



Ecología, ámbito de hogar y abundancia de una de las fuentes de alimento de *Heloderma horridum charlesbogerti* en Cabañas, Zacapa, Guatemala.

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Biología

Ecología, ámbito de hogar y abundancia de una de las  
fuentes de alimento de *Heloderma horridum*  
*charlesbogerti* en Cabañas, Zacapa, Guatemala.

Trabajo de investigación presentado por Lucrecia del  
Carmen Masaya Arias para optar por el grado de  
Licenciado en Biología

Guatemala  
2005

## PREFACIO

El *Heloderma* es una especie ampliamente conocida en la región oriental del país, llamándosele escorpión o niño dormido. Es importante mencionar que en dicha área también utiliza el mismo nombre para denominar erróneamente a otras especies de lagartijas. El escorpión ha sido temido mucho debido a su aspecto y ponzoña, por lo que se le han generado múltiples leyendas. Dichas leyendas han pasado de generación en generación, en las comunidades a lo largo de su distribución. Entre ellas, se cree que secreta leche, que seca los árboles, que quema toda la vegetación a su alrededor y que envenena a los humanos, al entrar en contacto con su sombra, produciendo una muerte instantánea. La existencia de estas leyendas ha fomentado su exterminio y ha reducido drásticamente el tamaño de su población en los últimos años.

El escorpión que habita en Guatemala es una subespecie endémica en peligro de extinción, del cual existe poca información. Es un animal de hábitos ocultos, lo que dificulta su estudio por medio de metodologías convencionales. Por ello, el trabajar en su conservación implica grandes esfuerzos institucionales, económicos y de trabajo de campo. El reto de trabajar con esta especie fue la principal razón que me motivó a realizar esta investigación. Además, me permitió aprender acerca de la radio telemetría, técnica que combina tecnología y conservación.

Este trabajo es uno de los múltiples esfuerzos de investigación requeridos para llenar los vacíos de información de esta especie. Aprendí acerca de la biología e historia natural del género *Heloderma*, y a la vez aprendí acerca de las comunidades humanas del oriente del país. Este proyecto me permitió convivir con la comunidad de El Arenal y aprender acerca de sus costumbres y creencias. La comunidad también se interesó y participó en la ejecución de este proyecto, transformando su concepto acerca del escorpión e interesándose en el bienestar y conservación del mismo. Por lo tanto, éste es el mayor

fruto y logro de mi tesis, lo cual seguiré promoviendo en futuras investigaciones de esta especie.

Finalmente, deseo agradecer a las instituciones y personas que permitieron que esta investigación se llevara a cabo. Por ello, agradezco el apoyo y respaldo de la Organización Zootropic y de The Nature Conservancy. La ejecución de este trabajo no hubiera sido posible sin la guía y apoyo incondicional del Lic. Daniel Ariano, el Ing. Luis Alvarado y el Lic. Rodrigo Botrán y sin el apoyo, ayuda y compañía de mis amigos y colegas José Antonio Urbina (Tono) y Gilberto Salazar. También agradezco el apoyo y asesoría del Dr. Daniel Beck desde la Universidad Central de Washington; la ayuda de Eric López, Paulo Andrade, Delia González, Betty Arias, Mama Nina y Uwaldo Morales de la comunidad de El Arenal; la colaboración de Pedro Mejía y Juan Jacinto por la donación de dos especímenes; el apoyo del Ing. Alfredo Vidal, alcalde de la municipalidad de Cabañas; al Lic. Pablo Arroyo, veterinario que llevó a cabo las operaciones de los especímenes; a la Licda. Claudia Monzón y el Laboratorio SIG de la Universidad del Valle, por su asesoría en la elaboración de los mapas; a la Licda. Margarita Palmieri, M. Sc. Claudia Quan, Licda. Mayra Maldonado, al Dr. Michael Dix y al Ing. Castañeda por haberme asesorado a lo largo de la elaboración de mi trabajo de tesis; a Jacobo Blijdenstein e Italia Triquez por haberme apoyado en mis viajes de campo; y a Eduardo Ovalle por su colaboración en la edición final de los mapas de este trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PREFACIO.....	i
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xiii
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
A. Antecedentes .....	1
B. Justificación.....	8
C. Objetivos .....	9
D. Hipótesis.....	9
II. MÉTODOS .....	10
A. Sitio de Estudio .....	10
B. Materiales y métodos.....	13
III. RESULTADOS .....	17
A. Ámbito de hogar y patrones de actividad.....	17
B. Caracterización del tipo de hábitat .....	26
C. Abundancia de nidos de aves .....	26
IV. DISCUSIÓN.....	29

V. CONCLUSIONES .....	39
VI. RECOMENDACIONES.....	41
VII. LITERATURA CITADA.....	42
VIII. APÉNDICES .....	46
A. Hoja de datos para relocalizaciones y patrones de actividad.....	47
B. Hoja de datos para la determinación de abundancia de nidos.....	48
C. Método de marcaje.....	49
D. Equipo de radio telemetría.....	51
E. Método de punto cuadrante.....	52
F. Especímenes monitoreados.....	53
G. Cuevas de <i>H.h.charlesbogerti</i> .....	54
H. Hábitos arborícolas de <i>H.h.charlesbogerti</i> .....	55
I. Comportamiento de apareamiento reportado en cautiverio.....	56
K. Comportamiento de combate entre machos de <i>Heloderma horridum</i> .....	57
J. Rutas de los individuos monitoreados.....	59
L. Listado de las especies vegetales del área .....	65
M. Listado de las especies de aves que presentaron nidos en los transectos.....	77

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Individuos de <i>H.h. charlesbogerti</i> marcados y monitoreados durante el estudio ....	14
2. Tiempo en horas y promedio de esfuerzo de monitoreo total e individual de <i>H.h. charlesbogerti</i> . .....	15
3. Ámbito de hogar y núcleo central de <i>H. h. charlesbogerti</i> obtenido por espécimen y en promedio. ....	23
4. Promedios para los parámetros medidos en la caracterización del hábitat de <i>H.h. charlesbogerti</i> . ....	26
5. Promedio de los parámetros medidos en el conteo de todos los nidos de aves terrestres registrados. ....	28
6. Listado de especies vegetales del área. El cuadro muestra las especies encontradaa al realizar el método de punto cuadrante. ....	65
7. Listado de especies arbóreas de los sitios muestreados con cuevas de <i>H.h. charlesbogerti</i> .....	67
8. Listado de especies arbóreas de los sitios aleatorios muestreados.....	71
9. Listado de las especies de aves terrestres que presentaron nidos en los transectos.....	76

Página

10. Listado de todos los nidos de aves terrestres y sus parámetros registrados durante su monitoreo en sitios quebrados en Cabañas, Zacapa ..... 77
11. Listado de todos los nidos de aves terrestres y sus parámetros registrados durante su monitoreo en planicies, en Cabañas, Zacapa..... 81

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución de las dos subespecies de <i>Heloderma suspectum</i> . .....	2
2. Distribución de las cuatro subespecies de <i>Heloderma horridum</i> . .....	3
3. <i>Heloderma horridum charlesbogerti</i> .....	4
4. Aparato venenoso de <i>Heloderma</i> . .....	5
5. Sitio de estudio .....	12
6. Porcentajes de actividad observada en todos los individuos de <i>H.h.charlesbogerti</i> en el estudio. ....	17
Figura 1. Actividad de <i>H.h. charlesbogerti</i> en los meses de octubre y diciembre en Cabañas, Zacapa.....	18
8. Distancia promedio desplazada por todos los individuos de <i>H.h.charlesbogerti</i> por mes de monitoreo. ....	19
9. Porcentaje de actividad de <i>H.h. charlesbogerti</i> por temperatura ambiental.....	20
10. Temperaturas ambientales reportadas durante el monitoreo de <i>H.h. charlesbogerti</i> en los meses de septiembre a diciembre, en Cabañas, Zacapa. ....	21

	Página
11. Porcentaje de actividad de <i>H.h. charlesbogerti</i> por humedad relativa. ....	21
12. Localizaciones de los especímenes de <i>H.h. charlesbogerti</i> en Cabañas, Zacapa, durante el monitoreo ejecutado en el 2004. ....	24
13. Ambito de hogar para <i>H.h. charlesbogerti</i> en Cabañas, Zacapa. ....	38
14. Abundancia de todos los nidos de aves terrestres registradas en las áreas muestreadas. ....	27
15. Marcaje de los <i>Heloderma</i> con radios transmisores. ....	49
16. Marcaje con microchips. ....	50
17. Equipo para la relocalización de los especímenes. ....	51
18. Método de punto cuadrante. ....	52
19. Individuos de <i>H.h. charlesbogerti</i> monitoreados durante el estudio. ....	53
20. Cuevas de <i>Heloderma</i> . ....	54
21. Hábitos arborícolas de <i>H.h.charlesbogerti</i> . ....	55
22. Comportamiento de apareamiento reportado para <i>H.h.charlesbogerti</i> en el Zoológico de Atlanta. ....	56
23. Dibujo del comportamiento de combate entre machos de <i>H.h. horridum</i> de Jalisco, México. ....	57

	Página
24. Comportamiento de combate entre machos de <i>H.h.charlesbogerti</i> , en el Zoológico de Atlanta. ....	58
25. Ruta de Willys. ....	59
26. Ruta de Stinky. ....	60
27. Ruta de Cabañas. ....	61
28. Ruta de Muñeca. ....	62
29. Ruta de Matilde. ....	63
30. Ruta de Kanelo. ....	64

## RESUMEN

En este estudio obtuve información sobre la ecología y comportamiento de *Heloderma horridum charlesbogerti* en Cabañas, Zacapa, Guatemala. Lo realicé mediante el uso de tres técnicas: radio telemetría, transectos y cuadratos. La primera la utilicé para revelar las rutas de movimiento, ámbito de hogar y tendencias en los patrones de actividad; la segunda para estimar la abundancia de nidos de aves como fuente de alimento; y la tercera, para la caracterización del hábitat de este saurio. Establecí que en cuatro meses de estudio, que *Heloderma* es más activo durante el crepúsculo e inicio de la noche (17:00 a 21:00), seguido por la tarde (13:00 a 16:00) y la mañana (7:00 a 12:00). En el mes de octubre registré tres picos de actividad, siendo el primero entre las 7:00 y 10:00 horas, el segundo entre 13:00 y 19:00 horas y el tercero entre las 20:00 y 21:00 horas (en orden descendente). La actividad en septiembre y diciembre no la calculé por la falta de datos. En el mes de diciembre registré poca actividad, con un pico entre las 16:00 y 17:00 horas. Por otra parte, con este estudio reporté el recorrido de una distancia promedio de 133.7 m/día; siendo la mayor distancia recorrida en el mes de octubre (197 m/día), seguido por septiembre (159 m/día) y diciembre (44 m/día). Además, *Heloderma* mostró actividad a temperaturas entre los 24 y 32 °C, maximizándose entre los 28 y 31 °C. En el caso de humedad relativa, mostró actividad a humedades relativas mayores al 50%, maximizándose al aproximarse al 100%. El ámbito de hogar promedio fue de 180.77 ha, con un núcleo central de 34.55 ha. En función de esto, estimé que el tamaño de la población posiblemente es de 30 individuos para el municipio de Cabañas y de 174 individuos para el departamento de Zacapa. En estas áreas, el hábitat de *Heloderma* muestra fuertes pendientes, árboles de mayor grosor y altura, con una mayor densidad de piña de coche (*Hechtia guatemalensis*) y abundancia de huevos de aves, y con cuevas (utilizadas por *Heloderma*) con un promedio 75.2 cm de profundidad y 22.8 cm de diámetro. Además, en el caso de nidos de aves, la altura de los árboles, la altura del nido sobre el nivel del suelo y la distancia entre el nido y el tronco, fueron menores en sitios con presencia de *Heloderma*, lo que facilita el acceso a esta fuente de alimento.

# I. INTRODUCCIÓN

*Heloderma horridum charlesbogerti* es un saurio endémico de la Región Semiárida del Valle del Motagua de Guatemala, del cual no existe suficiente información en lo que respecta a su ecología y comportamiento. Sus principales amenazas son el comercio ilegal, la pérdida de hábitat y el temor de los pobladores de las comunidades a lo largo de su distribución (lo que conlleva a su exterminio) (Ariano, 2003; Ariano y Masaya, 2005:3). Este estudio es uno de los esfuerzos necesarios para llenar los vacíos de información existentes, ya que con el mismo obtuve las primeras observaciones y resultados de los patrones de actividad y comportamiento de dicha subespecie. Además, gracias al uso de la radio telemetría logré observar las rutas utilizadas por cada individuo y obtuve un estimado del ámbito de hogar. De igual forma, caractericé el tipo de hábitat que utiliza y estimé la abundancia de nidos de aves, ya que son una de las principales fuentes de alimento. En función del ámbito de hogar y su núcleo central, estimé el tamaño de la población para el municipio de Cabañas y para el departamento de Zacapa. Toda esta información generada servirá para futuros estudios y para la gestión de planes de manejo del área por parte de la Municipalidad de Cabañas e instituciones como Zootropic y la Fundación Defensores de la Naturaleza.

## A. ANTECEDENTES

### 1. Descripción de la especie

Los *Heloderma* spp. pertenecen a la familia Helodermatidae y se caracterizan por ser las únicas lagartijas venenosas del mundo. Este grupo presenta un récord fósil que data desde el Cretácico tardío, y están más relacionadas con las serpientes que el resto de saurios (Beck *et al.*, 1994). Existen dos especies de *Heloderma* pertenecientes al mismo género, siendo éstas *Heloderma horridum* y *Heloderma suspectum*. *Heloderma* se deriva del griego *helos*, que significa cabeza de tachuela y *derma* que significa piel. *Horridum* proviene del latín *horridus*, que significa horrible, y *suspectum* fue dado en función de que Cope (1869) sospechó, en base a su apariencia intimidante y sus dientes afilados, que este animal era venenoso (Beck, 2004).

La distribución geográfica de los helodermátidos está limitada a las regiones desérticas del suroeste de los Estados Unidos, y a las regiones desérticas, de bosque espinoso y bosque tropical deciduo de México y

Guatemala (Beck, 1990). La distribución del monstruo de gila, *H. suspectum*, incluye el Desierto de Mojave (al sur de Nevada), el suroeste de Utah, el sureste de California y el noreste de Arizona, pasando a través del Desierto de Sonora en Arizona y Sonora, México. *H. horridum* se distribuye en la vertiente del Golfo del Pacífico, desde Sonora hasta Guatemala y en la vertiente de Chiapas, México y Guatemala (Beck, 2002 y Dix com pers).

De *H. suspectum* existen dos subespecies, siendo éstas *H. s. cinctum*, *H. s. suspectum* y su distribución puede ser apreciada en la Figura 1. De *H. horridum* existen cuatro subespecies (Figura 2), que son *H. h. charlesbogerti*, *H. h. alvarezii*, *H. h. horridum* y *H. h. exasperatum* (Beck, 2004). En esa misma figura se puede observar que en Guatemala habitan dos de las subespecies: *H. h. alvarezii* y *H. h. charlesbogerti* (Beck, 2002). La primera habita desde el Valle del Río Grijalva en Chiapas, México, hacia el extremo oeste de Guatemala. La segunda habita en la Región Semiárida del Valle del Río Motagua (RSAVM) y en la base de montañas adyacentes al este de Guatemala (Beck, 2004).



