</i> (Gesneriaceae)
<i>Lippia cardiostegia</i> (Verbenaceae)
<i>Bumelia pleistochasia</i> (Sapotaceae)
<i>Crotalaria sp.</i> (Fabaceae)
<i>Psittacanthus rhynchanthus</i> (Loranthaceae)
<i>Petiveria alliacea</i> (Phytolaccaceae)
<i>Rivina humilis</i> (Phytolaccaceae)
<i>Acacia globulifera</i> (Mimosaceae)
<i>Andira inermis</i> (Fabaceae)
<i>Ligodium venustum</i> (Schizaeaceae)
<i>Dictyanthus asper</i> (Asclepiadaceae)
<i>Polystemma guatemalensis</i> (Asclepiadaceae)
<i>Euphorbia glomerifera</i> (Euphorbiaceae)
<i>Oeceoclades maculata</i> (Orchidaceae)

F. Descripción y comportamiento de la lluvia en Fca. San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso

A continuación se presenta una figura que ilustra el promedio de precipitación pluvial en el sitio de estudio. Esta gráfica representa el promedio para los años 1971 hasta el 2007. Estos datos fueron colectados por personal de Agrobosques diariamente. Se puede observar la tendencia bimodal de la precipitación lo que da origen a la canícula. La precipitación pluvial es relevante pues los escorpiones entran en actividad a partir de la época lluviosa.

Figura 10. Precipitación mensual promedio de 1971 – 2007 en Fca. San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso



G. Monitoreo anual de temperatura, humedad relativa y punto de rocío en cueva de *Heloderma* en la Fca. San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso

Se colocó dos datalogger a mediados de abril del 2007 y se terminó de monitorear en abril del 2008. Uno de los datalogger colocados en otra cueva dejó de funcionar al principio del proyecto por lo que se descartó y se siguió el monitoreo con únicamente un aparato funcionando. Los datos fueron descargados mensualmente. Se presentan los valores promedio así como los máximos y mínimos de cada variable (ver Cuadro 11)

Cuadro 11. Resumen de valores físico-ambientales medidos a lo largo de un año en cueva de *Heloderma* en la Fca. San Miguel Río Abajo, Sanarate, El Progreso.

Factor	2007								2008			
	Abr-May	May-Jun	Jun-Jul	Jul-Ago	Ago-Sep	Sep-Oct	Oct-Nov	Nov-Dic	Dic-Ene	Ene-Feb	Feb-Mar	Mar-Abr
Temperatura*	28.31°C	26.03°C	23.38°C	23.5°C	23.39°C	23.83°C	22.32°C	22.59°C	23.82°C	26.31°C	26.71°C	27.49°C
Humedadrelativa**	56.62%	70.52%	96.44%	94.83%	97.23%	97.55%	97.59%	93.41%	78.48%	65.60%	59.13%	57.17%
Punto de rocío	18.8°C	19.78°C	22.76°C	22.61°C	22.93°C	23.4°C	21.91°C	21.43°C	19.68°C	19.13°C	17.89°C	17.9°C
Temp. Max.*	30.35°C	31.72°C	25.11°C	26.2°C	26.18°C	26.55°C	26.57°C	28.84°C	31.01°C	30.74°C	35.18°C	38.22°C
Temp. Min.*	25.02°C	22.44°C	21.35°C	21.32°C	21.57°C	21.54°C	18.73°C	17.79°C	18.04°C	19.53°C	20.49°C	19.43°C
Hum. Real Max**	71.01%	95.25%	98.39%	98.43%	99.48%	99.99%	99.90%	99.90%	95.76%	89.94%	78.42%	78.65%
Hum. Real Min**	39.82%	35.51%	90.85%	82.06%	88.97%	92.62%	87.49%	67.20%	47.89%	12.54%	30.12%	23.50%
Pto. Rocío Max	23.73°C	24.21°C	24.22°C	25.21°C	25.43°C	25.79°C	25.82°C	25.12°C	23.62°C	23.93°C	25.43°C	23.13°C
Pto. Rocío Min	13.19°C	14.14°C	20.63°C	20.19°C	20.66°C	20.45°C	17.5°C	16.6°C	11.55°C	13.61°C	10.93°C	11.96°C

H. Análisis de heces fecales

Al hacer el análisis visual bajo microscopio del contenido de las heces fecales de *Heloderma* se encontró ácaros oscuros en dos de las muestras y ácaros rojos en otras los cuales pueden haber sido ectoparásitos de presas. Se observó restos de coleóptero en otra muestra, probablemente de la familia tenebrionidae. En varias de las muestras se observó restos de hormigas lo que se discute con profundidad más adelante, pues podrían ser ingestas accidentales. Como se esperaba, se encontró restos de cascarón, pero no se identificó si fue de reptil o de ave. En otra muestra se encontró varias plumas de ave, probablemente de pichón por su desarrollo. En otra de las muestras se encontró dos dientes de roedor, así como pelo, lo que confirma que se está alimentando de roedores pequeños. Otras muestras contenían restos de gramíneas e incluso una contenía una flor (Figuras 1-10. Apéndice G).

I. Educación ambiental

Las escuelas o colegios visitados, y el respectivo número de participantes, se muestran en el cuadro 13 y se muestra una didáctica de educación ambiental (Figura 11).

Cuadro 12. Listado de escuelas incluidas en educación ambiental.

Participantes	Personas capacitadas	
	Niños	Adultos
Aldea/Escuela/Colegio		
Aldea El Jícaro	17	35
Escuela "Cerro Blanco"	117	0
Escuela "La laguna San Jacinto"	26	40
Escuela "El Carmen"	156	0
Escuela "Buena Vista"	53	0
Colegio ENA	392	0
Escuela "San Rafael"	38	0
Escuela "El Paraíso"	29	0
Escuela "Agua dulce"	29	0
Escuela " El puente la Barranquilla"	13	0
Totales	478	75
Total de personas capacitadas	945	

Figura 11. Personas de la Aldea La Laguna recibiendo educación ambiental.



V. DISCUSIÓN

La Finca San Miguel Río Abajo tiene varias características que influyen de manera diferente sobre la biodiversidad del área. Por un lado, al ser una propiedad privada con seguridad propia y patrullajes armados, ha aminorado la caza furtiva dentro de la finca, comparada con lo que sucede afuera. Durante mi estudio pude observar a varios cazadores activos, estos no sólo cazaban fuera de la propiedad sino dentro de la misma, intimidando o burlando a los guardianes que cuidan la finca. Sin embargo, estas actividades de caza se llevan a cabo todo el tiempo fuera de la finca. Los cazadores simplemente se parquean a un lado del camino y se abren paso dentro del bosque. Durante el estudio tuve la oportunidad de observar varias veces dentro de la finca a venados que se cruzaban el camino. Esto nunca ocurrió fuera de la finca. Se puede ver en la cobertura forestal de la finca San Miguel Río Abajo representa, junto con otras formaciones montañosas ubicadas más al norte, el único refugio para la vida silvestre. Es curioso que, cuanto más se aleja uno en cualquier dirección de la finca San Miguel, menos se ha reportado *Heloderma* (según personas capacitadas en las aldeas).

Es posible que la cobertura boscosa, aún presente en la finca San Miguel, sirva de refugio y alimento a cierto tipo de vida silvestre que es capaz de atravesar cercos vivos y otras barreras como caminos. La abundancia de caminos dentro de la finca San Miguel tiene varias implicaciones sobre la biodiversidad del área. La fragmentación de los remanentes de bosque seco secundario dentro de la finca crea efecto de borde. Se cree que el efecto de borde aumenta la biodiversidad, pues genera características variables (luz, humedad, aireación, etc.) y que estas características son aprovechadas por diferentes especies. Sin embargo, la fragmentación puede llegar a evitar el flujo genético de una población susceptible a una barrera como un camino.

La fragmentación reduce la cantidad de hábitat disponible para el *Heloderma* y otras especies. Es de vital importancia establecer si esta población de *Heloderma*, que actualmente habita en la finca, tiene algún flujo genético con las poblaciones hasta ahora descritas por Ariano y Masaya (2005) que ocurren en el municipio de El Rancho, en El Progreso.

El hecho de que esta población se pudiera encontrar potencialmente aislada tiene repercusiones graves para la supervivencia de la especie tanto local como regionalmente pues una variabilidad genética reducida, producto de cruces con parientes cercanos, reduce a su vez la capacidad de adaptación de la población a cambios ambientales. Además del tema genético, las poblaciones aisladas y pequeñas presentan tasas de extinción altas. El proceso de extinción para esta especie ya comenzó cuando se empezó a cazar para comercio ilícito, cuando se mata por temor y principalmente con el cambio de uso del suelo en especial la frontera agrícola. Sin embargo, hay factores que pueden acelerar un proceso de extinción. Estos factores pueden ser: procesos físicos, como inundaciones, sequías, temperaturas extremas o incendios forestales que aunque se controlan dentro de la finca, existen. También pueden intervenir procesos biológicos, como la depredación, competencia por recursos (disponibilidad de nidos de aves por ejemplo), parasitismo, enfermedades) o la colecta de especímenes. Aunque estos pueden no causar una mortalidad inmediata, pueden afectar la disponibilidad de alimentos, la disponibilidad de refugios, la reproducción, etc.

Retomando el tema de la fragmentación del hábitat dentro de la Fca. San Miguel Río Abajo, se debe estudiar más profundamente el impacto que esto tiene sobre las poblaciones de *Heloderma*. En este sentido, los caminos, procesos industriales, cultivos de especies introducidas podrían dar origen a la fragmentación en la región. Se debe señalar que en este estudio no se evaluó las distancias entre parches de bosques, ni los tamaños, formas o densidad de los parches. Tampoco se estudió la conectividad entre parches ni la existencia de corredores que conecten los remanentes. Lo cual podría ser interesante en un estudio posterior. Sin embargo, el análisis de MCP sí permite establecer conglomerados donde los individuos se encuentran más frecuentemente.

Aunque dentro de la finca ocurre fragmentación del hábitat, principalmente por la exploración y perforación de pozos, se ha encontrado una abundancia relativa de *Heloderma* que es consistentemente mejor (en esfuerzo de colecta horas/hombre) que las poblaciones de otros sitios ya descritos (Ariano

2003 y Masaya 2005). Así mismo, se ha tenido avistamiento de otros animales que no se han visto fuera de la finca. Es importante que la finca mantenga su interés en la conservación de la especie pues, al parecer, es un reservorio. Se encontraron varios juveniles y un recién nacido dentro de la finca así como un total de 15 individuos entre hembras y machos saludables. Es crítica la condición que enfrentan los individuos *Heloderma* fuera de la finca, pues solo en este estudio se perdió a tres individuos que fueron muertos al cruzar el camino ubicado hacia el norte de la finca, mismo que conduce hacia la Aldea El Júcaro, la Laguna, y otras.

El método utilizado para estimar la población de la especie se considera efectivo. Desde un principio no se sabía si los especímenes de *Heloderma* hacen uso de los caminos para tomar el sol o para dirigirse de un lugar a otro. Sin embargo, para aprovechar la fragmentación de la finca por los caminos de exploración, se pensó en utilizar un circuito de caminos que abarcan un área lo suficientemente grande como para incluir los tipos de hábitat que se encuentran dentro de la finca. Este hábitat se puede describir como sigue: bosque seco, plantaciones de *Eucaliptus* sp. y áreas industriales.

El único hábitat que no fue evaluado con esta metodología fue el bosque de galería, ya que, por su mismo origen de pendiente pronunciada y quebradas húmedas, no se pudo recorrer en carro. El trayecto dura aproximadamente 2 horas en el cual se debe observar el camino al frente. El camino no siempre fue el mismo y esto, desde luego, hace variar el método, ya que la estacionalidad de sitio de estudio (Apéndice D) interfiere con la visibilidad. Así pues, mientras en febrero los cuatro metros de ancho del camino son visibles, en octubre reduce a tres, y en noviembre puede llegar a ser 2. Sin embargo, una de las colectas se realizó en noviembre, cuando hubo floración de malezas y árboles, por lo que podemos asumir que no es un factor crítico para el *Heloderma*.

Vale destacar que durante el estudio no se observó a ningún espécimen que estuviera activo sobre un árbol. Los únicos individuos que luego aparecían dentro de algún tronco fueron producto de relocalizaciones en la época más seca y calurosa y, por ende, implica una subestimación de esta metodología. Es decir

que, si alguien pasara a la par de un tronco con agujero, difícilmente podría establecer la presencia del animal adentro ni en transectos en carro y difícilmente a pie.

Esta metodología es, a su vez, más cara comparada con la serie de transectos a pie, pero abarca mucha área por unidad de tiempo que estos. Además, tiene la desventaja de que se necesita un hábitat fragmentado con caminos para poder llevarla a cabo. Por esto, esta metodología pierde validez externa a menos que se repita el estudio en un ambiente similar, pero gana amplitud en el área de muestreo.

En cuanto al esfuerzo de colecta, el método fue un éxito al obtener 4 especímenes de *Heloderma* en seis meses de monitoreo a cuatro horas semanales para un total de 24 horas / hombre por individuo comparado con el esfuerzo de colecta de otros estudios realizados en Zacapa (Ariano 2003) en el que se encontró 5 colectas de especímenes *Heloderma horridum charlesbogerti*, encontrando 1 cada 87 horas / hombre. Esto implica que hay que realizar 3.6 veces menos esfuerzo de colecta para encontrar un individuo en la finca San Miguel Río Abajo siguiendo el transecto en carro, como lo descrito en la metodología, que lo que hay que invertir en horas / hombre es transecto a pies como lo descrito por Ariano (2003) para la población del municipio de Cabañas en Zacapa y existe además el problema de los individuos que se esconden en madrigueras profundas. Esto indica probablemente que la población de *Heloderma horridum* es más densa en el área.