**Figura 2.** Distribución de las dos subespecies de *Heloderma suspectum* (modificado de Beck 2004).



**Figura 3.** Distribución de las cuatro subespecies de *Heloderma horridum* (modificado de Beck 2005).

Este estudio lo realicé con la subespecie *H. h. charlesbogerti*, del Valle del Motagua, Guatemala. El *Heloderma* en esta región se conoce vulgarmente como escorpión o niño dormido. El *Heloderma horridum* de México se caracteriza por ser robusto, con hábitos terrestres y semiarbóricolas (Beck, 2002). El escorpión de Guatemala es bastante similar al de México y se caracteriza por presentar una coloración aposemática (Figura 3), al tener un color de fondo negro con manchas y anillos de color amarillo (Beck, 2002). Este reptil puede llegar a alcanzar 60 cm. de longitud o más y su cola es bastante corta en relación al tamaño del resto de su cuerpo (Álvarez del Toro, 1982). El resto de sus extremidades también son relativamente cortas y el cuarto dedo del pie trasero no está agrandado. El peso promedio de los adultos es de alrededor de 80 g, siendo poco frecuente encontrar individuos que sobrepasen los dos kg. (Beck, 2002). Su cabeza es aplanada y triangular (Álvarez del Toro, 1982), y el que los músculos de la mandíbula y las glándulas venenosas estén bien desarrollados, confiere a la cabeza su aspecto voluminoso (Beck, 2002). El hocico es chato y grueso, su lengua es bifurcada y de coloración rojiza, y sus ojos son pequeños (Álvarez del Toro, 1982). No existe diferencia entre sexos en función de colores y patrones de manchas. Sin embargo, ahora se sabe que sí existe dimorfismo sexual, basado en la morfología de las escamas preanales. Las hembras poseen escamas preanales agrandadas, en comparación a las de los machos (Ariano, 2003). El

periodo de reproducción *H. horridum* ocurre entre septiembre y octubre, oviponiendo en los meses de octubre y diciembre y eclosionando en los meses de junio y julio (Beck, 2004).

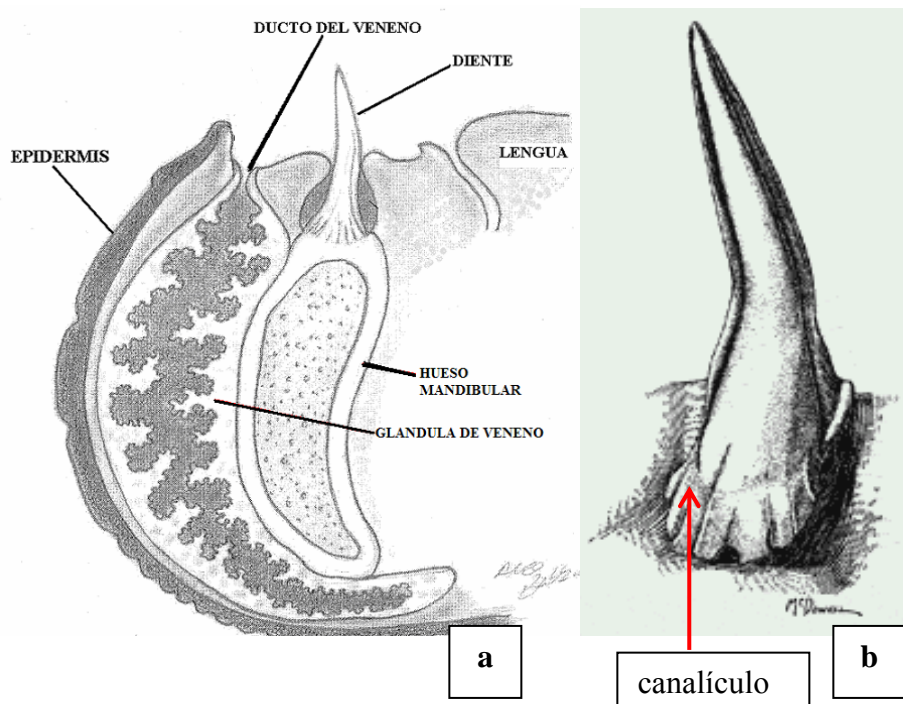


**Figura 4.** *Heloderma horridum charlesbogerti*. En la presente figura se muestra una fotografía de la subespecie con la cual se trabajó (Ariano y Masaya 2005).

*Heloderma horridum* se ha reportado en sitios con alturas desde el nivel del mar, hasta los 1600 m SNM y se ha establecido que vive dentro de bosques tropicales caducifolios y en áreas con malezas tropicales. Además, también se ha reportado, con menos frecuencia, en bosques de pino y encino (Beck, 2002). Los lugares en que habita se caracterizan por tener temperaturas entre los 16 y 35 ° C (Flores, 2004). La subespecie *H. h. charlesbogerti* se ha reportado en terrenos entre los 300 y 900 m SNM, y se ha observado que tiende a vivir en quebradas con buena disponibilidad de cavidades para refugio y una densidad relativamente alta de nidos de paloma (*Zenaida asiatica*) y de chocoyos (*Aratinga canicularis*), cuyos huevos forman una parte importante de su dieta (Ariano, 2003:45). Dentro de estos terrenos, el niño dormido habita dentro de cuevas que excava o en ranuras de rocas; aunque también puede adueñarse de cuevas de otras especies como *Ctenosaura* sp. (Álvarez del Toro, 1982).

El aparato venenoso del escorpión está formado por una glándula alargada y dividida en lóbulos, ubicada en la región anterior de la mandíbula inferior (Álvarez del Toro, 1982). Ésta es una de las características que los diferencian de las culebras, ya que éstas últimas inoculan su veneno desde glándulas presentes en la mandíbula superior (Beck, 2004). Dicha glándula se comunica con canales secretores presentes en la mucosa de la encía y cerca de la base de dientes grandes, insertados en la parte anterior de la mandíbula. En la Figura 4 se puede observar que los dientes cuentan con dos canales o ranuras, por donde el veneno

penetra por capilaridad en la herida del animal mordido (Álvarez del Toro, 1982; Porter, 1972). El escorpión se caracteriza por utilizar su veneno principalmente para defensa, y no para doblegar a sus presas (Beck, 2002).



**Figura 5. Aparato venenoso de *Heloderma*.** La figura muestra el dibujo de la glándula venenosa de *Heloderma* (a) y de los canalículos (b) utilizados para la inoculación del veneno, presentes en la dentadura de estos reptiles (Beck 2005; McDowell 1956 *apud* Angeli 2005).

Es muy importante mencionar que del veneno del escorpión se han aislado compuestos de importancia médica, tales como el Exedin-4. Este péptido sólo puede ser encontrado en el veneno de las dos especies de *Heloderma* y su importancia radica en que actúa de forma análoga al glucagón. Su concentración aumenta posterior a la ingesta de alimento, promoviendo la secreción de insulina. Es por ello que fue estudiado y sintetizado artificialmente como un fármaco llamado Byetta, por Amylin Pharmaceuticals, para ser utilizado como medicamento para la diabetes tipo II (Beck, 2004; Beck, 2005). En el caso de *H.suspectum*, se ha reportado la presencia de otros péptidos de interés médico: Exedin-2 o Helodermina y el Gilátido. Estudios con Helodermina han registrado que ésta se une a los receptores de células de cáncer mamario y que inhibe el desarrollo y propagación de células cancerosas pulmonares (Maruno and Said, 1993 *apud* Beck, 2005). El Gilátido es un péptido que actúa sobre receptores (GLP-1), los cuales están involucrados en el proceso de aprendizaje y memoria. Por ello, se cree que el Gilátido podría derivar un tratamiento para enfermedades tales como Alzheimer, Parkinson y depresión (Beck, 2005).

La dieta del escorpión incluye huevos de aves y de otros reptiles (Álvarez del Toro, 1982). En el caso de aves, se ha reportado la ingestión de huevos de codorniz, gallina, chachalaca (Álvarez del Toro, 1982), un pichón identificado como *Piaya cayana* (Zweifel y Norris, 1955 *apud* Ariano, 2003), plumas de *Leptotila verreauxi* (Beck y Lowe, 1991 *apud* Ariano, 2003), restos de pichones y huevos sin identificar (Beck y Lowe, 1991; Bogert y Martín del Campo, 1956 *apud* Ariano, 2003), al igual que restos de escarabajos (Beck y Lowe, 1991; Ariano, 2003). También existen registros de la alimentación de pichones, pequeños roedores, lagartijas y culebras pequeñas; al igual que el del consumo de huevos y crías de su misma especie (Álvarez del Toro, 1982). La búsqueda de alimento puede requerir de bastante tiempo y esfuerzo, pero aún así, se ha reportado que pasan el 95% de su tiempo inactivos dentro de cuevas. Por ello, se considera que estos saurios encajan en la categoría de Andrews y Pough (1985) de depredador reclusivo. Además, los helodermas tienen la capacidad de almacenar energía en forma de grasa en la cola, utilizándola para subsistir largos períodos entre comidas (Beck *et al.*, 1994).

## 2. Uso de radio telemetría

Los *Helodermas* son animales de hábitos ocultos, difíciles de observar debido a que pasan la mayor parte de su tiempo dentro de cuevas (Beck, 2004) y porque se caracterizan por presentar una baja densidad poblacional (Dix, *com pers*). Esta es una de las razones por las cuales existen muy pocos estudios de la especie, pero es la razón principal que justifica la necesidad de utilizar radio telemetría para su estudio. La radio telemetría es una técnica que se define como el proceso mediante el cual hay transmisión de información (por medio del uso de un transmisor) de un animal en libertad, a un receptor en específico. Entre las aplicaciones de esta técnica está la determinación del uso de hábitat, la estimación del ámbito de hogar, migración y las rutas utilizadas para la misma (MELP, 1998). También es útil para estudios sobre movimiento y selección de recursos. A nivel fisiológico, la telemetría se ha utilizado para el estudio de parámetros tales como la frecuencia cardíaca y regulación de la temperatura. El principal inconveniente es que requiere de la implantación de los transmisores, lo que reduce la intensidad de la señal. A nivel demográfico, esta técnica se ha aplicado en estudios de productividad, supervivencia (en animales silvestres y reintroducidos), mortalidad y para la recuperación de cadáveres frescos para un examen *post mortem* (Millsaugh *et al.*, 2001). Otra de sus funciones es la determinación de los elementos clave del hábitat (nidos, cuevas, agujeros, áreas de cópula, etc.) que son requeridos para la conservación de la especie (MELP, 1998).

Entre las desventajas del uso de la telemetría está el costo de inversión y el tiempo y esfuerzo requerido. En el caso de saurios, la mayoría de los trabajos se han realizado con especies de movimientos lentos, y en su minoría con especies activas. La principal limitación para dicho taxón es que el tamaño corporal determina qué especies pueden tener implantaciones del equipo. Esto se ha resuelto con la disminución del

tamaño del mismo, lo que resulta en una baja en la duración de la batería y en la cobertura de la transmisión de la señal. Por ello, se han desarrollado métodos para uso ectópico del equipo, lo cual es útil sólo para estudios a corto plazo (MELP, 1998).

Utilicé radio telemetría para el estudio del escorpión, lo cual facilitó su búsqueda y ayudó a proveer información de la ecología y comportamiento de la especie. Por ello, el costo de inversión se justificó, debido a que no existe un método alternativo que sea igual de efectivo.

### 3. Estudios previos y estudios por realizar

En general, la investigación con *Heloderma* se ha centrado más en *H. suspectum* y en las otras subespecies de *H. horridum*. De ellas, se ha estudiado la ecología, fisiología y comportamiento (Álvarez del Toro, 1982; Beck 1990, 2002 y 2004; Beck y Jennings, 2003; Beck y Lowe 1991 y 1993; y Beck *et al.*, 1995 y 2002). En el caso de *H.h.charlesbogerti* no se habían efectuado estudios acerca de su ecología, fisiología y comportamiento; por lo que la organización Zootropic enfocó sus esfuerzos de investigación desde el 2002 en dicha subespecie. Esta investigación es parte de un mega proyecto de Zootropic, denominado Proyecto *Heloderma*, el cual está dividido en las siguientes cinco fases:

- Fase I: } Determinación de la biología del *Heloderma*, autoecología  
y toxicología del veneno.
- Fase II: }
- Fase III: Parte A) Determinación de la distribución potencial de *H.h. charlesbogerti* en el Valle del Motagua.  
Parte B) Estudio de la biología e historia natural de *H.h.charlesbogerti* por medio de radio telemetría en la Región Semiárida del Valle del Motagua (RSVAM).
- Fase IV: Desarrollo e implementación de la Estrategia Nacional de Conservación del *Heloderma*.
- Fase V: Programa de Educación Ambiental
- Fase VI: Programa de Reproducción *Ex Situ*

La Fase I correspondió a la tesis de licenciatura del Lic. Daniel Ariano, titulada: Distribución e historia natural del Escorpión *Heloderma horridum charlesbogerti* Campbell y Vannini, (Sauria: Helodermatidae) en Zacapa, Guatemala y caracterización de su veneno (publicada en el 2003). La Fase II corresponde a mi trabajo de tesis, con la cual establecí un estimado del tamaño de la población del escorpión, llené el vacío de información acerca de su ecología y preferencias ambientales, y senté las bases para el monitoreo de dicha subespecie. En mayo del 2005 empecé a trabajar con Zootropic en la Fase III, en la cual buscamos establecer la distribución potencial del escorpión en la RSVAM y continuar el monitoreo por medio de radio telemetría. La Fase IV se realizará desde finales del 2005 e inicios del 2006, en la cual se buscará

identificar los objetivos, líneas estratégicas y actividades para la conservación del *Heloderma*. La Fase V se ha ejecutado desde el 2002 como un complemento a las actividades científicas de las cuatro anteriores fases, y se continuará llevando a cabo. Por último, la Fase VI se iniciará en el 2006 como producto del inicio de la ejecución de la Estrategia Nacional de Conservación de dicha subespecie, en colaboración con zoológicos y expertos de los Estados Unidos.

## B. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, las poblaciones de fauna de Guatemala y en sí del Neotrópico se encuentran altamente amenazadas por diversos factores. Entre ellos se puede mencionar la comercialización ilegal, la continua destrucción de hábitat, el crecimiento de la población humana y su demanda de recursos, la falta de políticas públicas vigorosas que promuevan su conservación y la debilidad de las instituciones encargadas de la misma (Villar, 1998). *Heloderma horridum charlesbogerti* es una de las especies de fauna que se encuentra en peligro de extinción por las razones mencionadas anteriormente.

La ejecución de este proyecto es importante porque proveerá información acerca de una de las especies endémicas del Valle del Motagua, la que actualmente es muy limitada. Muchos aspectos de la ecología de *H. horridum* son desconocidos y la información publicada en lo que respecta a la dieta, patrones de actividad, fisiología y uso de hábitat es poca o inexistente (Beck *et al.*, 1991).

*H. horridum* se encuentra actualmente en el Apéndice II de CITES y en el Listado Rojo Global de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Por medio de la ejecución de este proyecto se podrá determinar el estado poblacional de la especie y por ello, actualizar su categoría ante dichos convenios y listados. La situación del *Heloderma* es crítica, ya que la distribución y el tamaño de la población han decrecido drásticamente en los últimos años; y se considera que las principales amenazas son la destrucción de hábitat (debido a la tala, ganadería y cultivos), el tráfico ilegal y el exterminio de los mismos por parte de los pobladores (Ariano, 2003).

La ejecución de este trabajo requirió del involucramiento de la comunidad de El Arenal, lo cual ayuda a promover la conservación del *Heloderma* por medio de educación ambiental. Además, los resultados obtenidos facilitarán la toma de decisiones de manejo para las ONG ambientalistas del área y ayudarán a establecer las acciones a tomar para contrarrestar el daño causado. Por otra parte, también es importante mencionar que muchos de los estudios realizados con *Heloderma*, se han hecho con *Heloderma suspectum* (en los Estados Unidos) y con otras subespecies de *H. horridum*. Por ello, este trabajo junto con el de Ariano (2003), son de los primeros en realizarse con esta subespecie. Con el mismo se registrarán las bases para el estudio del comportamiento y manejo *in situ* del escorpión de Zacapa. Además, al conocer la

ecología del escorpión, se tendrá información importante que podría ser utilizada para enriquecer programas de manejo y reproducción en cautiverio.

## C. OBJETIVOS

**1. Objetivo General:** Establecer algunos aspectos acerca de la ecología y comportamiento de *Heloderma horridum charlesbogerti* en Cabañas, Zacapa.

### 2. Objetivos Específicos:

- a. Identificar los patrones de actividad y el movimiento de los especímenes monitoreados.
- b. Caracterizar el tipo de hábitat en donde habita *Heloderma horridum charlesbogerti*.
- c. Determinar el ámbito de hogar general, por espécimen y por sexo.
- d. Establecer un estimado del tamaño de la población para el Municipio de Cabañas y para el departamento de Zacapa.
- e. Determinar la abundancia de los nidos de aves, debido a que ésta es una de las principales fuentes de alimento.

## D. HIPÓTESIS

1. Existe variación en la estructura del hábitat, en cuanto a altura y diámetro de altura de pecho de los árboles, en lugares en donde se encueva y en donde no se encueva *Heloderma horridum charlesbogerti*.
2. Existe diferencia en la abundancia de todos los nidos de aves terrestres que se registren, tanto en sitios en donde se encueva, como en sitios en donde no se encueva *Heloderma horridum charlesbogerti*.
3. Los patrones de actividad de *Heloderma horridum charlesbogerti* están influenciados por la humedad, temperatura y hora del día.

## II. MÉTODOS

### A. Sitio de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la Región Semiárida del Valle del Motagua (RSAVM), en el departamento de Zacapa, municipio de Cabañas (Figura 5). El departamento de Zacapa se encuentra en el sureste de Guatemala y está a aproximadamente a 115.7 km. en línea recta al noroeste de la Ciudad de Guatemala y a 125.49 km. en línea recta al sureste de Puerto Barrios. Cabañas, con las coordenadas geográficas 14°56'01" y 89°47'46", tiene una extensión de 136 km<sup>2</sup> y está localizado a 35 km. al oeste de la cabecera departamental y a 150 km. de la Ciudad de Guatemala (Simmons *et al.*, 1959; IGN, 1999). Limita al norte con el Municipio de Usumatlán y el Río Motagua, al sur con el Municipio de San Diego, al oeste con el Municipio de El Jícaro, El Progreso, al sureste con el Municipio de Chiquimula, Chiquimula y al suroeste con el Municipio de San Pedro Pinula, Jalapa (SIM, 2000). La cabecera de Cabañas se encuentra ubicada en una planicie en el lado sur del Río Motagua (IGN, 1999). En su territorio hay 16 cerros, cinco ríos, dos riachuelos y 32 quebradas (SIM, 2000).

Cabañas tiene una población de 11,211 habitantes, para una densidad poblacional de 100 individuos/km<sup>2</sup>. Existen 2,688 viviendas para dicho municipio, y el promedio de personas por vivienda es de cuatro individuos. La tasa neta de escolaridad es de 41.88% para el nivel preprimaria, 87.48% para primaria, 27.48% para básicos y 16.71% para diversificado (INE, 2002). Cabañas presenta 14 aldeas y 14 caseríos, siendo el mayor y más significativo recurso fluvial el Río Motagua; sin embargo, existen dos ríos más, siendo éstos el Río Tambor o Jalapa y el Río San Vicente. La población lleva a cabo actividades agrícolas de forma individual o de forma asociativa de producción. En el caso de la primera, se practica la agricultura de subsistencia, inclinada generalmente hacia el monocultivo de maíz y frijol en suelos con pendientes inclinadas. En el caso de la segunda, se encuentra el cultivo de tabaco, frutales y hortalizas de clima cálido. También hay producción pecuaria, que consiste en la crianza de ganado vacuno en pequeños hatos (SIM, 2000). Además, también existe la industria de la elaboración del queso duro, conocido como queso de Zacapa (IGN, 1999).

El Valle del Motagua comprende las zonas de vida de monte espinoso tropical, bosque muy seco tropical y bosque seco tropical (Holdrige, 1967). La biotemperatura de la región es de 24 a 26 °C. Los registros de las estaciones meteorológicas del área indican que el promedio de temperatura máxima y mínima oscila entre los 34.1 y 17.9 °C, el promedio de temperatura máxima y mínima absoluta oscila entre los 45.0 y 4.4

°C, el promedio de precipitación oscila entre los 400 y 1,500 mm y la humedad relativa promedio se encuentra entre el 70 y 80% (INSIVUMEH, 2004). El intervalo de alturas reportado para la región va desde los 180 a los 560 m SNM; sin embargo, se encuentran cimas que llegan a tener alturas de hasta 1,200 m SNM. El área es calurosa y se caracteriza por presentar lluvias estacionales; pero en general, la evapotranspiración es mayor a la cantidad de lluvia (Mayén, 2002). La vegetación de la RSVAM es xerofítica contando con especies como *Acacia farnesiana*, *Pereskia autumnalis*, *Bucida macrostachya*, *Jacquinia aurantiaca*, entre otras (Mayén, 2002). Estudios realizados en Cabañas, Zacapa, han revelado que *H.h. charlesbogerti* tiende a habitar en asociaciones vegetales de roble (*Bucida macrostachya*), manzanote (*Pereskia autumnalis*), flor blanca (*Moringa oleifera*), quebracho (*Licania hypoleuca*) y el cactus cabeza de viejo (*Cephalocereus maxonii*) (Ariano, 2003).

Es importante mencionar que en la RSAVM hay especies de flora y fauna incluidas en CITES y que se encuentran en peligro de extinción. Entre las especies vegetales se encuentra *Tillandsia xerographica*, *Euphorbia ephedromorpha*, *Brassavola nodosa*, entre otras. En el caso de fauna, se encuentra el tigrillo (*Leopardus pardalis*), la nutria (*Lutra longicaudis*), el halcón peregrino (*Falco peregrino*), el yaguarundi u onza canela (*Herpailurus yagouaroundi*), los garrobos (*Ctenosaura similis* y *C. palearis*), entre otros. El Valle del Motagua es muy importante por ser la única zona muy seca de Guatemala y de Mesoamérica. Su aislamiento geográfico ha provocado un alto endemismo y especiación de la biota. Como especies endémicas se puede mencionar a la yuca cimarrona (*Manihot gualanensis*), el yaje (*Leucaena guatemalensis*), la mota de pino (*Mimosa zacapana*), el tuno cola de zorro (*Nyctocereus guatemalensis*), entre otras. De fauna se puede mencionar al garrobo (*Ctenosaura palearis*), una subespecie de chorcha (*Icterus pustulatus alticola*), el escorpión o monstruo de gila (*Heloderma horridum charlesbogerti*) y el polvorín (*Aspidoceles managuae*) (endémico regional) (Mayén, 2002; FDN, 2003).

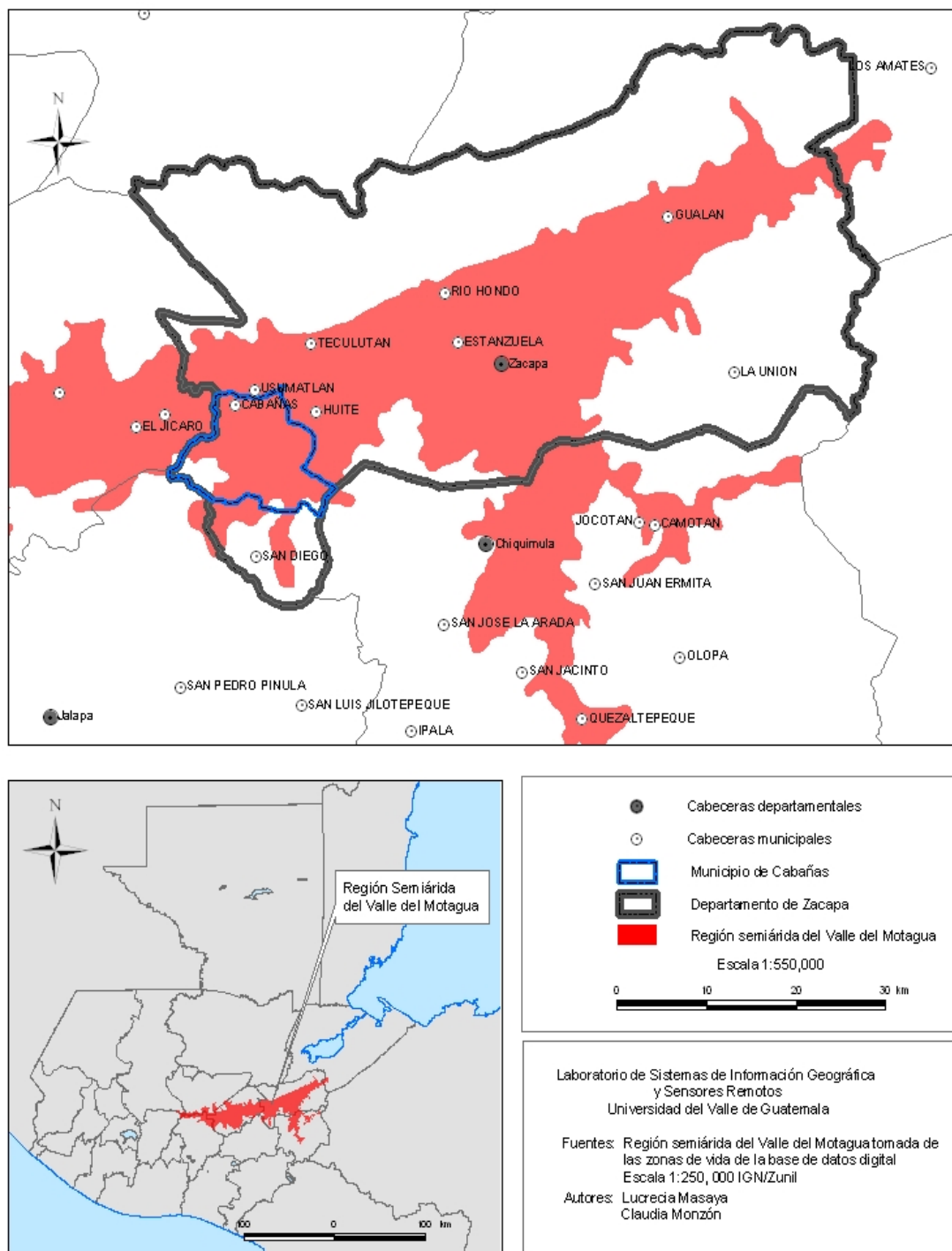


Figura 6. Sitio de estudio. El área de estudio se encuentra en la Región Semiárida del Valle del Motagua, Municipio de Cabañas, departamento de Zacapa.

## B. Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en Cabañas, Zacapa, debido a los pobladores de las aldeas de ese municipio han reportado avistamientos recientes de *H.h. charlesbogerti* en el área, y porque un estudio previo reportó la presencia de una población de esta subespecie en el sitio (Ariano, 2003). Las actividades de campo las realicé desde septiembre del 2004 hasta mayo del 2005. Estas actividades incluyeron la observación y el registro continuo del comportamiento de los *Heloderma*, de la humedad y temperatura, la caracterización del hábitat y el conteo de nidos de aves.

### 1. Marcaje de los individuos

El marcaje de los individuos de *H.h.charlesbogerti* consistió en la implantación de un microchip y en la sutura de un radio transmisor (Figura 16 y 17 del Apéndice C). Esto lo realizó el veterinario certificado Pablo Arroyo, en la Clínica Veterinaria Palvet, ubicada en la 19 Avenida, 4-39 Z.15, Vista Hermosa I, Ciudad de Guatemala, Guatemala. El marcaje lo realizó por medio de la inserción subcutánea del microchip AVID® en la cola (lado derecho) de cada animal. En el caso de los radios transmisores, utilicé el modelo ATS R1840 con un nuevo método de marcaje, el cual consistió de la sutura del cuerpo del transmisor a la epidermis de la cola. Para ello, el veterinario le agregó una especie de arnés metálico al cuerpo del transmisor, el cual aseguró por medio del uso de acrílico dental. Tanto el arnés metálico como el acrílico dental los perforó con cuatro a seis agujeros, y los suturó a la cola de los animales (entre el primer y segundo anillo amarillo). Este método es menos invasivo que la implantación intracelómica y es útil para fines de evaluación de comportamiento. Además, reduce el riesgo de infección y muerte como ha ocurrido en otros estudios (Beck, Com. Pers *apud* Ariano y Masaya, 2005:4-7).

### 2. Ámbito de hogar y patrones de actividad

La primera actividad de campo que llevé a cabo para el presente proyecto fue la realización de la visita de reconocimiento. En dicha visita, me familiaricé con el área y liberé los primero tres individuos marcados (Willys, Stinky y Cabañas). En total, el estudio lo realicé con seis *Heloderma*, siendo tres de ellos hembras y los otros tres machos (Cuadro 1). Liberé a cada individuo en el mismo sitio en donde fueron capturados. Las coordenadas de dichos sitios las tomé por medio de un GARMIN® GPS V Deluxe. Posterior a la liberación, inicié las relocalización de cada espécimen y el estudio de su comportamiento.

Todos los individuos de *H.h. charlesbogerti* fueron capturados durante el año 2004, entre los meses de septiembre y diciembre (Cuadro 1). Durante la liberación de los mismos, procedí a hidratarlos (bebieron agua y les mojé el cuerpo) y aseguré los radios transmisores por medio del uso de cinta metálica adhesiva alrededor de los puntos de sutura (Figura 15, en el Apéndice C). El monitoreo lo llevé a cabo con ayuda de un asistente de campo, por medio del uso de equipo de radio telemetría. Las localizaciones de cada individuo las realicé por medio del uso de una antena tipo Yagi de tres elementos, un receptor ATS FM100 y un par de audifonos Telex (Figura 18, en el Apéndice D). Posterior a la relocalización, llené la hoja de toma de datos (ver Apéndice A), y marqué cada punto con el GPS.

**Cuadro 1. Individuos de *H.h. charlesbogerti* marcados y monitoreados durante el estudio.** El siguiente cuadro muestra a cada uno de los individuos que monitoreé junto con sus sitios y fechas de captura y liberación.

Individuo	Sexo	Frecuencia de radio transmisor	Número de microchip	Fecha de captura	Sitio de captura	Fecha de liberación	Coordenadas del sitio de captura y liberación (UTM)
Willys	♀	150.813	088376828	Julio del 2004	Quebrada El Limón	Septiembre del 2004	0199500 1644630
Stinky	♀	150.833	088378361	Enero-febrero del 2004	Cerro Las Joyas	Septiembre del 2004	0200598 1647636
Cabañas	♂	150.823	088379117	Julio del 2004	Cerro Las Joyas, sobre ladera "El Pashtal"	Septiembre del 2004	0200584 1647723
Muñeca	♀	150.853	088373882	Octubre del 2004	Quebrada de la Valeriana	Octubre del 2004	0200501 1644556
Kanelo	♂	150.843	088374020	Noviembre del 2004	Quebrada el Calderoncito	Noviembre del 2004	0199393 1644219
Matilde	♂	150.873	088373534	Noviembre del 2004	El Pashtal	Diciembre del 2004	0200331 1647310

El estudio con radio telemetría lo efectué desde septiembre del 2004, hasta diciembre del mismo año. Mis visitas las realicé durante los fines de semana de los cuatro meses de trabajo, dedicando un fin de semana completo (tres días) a un solo espécimen. El monitoreo lo realicé de forma continua, desde las 7:00 hasta las 21:00 horas. Es importante mencionar que el tiempo que invertí por individuo es producto de la fecha en la

cual se capturó el espécimen, es por ello que los primeros tres especímenes muestran más horas de estudio (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Tiempo en horas y promedio de esfuerzo de monitoreo total e individual de *H.h. charlesbogerti*.**

Individuo	Sexo	Tiempo de monitoreo (horas)	Esfuerzo de monitoreo total por sexo de <i>Heloderma</i> (horas/hombre)	Esfuerzo de monitoreo total (horas/hombre)	Esfuerzo de monitoreo promedio (horas/espécimen)
Willys	♀	68	148 ♀	209	34.83
Stinky	♀	47			
Cabañas	♂	43			
Muñeca	♀	33	61 ♂		
Matilde	♂	11			
Kanelo	♂	7			

Al relocalizar a los individuos, realicé observaciones *ad libitum* del comportamiento, y establecí los patrones de actividad por medio de un muestreo instantáneo 1-0 por hora, siendo 1 cuando encontré al animal activo y 0 cuando estaba inactivo (durmiendo o encuevado). También monitoreé la temperatura y la humedad por hora con el uso de un higrómetro EXTECH 445580.