El estudio indica que el *Heloderma horridum charlesbogerti* de esta población utiliza un área promedio de 28 hectáreas por individuo. Para esto, se evaluó los registros de ocho individuos, cuatro hembras y cuatro machos. En promedio los machos ocupan un área de 35 hectáreas y las hembras un área menor, de 21 hectáreas. Sin embargo, fue una hembra la que obtuvo el área más grande con 51 hectáreas y que resulta ser el dato más confiable por el mayor número de relocalizaciones. El macho que obtuvo el área más grande fue Goliat con 47 hectáreas. Se pudo observar que los machos adultos no tienen intersecciones entre sus territorios sin embargo, entre las hembras y los juveniles hubo intersecciones.

Esto podría deberse a territorialidad de los machos. En estudios anteriores (Masaya 2005), se pudo establecer que el ámbito de hogar es 180 hectáreas. Aunque el ámbito de hogar estimado en ese estudio con el método Kernel solo incluyó a tres individuos, presenta un mejor ajuste comparado el método MCP, ya que este último abarca los puntos más externos y traza líneas entre ellos que no excedan los 180 grados; esto genera un sesgo que incluye áreas que no necesariamente fueron utilizadas por los individuos. Este programa genera polígonos poco exactos comparados con el método Kernel, pero al mismo tiempo se puede inferir sobre rutas de los individuos y ser más conservador, pero más inexacto sobre el uso de hábitat. Decidí finalmente evaluar el ámbito de hogar con el método MCP, porque este provee un estimado del área máxima utilizada por un individuo y se puede decir que es más conservador respecto al área que sugiere proteger. Es un método fundamental y comúnmente utilizado para la estimación de ámbito de hogar. Sin embargo, espacio contenido dentro de la estimación del MCP puede nunca haber sido utilizado por el espécimen.

Para la determinación del uso de hábitat, primero se estableció el uso de la tierra por medio del sistema SIG, ortografías digitales y verificaciones en campo. Se dividió en tres grandes paisajes; bosque seco secundario, bosque galería y bosque de eucalipto, combinados con extracción minera o cantera, y se evaluó el número de relocalizaciones en ellas. Para la estimación de uso de hábitat se utilizó el método Kernel.

Se utilizó agregados de 90% de ocurrencias y 50% de ocurrencias siendo el área estimada para el 90% de ocurrencias la que se toma como ámbito de hogar y la de 50% como el área de uso intensivo del hábitat. Se evaluó qué tipo de hábitat ocupa el 50% de las ocurrencias encontradas con el método Kernel, encontrando que ese paisaje está dominado por una asociación de bosque seco secundario en regeneración con plantaciones de eucalipto. Esta área abarca la parte del proyecto conocido como “Los Manantiales” (nombre debido a múltiples manantiales en el área) y un poco más de otros proyectos hacia el norte. Sin embargo, la segunda área más densa en cuanto a relocalizaciones es un bosque seco secundario estrictamente que, en sus quebradas, tiene bosque de galería y se encuentra en su totalidad dentro del proyecto “Los Manantiales”. Esto es

importante porque dos de los individuos con más relocalizaciones hacían uso de este tipo de hábitat.

Es importante también resaltar que el individuo Goliat, con el mayor número de relocalizaciones para machos, hacía uso de un hábitat predominantemente cubierto por bosque seco y muy cerca de una poza de agua estacionaria. Los especímenes del estudio utilizan bastante los cominos, ya que cuatro de ellos fueron encontrados activamente en ellos y otros dos fueron colectados en cuevas a la orilla de los caminos. Esto puede ser particularmente peligroso para los neonatos y juveniles que pueden ser presa de aves rapiña como *Cathartes aura*, entre otros, y para los adultos que pueden ser colectados y/o muertos más fácilmente. Esto resalta la importancia de la educación ambiental en el área y de la disminución de la fragmentación.

Durante el tiempo que se trabajó en el estudio, nunca se observó un espécimen de *Heloderma* atropellado en el camino hacia la finca, pese al uso que estos animales le dan a los caminos. Esto se puede deber a varios factores, sin embargo se piensa que el río Los Plátanos (límite sur de la finca) que conecta con el río Las Vacas, y finalmente al río Motagua, funciona como una barrera biogeográfica impidiendo que los animales pasen al otro lado y encuentren la carretera.

Se observó también que la zona industrial y minera actualmente activa, funciona como barrera para los individuos que portan radio. No hay un solo registro de individuos que atraviesan la zona industrial actualmente activa hacia el sur. Sin embargo, uno de los individuos más jóvenes que se encontró estaba justo en el medio de la zona industrial. Esto se puede deber a que los adultos le huyen a la actividad y/o al ruido de la generación de cemento (camiones, descargas, explosiones, martillos, trituradoras, etc.) o simplemente hay demasiados depredadores en el área, o por la escasez de cobertura boscosa, o la combinación de todo esto, e incluso por la falta de alimentación en el área de explotación. En el área industrial se colectó únicamente dos especímenes durante todo el estudio y ambos eran juveniles. Sin embargo, Margarita (la de registro más confiable) estuvo moviéndose constantemente del bosque seco hacia la cantera vieja donde

encontraba refugio en cuevas de risco lateral de la misma. Esto se observó en múltiples ocasiones. Así mismo, dos de los individuos que se observaron activos utilizando los caminos lo hicieron atravesando la cantera vieja hacia el bosque seco que se encuentra enfrente.

Al evaluar los resultados obtenidos con el "Datalogger" que registró la temperatura, humedad relativa y punto de rocío dentro de la cueva de *Heloderma* se puede observar varias relaciones. La primera de ellas, y tal vez más obvia, es la baja de temperatura desde junio hasta enero. La segunda observación es el incremento de la humedad relativa en las mismas fechas en que desciende la temperatura (Gráfica 2, Apéndice 1). Luego, se puede evaluar el punto de rocío cómo este aumenta inversamente proporcional a la temperatura, durante el mismo periodo. Todos estos datos no son estadísticamente significativos, pues el número de repeticiones es muy bajo (es decir, solo una cueva durante un año). Esto se debió a que el otro aparato medidor dejó de funcionar a los pocos meses dando en un principio lecturas erróneas y finalmente dejando de funcionar por completo. Sin embargo, cuando se evalúa estos datos sobreponiéndose un promedio de precipitación mensual, los datos cobran sentido. Se puede ver como dentro de la cueva se hace sensible este cambio en el ambiente exterior.

El hecho que el *H. horridum charlesbogerti* estive (es decir, que salga en invierno a alimentarse y que se esconda en refugios durante el verano) parece estar mediado por una respuesta del cuerpo del animal a los estímulos físicos que se general dentro de la cueva cuando comienzan las lluvias. El incremento de la humedad relativa y la baja en las temperaturas, parece indicarle al individuo el momento adecuado para dejar de estivar. Se observa el recambio entre las bajas en las temperaturas y el incremento en la humedad relativa dentro de la cueva, justo entre el 30 de mayo y el 1ro de junio. En estos mismo meses, históricamente (37 años de monitoreo de precipitación), han comenzado las lluvias en este sitio (Gráfica 2, Apéndice 1). Las cuevas tienen temperaturas más moderadas, protección de depredación, ayuda en la conservación del agua y posible captura de alimento. Los roedores también aprovechan estos lugares, y sigue activa durante el verano.

Sin embargo, Masaya (2005) expuso que la actividad de *Heloderma* es mayor cuando hay un incremento en la temperatura ambiente. Se debe medir la diferencia entre la temperatura exterior y la temperatura interior de las cuevas para poder corroborar estas afirmaciones, pues esto también se podría interpretar como que estos reptiles salen de las cuevas en invierno cuando las temperaturas son bajas y la humedad es más alta. Las cuevas presentan temperaturas más moderadas además de protegerlos de depredadores. Quizá ayuden también a la conservación de agua y posible captura de alimento ya que los roedores también aprovechan estos lugares.

Se debe establecer las implicaciones de la temperatura en el metabolismo de la especie, ya que se sabe que el reptiles el cambio en la temperatura puede estimular el desarrollo de producción hormonal de gonadotropina que da inicio al ciclo de actividad reproductiva. Se podría inferir que alguno de estos factores (temperatura, humedad relativa, precipitación, o la combinación de alguno de ellos) son estímulos suficientes para que el *Heloderma* comience su periodo de actividad, preparándose para reproducirse y alimentarse para almacenar grasa en su cola y soportar nuevamente el verano seco típico de la región. Así mismo, la aparición de jóvenes coincide con la máxima disponibilidad de alimento. Es probable que los jóvenes se alimenten más de insectos y reptiles y sus huevos ya que la abundancia de alimento y huevos de reptiles pequeños ocurre al principio de la época lluviosa.

Se realizó un inventario de especies de reptiles, aves, mamíferos e insectos, llevando a cabo caminatas *ad libitum*; sin embargo no se profundizó en la relación entre dicha fauna y el *Heloderma*. Por otro lado, se encontró cierto tipo de fauna que es indicadora de bosques secundarios (ver listado de aves en resultados marcados con *). El hecho de que se haya encontrado mapaches y coyotes cerca de la zona industrial y a la orilla del río, es considerado un indicador de hábitat perturbado, pero se puede deber a la disponibilidad de alimentos que provee los alrededores del río. El hecho de encontrar venados en varios puntos de la finca revela un hábitat capaz de sostener a una población aparentemente viable de venados cola blanca.

Es interesante que las únicas especies de plantas descritas por Masaya (2005), que también se encuentran en este sitio de estudio son: *Bursera simaruba*, *Leucaena diversifolia*, *Bursera schlechtendalii* y *Hechtia guatemalensis*. Esto refleja una diferencia entre el bosque del sitio de estudio y el bosque muy seco muy seco que sostiene los otros estudios de las otras poblaciones de *Heloderma*. Esto implica que la especie se distribuye en diferentes tipos de hábitat. Habría que ahondar en las diferentes metodologías para evaluar este criterio. Masaya (2005) informa que parte de las colectas de vegetación fueron aleatorias al igual que las colectas realizadas por mi persona por lo cual se debería llevar a cabo un estudio más estandarizado para poder comparar. Todos los especímenes colectados durante el estudio fueron depositados en el Herbario UVAL de la Universidad del Valle de Guatemala. Otras especies fueron identificadas por otros participantes en el estudio.

Parte del hábitat utilizado por el *Heloderma* en este estudio es un ecotono entre bosque tropical muy seco, bosque premontano seco y bosque pino-encino. Esto es importante, pues indica una distribución potencial más amplia que solo bosque muy seco y pudiera abarcar bosque pino-encino. La poca presencia o ausencia de *Heloderma* en estas áreas puede ser resultado de presión humana.

Si bien ya ha sido descrito en otros estudios el contenido de las excretas de *Heloderma*, es importante establecer comparaciones sobre todo si el paisaje aparenta ser distinto. No se encontró nada atípico en las heces de los especímenes de este estudio. Los roedores son parte típica de su alimentación así como los huevos de aves y otros reptiles. Es interesante encontrar hormigas en las excretas pero es probable que se deba a ingestas accidentales que podrían sugerir que el *Heloderma* podría no solo alimentarse de presas vivas y huevos, sino de animales que ya están muertos. Por lo demás, las ingestas de ácaros y flores son probablemente accidentales. Como ya se mencionó antes, quizá los ácaros son ectoparásitos de las presas de las que se alimenta y la ingesta de partes de plantas podría ser para ayudar a un balance nutricional junto con el contenido estomacal de su presa.

Durante el estudio se pudo observar, en dos ocasiones (dos *Helodermas* diferentes), una sustancia que a simple vista parece semen. Esto fue encontrado a finales de septiembre y principios de octubre. Esta sustancia pegajosa y blanquizca apareció en dos individuos de diferente sexo (según placas anales) en la misma época y teñí la secreción con fucsina para observarla al microscopio. La sustancia está conformada por células planas y núcleo, lo que descarta que sean gametos, ¿se podría tratar entonces de una secreción para marcar territorio?

V. CONCLUSIONES

- A. El ámbito de hogar promedio para los especímenes estudiados de *Heloderma horridum charlesbogerti* es de 28 hectáreas promedio. El ámbito de hogar promedio para las hembras de *Heloderma horridum charlesbogerti* es de 21 hectáreas. El ámbito de hogar promedio para los machos de *Heloderma horridum charlesbogerti* es de 47 hectáreas. El mayor ámbito de hogar fue de 51 hectáreas correspondiente a una hembra adulta.
- B. Se requiere de 24 horas/hombre para encontrar un individuo *Heloderma horridum charlesbogerti* en la finca San miguel Río Abajo en transectos en carro.
- C. El 90% de las relocalizaciones obtenidas en registros de telemetría se encuentran en un paisaje dominado por bosque premontano seco secundario y plantaciones de eucalipto que se extiende por un área de 360 hectáreas.
- D. El 50% de las relocalizaciones (es decir, la mayor densidad de *Heloderma*, según el método Kernel) se encuentra únicamente en bosque seco premontano secundario, ocupando un área de 31 hectáreas dentro del proyecto "Los Manantiales", importante reservorio de agua en la finca San Miguel Río Abajo.
- E. Si bien se capacitó a 945 personas, 870 niños y 75 adultos de aldeas y escuelas públicas y privadas del área que rodea el sitio de estudio, esto no es suficiente para generar conciencia pro conserva de *Heloderma* en el área.
- F. El camino que conduce a las aldeas El Júcaro, La Laguna y otras aldeas es sumamente peligroso para los especímenes de *Heloderma horridum charlesbogerti* que lo atraviesan, pues únicamente durante este estudio se encontró muertos 3 individuos en este camino.