Finalmente, analicé los datos con el programa Home Ranger Versión 1.5 de Fred Hovey y establecí el ámbito de hogar individual y total. Los parámetros del análisis para los contornos de densidad incluyeron un mínimo de cinco relocalizaciones independientes por individuo, una resolución de gradillas de 200, el uso del método de Kernel fijo, índice de autocorrelación de Swihart y Slade, y los estadígrafos de Schoener. Se realizaron contornos de densidad de uso con contornos volumétricos de 0.95 para el ámbito de hogar y de 0.25 para el núcleo central del mismo. También, elaboré un mapa con las relocalizaciones, rutas y ámbitos de hogar, utilizando Arc View versión 3.1. Para el análisis del patrón de actividad, la distancia recorrida por mes de monitoreo y el efecto de la temperatura y humedad sobre el mismo, realicé la prueba de Kolmogorov-Smirnov y una prueba de análisis de varianza (ANDEVA) de una vía.

### 3. Caracterización del tipo de hábitat

La caracterización del hábitat de *H. h. charlesbogerti* la realicé entre los meses de enero y mayo del 2005. Utilicé el método de punto cuadrante (Figura 19, en el Apéndice E), con el cual ejecuté bloques de

cuadratos en los sitios en donde encontré cuevas de escorpiones y en lugares en donde no las registré (de forma pareada). Cada bloque constó de cuatro cuadrados de 3x3 m orientados hacia los cuatro puntos cardinales. Hice 19 bloques de cuadrados en lugares en donde encontré escorpiones encuevados, utilizando las cuevas de dicha subespecie como vértice central. Cada uno de estos bloques contó con un bloque pareja, el cual ejecuté al seleccionar su rumbo y distancia por medio del uso de una brújula y una tabla de números aleatorios. Por esto, el muestreo fue de forma pareada. La distancia entre el primer bloque de cuadrados y el segundo no fue menor de 50 m, ni tampoco mayor a los 100 m. Dentro de cada uno de los cuadrados hice un conteo de las especies arbóreas, establecí sus respectivas alturas y diámetros a la altura de pecho (DAP), y describí el sotobosque presente. En total realicé 38 bloques de cuadrados, lo que resulta en 152 cuadrados individuales y en el muestreo de 1,368 m<sup>2</sup> (684 m<sup>2</sup> por área).

Junto con el método de punto cuadrante, realicé la medición de la profundidad y diámetro de las cuevas de los *Heloderma*, para las cuales calculé el promedio. Analicé los diámetros a la altura de pecho, las alturas y el número de especies que obtuve por el método de punto-cuadrante, junto con el resultado del índice de diversidad de Shannon por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov y luego por medio de una prueba de t pareada.

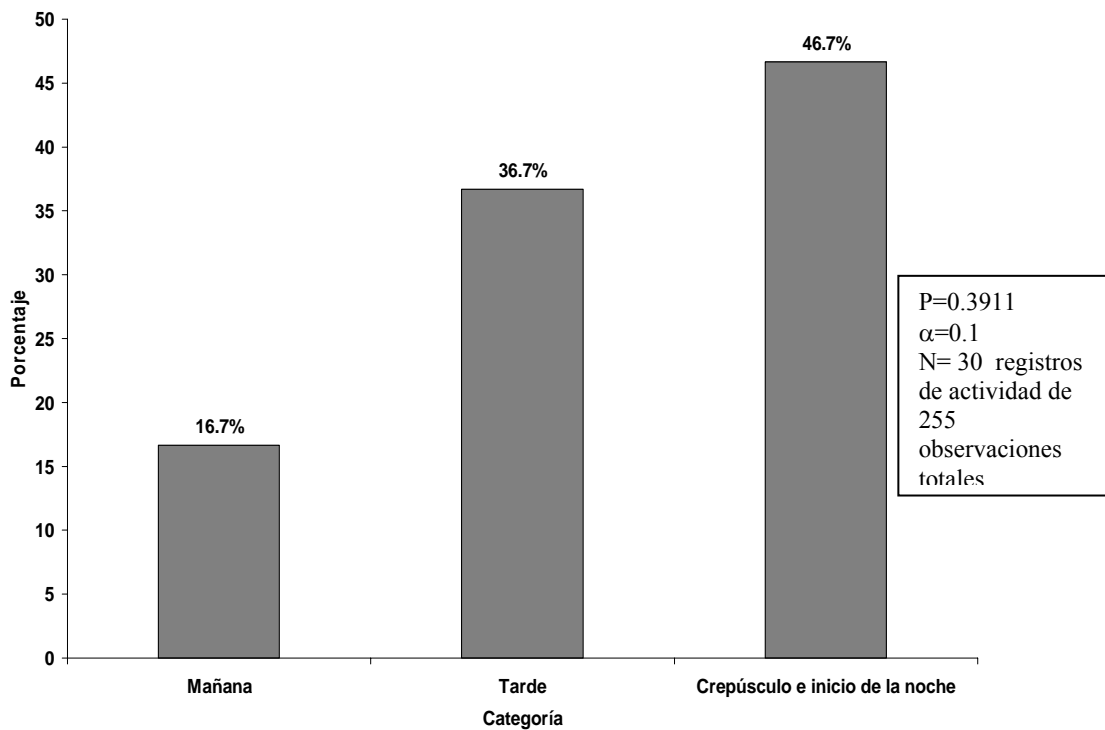
#### **4. Abundancia de nidos de aves**

La abundancia de nidos de aves fue estimada para sitios con y sin presencia de cuevas de *Heloderma*, debido a que se conoce la importancia de los huevos de las mismas en la dieta de esta especie. Dicha abundancia fue evaluada por medio del uso de la metodología para el estudio de aves terrestres de Ralph *et al.*, 1992. Ésta involucró la ejecución de transectos rectos, de 100 m de distancia y tres metros de ancho. Éstos fueron llevados a cabo por mi asistente de campo, por lo que diseñé una hoja de datos específica redactada en lenguaje sencillo (Apéndice B). Mi asistente de campo llevó a cabo seis transectos en quebradas (inclinaciones > 30° de inclinación, en donde localicé cuevas de Escorpión) y seis transectos en planicies (inclinaciones < 30° de inclinación). Dichos transectos los ejecutó una vez por mes, desde octubre del 2004 hasta marzo del 2005. Todos los nidos de aves de aves terrestres que encontró fueron visitados cada mes y se tomó nota si existían huevos a lo largo del estudio. Se identificaron las especies a las cuales pertenecieron los nidos, el número de huevos que contenían, la presencia de pichones, la etapa del nido, la especie vegetal, y la altura y grosor sobre la cual se ubicó el nido. Los datos que obtuve para cada uno de los factores que medí, los analicé con una prueba de ANDEVA de una vía, con el programa Instat.

### III. RESULTADOS

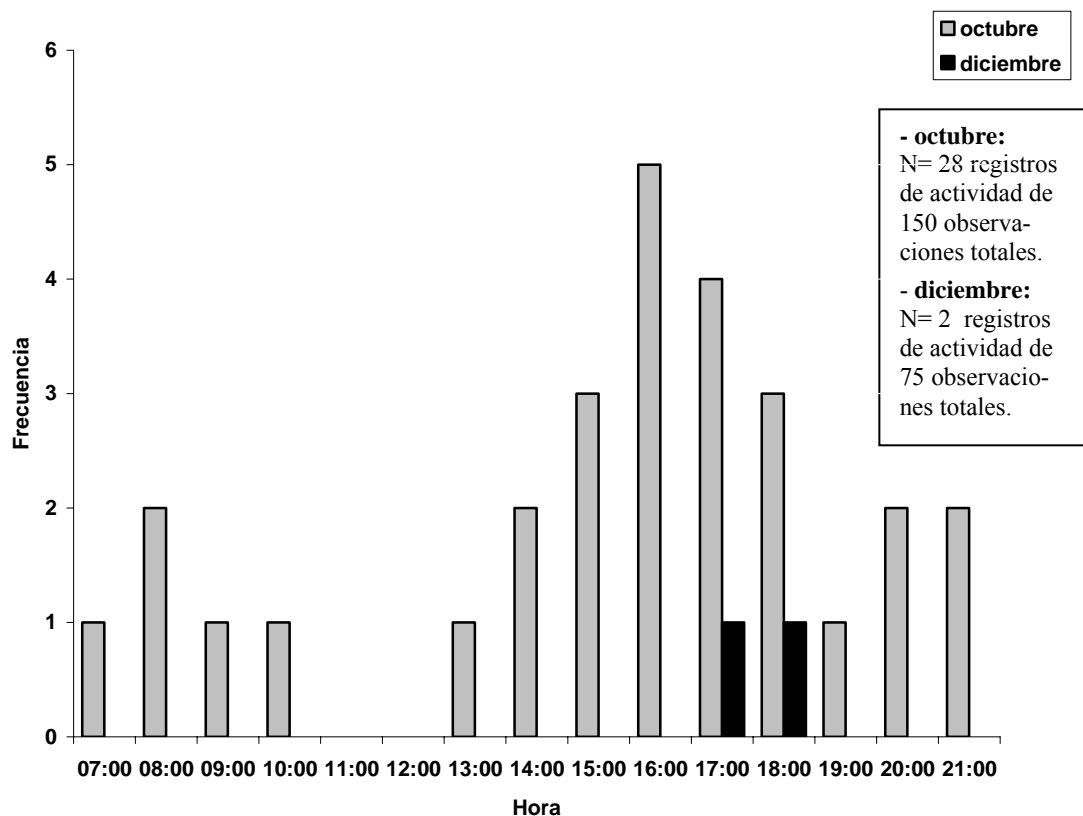
#### A. Ámbito de hogar y patrones de actividad

Luego del estudio de cuatro meses con seis *Heloderma*, determiné el patrón de actividad de los mismos. Observé que existe una tendencia por parte de los *Heloderma* a estar más activos durante el crepúsculo e inicio de la noche, seguido por la tarde y por último la mañana (Figura 6); a pesar de que no encontré diferencias estadísticas significativas al realizar la prueba de ANDEVA de una vía ( $p=0.3911$ ,  $\alpha=0.1$ ).



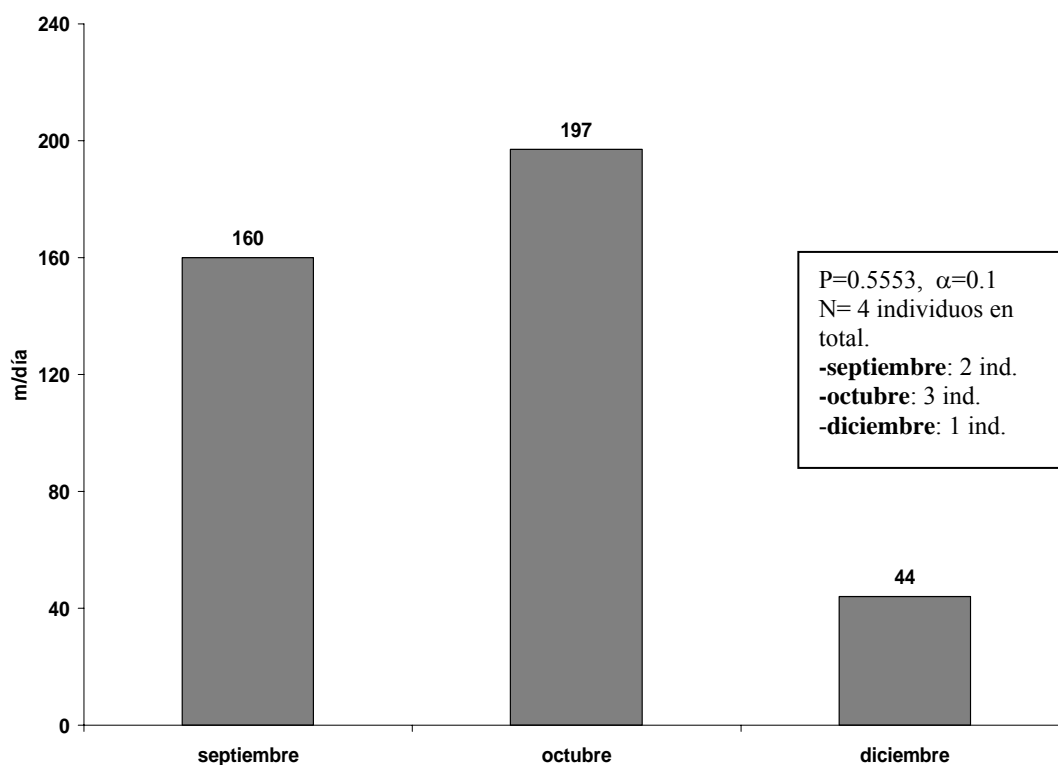
**Figura 7. Porcentajes de actividad observada en todos los individuos de *H.h.charlesbogerti* en el estudio.** La gráfica muestra los 30 registros o eventos que mostraron actividad (a partir de las 255 observaciones realizadas en total), divididos como porcentajes en las tres categorías de tiempo. La mañana correspondió al intervalo de tiempo entre las 7:00 y 11:00 horas, la tarde fue entre las 12:00 y 16:00 horas y el crepúsculo e inicio de la noche fue entre las 17:00 y 21:00 horas.

La actividad mostró diferentes tendencias según el mes de estudio. El mes de septiembre contó con muy pocos datos como para analizarse independientemente (las observaciones de las primeras relocalizaciones no se incluyeron en el análisis debido a que la manipulación de los individuos afecta el comportamiento). El mes de octubre mostró tres picos de actividad, siendo el primero entre las 7:00 y 10:00 horas (con un máximo a las 8:00 horas), el segundo entre las 13:00 y 19:00 horas (con un máximo entre las 16:00 y 17:00 horas) y el tercero entre las 20:00 y 21:00 horas (Figura 7). El mes de noviembre tampoco tuvo datos suficientes para poder analizarse independientemente (esto debido a que no pude realizar el mismo esfuerzo y por incluir las primeras relocalizaciones de nuevos individuos). Por último, el mes de diciembre mostró muy poca actividad, a excepción de un pico pequeño en la tarde (17:00 y 18:00 horas) (Figura 7). En total realicé 255 observaciones y sólo en 30 de ellas fue activo el escorpión. Esto indica que el 17.76% de su tiempo fue activo y el 88.23% fue inactivo.



**Figura 8. Actividad de *H.h. charlesbogerti* en los meses de octubre y diciembre en Cabañas, Zacapa.** La gráfica muestra los registros de actividad según la hora del día, para los meses de octubre y diciembre.

En cuanto a la distancia recorrida por los individuos durante los meses de estudio, el promedio fue de 133.7 m/día. Observé que los individuos tendieron a desplazarse mayores distancias durante el mes de octubre (197 m/día), seguido por el mes de septiembre (160 m/día) y por último el mes de diciembre (44 m/día) (Figura 8). El mes de noviembre no fue graficado debido a que no contó con suficientes datos para ser incluido. Esta tendencia de comportamiento fue visible, a pesar de que no encontré diferencias estadísticas significativas al realizar la prueba de ANDEVA de una vía ( $p=0.5553$ ,  $\alpha=0.1$ ).

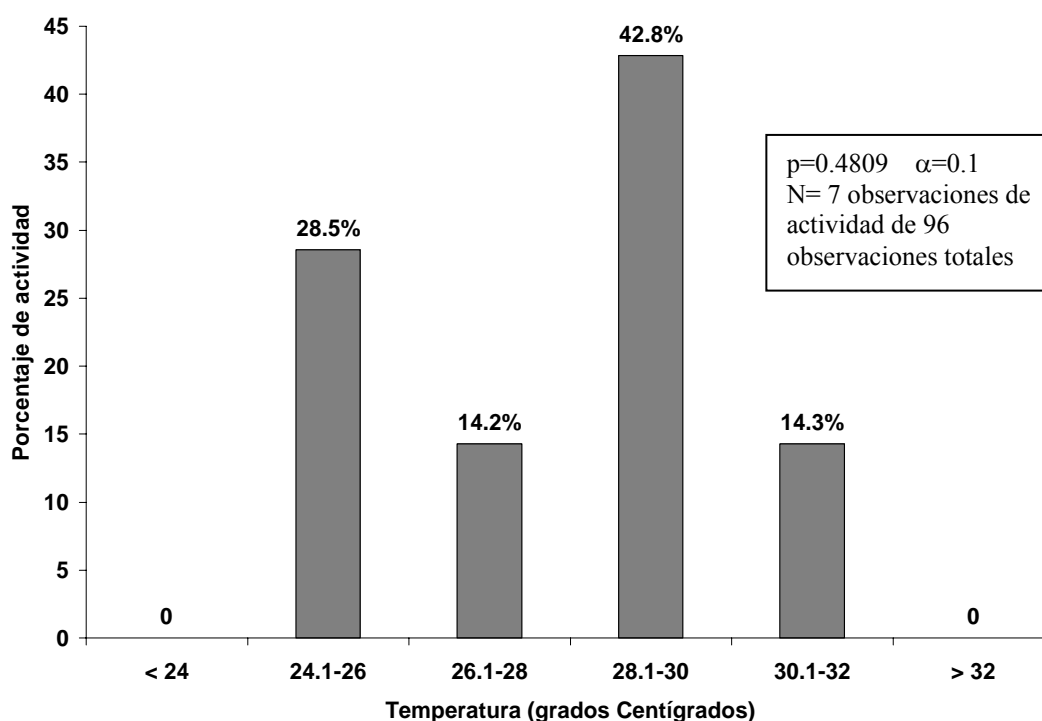


**Figura 9. Distancia promedio desplazada por todos los individuos de *H.h. charlesbogerti* por mes de monitoreo.**

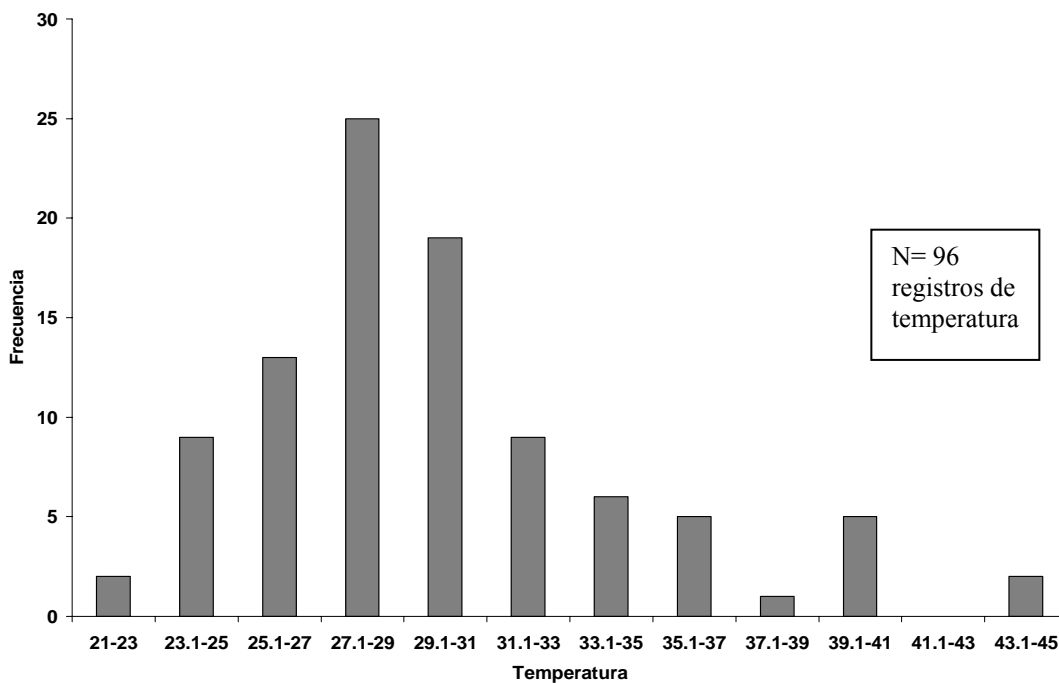
Por otra parte, también evalué el efecto de la temperatura y humedad sobre la actividad de *H.h. charlesbogerti*. Los registros de la temperatura durante el estudio mostraron un pico entre los 23 y 33 °C. El registro de temperatura más bajo que obtuve fue de 21 °C y el más alto de 44 °C (Figura 10). Los registros de la humedad relativa durante el estudio mostraron un pico entre el 40 y 60%. El registro de humedad relativa más bajo que obtuve fue de 29.4% y el más alto fue de 100% (Figura 12). Posterior al monitoreo de cuatro meses, observé que existe una tendencia en los *Heloderma* de estar activos a temperaturas entre los 24 y los 32 °C (Figura 9), aumentando la actividad entre los 28 y 31 °C. Esto coincide con el pico de

temperatura que observé durante el estudio. También, observé que son activos a una humedad relativa mayor al 50%, la cual incrementa hacia el 100% de humedad (Figura 11). Esto coincide parcialmente con el pico de humedad relativa que observé durante el estudio. Estas tendencias fueron visibles, pero no obtuve diferencias estadísticas significativas al realizar la prueba de t, tanto para la actividad mostrada por los escorpiones según temperatura ( $p=0.4809$   $\alpha=0.1$ ) y humedad ( $p=0.8014$   $\alpha=0.1$ ).

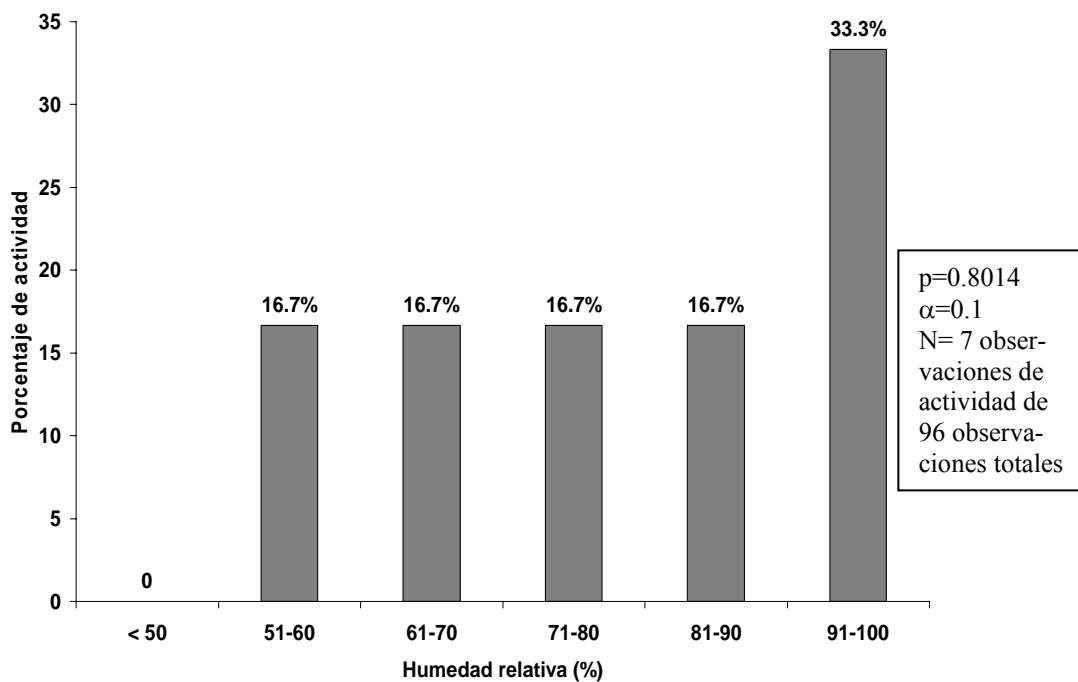
Según los anteriores resultados, no conté con datos suficientes para demostrar que existe un efecto por parte de la humedad, temperatura y hora del día sobre la actividad de *H. h. charlesbogerti*, a pesar de que la tendencia es visible.



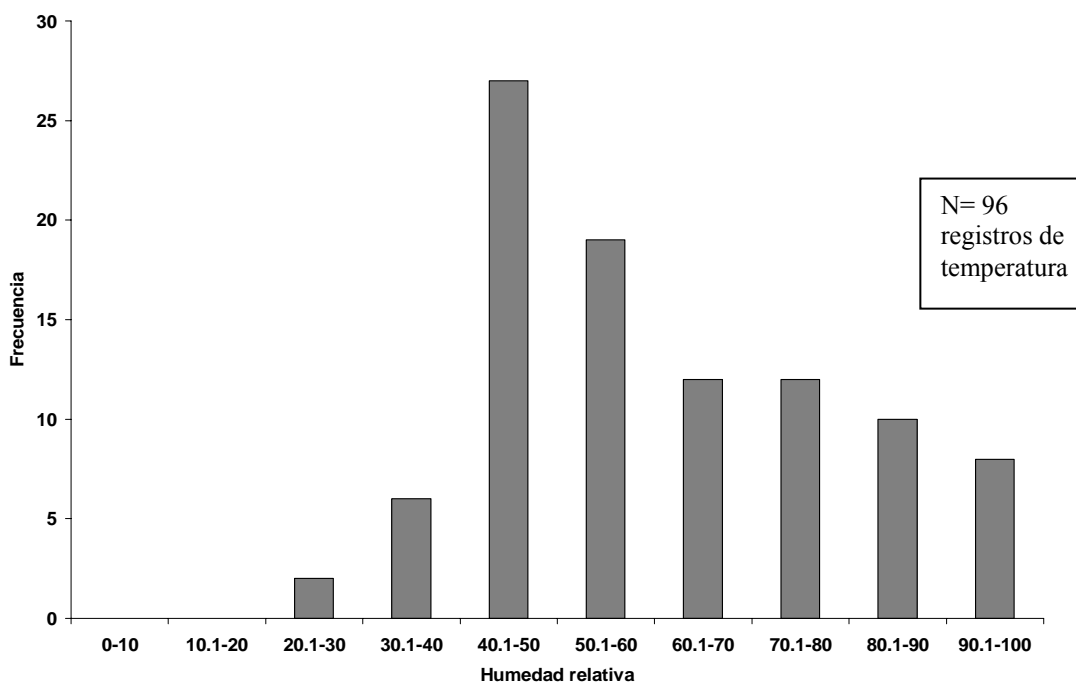
**Figura 10. Porcentaje de actividad de *H.h. charlesbogerti* por temperatura ambiental.** De los 96 eventos de observación que realicé, solamente 7 mostraron actividad. La figura muestra a estos 7 eventos graficados en forma de porcentaje en 6 categorías de temperatura.



**Figura 11. Temperaturas ambientales reportadas durante el estudio de *H.h. charlesbogerti* en los meses de septiembre a diciembre, en Cabañas, Zacapa.** La figura muestra la frecuencia que obtuvo de temperaturas a lo largo del estudio del comportamiento de *Heloderma*.



**Figura 12. Porcentaje de actividad de *H.h. charlesbogerti* por humedad relativa.** Al igual que en la anterior figura, de los 96 eventos de observación, solamente 7 mostraron actividad. La figura muestra a estos 7 eventos graficados en forma de porcentaje en 6 categorías de humedad relativa.



**Figura 12. Humedad relativa reportada durante el monitoreo de *H.h. charlesbogerti* en los meses de septiembre a diciembre, en Cabañas, Zacapa.** La figura muestra la frecuencia que obtuvo de humedad relativa a lo largo del estudio del comportamiento de *Heloderma*.

El estudio y registro del movimiento de *H.h.charlesbogerti* me permitió generar un mapa con las ubicaciones de las relocalizaciones de cada uno de los individuos (Figura 13). En función de las relocalizaciones calculé el ámbito de hogar total e individual (Cuadro 3). Es importante mencionar que estos cálculos solamente los realicé para tres individuos de *Heloderma* (Willys, Stinky y Cabañas), debido a que el programa Home Ranger requiere de un mínimo de 5 relocalizaciones independientes por individuo. Los tres individuos restantes (Matilde, Kanelo y Muñeca) no presentaron suficientes relocalizaciones independientes. Por otra parte, si se hace referencia a la Figura 14, se pueden observar los contornos, siendo el primero y más grande para el ámbito de hogar, el cual contiene el 95% de las localizaciones y el interno o más pequeño para el núcleo central, que contiene el 25% de las localizaciones (pero en donde la densidad es mayor).

**Cuadro 3. Ámbito de hogar y núcleo central de *H. h. charlesbogerti* obtenido por espécimen y en promedio.**

Espécimen	Sexo	Ámbito de hogar (hectáreas)	Núcleo central (hectáreas)
Willys	♀	122.44	51.886
Stinky	♀	27.39	17.267
Cabañas	♂	392.14	34.55
<b>Promedio</b>		<b>180.77</b>	<b>34.55</b>

Los contornos de la Figura 14 muestran que los *Helodermas* tienden a habitar en parches de bosque (marcados con el número 1 y 2). Esta misma figura muestra que el macizo montañoso del Cerro Las Joyas, el ámbito de hogar y el núcleo central de Stinky y Cabañas se traslapan. Es importante mencionar que estos dos *Heloderma* también compartieron el área con otro macho llamado Matilde. En el macizo montañoso del Cerro del Mineral se muestra el ámbito de hogar y núcleo central para Willys. De igual forma, Willys también compartió el área con otros dos *Heloderma*, Muñeca y Kanelo. Por lo tanto, en cada uno de los parches de bosque se determinó que pueden coexistir al menos tres *Helodermas* compartiendo su núcleo central.

En el municipio de Cabañas existen 6,200 ha de bosque, de las cuales 340 ha son de bosque altos aptas para la presencia del escorpión. Dado a que el núcleo central promedio fue de 34.55 ha y que tres *Heloderma* pueden coexistir en ese espacio, al extrapolar estos datos, estimo que pueden existir alrededor de 30 ejemplares en estado silvestre en el municipio de Cabañas. De igual forma, al extrapolar sobre las 2,000 ha de bosque alto que existen en la RSAVM, estimo que pueden existir 174 individuos (asumiendo una densidad constante) (Ariano y Masaya, 2005:20).