- G. La temperatura promedio mensual dentro de la cueva de *Heloderma horridum charlesbogerti* evaluada tiende a bajar en el mismo mes que indica el periodo de actividad animal manteniéndose así hasta el final del periodo de actividad cuando comienza su estivación, lo que podría actuar como un indicador físico-ambiental que estimule la actividad del reptil.
- H. La humedad relativa promedio mensual dentro de la cueva de *Heloderma horridum charlesbogerti* evaluada, tiende a subir en el mismo mes (junio) que indica el periodo de actividad animal, metiéndose así hasta el final del periodo de actividad cuando comienza la estivación del mismo regresando a valores más bajos. Esto en combinación con la baja en la temperatura y la humedad relativa podría actuar como un indicador físico-ambiental que estimule la actividad reptil.
- I. La percepción histórica describe una gráfica bimodal. El primer pico de precipitación se observa en junio, lo que corresponde al inicio de actividad del *Heloderma*. El segundo pico de precipitación ocurre en octubre, lo que corresponde con un incremento en la actividad de los individuos (Masaya 2005). El cese de las lluvias parece coincidir con la estivación de los individuos.
- J. La población de *Heloderma* es más alta en la parte central de la Finca San Miguel Río Abajo, donde hay menos actividad de aprovechamiento de leña y cacería que pudiera reflejar impacto humano sobre la población silvestre de esta especie.
- K. La población del escorpión de área del estudio se alimenta de roedores, aves, huevos de aves y reptiles, y ocasionalmente de flores e insectos.

VI. RECOMENDACIONES

- A. Conservar fuentes de agua dentro de la finca.
- B. Estudiar los parches de bosque remantes y sus ecotonos para establecer el efecto de borde y sus implicaciones para la especie en estudio.
- C. Tratar de reducir el número de caminos que se hace para la exploración de pozos mineros.
- D. Capacitar a todos los empleados que laboran dentro de la finca para que estén enterados del manejo de vida silvestre del área.
- E. Proteger los remanentes de bosque seco pues, entre otras cosas, estos sirven de reservorio de agua y refugio para los meses calurosos del año.
- F. Estudiar la disponibilidad de alimento (nidos de aves, por ejemplo) en las plantaciones de eucalipto y los remanentes de bosque seco secundario a fin de identificar si utilizan los bosques de eucalipto para alimentarse o si solo los atraviesan para llegar a otros tipos de bosque.
- G. Replicar con más repeticiones el estudio de factores físico-ambientales de las cuevas de *Heloderma* para aumentar su validez y precisión monitoreando no solo las temperaturas dentro de la cueva, sino fuera de ella.
- H. Seguir el programa de educación ambiental incluyendo las diferentes técnicas que se aplicó con los niños, poniendo énfasis en la conservación de los bosques y especies de fauna en peligro de extinción.
- I. Identificar las aldeas que se ubiquen dentro de la RBVM que sean susceptibles de educación ambiental para poner mayor énfasis en ellas.

- J. Establecer la presencia de *Heloderma* más al norte del Río Motagua y más al sur del Río Los Plátanos a fin de establecer si estos son una barrera biogeográfica, como sugiere este estudio.

VII. LITERATURA CITADA.

Acevedo, Manuel.2006. *Anfibios y reptiles de Guatemala: una breve síntesis bibliográfica* .Museo Nacional de Historia Natural “Jorge A.Ibarra” 6ta calle 7-30,zona 13, Finca “La Aurora”. E-mail:manuelaceved@gmail.com

Alvarez Del Toro, M.1960 .*Los Reptiles de Chiapas*. Instituto Zoológico del Estado. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.México.204 pp

Ariano Sánchez, D. 2003. *Distribución e Historia natural del Escorpión, Heloderma horridum charlesbogerti Campbell y Vannini, (Sauria: Helodermatidae) en Zacapa, Guatemala y caracterización de su veneno*.Universidad del Valle de Guatemala. Departamento de Biología. Trabajo de Tesis para optar a Licenciatura en biología. Guatemala.

Ariano, D.& Salazar,G.2007 *Notes on the Distribution of the Endangered Lizard, Heloderma horridum charlesbogerti, in the Dry Forest of Eastern Guatemala: An Application of Multi-criteria Evaluation to Conservation*. IGUANA: Volume 14, Number 3.

Beck,D.D.2005. *Biology of Gila Monsters and Beaded Lizards”* .University of California Press. 211pp.

Benavente,C. *Monstruo de Guatemala en Peligro de extinción*. ElPeriódico(Guatemala) 22 de mayo 2007.

Chen, T. et al . *Isolation and cloning of exedin precursor cDNAs from single samples of venom from the Mexican beaded lizard (Heloderma h. horridum,) and the Gila monster (Heloderma suspectum)* . Toxicon 47 (2006) 288–295.

Cooke, Steven J. et al . *Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology*. Centre for Applied Conservation Research, Department of Forest Sciences, University of British Columbia, 2424 Main Mall,Vancouver, BC, Canada, V6T 1Z4 . REVIEW TRENDS in Ecology and Evolution Vol.19 No.6 June 2004

Morrisette J. *Primary Structure and Properties of Helothermine, a Peptide Toxin that Blocks Ryanodine Receptors*. Biophysical Journal Volume 68 June 1995 2280-2288.

Lee F.& Pharm D. *Envenomation by the Mexican Beaded Lizard: A Case Report* . California Poison Control System, San Diego Division, San Diego California, and University of California San Francisco School of Pharmacy , San Francisco, California, USA. Journal of toxicology. Clinical Toxicology. Vol 41, No 3. pp241-244, 2003.

Koeing,J. et al. *The Ecology of an Australian reptile icon: how do blue-tongued lizards (Tiliqua scincoides) survive in suburbia?*.Wildlife Research, 2001,28,215-227.

Schorr, R. & Lambert, B. *Longnose leopard lizard (Gambelia wislizenii) home range and habitat use on Cannonball Mesa, Colorado*. Colorado Natural Heritage Program, Warner College of Natural Resources and Colorado State University. November 2006.

Standards for Components of British Columbia's Biodiversity No 5. *Wildlife Radio-telemetry*. Animal radio tracking-British Columbia-Hanbooks, manuals, etc. I. BC Environment. Resources Inventory Branch. II. Resources Inventor Committee (Canada). Terrestrial Ecosystems Task Force. III. Series. August 1998. Version 2.0

Vandermeeers A. *et al.* *Chemical immunological and biological properties of peptides, like vasoactive-intestinal peptide and peptide-histidine-isoleucinamide extracted from the venos of two lizards (Heloderma horridum and Heloderma suspectum)*. Eur. J. Biochem. 164, 321-327 (1987)

Vaughan, C. *et al.* *Home range and habitat use of Basiliscus plumifrons (Squamata: Corytophanidae) in an active Costa Rican cacao farm*. APPLIED HERPETOLOGY 00:1-10. Koninklijke Brill NV, Leiden, 2006. Printed 2007.

VII. APÉNDICES

A. Estacionalidad del sitio de estudio Fca. San Miguel Río Abajo, Sanarate, El progreso.



Figura 1. Bosque
seco. 21 febrero 2007



Figura 2. Bosque
seco. 26 octubre
2007



Figura 3. Bosque
seco. 15 noviembre
2007

B. Individuos colectados durante el estudio en la Fca. San Miguel Río Abajo.



HH 01



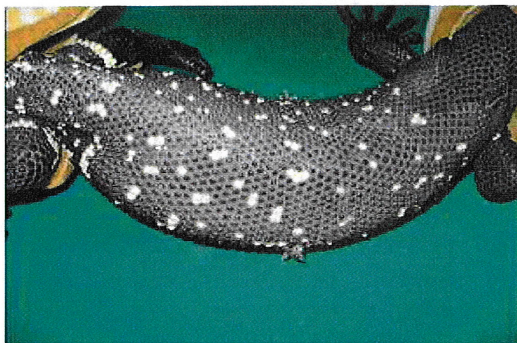
HH 02



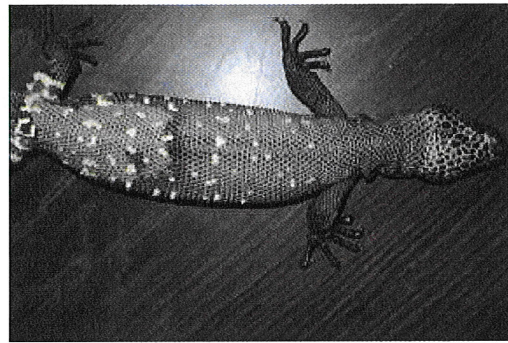
HH03



HH04



HH05



HH06



HH07



HH08



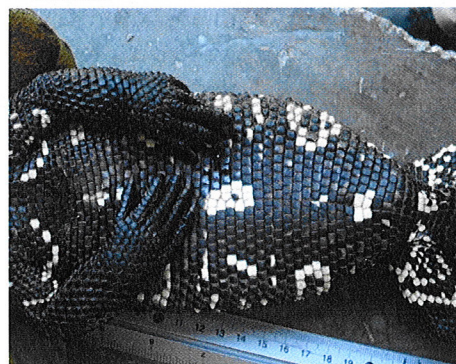
HH09



HH10



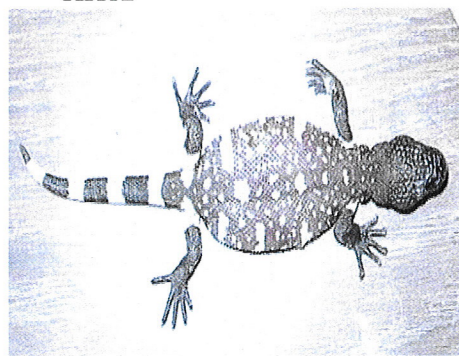
HH11



HH12

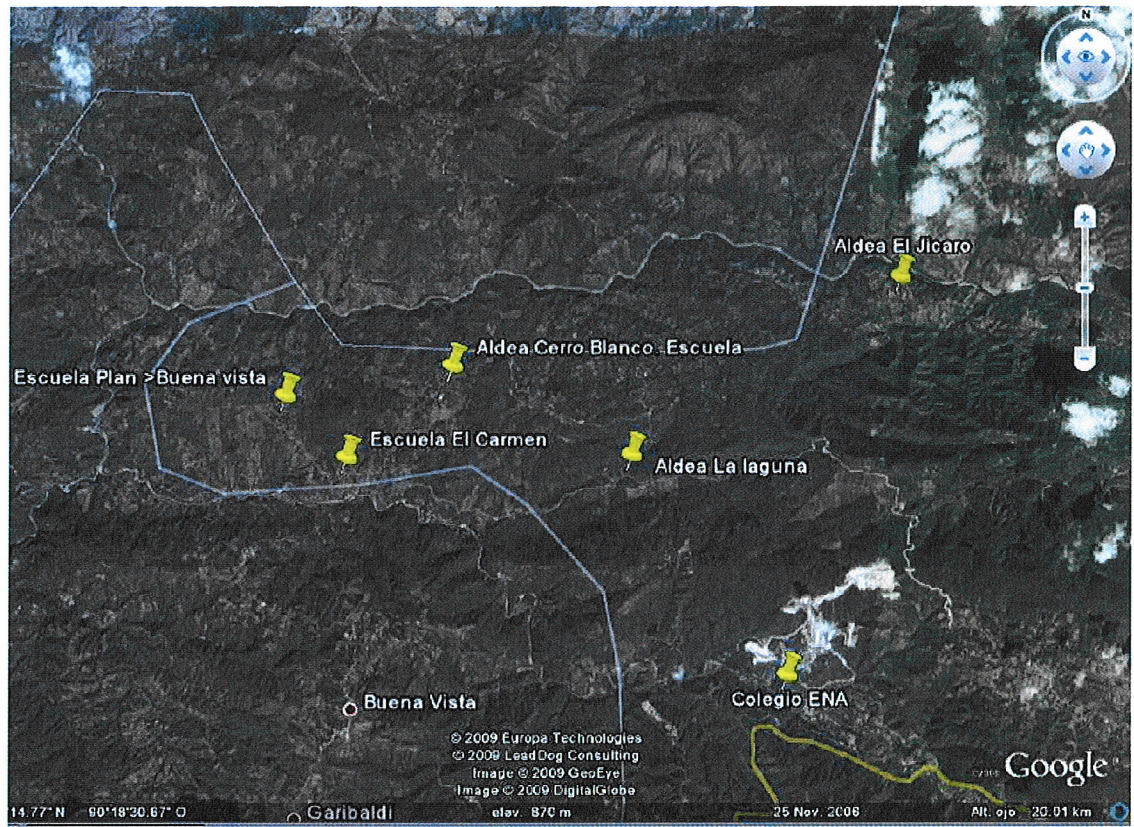


HH13



HH14

C. Localización de escuelas donde se impartió educación ambiental.



D. Imágenes de los resultados del análisis de heces.
Figura 1. Análisis de heces fecales. En vista un individuo de la familia formicidae.
Posiblemente una ingesta accidental.

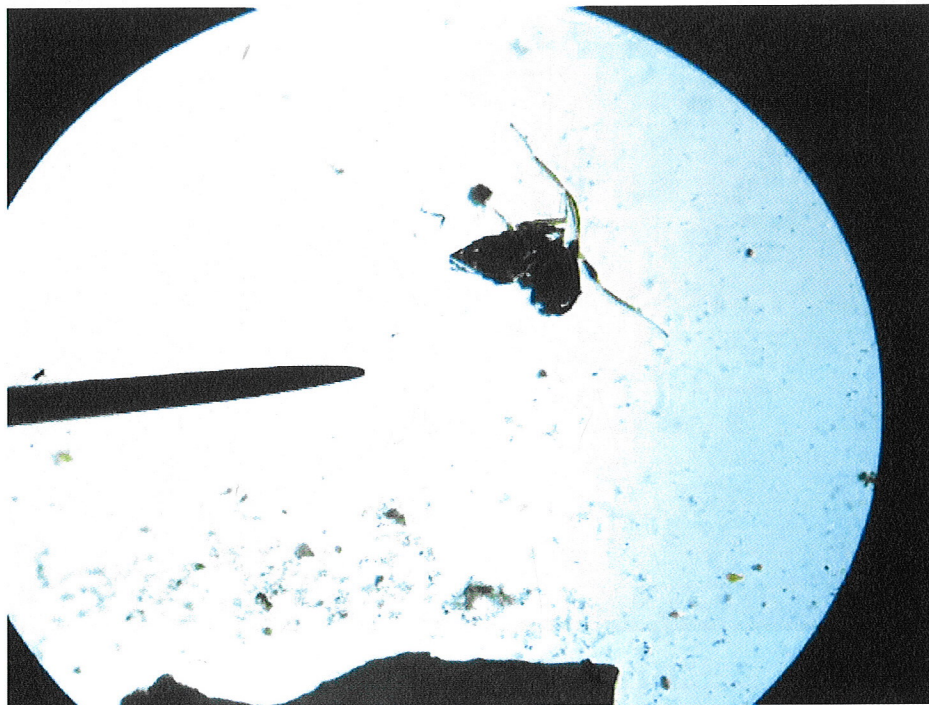


Figura 2. Se observan do ácaros. Posiblemente ingesta accidental o quizá ectoparásitos de presa.