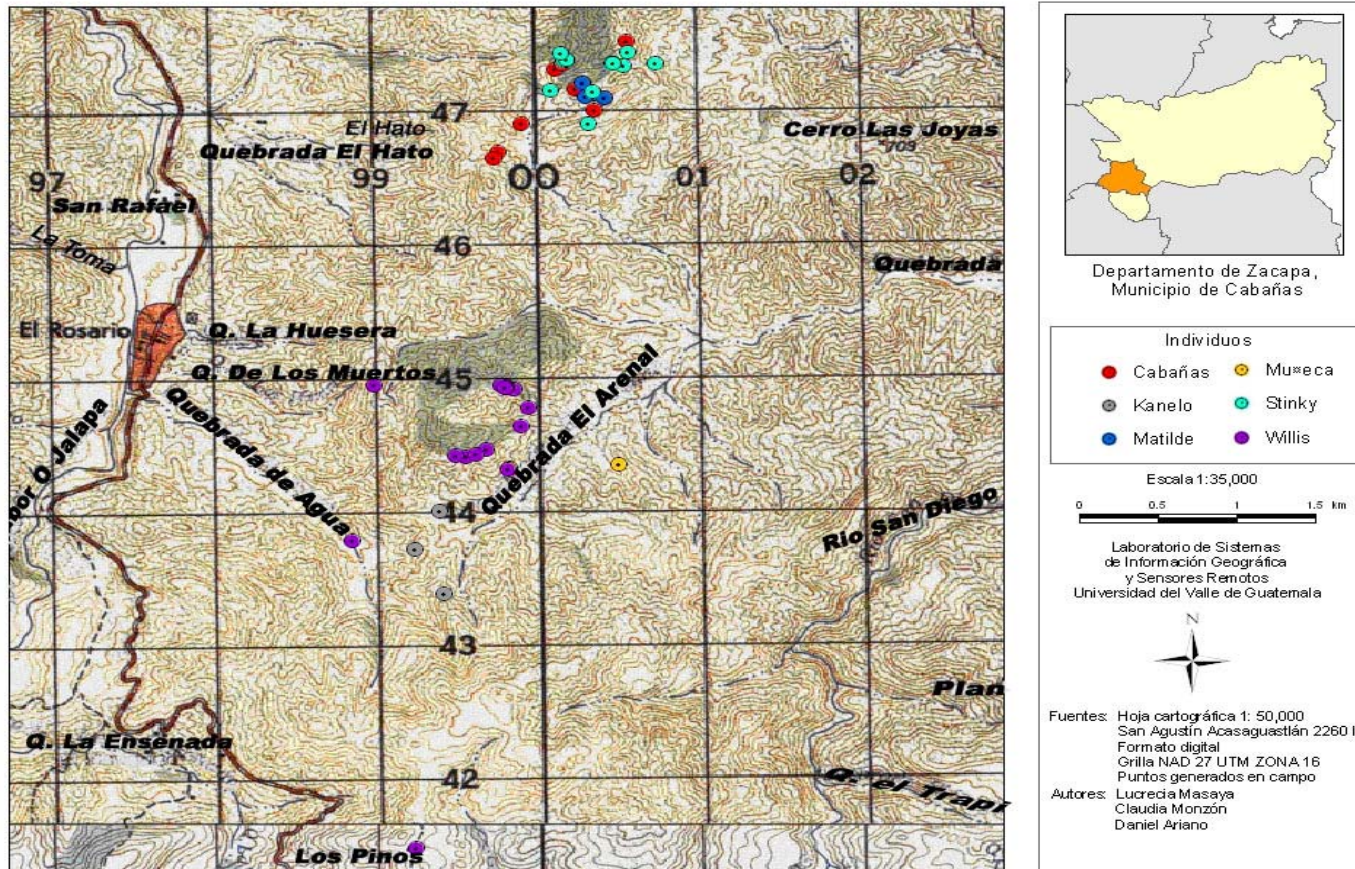
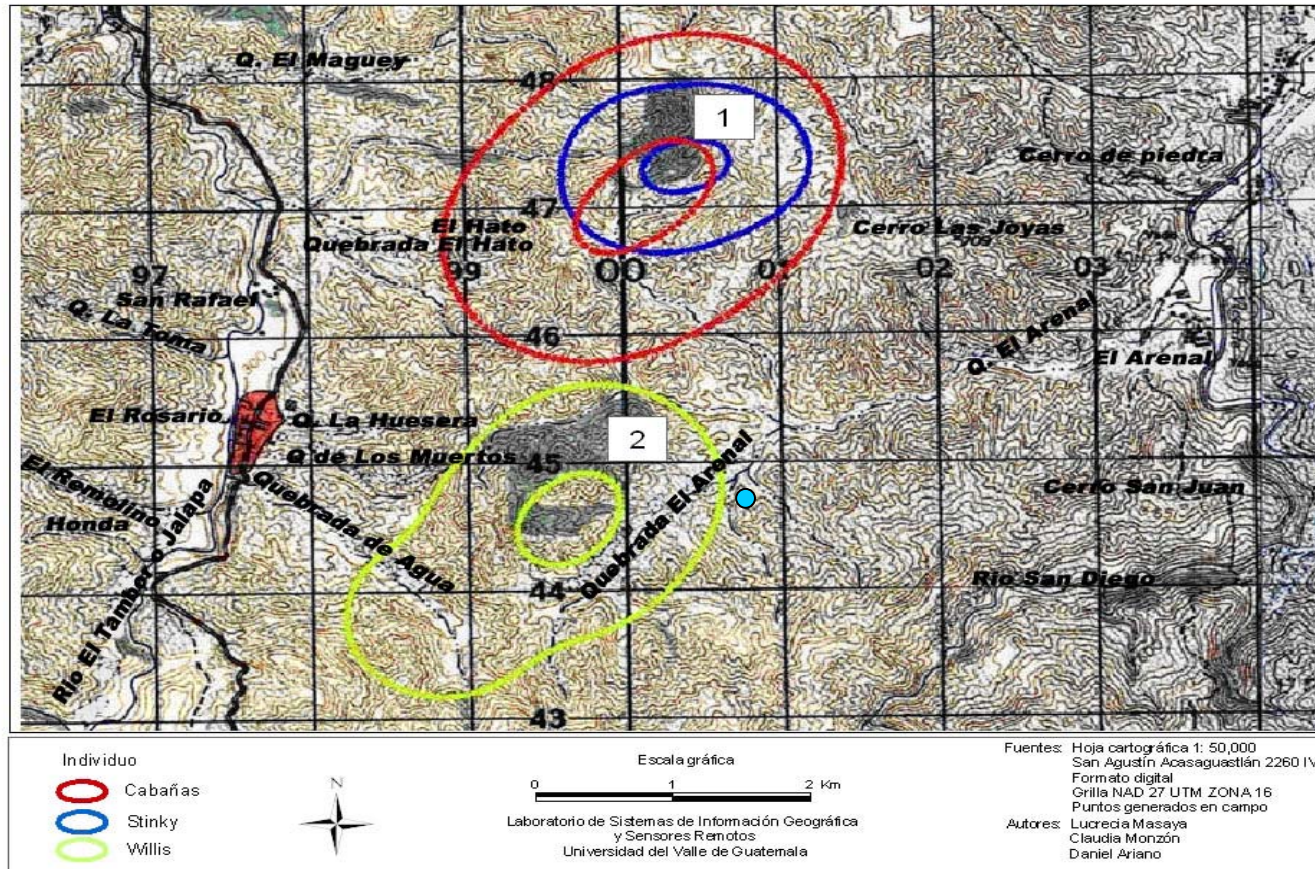


Figura 13. Localizaciones de los especímenes de *H.h. charlesbogerti* en Cabañas, Zacapa, durante el monitoreo ejecutado en el 2004. Se puede observar que las localizaciones tienden a estar concentradas cerca de los parches verdes de bosque del mapa (Ariano y Masaya, 2005:16).



**Figura 14. Ambito de hogar para *H.h. charlesbogerti* en Cabañas, Zacapa.** El círculo más grande corresponde al ámbito de hogar y el más pequeño corresponde al núcleo central. El macizo montañoso 1 es el Cerro Las Joyas y el 2 es el Cerro del Mineral (Ariano y Masaya, 2005:20). Cabañas es un *Heloderma* macho, Stinky es hembra, al igual que Willys.

## B. Caracterización del tipo de hábitat

En cuanto a la caracterización del tipo de hábitat de *H. h. charlesbogerti* (utilizando especies arbóreas y la presencia de *Hechtia guatemalensis*), encontré que los parámetros medidos tienden a ser mayores en los sitios en donde se encuevaron los *Heloderma* en comparación a los lugares en donde no (ver cuadro 4). Sin embargo, no encontré diferencias estadísticas significativas al realizar la prueba de t pareada, en cuanto a altura de los árboles ( $p=0.1088$ ,  $\alpha=0.1$ ), diámetro a la altura de pecho ( $p=0.0696$ ,  $\alpha=0.1$ ), número de especies ( $p=0.2068$ ,  $\alpha=0.1$ ) y diversidad ( $p=0.1003$ ,  $\alpha=0.1$ ). Las especies vegetales que predominaron en los sitios de encuevamiento de *Heloderma* incluyeron al quebracho (*Licania hypoleuca*) (240 ind/ha), palo de jiote (*Bursera simaruba*) (200 ind/ha), yaje (*Leucaena* sp.) (110 ind/ha), roble (*Bucida macrostachya*) (110 ind/ha) y campón (*Bursera bipinata*) (100 ind/ha). Las especies que predominaron en los sitios aleatorios incluyeron a la zarza blanca (*Mimosa platycarpa*) (620 ind/ha), roble (*Bucida macrostachya*) (320 ind/ha), yaje (*Leucaena* sp.) (260 ind/ha), quebracho (*Licania hypoleuca*) (190 ind/ha) y guayabillo (*Psidium* sp.) (130 ind/ha). El listado completo de las especies que registré para cada área puede ser observado en el cuadro 7, 8 y 9 del Apéndice L. Estos resultados muestran una tendencia, pero no conté con datos suficientes para validarla.

En lo que respecta al sotobosque, encontré una alta densidad de piña de coche (*Hechtia guatemalensis*) en las áreas con cuevas de *Heloderma* (476 ind/ha), en comparación a la densidad de ésta en los sitios aleatorios (175 ind/ha). En lo que respecta a las cuevas, el promedio de profundidad fue de 75.2 cm. y 22.8 cm. de diámetro.

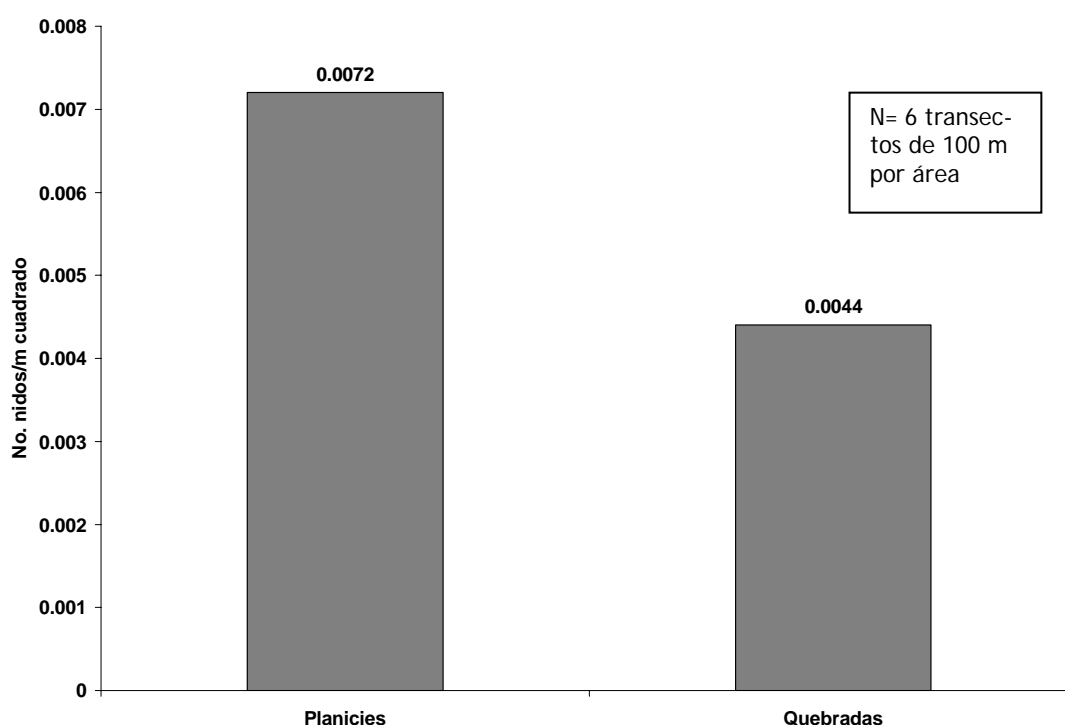
**Cuadro 4. Promedios para los parámetros medidos en la caracterización del hábitat de *H.h. charlesbogerti*.**

Área de muestreo	DAP (cm)	Altura (m)	Número de especies de árboles	Índice de Shannon
Cuevas	9.53	4.50	4.00	1.63
Aleatorio	5.94	3.77	2.94	1.08

## C. Abundancia de nidos de aves

Al ejecutar el estudio de la abundancia de todos los nidos de aves terrestres, por medio del uso de transectos en los dos tipos de áreas, obtuve 8 nidos y 9 huevos en 1800 m<sup>2</sup> muestreados en quebradas y 13 nidos y 6 huevos en 1800 m<sup>2</sup> muestreados en planicies. También, observé que las quebradas tendían a presentar nidos sobre árboles con troncos más gruesos, sostenidos sobre un mayor número de ramas, conteniendo un mayor número de huevos y mostrando una mayor distancia entre el nido y el final de la rama (Cuadro 5). En la Figura 15, se puede observar que las planicies presentaron una mayor abundancia de

nidos, a mayores alturas sobre el nivel del suelo, sostenidos en árboles de mayor altura y con una mayor distancia entre el nido y el tronco del árbol. Esta tendencia es visible, a pesar de que no existe una diferencia estadística significativa para la abundancia de nidos ( $p=0.0188$ ,  $\alpha=0.1$ ), altura de los árboles que albergaban al nido ( $p=0.5225$ ,  $\alpha=0.1$ ), altura a la que se encontraba el nido sobre el suelo ( $p=0.8037$ ,  $\alpha=0.1$ ), el grueso del tronco ( $p=0.6826$ ,  $\alpha=0.1$ ), distancia entre el nido y el tronco ( $p=0.4193$ ,  $\alpha=0.1$ ), distancia entre el nido y el final de la rama ( $p=0.3892$ ,  $\alpha=0.1$ ), y el número de huevos vistos en los nidos ( $p=0.2235$ ,  $\alpha=0.1$ ). El número de ramas que sostienen a los nidos sí difirió significativamente entre las dos tipos de áreas muestreadas ( $p=0.015$ ,  $\alpha=0.1$ ). El listado de todos los nidos de aves que registré puede ser observado en el Apéndice M.



**Figura 15. Abundancia de todos los nidos de aves terrestres registradas en las áreas muestreadas.**

Los nidos en las áreas quebradas fueron de torcaza (*Zenaida asiatica*) (1 nido/303 m<sup>2</sup>), pumulla (*Columba nigrirostris*) (1 nido/1018 m<sup>2</sup>), tortolita (*Columbina inca*) (1 nido/1018 m<sup>2</sup>) y pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) (1 nido/1018 m<sup>2</sup>). En las planicies eran de torcaza (*Zenaida asiatica*) (1 nido/625 m<sup>2</sup>), tortolita (*Columbina inca*) (1 nido/454 m<sup>2</sup>), pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) (1 nido/1018 m<sup>2</sup>) y porozoco (*Campylorhynchus rufinucha*) (1 nido/370 m<sup>2</sup>). En las áreas quebradas no encontré nidos de porozoco (*Campylorhynchus rufinucha*) y en las planicies no encontré nidos de pumulla (*Columba nigrirostris*) (Cuadro 9, 10 y 11).

**Cuadro 5. Promedio de los parámetros medidos en el conteo de todos los nidos de aves terrestres registrados.**

Promedio del parámetro medido	Área muestreada	
	Quebradas	Planicies
Altura de los árboles (m)	4.70	5.15
Distancia entre nido y el final de la rama (m)	2.43	1.96
Distancia entre el nido y el tronco (m)	2.38	2.77
Grosor del tronco (m)	0.35	0.30
Número de huevos	1	0.46
Altura sobre el suelo del nido (m)	2.77	2.88
Número de ramas que sostienen el nido.	4.33	2.84

## IV. DISCUSIÓN

El estudio que ejecuté con *H.h. charlesbogerti* me permitió observar tendencias en su comportamiento. La primera tendencia consistió en que éste muestra una alta actividad durante la época lluviosa (finales de la misma) y cuando se aproxima la época seca, la actividad tiende a bajar. Esto se puede observar al comparar la actividad del mes de octubre con la del mes de diciembre (Figura 7). El mes de octubre mostró una fuerte actividad (28 registros de actividad de 150 observaciones totales), la cual puede estar asociada con la presencia de lluvias y disponibilidad de alimento; mientras que diciembre tuvo una actividad baja (dos observaciones de actividad de 75 observaciones totales), lo cual puede ser por el inicio de la época seca. Esto coincide con los registros de *H. horridum* en Chamela, México, en los cuales se reporta que la actividad en la superficie alcanza un pico alto al final de la época seca y continúa durante los meses de junio y julio, disminuyendo en septiembre y octubre y permaneciendo latentes durante diciembre, enero y febrero (Beck, 2002; Beck y Lowe, 1991). En la época seca *H. horridum* entra en un periodo de estivación, utilizando energía almacenada en la cola en forma de grasa para subsistir hasta la próxima época de lluvia (Beck y Lowe, 1994). La lógica detrás de este comportamiento reside en que es una adaptación a las condiciones climáticas de su ambiente, ya que la fuerte estacionalidad provoca que en la época lluviosa exista una explosión de alimento, mientras que en la seca existe una fuerte escasez del mismo (Janzen y Schoener, 1968; Lister y García, 1992 *apud* Beck *et al.*, 2002). También es importante mencionar que en el mes de octubre se ha reportado que cortejo, apareamiento y espermiogénesis (Álvarez del Toro, 1982; Ramírez-Velásquez y Guichard-Romero, 1989; Beck y Ramírez Bautista, 1991 *apud* Beck, 2004), lo cual se puede también ver reflejado en la alta actividad observada durante ese mes (los machos se desplazan mayores distancias para cortejar y aparearse con un mayor número de hembras). Por otra parte, el monitoreo lo realicé desde el mes de septiembre hasta diciembre, por lo cual no puedo realizar comparaciones de actividad con el resto de la época seca o con el inicio de la lluviosa. Esta es la principal razón que influyó en el tamaño de mi muestra, por lo que no pude realizar una prueba estadística que respalde mis observaciones. Por lo tanto, sugiero que en el futuro el estudio se realice durante todo el año, para tener datos de ambas estaciones climáticas. De igual forma, sería de utilidad realizar el estudio a lo largo de dos o más años, para que se logre contar con suficientes datos que validen las tendencias que se observen.

La segunda tendencia de comportamiento que observé fue que el escorpión mostró diferencias en la actividad durante el día. Los individuos estudiados fueron más activos durante el crepúsculo e inicio de la noche, seguido por la tarde y por último en la mañana (Figura 6). Esta tendencia fue visible, pero no conté

con suficientes datos para que fuera estadísticamente significativa ( $p=0.3911$ ,  $\alpha=0.1$ ). Esta tendencia también coincide con el registro de *H. horridum* en Chamela, México, ya que se reportó que existen dos picos de actividad en el día, siendo el primero y de menor magnitud en la mañana (entre las 7:00 y 10:00 horas), y el segundo y de mayor magnitud en la tarde (entre 16:00 y 20:00 horas) (Beck, 2002; Beck y Lowe, 1991). Al comparar este registro con mis resultados, se observa que lo anterior concuerda con el primer pico de actividad que encontré para el mes de octubre (Figura 7), ya que lo registré entre las 7:00 y 10:00 horas, siendo máximo a las 8:00 horas. El segundo pico de actividad coincide parcialmente con mis resultados de ese mismo mes, ya que lo registré entre las 13:00 y 19:00 horas, e incluso determiné la presencia de un tercer pico entre las 20:00 y 21:00 horas. Esto puede deberse al pequeño tamaño de mi muestra, por lo que los pocos avistamientos de actividad entre las 13:00 y 14:00 horas amplían el intervalo del segundo pico de actividad. Es importante mencionar que dichos avistamientos se realizaron en días nublados (la temperatura era menor y la humedad relativa era más alta que en un día soleado, común y corriente). Además, es posible que al aumentar el tamaño de la muestra, el segundo y tercer pico de actividad se conviertan en uno solo, coincidiendo con los estudios realizados en México. Sin embargo, es necesario realizar futuros estudios durante un mayor periodo de tiempo y con una mayor cantidad de especímenes, para poder asegurarlo.

En el caso de los meses de septiembre y noviembre no pude realizar comparaciones en lo que respecta a la actividad observada a lo largo del día, ya que no tuve suficientes datos para analizarlos. El mes de diciembre mostró baja actividad, a excepción de un pico entre las 17:00 y 18:00 horas (Figura 7). Este pico coincide con el segundo pico de actividad y de mayor magnitud, reportado para *H. horridum* en México. La presencia de este pico y la ausencia de uno en la mañana pueden ser debido a que en este mes los escorpiones se preparaban para el período de estivación, por lo que redujeron fuertemente su actividad.

La distancia promedio desplazada por los escorpiones fue de 133.7 m/día y varió en cada uno de los meses de estudio, tendiendo a ser mayor en el mes de octubre (197 m/día), seguido por el mes de septiembre (159 m/día), y por último el mes de diciembre (44 m/día) (Figura 8). No obtuve un reporte de distancia desplazada por día para el mes de noviembre, debido a que no conté con suficientes datos para su cálculo. El mes de octubre mostró la mayor distancia promedio recorrida, al igual que la actividad reportada por mes de estudio, probablemente debido a que es en ese momento cuando hay mayor disponibilidad de alimento y es cuando ocurre el cortejo, apareamiento y espermiogénesis (Álvarez del Toro, 1982; Ramírez-Velásquez y Guichard-Romero, 1989; Beck y Ramírez Bautista, 1991 *apud* Beck, 2004; Beck, 2002; y Beck y Lowe, 1991). El mes de septiembre muestra un valor relativamente similar al mes de octubre; sin embargo, en este mes realicé las primeras liberaciones (Stinky, Willys y Cabañas). Es importante mencionar, que posterior a cada marcaje y liberación, los escorpiones tienden a ser inactivos, permaneciendo dentro de sus cuevas. Esto pudo haber influido en el resultado del mes de septiembre. Por otra parte, el mes de diciembre tuvo la menor distancia promedio desplazada, posiblemente porque los

individuos estaban iniciando su período de estivación (reduciendo su actividad). También pudo haber influido el hecho de que realicé las últimas liberaciones durante este mes (Kanelo y Matilde) (Cuadro 1), por lo que estos individuos se mostraron activos durante este último mes (probablemente buscando un sitio para llevar a cabo su estivación). Estas tendencias fueron visibles a pesar de que no encontré una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.5553$ ,  $\alpha=0.1$ ).

Por otra parte, la actividad y el desplazamiento de los escorpiones pueden estar influidos por factores tales como la temperatura y humedad ambiental. Observé en mis resultados, que los escorpiones fueron activos a temperaturas ambientales entre los 24 y los 32 °C (Figura 9). Este intervalo de temperatura (en el que *Heloderma* mostró actividad), coincide con el pico de temperatura que observé de los registros que obtuve de la misma durante el estudio. Este pico se ubicó entre los 23 y 33 °C, dentro de un intervalo de temperatura de 21 y 44 °C (Figura 10). Es probable que *H.h.charlesbogerti* sea activo entre los 24 y 32 °C debido a que las temperaturas bajas (posiblemente menores a los 24 °C) representan un riesgo de hipotermia (por ser poiquilotermos); por la misma razón, temperaturas mayores a los 32 °C posiblemente representan un riesgo de sobrecalentamiento y desecación (coloración negra maximiza la absorción de la radiación infrarroja). Por otra parte, es importante mencionar que dentro del intervalo de temperaturas en que fue activo *Heloderma*, su actividad fue máxima entre los 28 y 31 °C, por lo que existe la posibilidad de que éste sea su intervalo de temperatura ambiental óptima. Este posible intervalo de temperatura ambiental óptima coincide con el promedio de la temperatura corporal de  $29.5 \pm 3.2$  °C para *H. horridum* en actividad, registrado en Chamela, México (Beck y Lowe, 1991). Esta tendencia es visible a pesar de que no encontré una diferencia estadística significativa ( $p= 0.4809$ ,  $\alpha= 0.1$ ). Por ello, recomiendo que este tema sea investigado en futuros estudios.

En lo que respecta a la actividad observada según la humedad relativa, observé que los escorpiones tienden a ser activos a humedades relativas mayores al 50%, siendo máxima al acercarse al 100% (Figura 11). Esto ocurrió a pesar de que el registro de humedad relativa que obtuve durante el estudio fue entre 29.4% y 100%, con un pico entre el 40 y 60% (Figura 12). El que sean activos a humedades altas reduce el riesgo de desecación, tomando en cuenta que su hábitat carece de abundantes fuentes de agua. Esta tendencia es visible a pesar de que no encontré una diferencia estadística significativa ( $p=0.8014$ ,  $\alpha=0.1$ ). Por ello, recomiendo que este tema también sea sujeto de futuras investigaciones.

Por otra parte, observé que *H.h. charlesbogerti* tiende a pasar la mayor parte de su tiempo dentro de cuevas e inactivo. En total realicé 255 observaciones durante 10 días y sólo en 30 de ellas mostró actividad, por lo cual el 17.76% de su tiempo fue visto activo y el 88.23% fue inactivo. Estudios realizados con *H. horridum* en Jalisco, México indican que el 5% del tiempo los individuos fueron activos y el 95% del tiempo permanecieron en inactividad (Beck, 2004). El que mis resultados indiquen que el 17.76% del tiempo *H.h. charlesbogerti* se encuentre en actividad está influenciado por el hecho de que muestreé

solamente durante los meses de septiembre a diciembre, por lo que el porcentaje puede bajar al realizar el estudio durante el resto del año. En el campo, observé que el escorpión utiliza cuevas hechas y abandonadas por otros animales (tales como las de *Ctenosaura* spp.) y que también puede modificar agujeros ya existentes. Al modificarlos, utilizan las extremidades anteriores para excavar y conforme avanzan, retroceden a la salida y empujan la tierra con las posteriores. Al encuevarse, giran y permanecen con el rostro dirigido a la entrada de la cueva. Al encontrarse en esa posición, proceden a olfatear en todas las direcciones, hasta que finalmente ingresan al fondo de la cueva. Las cuevas en promedio midieron 75.23 cm. de profundidad y 22.84 cm. de diámetro, lo cual difiere con el registro para *H. horridum*, el cual indica que el promedio de diámetro es de 15 cm. y que la profundidad oscilaba entre los 100 y 200 cm (Beck y Lowe, 1991; Beck, 2002). Además, es importante mencionar que observé que los escorpiones generalmente utilizaban una cueva diferente durante cada día de estudio. Fue hasta el mes de diciembre cuando los observé utilizar una misma cueva más de un día (incluso durante una semana), por el inicio del período de estivación.

Por otra parte, observé un comportamiento semi arborícola en los escorpiones. En algunas ocasiones, dentro de sus períodos de actividad, les observé subir a un árbol o tratar de hacerlo. En especies tales como el palo de jiote (*Bursera simaruba*) se les dificultaba el ascenso por lo liso de la corteza, pero en árboles como el roble (*Bucida macrostachya*) o quebracho (*Licania hypoleuca*) sí lo lograban. En una ocasión, se observó reposado a uno de los machos sobre la base de un roble, y al cabo de seis horas, procedió a subir a una mayor altura (1.5 m). De igual forma, al día siguiente se vio al mismo macho estar subido a una altura de 4.5 metros sobre un roble de aproximadamente nueve metros y 20° de inclinación (Figura 21 del Apéndice H).

Durante el estudio de *H.h charlesbogerti* con radio telemetría no logré observar directamente un comportamiento de alimentación, pelea o apareamiento. En el caso de la alimentación, es posible que los escorpiones se hayan alimentado en días alternos a los de las visitas de campo. Además, se sabe que los *Heloderma* spp. se caracterizan por tener un metabolismo muy eficiente, mostrando tasas metabólicas bastante bajas en períodos de inactividad, lo que les permite soportar largos períodos entre eventos de alimentación (Beck *et al.*, 1995). En el caso de apareamiento y peleas, existen tres eventos que indican que sí se llevaron a cabo. El primero consiste en el comportamiento mostrado por dos *Heloderma* (Stinky y Cabañas). En la primera relocalización de ambos, los observé juntos tanto en períodos de actividad como en los de encuevamiento. Este comportamiento se mantuvo constante durante dos meses (septiembre y octubre). Segundo, en diciembre noté un cambio en el aspecto corporal de dos de las hembras (Muñeca y Stinky), lo cual coincide con la ovoposición reportada para *H. horridum* entre los meses de octubre y diciembre, cuyos huevos eclosionan en los meses de junio y julio (Beck, 2004). Fue notorio el aumento del volumen en el abdomen, lo cual fue confirmado por medio del palpado de los huevos en la cloaca. Tercero, en el mes de noviembre se encontró un nuevo *Heloderma* macho (Matilde), presente en una cueva en donde se había encontrado la noche anterior una de las hembras marcadas (Stinky). Matilde mostraba una herida

en la cola que coincide con una mordida de su misma especie. Esto podría ser consecuencia de una pelea entre Matilde y Cabañas.

A pesar de que no registré directamente un comportamiento de apareamiento y combate, existen registros de este comportamiento. En el caso de apareamiento de *H.h.charlesbogerti* en cautiverio (Figura 21 del Apéndice I), esperaba observar un comportamiento similar al registrado en colecciones tales como la del Zoológico de Atlanta. En ésta, los registros de apareamiento se han llevado a cabo al final del mes de agosto e inicios de septiembre. Estos inician con el acercamiento del macho a una de las hembras. El macho procede a subir la cola de la hembra, sujetándola con una de sus extremidades posteriores y cola, para introducir sus hemipenes en la cloaca de la hembra (Lock y Kaukenin, 2005). En el caso del comportamiento de combate, existen reportes del mismo para *H.h.horridum* en Jalisco, México. Estos reportes indican que el comportamiento consiste de encuentros enérgicos iniciados por el macho dominante (y de mayor talla), que involucran un forcejeo y finalizan con la sobreposición del macho dominante sobre el macho subordinado (Figura 23 del Apéndice J) (Beck y Ramírez-Bautista, 1991). Este mismo comportamiento se ha observado para *H.h.charlesbogerti* en cautiverio, en los meses de septiembre y octubre (Figura 24 del Apéndice J) (Lock y Kaukenin, 2005). Sin embargo, mi posible registro de combate ocurrió en el mes de noviembre, mientras que los dos registros mencionados anteriormente ocurrieron en septiembre y octubre (Beck y Ramírez-Bautista, 1991; Beck, 2004; Lock y Kaukenin, 2005). En el caso de *H. horridum* en Jalisco, México, esto pudo haber sido por la diferencia en el régimen climático entre Jalisco, México y el área de Zacapa, Guatemala. En el caso de *H.h.charlesbogerti* en el Zoológico de Atlanta, los investigadores controlaron la fecha en la cual los machos fueron introducidos en un mismo recinto, lo cual influye directamente sobre sus resultados. Por ello, sugiero que se realice más investigación tanto *in situ* como *ex situ*, en lo que respecta a estos tipos de comportamientos.

En lo que respecta al ámbito de hogar para *H.h. charlesbogerti*, éste fue de 180.77 ha, con un núcleo central de 34.55 ha (ver Figura 14 y el Cuadro 3). Este ámbito de hogar es mucho más grande al reportado para *Heloderma horridum*, ya que éste fue de 21.6 ha (Beck *et al.*, 1991). Esto puede deberse a que *H.h.charlesbogerti* se desplaza mayores distancias que *H. horridum*. Sin embargo, es necesario realizar futuros estudios con radio telemetría para obtener un estimado más preciso del ámbito de hogar de *H.h.charlesbogerti*, ya que éste se calculó solamente con los datos de tres individuos. Además, es posible que no todo el ámbito de hogar reportado sea el utilizado por *H.h. charlesbogerti* debido al limitado número de relocalizaciones y a lo irregular de las condiciones del hábitat. El ámbito de hogar de los tres individuos puede ser observado en el Cuadro 3 y en la Figura 13. En el mismo, se muestra que Stinky (♀) fue el que presentó el ámbito de hogar (27.39 ha) y núcleo central más pequeño (17.26 ha). Esto se puede deber al hecho de que esta hembra anduvo en compañía de Cabañas (♂), por lo que no le era necesario desplazarse mayores distancias en búsqueda de pareja. En el caso de Cabañas, éste fue el que presentó un ámbito de hogar más grande (392.14 ha), lo cual puede deberse a que es macho y por tanto debe buscar un mayor número de hembras con las cuales aparearse. Aparte de Stinky, Willys fue la otra hembra a la cual se le

determinó su ámbito de hogar (122.44 ha) y núcleo central (51.88 ha). Esta mostró un ámbito de hogar menor al de Cabañas, posiblemente por ser hembra; y mayor que el de Stinky, probablemente porque buscaba aparearse.