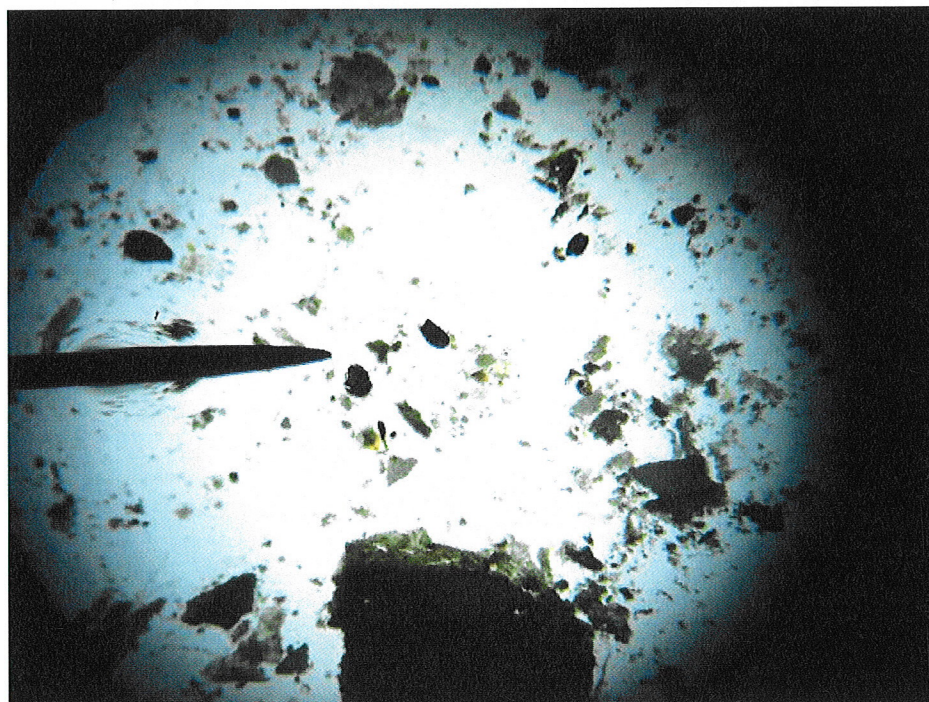


Figura3. Se observan dos ácaros en muestra de heces de *Heloderma*.

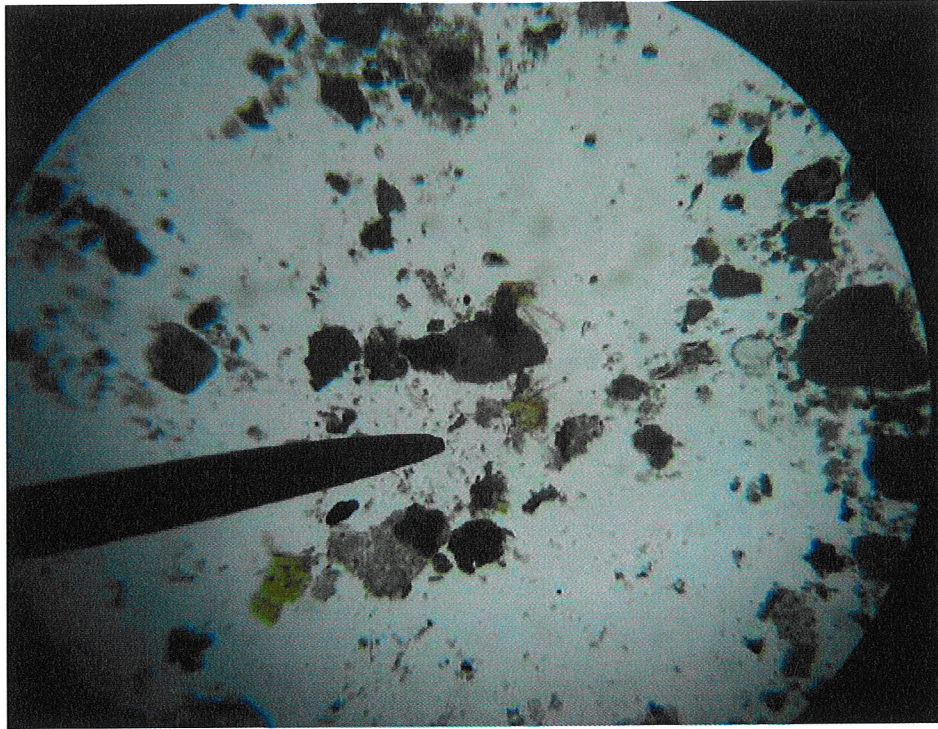


Figura 4. Se observa plumas con poco desarrollo.

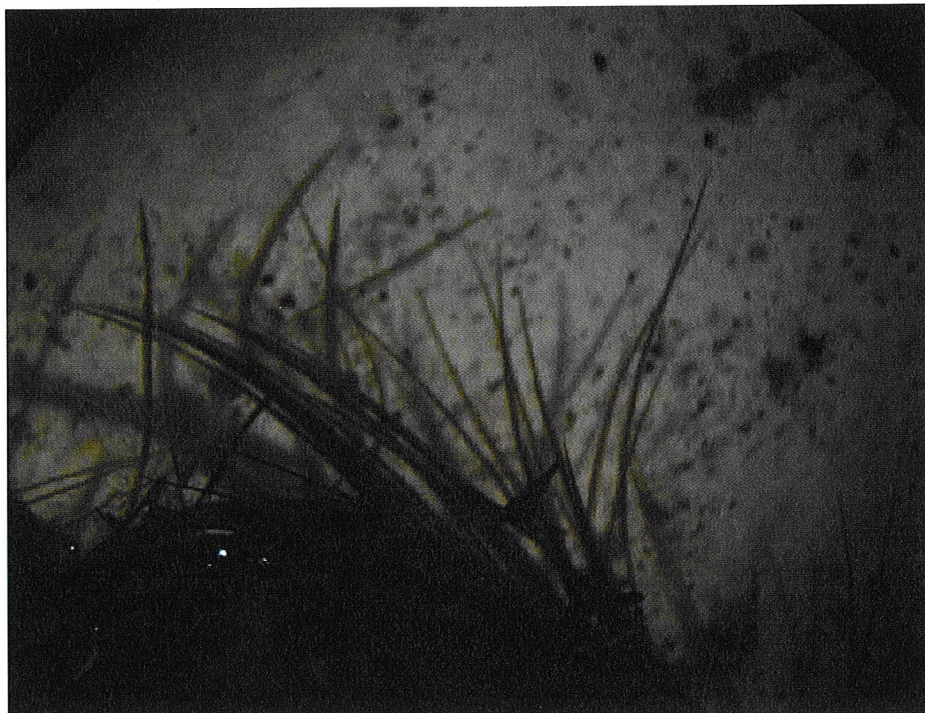


Figura 5. Se observan ácaros nuevamente.

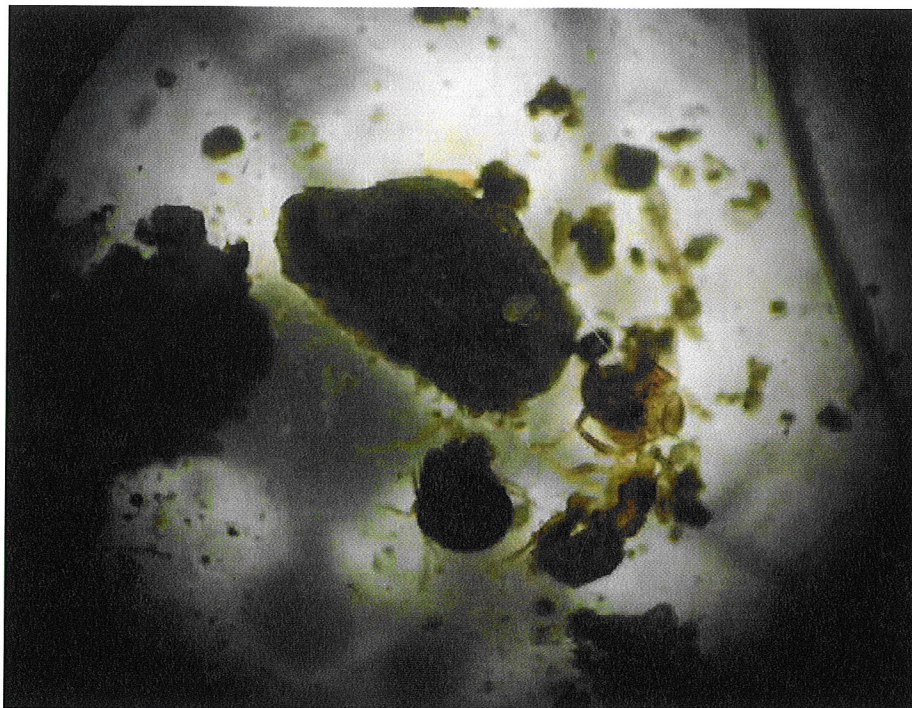


Figura 6. Se observa una flor que fue defecada.



Figura 7. Se observa pelo de mamífero en la forma típica de la defecación de reptiles que se alimentan de roedores.

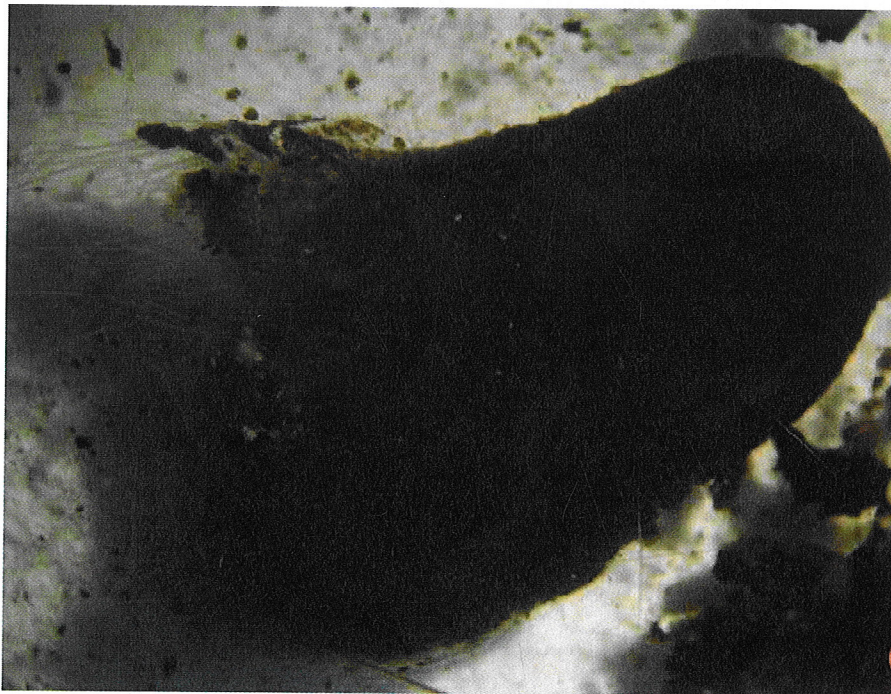


Figura 8. Se observa élitro de coleóptero.

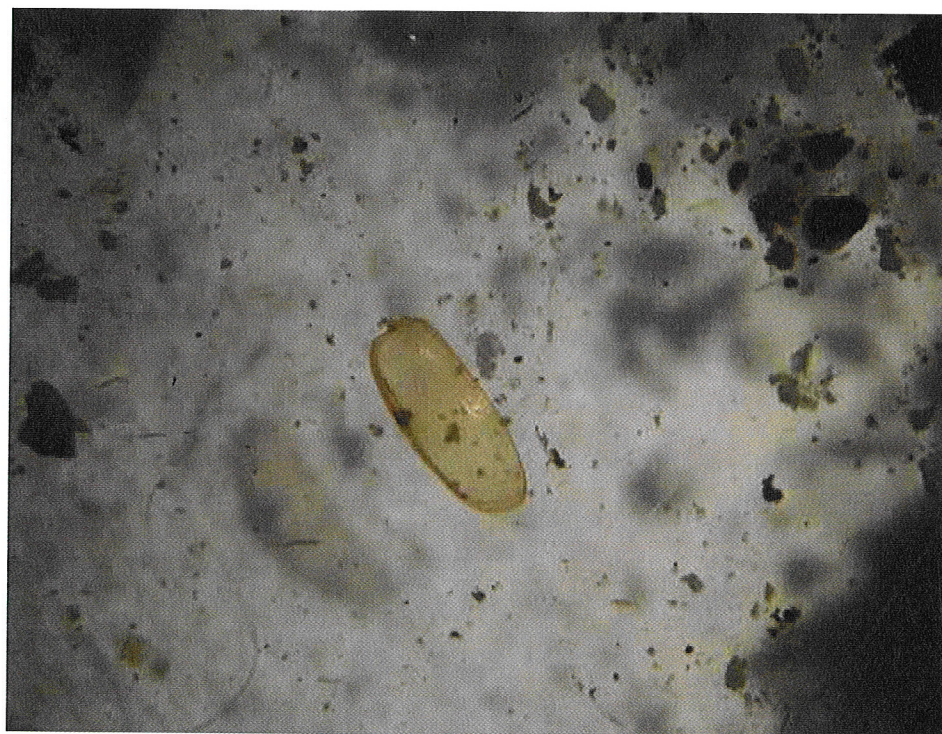


Figura 9. Dientes de roedor encontrados en heces de *Heloderma*.

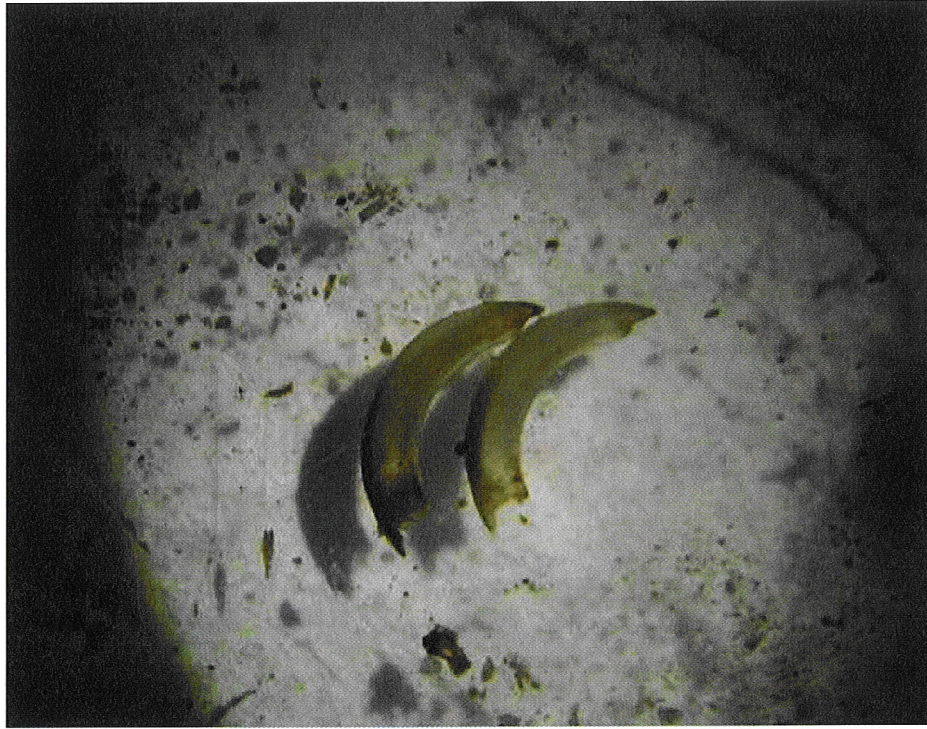
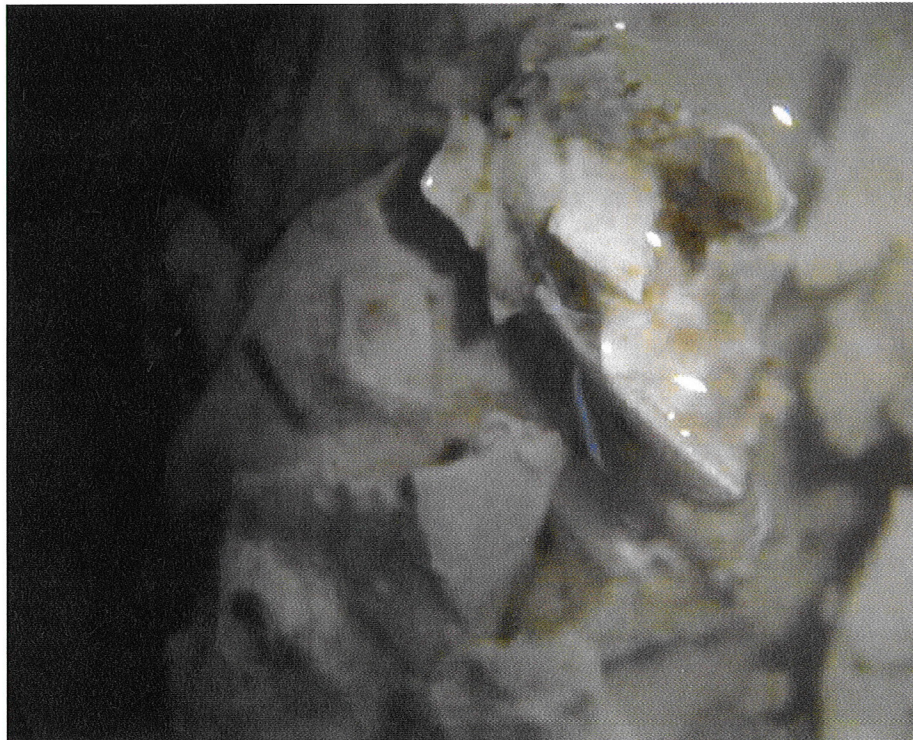


Figura 10. Restos de cascarón posiblemente de ave.



E. Refugios de *Heloderma*.

Figura 1. *Heloderma* en reposo en un reservorio de agua en un árbol.



Figura 2. *Heloderma* en actividad refugiándose en cueva.

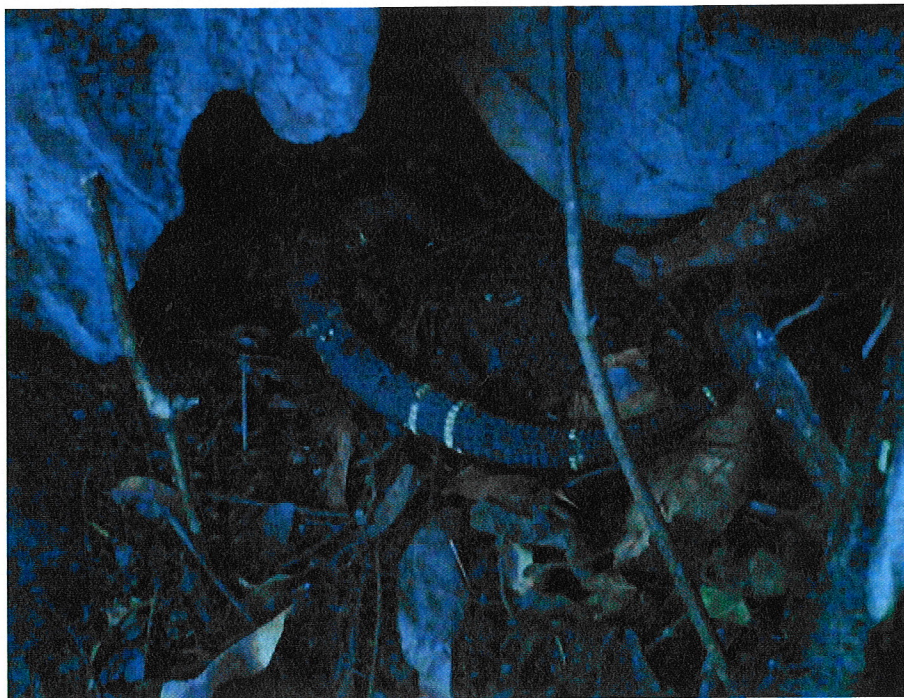


Figura 3. Fotografía de *Heloderma* captada en una de las relocalizaciones.



Figura 4. Fotografía de una cueva a un metro de elevación del suelo. El *Heloderma* se encontró dentro.



Figura 5. Fotografía del segundo *Heloderma* encontrado en la finca en el momento previo a su captura. Este se encontraba escarbando.

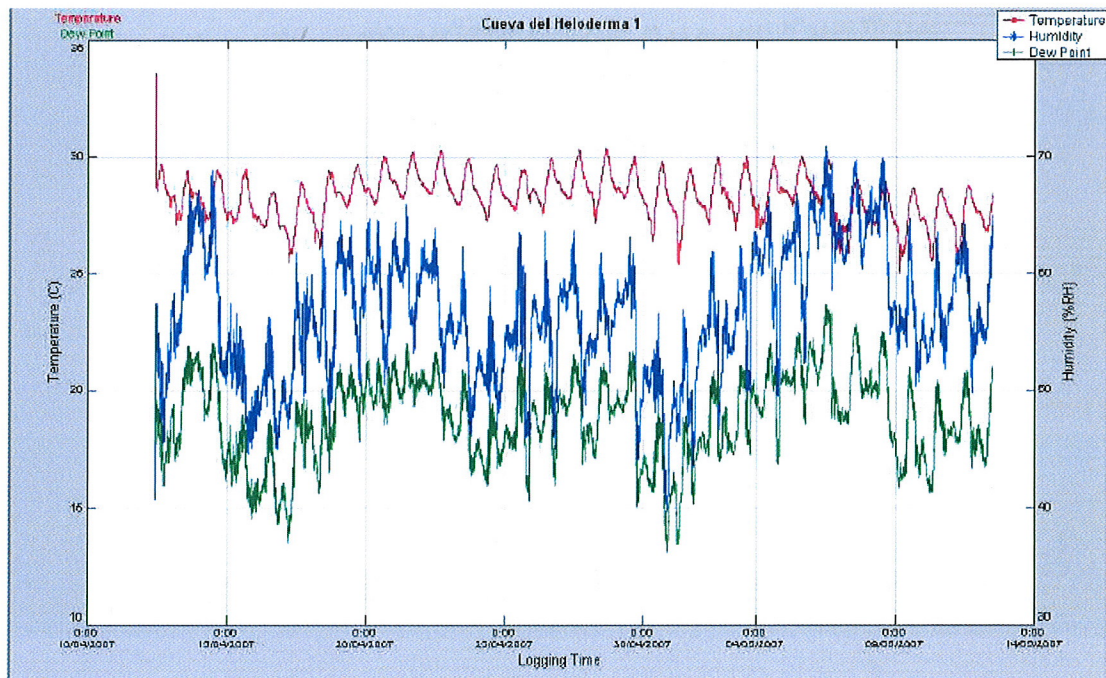


Figura 6. Cueva de primer *Heloderma* encontrado en la finca.

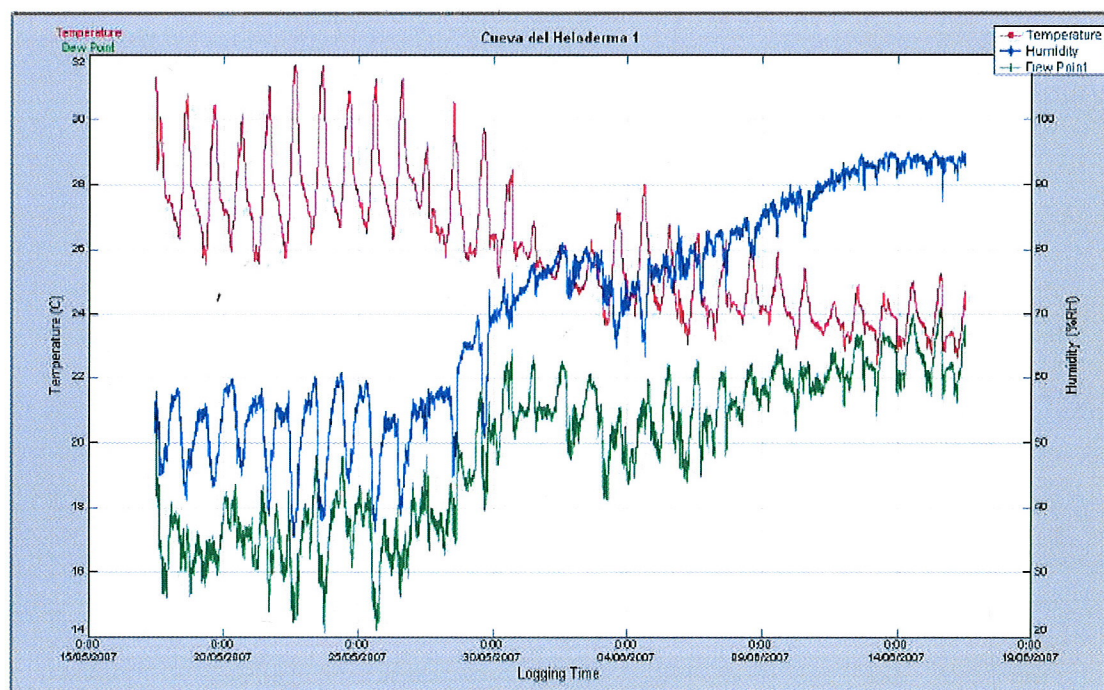


F. Cuadros ilustrativos del monitoreo anual dentro de cueva de *Heloderma*.

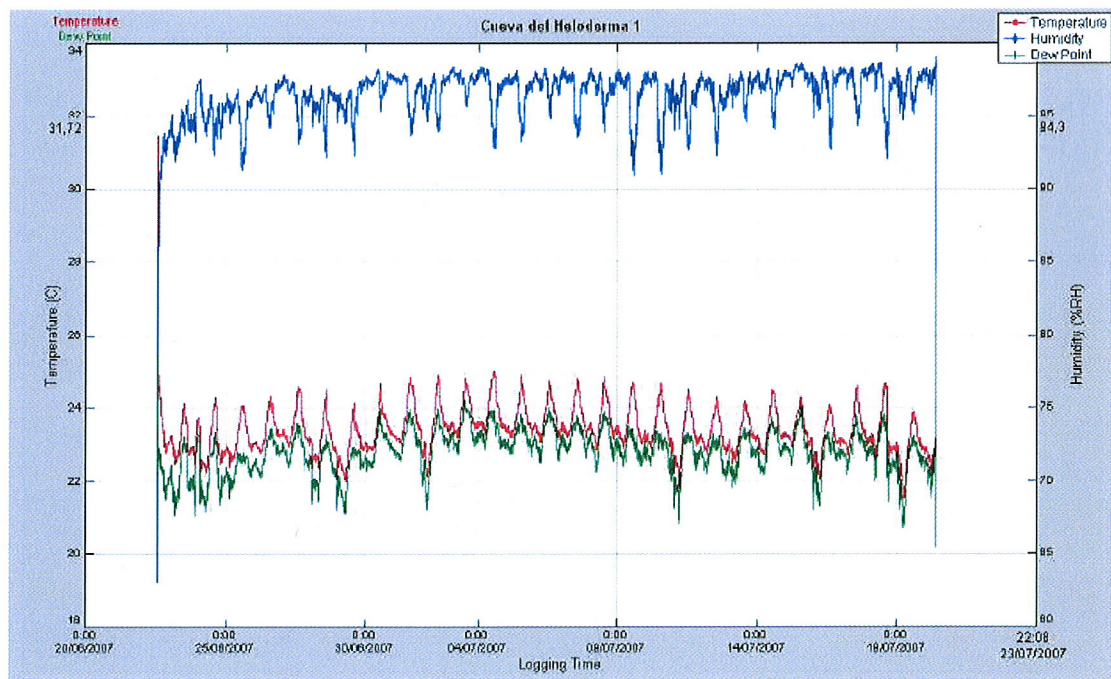
Gráfica 1. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 12 de abril al 12 de mayo 2007



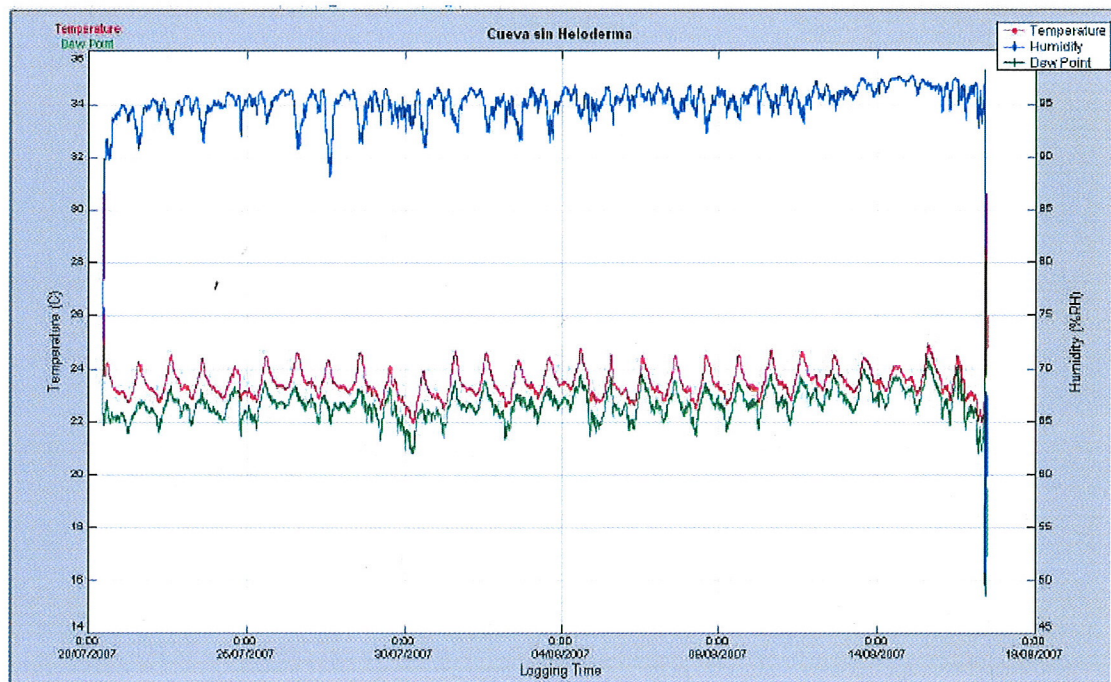
Gráfica 2. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 17 de mayo al 16 de junio 2007.



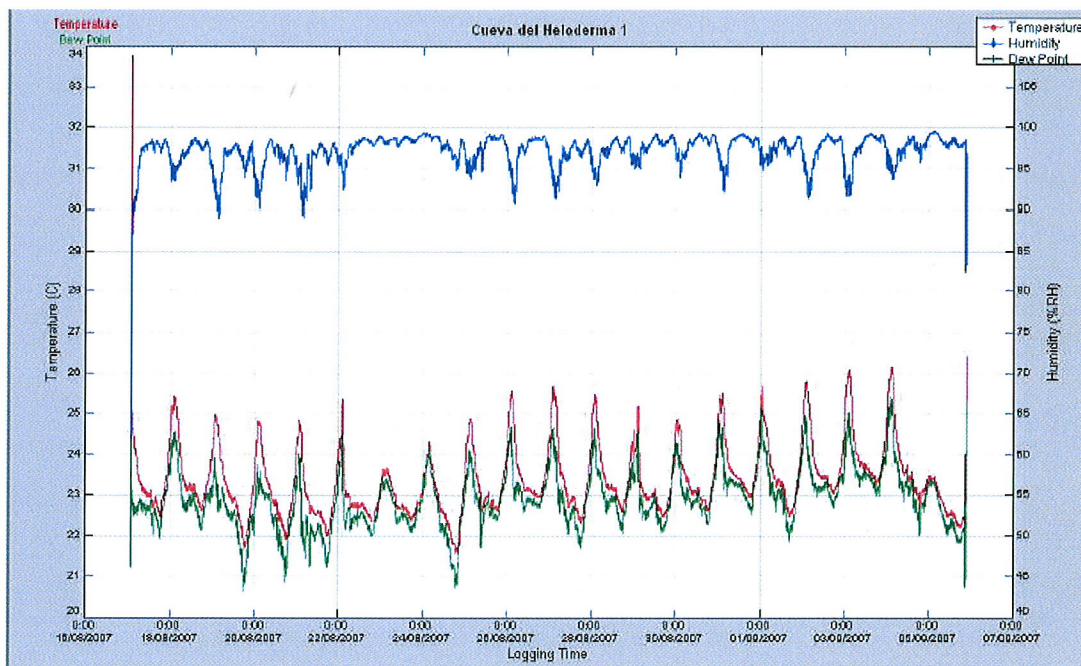
Grafica 3. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 22 de junio al 20 julio 2007.



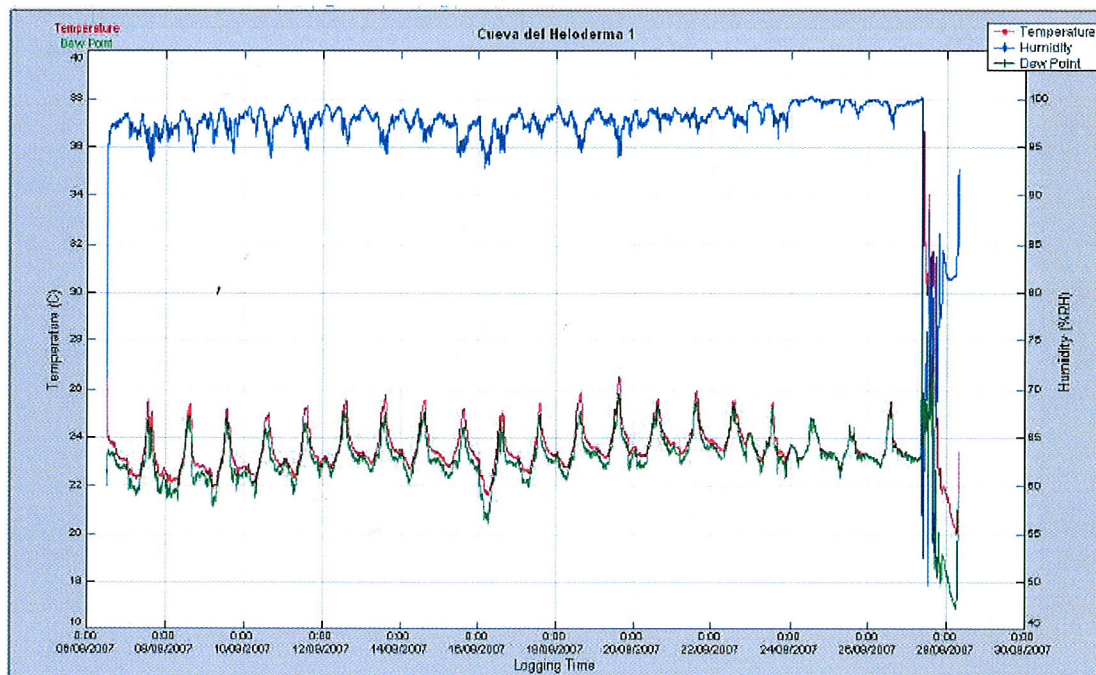
Grafica 4. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 20 de julio al 17 de agosto 2007.



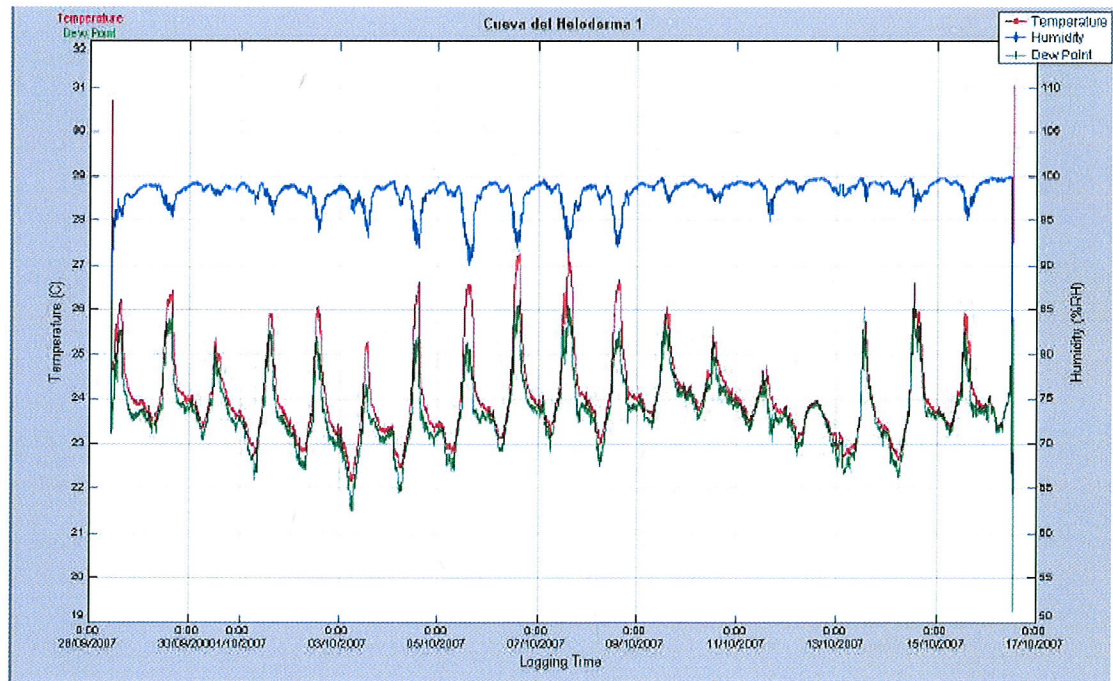
Gráfica 5. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 17 de agosto al 15 de septiembre 2007.



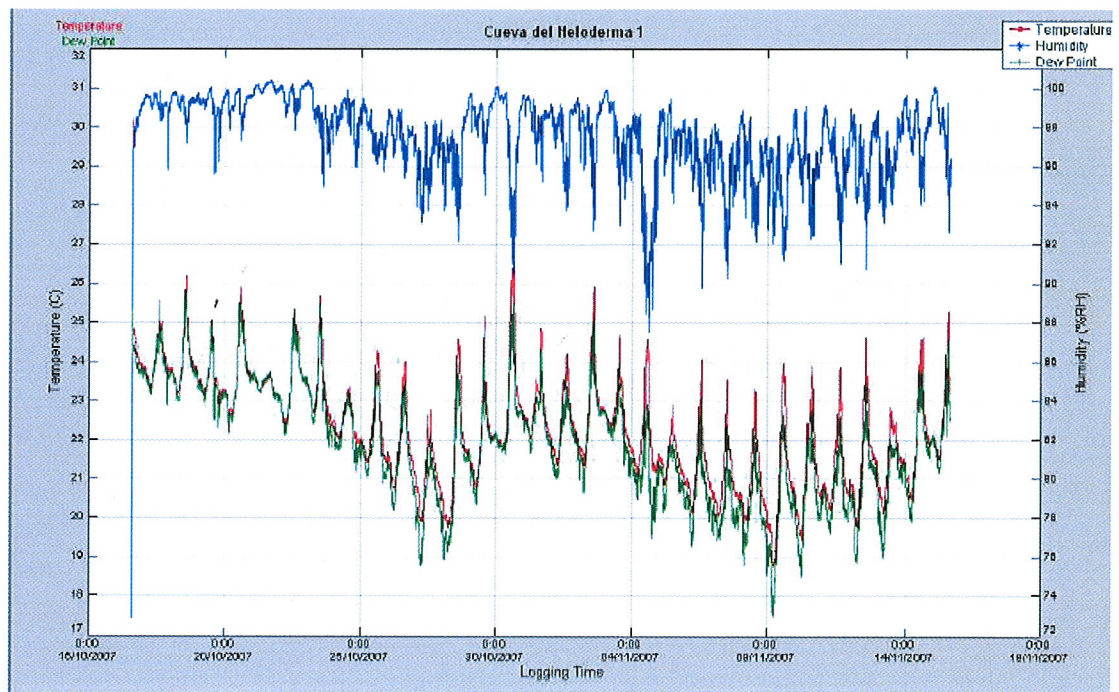
Gráfica 6. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 6 de septiembre al 28 de septiembre 2007.



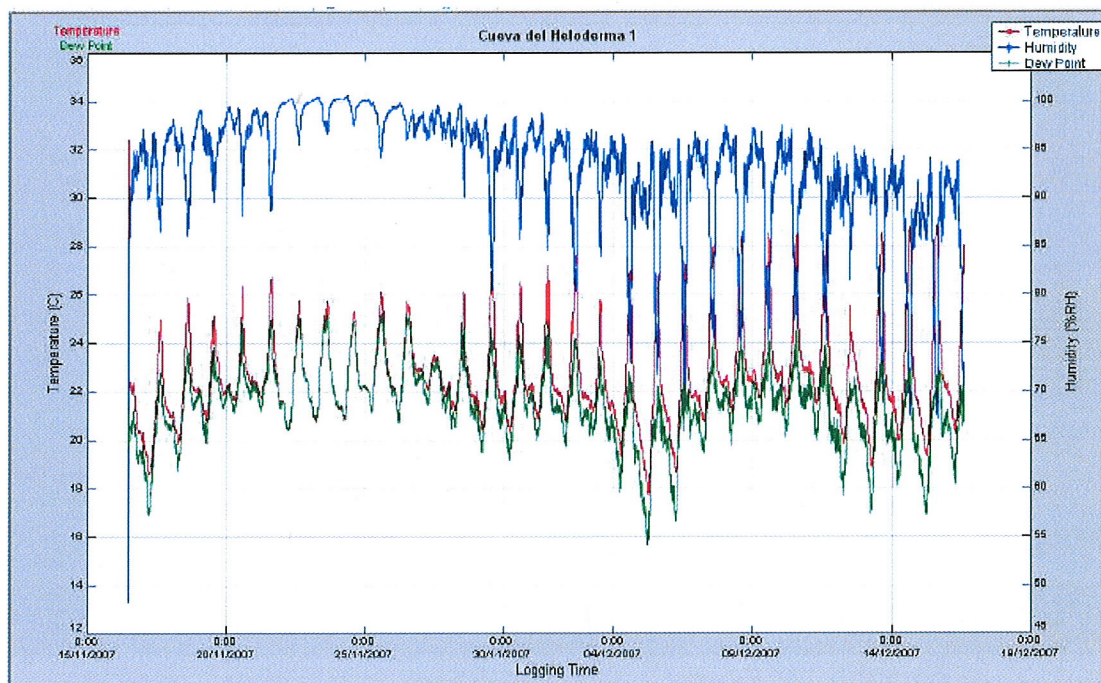
Gráfica 7. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 28 de septiembre al 16 de octubre 2007.



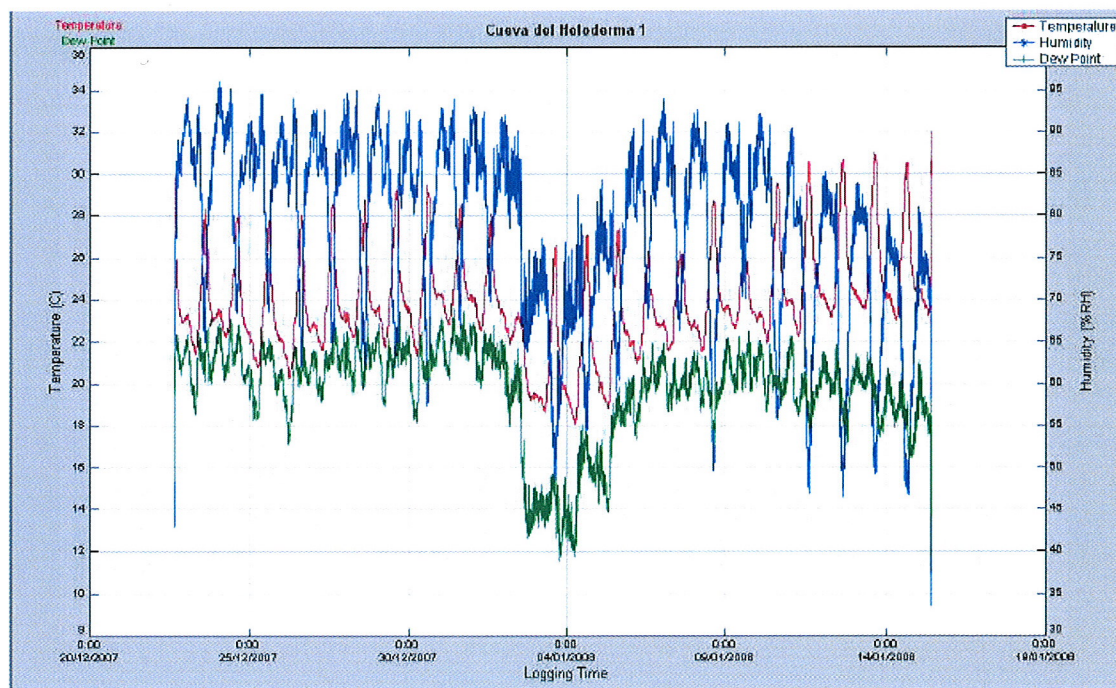
Gráfica 8. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 16 de octubre al 15 de noviembre 2007.



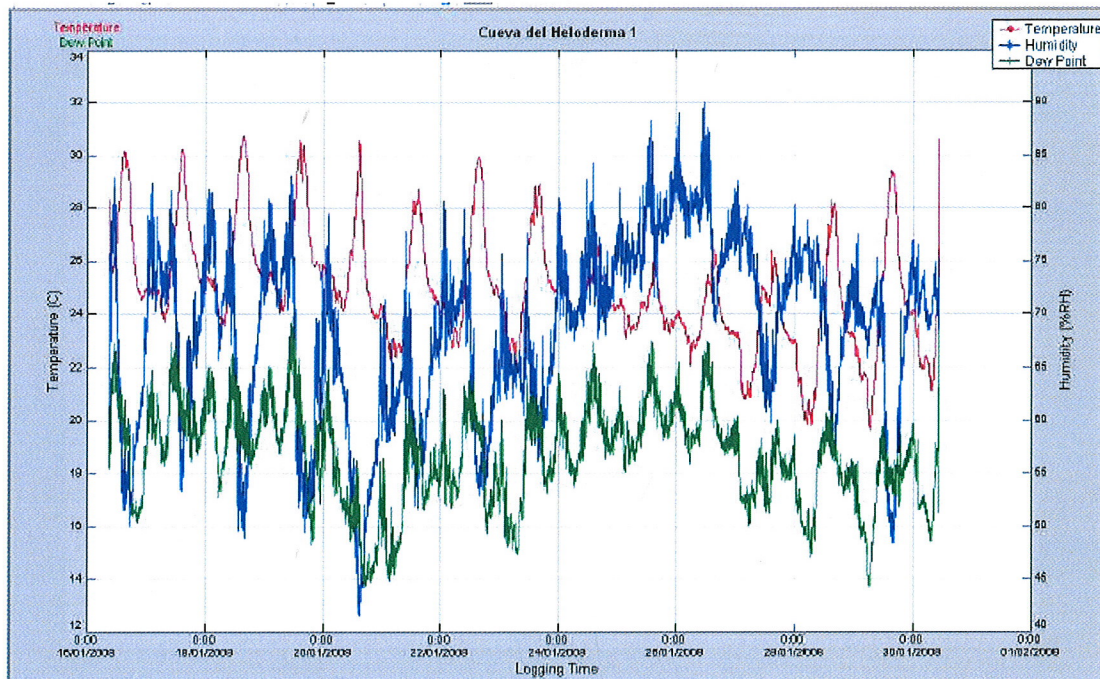
Gráfica 9. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 16 de noviembre al 16 de diciembre 2007.



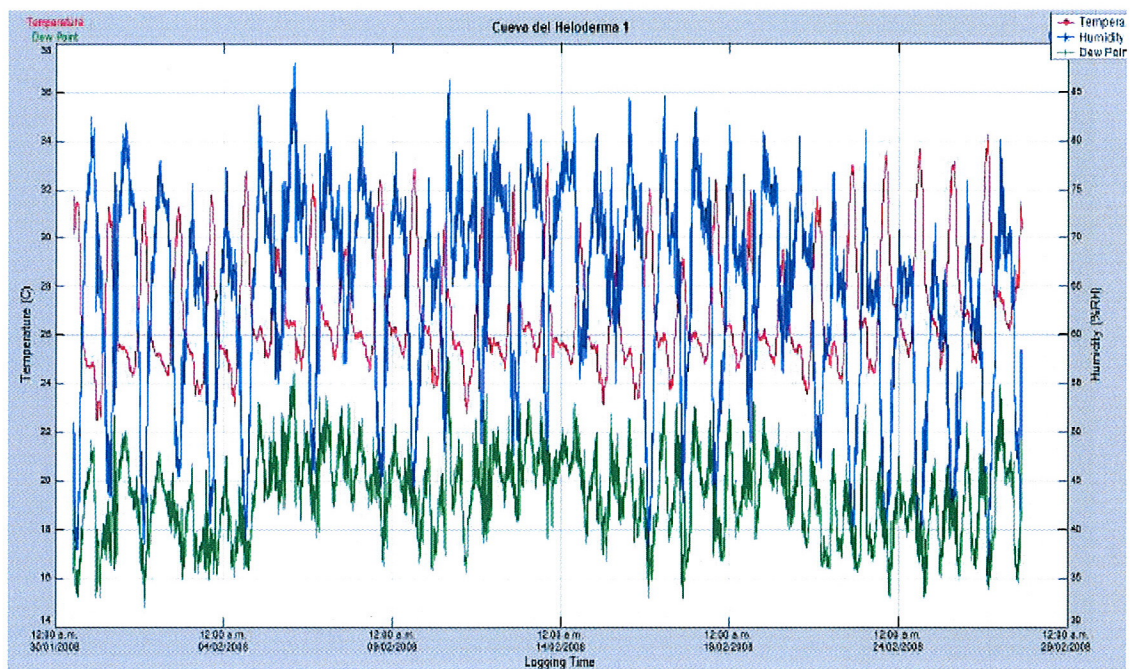
Gráfica 10. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 22 de diciembre al 15 de enero 2008.



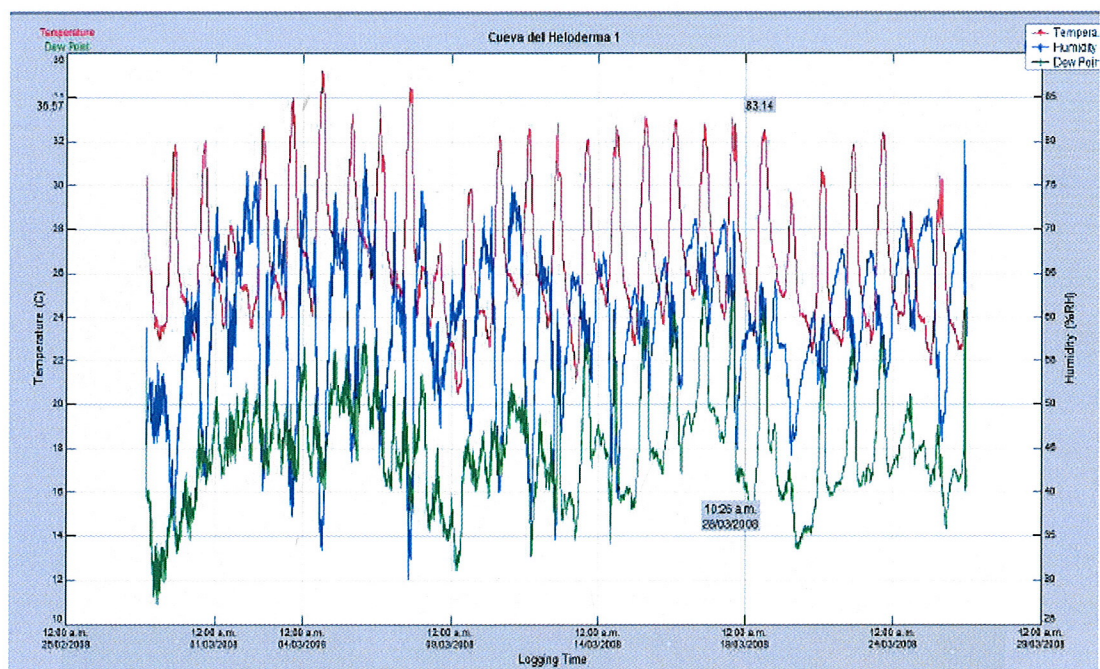
Gráfica 11. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 16 de enero al 30 de enero 2008.



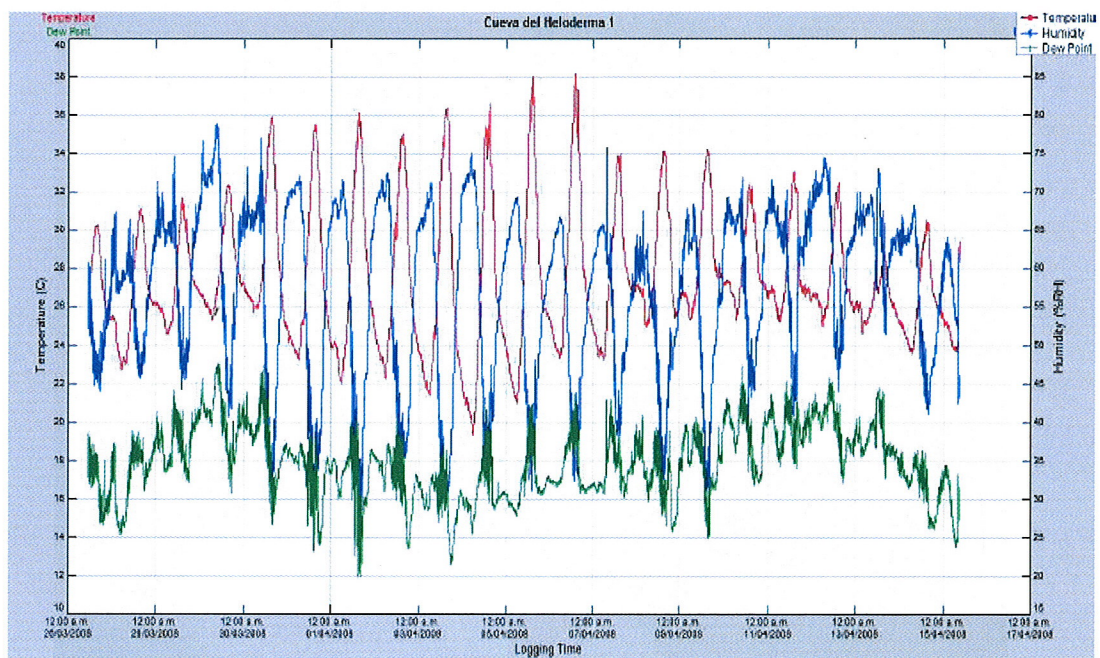
Gráfica 12. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 30 de enero al 27 de febrero 2008.



Gráfica 13. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 27 de febrero al 26 de marzo 2008.



Gráfica 14. Lectura temperatura, humedad y punto de rocío del 26 de marzo al 15 de abril 2008.



G. Proceso de cirugía de *Heloderma* herido.

Figura 1. *Heloderma horridum charlesbogerti* llevado al proyecto por pobladores quienes lo encontraron lastimado.

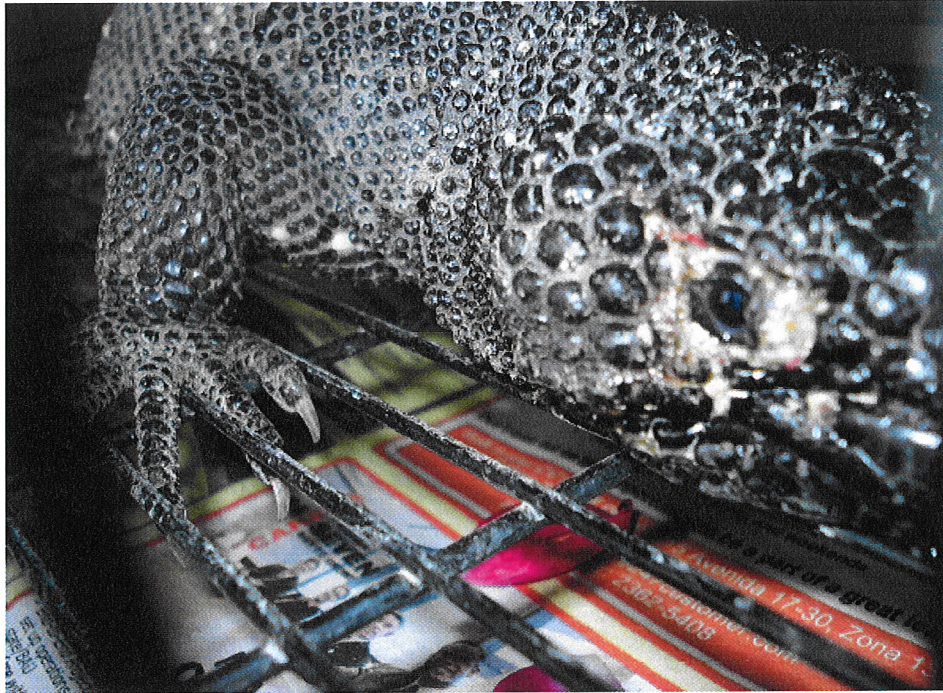


Figura 2. Proceso de cirugía que duró aproximadamente 2 horas

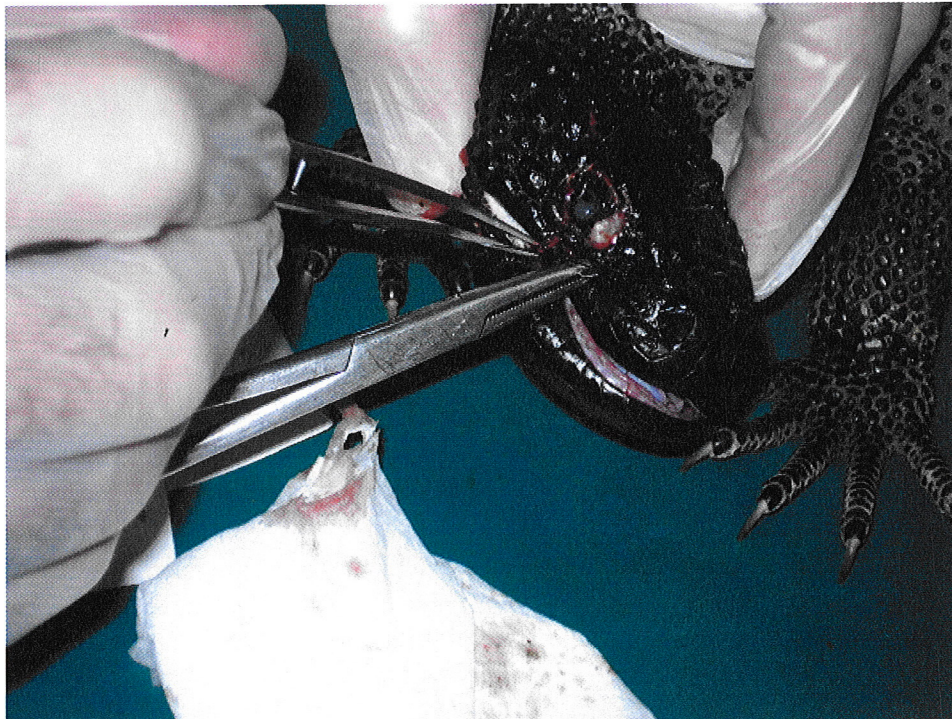


Figura 3. Fotografía que muestra parte de las suturas en el animal.



Figura 4. Obsérvese el anclaje con epoxi que se utilizó para suturar el párpado inferior.

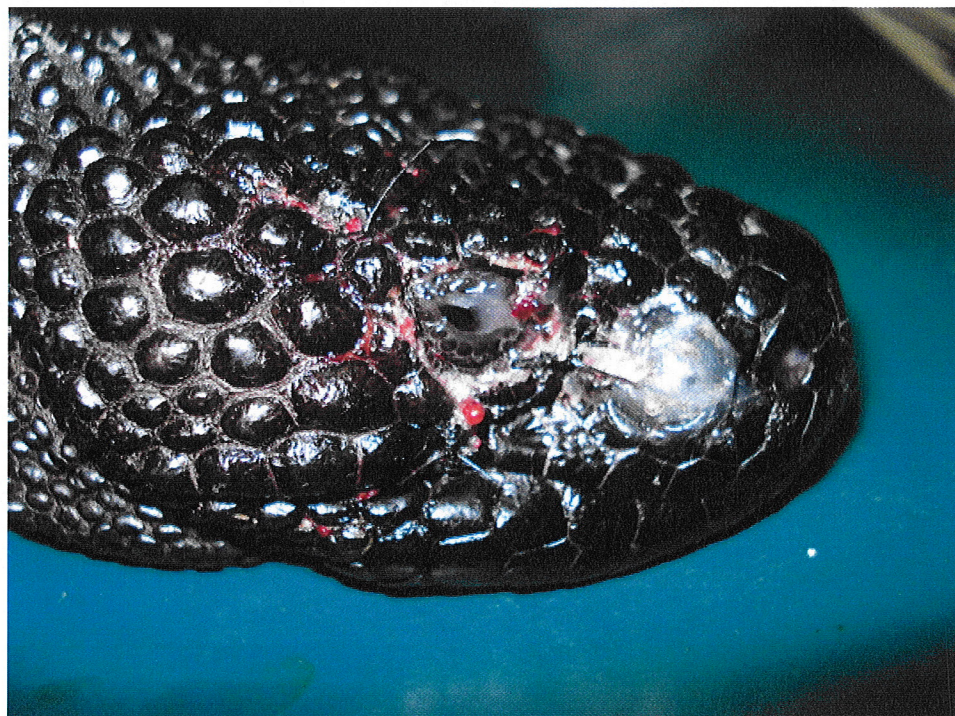


Figura 5. Animal después de la cirugía.



Figura 6. Animal una semana después de cirugía. Obsérvese la buena cicatrización en la parte superior del ojo.



H. Evidencia de individuos de *Heloderma* muertos durante estudio por diversas causas.

Figura 1. Batería que forma parte de los componentes de los radios utilizados en telemetría. Esto fue lo único que se pudo rescatar del radio. El animal que lo portaba fue encontrado muerto.



Figura 2. Hembra de *Heloderma* muerta en el camino a la aldea el Jícaro. Obsérvese al trauma en la cabeza y la sangre. Este fue el segundo individuo encontrado muerto.



No	Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Meses de colecta											
19		Lygaeidae		<i>Varias</i>	xx	x	xx					xx	x		x	
				<i>Cnemodus sp</i>	x		x								x	
				<i>Mydocha sp</i>				x			x					
20		Cydnidae		<i>Amnestus basidentatus</i>	xx	x	xx	xx	xx	x	xx	x		x		
				morfoespecie negra			xx	xx	xx		xx					
21		Pentatomidae			x	x	x	x								
22		Aradidae					x									
23		Notonectidae						x								
24		Tingidae								x						
25		Nabidae									x					
26		Berytidae														x
27	Homoptera	Cicadellidae			xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
28		Membracidae			x	x										
29		Nogodinidae			x	x		x	x							
30		Delphacidae			x	xx	x	xx	xx		xx	xx			xx	
31		Cixiidae				x		xx	xx	xxx					xx	x
32		Psyllidae				xx	xxx	xx	xx		xx				xx	x
33		Aphididae				xx		xx								
34		Dictyopharidae									xx	x			x	
35		Flatidae									xx					
36		Issidae									x					
37	Neuroptera	Chrysopidae				x	xx								x	
38		Myrmeleonidae				x	xx		x							
39		Hemerobiidae					x									
40		Corydalidae		<i>Corydalus sp.</i>				x								
41	Coleoptera	carabidae	Carabinae					x	xx	xxx	x	xx	x		xx	x
42		Staphylinidae	<i>Varias</i>		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	x
			Paederinae	<i>Homaeotarsus sp</i>	x	x	x									
			Oxytelinae	<i>Anotylus sp.</i>						x						
			Tachyponirae		x			x							x	
43		Pselaphidae		<i>Decarthon sp.</i>	xx	xx		x	xx		xx	x			x	x
				<i>Reichenbachia sp</i>	xx			xx								x
44		Brentidae								x						
45		Curculionidae	Scolytinae		xx	xxx	xx	xx	xxx				x	xxx	xx	x
			otras	<i>varias</i>					xx							
46		Scarabaeidae	Aphodiinae		xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
			Melolontinae	<i>Phyllophaga sp.</i>		xx	xx	xx	xxx	xxx			x			
			Scarabaeinae	<i>Coprófago</i>				x		x					x	
			Rutelinae						x						x	
47		Hysteridae													x	
48		Cebrionidae							x							
49		Elatерidae			x	x	xx	xx	xx		xx				xx	
50		Buprestidae								x						
51		Anthicidae			xx	xx	x		xx						x	
52		Cleridae			x				x	x						
53		Hydrophilidae			x	xx	x	xx	xx				x			
54		Cántharidae					x	x	x							
55		Lampyridae				x			x						x	x
56		Lycidae									x	x				
57		Phengodidae					x									
58		Cerambycidae				x	xx	x								x
59		Coccinellidae						x								
60		Erotylidae		<i>Ischyryus quadripunctatus</i>						x						
61		Oedemeridae							xx	xxx	xx	xx	xx	xx	xx	x
62		Mordellidae		<i>Mordellistena sp</i>				x	x					xx	x	
				<i>Tomoxia sp.</i>					x				x		x	x

No	Orden	Familia	Subfamilia	Especie	Meses de colecta											
63		Chrysomelidae		<i>Varias</i>			x		x			x		x		x
			Cassidinae						x							
64		Ptilodactylidae								xx	xx		xx	xx	xx	
65		Ostomidae													xx	
66	Strepsiptera	Myrmecolacidae				xx	x		x							
67	trichoptera	<i>Varias</i>						xx	xx						xx	
68	Diptera	Sciaridae			xxxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	x
69		Tipulidae			x	xx	xx		xx		xx	x	xx	xx	xx	x
70		Mycetophylidae			xxx											
71		Cecidomiidae			x		x					x				x
72		Chironomidae			xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	x
73		Simulidae			xxx	xxxx	xxxx	x	xx	x	xx	x	x	xxx	xxx	x
74		Phoridae			xx	xx	xx	xxx	xx	x	xx	x	xx	xx	xx	x
75		Pipunculidae			x											
76		Psychodidae	Psychodinae		x		xx	xx	xx		xx	x	xxx	xx	x	
77		Scatopsidae			x									xxx		
78		Bibionidae	Placiinae	<i>Plecia sp</i>		x										x
79		Drosophylidae			x			xx	xx		xx	x	xx	xx	xx	x
80		Syrphidae				x		x			x					
81		Sarcophagidae				x	x									
82		Muscidae		<i>Musca sp</i>				x		x						
83		Dolychopodidae			x		x			x						
84		Stratiomyidae						x								x
85		Asilidae						x								
86		Sphaeroceridae								x						
87		Asteiidae								x						
88		Dixidae		<i>Dixa sp</i>										x		
89		Tephritidae														x
90		Otitidae		<i>Physiphora sp</i>												x
91	Hymenoptera	Vespididae					xxx					x				x
92		Formicidae			xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	
				<i>Camponotus sp</i>												
93		Ichneumonidae					x		xx		x				xx	x
94		Braconidae		<i>Varias</i>				xx	xx	x					xx	
				<i>Chelonus sp</i>					x							
95		Cynipoidea						x								
96		Chalcidoidea	Torymidae					x								
97			Mymaridae						x		x				x	
98			Chalcididae								x					
99			Eulophidae													x
100		Proctotrupeoidea	Roproniidae							x						