En el Apéndice K se muestran las rutas de cada uno de los individuos que fueron sujetos de estudio. Éstos muestran diferencias entre sí debido a que el esfuerzo invertido varió por individuo (según su fecha de colecta y marcaje). Por otra parte, en el Cuadro 3 y en la Figura 13 se puede observar el ámbito de hogar y el núcleo central del mismo, que estimé para la subespecie. El ámbito de hogar incluye todos los sitios en donde el *Heloderma* se desplaza para llevar a cabo sus actividades normales. Dentro del mismo existe un contorno más pequeño o núcleo central, en el cual hay una mayor concentración (densidad) de las localizaciones de los *Heloderma*. El núcleo central es el área preferida por el *Heloderma*, ya que es el sitio en el cual probablemente realice sus actividades básicas, tales como comer y dormir (incluso estivar), por ello la densidad de localizaciones es mayor. En la Figura 13 se puede observar que el núcleo central tiende a coincidir con los parches de bosque alto (manchas verdes en la hoja cartográfica). El que el núcleo central concuerde con las manchas de bosque alto implica que estos remanentes de bosque son vitales para la conservación de la especie. Por otra parte, al extrapolar la cantidad de bosque alto en Cabañas con el promedio del núcleo central, el estimado es de 30 individuos. Si se extrapolan estos resultados a la RSAVM, el estimado es de 174 individuos. Por ser una subespecie endémica, esto quiere decir que posiblemente existen 174 individuos de *H.h.charlesbogerti* en el mundo. Este resultado es una nota de alarma que requiere la inversión de esfuerzos para contrarrestar los factores que amenazan a la subespecie. Los principales factores incluyen la pérdida de hábitat, el tráfico ilegal de la especie y el exterminio debido al temor de los pobladores.

En cuanto a la caracterización del tipo de hábitat de *H.h. charlesbogerti*, las especies vegetales que predominaron en los sitios de encuevamiento de *H.h. charlesbogerti* incluyeron al quebracho (*Licania hypoleuca*) (240 ind/ha), palo de jiote (*Bursera simaruba*) (200 ind/ha), yaje (*Leucaena diversifolia*) (110 ind/ha), roble (*Bucida macrostachya*) (110 ind/ha) y campón (*Bursera bipinata*) (100 ind/ha). Las especies que predominaron en los sitios aleatorios (sin registros confirmados de cuevas de *Heloderma*) incluyeron a la zarza blanca (*Mimosa platycarpa*) (620 ind/ha), roble (*Bucida macrostachya*) (320 ind/ha), yaje (*Leucaena diversifolia*) (260 ind/ha), quebracho (*Licania hypoleuca*) (190 ind/ha) y guayabillo (*Psidium* sp.) (130 ind/ha). Esto muestra que las áreas quebradas y planas compartían tres de las cinco especies que presentaron más abundancia: quebracho (*Licania hypoleuca*), roble (*Bucida macrostachya*) y yaje (*Leucaena diversifolia*). Por otra parte, es importante mencionar que todos los parámetros medidos tendieron a ser mayores en áreas quebradas, en donde registré cuevas de escorpión, al compararlos con las áreas que seleccioné al azar. Estos parámetros incluyeron: la altura de los árboles ( $p= 0.1088$ ,  $\alpha= 0.1$ ), diámetro a la altura de pecho ( $p= 0.0696$ ,  $\alpha= 0.1$ ), número de especies ( $p= 0.2068$ ,  $\alpha= 0.1$ ) y diversidad de especies ( $p= 0.1003$ ,  $\alpha=0.1$ ). Todos ellos mostraron esa tendencia, pero no encontré una diferencia

estadística significativa que la respaldara, debido al tamaño pequeño de muestra. Es importante mencionar que las quebradas a simple vista difieren del resto del paisaje, ya que presentan un microclima específico, conservando más humedad y presentando una mayor intensidad de color verde en su vegetación. Por lo tanto, la tendencia de que en las quebradas los árboles sean más altos, más gruesos y el que exista una mayor cantidad y diversidad de especies puede deberse a este microclima (ya que ambas áreas comparten tres de las especies más abundantes). Por otra parte, los sitios aleatorios presentaron alta abundancia de zarza blanca (*Mimosa platycarpa*), la cual es un arbusto, lo cual puede estar influyendo al comparar altura y grosor de la vegetación en ambas áreas muestreadas. Dos de las especies que reporté como abundantes en sitios de encuevamiento de *H.h. charlesbogerti*, quebracho (*Licania hypoleuca*) y roble (*Bucida macrostachya*), coinciden con las especies que se han reportado como “típicas” en su hábitat (Ariano, 2003). Además, algunos de los sitios aleatorios en los cuales realicé el método de punto cuadrante cayeron en áreas de milpa, caminos o en áreas taladas, lo que influyó directamente sobre los parámetros que medí. Por lo tanto, sugiero la ejecución de más estudios que caractericen el hábitat del escorpión.

En lo que respecta al sotobosque, encontré una alta densidad de piña de coche (*Hechtia guatemalensis*) en las áreas con cuevas de *Heloderma* (476 ind/ha), en comparación a la densidad de ésta en los sitios aleatorios (175 ind/ha). Además, es importante mencionar que registré encuevamientos del escorpión entre las piñas de coche. Esto puede sugerir que esta especie vegetal es un elemento importante en el hábitat del *Heloderma*.

En cuanto a la abundancia de nidos de aves, es importante mencionar que ésta fue mayor en planicies que en quebradas con registros de encuevamiento de *H.h. charlesbogerti* (Figura 15); sin embargo, los transectos ejecutados en las planicies presentaron un menor número de huevos. Además, si se hace referencia al Cuadro 5, se puede observar que las áreas quebradas tendieron a presentar sus nidos en árboles de menor altura, con una menor distancia entre el nido y el tronco, con una menor altura del nido sobre el nivel del suelo, facilitando el acceso del escorpión a los huevos. Las áreas quebradas también mostraron un mayor grosor del tronco en las cuales registré nidos, lo cual coincide con la tendencia que observé cuando caractericé el hábitat. En el mismo cuadro se puede observar que en las áreas quebradas, la distancia entre el nido y el final de la rama fue mayor, lo cual es consecuencia de que los nidos se encuentran más cercanos al tronco. Es importante mencionar que a pesar de tener una menor abundancia de nidos, la cantidad de huevos es mayor en las quebradas (8 nidos y 9 huevos registrados en quebradas y 13 nidos y 6 huevos en planicies), lo cual puede reflejar que las quebradas posiblemente albergan una mayor disponibilidad de esta fuente de alimento. Sin embargo, sugiero que se continúe la investigación en este tema, para llegar a tener datos significativos. Por último, las quebradas también mostraron un mayor número de ramas sosteniendo a los nidos, posiblemente porque se encontraban más cerca del tronco, lo que cual puede aumentar el número de ramas que toquen el nido. Los parámetros mostraron estas tendencias, a pesar de que no encontré una diferencia estadística significativa para la abundancia de nidos ( $p=0.0188$ ,  $\alpha=0.1$ ), altura de los árboles que

albergaban al nido ( $p=0.5225$ ,  $\alpha=0.1$ ), altura a la que se encontraba el nido sobre el suelo ( $p=0.8037$ ,  $\alpha=0.1$ ), el grueso del tronco ( $p=0.6826$ ,  $\alpha=0.1$ ), distancia entre el nido y el tronco ( $p=0.4193$ ,  $\alpha=0.1$ ), distancia entre el nido y el final de la rama ( $p=0.3892$ ,  $\alpha=0.1$ ), y el número de huevos vistos en los nidos ( $p=0.2235$ ,  $\alpha=0.1$ ). El número de ramas que sostienen a los nidos fue el único parámetro medido que sí difirió significativamente entre los dos tipos de áreas muestreadas ( $p=0.015$ ,  $\alpha=0.1$ ).

Las planicies y las áreas quebradas compartieron tres de las cuatro especies de aves de las cuales registré nidos (Cuadro 9). Esta diferencia puede ser reflejo de la preferencia de micro hábitat de determinadas especies de aves; sin embargo, la cantidad de datos es muy pequeña para poder asegurar esto. Por ello, es necesario continuar la investigación en este tema para poder determinar la presencia o ausencia de ciertas especies en los dos tipos de áreas. Por otra parte, la abundancia de nidos de aves en general, fue bastante baja, debido a que el conteo se realizó durante los meses de octubre a marzo, lo cual abarca principalmente a la época seca. Por ello, sugiero el monitoreo de la abundancia de nidos de aves en ambas estaciones, lo cual también aumentaría el número de datos, respaldando estadísticamente las tendencias que observé.

Finalmente, los datos que obtuve de este trabajo muestran tendencias en el comportamiento, tipo de hábitat, y abundancia de nidos de aves terrestres como fuente de alimento de *H.h. charlesbogerti*, en Cabañas, Zacapa, Guatemala. Sin embargo, el tamaño de muestra fue insuficiente para validarlas, por lo que es necesario continuar los esfuerzos de investigación con esta subespecie endémica, con el fin de esclarecer los esfuerzos de manejo necesarios para su conservación. Sería conveniente investigar la abundancia de otras fuentes de alimento (roedores, otros reptiles, insectos, etc.) y continuar la investigación para determinar otras tendencias de comportamiento (tales como el uso de cuevas) y aspectos fisiológicos propios de la subespecie. Por último, sería conveniente realizar estudios acerca de la reproducción *in situ* y *ex situ* de esta subespecie, para utilizar esta información como herramienta para su conservación.

## **A. Recomendaciones de métodos para nuevos estudios de *H.h.charlesbogerti***

Los métodos que utilicé para el presente estudio fueron funcionales y efectivos, pero existen algunos de ellos que pueden reestructurarse o modificarse para incrementar su productividad. Ejemplo de ello es el tiempo de estudio en campo de *H.h.charlesbogerti* con radio telemetría y la disponibilidad de equipo para la observación y registro de su comportamiento. Dicho estudio debe realizarse en un periodo mínimo de un año, para tener datos significativos del comportamiento de esta subespecie por humedad relativa y temperatura ambiental. De igual forma, considero que debería incluirse en futuros estudios el registro del comportamiento nocturno de esta subespecie. Además, considero que la adquisición de equipo adicional de radio telemetría (antenas y receptores) facilitaría y aumentaría el número de localizaciones por espécimen,

al igual que permitiría la ejecución del proyecto de forma simultánea en diferentes localidades. Un mayor número de localizaciones por individuo conllevaría a un estimado del ámbito de hogar de mayor exactitud y precisión. Además, el estudio del ciclo anual, también permitiría caracterizar el comportamiento de estivación y el inicio de su época de actividad. Para lograr un periodo de monitoreo más largo, se deberán utilizar radios transmisores con baterías de mayor duración o del tipo recargable. Estas existen en el mercado, pero requerirán de una mayor inversión de capital.

Por otra parte, en lo que respecta al registro de la humedad relativa y temperatura ambiental, sugiero el uso de medidores electrónicos (dataloggers). Estos medidores obtendrían registros continuos del comportamiento de ambos factores. En este estudio solamente obtuve registros de humedad relativa y de temperatura ambiental diurna; por lo que el uso de dichos medidores permitiría la obtención de registros del comportamiento de estos factores durante la noche. Estos dispositivos deberán colocarse principalmente en las quebradas en donde se registre la presencia de *H.h.charlesbogerti*. De igual forma, sería funcional el uso de medidores electrónicos de humedad y temperatura de menor tamaño, para su colocación dentro de las cuevas de esta subespecie. Estos registros servirían para caracterizar las cuevas que sirven de refugio para *H.h.charlesbogerti*. Junto con la caracterización de las cuevas de *H.h.charlesbogerti* se podría establecer qué otras especies también utilizan dichas cuevas, en presencia o ausencia de *Heloderma*.

Además, también recomiendo la toma de las medidas corporales (peso, largo y ancho del cuerpo, circunferencia de la cabeza y cola, largo de pata, etc.) de los individuos de *H.h.charlesbogerti* sujetos a estudio. Estos parámetros podrían estudiarse a lo largo del estudio, para establecer su aumento o descenso, según el comportamiento de los especímenes y según las condiciones ambientales. Además, en lo que respecta a la dieta de *H.h.charlesbogerti*, considero que se debe evaluar la abundancia de otras fuentes de alimento (adicionales a los nidos de aves) en su hábitat. La abundancia de crías de roedores y de huevos de otros reptiles tales como *Ctenosaura* spp. o *Cnemidophorus motaguae*, serían de utilidad para el estudio de la dieta de *H.h.charlesbogerti*. Incluso, se debería de llevar a cabo un experimento en el cual se ofrezcan huevos de *Ctenosaura*, de *C. motaguae* o crías de roedores a individuos silvestres de *Heloderma* (en la entrada de sus cuevas). Esto permitiría registrar la ingesta de este tipo de alimento para *H.h.charlesbogerti*. En cuanto a la abundancia de nidos de aves, recomiendo realizar su estudio por lo menos durante un año, para la obtención de datos que muestren su comportamiento durante el ciclo anual. También, sugiero que dentro del análisis de la abundancia de nidos se incluyan a las especies que anidan sobre el suelo. De igual forma recomiendo que para el análisis de dichos datos se utilicen paquetes estadísticos de mayor potencia, tales como DISTANCE.

En el futuro, sería recomendable un análisis del hábitat de *H.h.charlesbogerti* a escala de paisaje y de microhábitat. En escala de paisaje se recomienda determinar los sitios de distribución potencial de dicha subespecie, considerando la cobertura boscosa, altitud, precipitación, etc., y que dichos sitios sean visitados para la confirmación de la presencia de *H.h.charlesbogerti*. A escala de micro hábitat, el análisis deberá ser

a mayor detalle, realizando un mapeo de todas las quebradas de posible distribución de *H.h.charlesbogerti* dentro de la RSAVM. Dichas quebradas deberán ser comparadas con aquellas de distribución confirmada de *H.h.charlesbogerti*. El análisis de la cobertura boscosa en dichas quebradas podrá realizarse por medio de la ejecución de cuadratos de mayor tamaño (en comparación a los que utilicé en el método de punto cuadrante), en los cuales se establezcan las especies dominantes y de mayor abundancia, al igual que la cobertura forestal de las mismas. Finalmente, se recomienda realizar una evaluación anual del estado del hábitat de *H.h.charlesbogerti* en la RSAVM, por medio del uso de mapas de cobertura forestal y del uso del suelo.

Finalmente, sugiero que continúen las pláticas de educación ambiental, ya que estas pláticas informativas han convertido a los pobladores de la RSAVM en los principales donadores de especímenes de *Heloderma* para su monitoreo. De igual forma, muchos de ellos son propietarios de terrenos, por lo que podrían ser involucrados en el uso de incentivos forestales y en la creación de áreas protegidas privadas. Estas pláticas ayudan a desmitificar a esta subespecie e involucran a las comunidades que coexisten con *Heloderma* en el proyecto. Por último, la información generada por el Proyecto Heloderma deberá ser colocada a la disposición de investigadores nacionales e internacionales. Dicha base de datos podría ser colocada en la página web de la Organización Zootropic.

## V. CONCLUSIONES

- A. *H.h. charlesbogerti* tiende a ser más activo en el crepúsculo e inicio de la noche (17:00 a 21:00 horas), seguido por la tarde (12:00 a 16:00 horas) y por último en la mañana (7:00 a 11:00 horas); a pesar de no ser estadísticamente significativo ( $p=0.3911$ ,  $\alpha=0.1$ ).
- B. El escorpión fue activo el 17.76% de su tiempo e inactivo 88.23% del mismo, en los meses de septiembre a diciembre.
- C. El mes de octubre mostró tres picos de actividad, siendo el primero entre las 7:00 y 10:00 horas (máximo a las 8:00 horas), el segundo entre las 13:00 y 19:00 horas (máximo entre las 16:00 y 17:00 horas) y el tercero entre las 20:00 y 21:00 horas.
- D. El mes de diciembre mostró poca actividad, a excepción de un pico pequeño en la tarde (17:00 y 18:00 horas).
- E. El promedio de la distancia recorrida por el escorpión durante este estudio fue de 133.7 m/día.
- F. Los individuos se desplazaron mayores distancias en el mes de octubre (197 m/día), seguido por el mes de septiembre (159 m/día) y por último el mes de diciembre (44 m/día); a pesar de que las diferencias no son estadísticamente significativas ( $p=0.5553$ ,  $\alpha=0.1$ ).
- G. *H.h. charlesbogerti* tiende a ser activo a temperaturas entre los 24 y 32 °C, aumentando la actividad entre los 28 y 31 °C.
- H. *H.h. charlesbogerti* tiende a ser activo a una humedad relativa mayor al 50%, la cual incrementa hacia el 100% de humedad.
- I. El ámbito de hogar para *H.h.charlesbogerti* fue de 180.77 ha y el núcleo central fue de 34.55 ha.
- J. Se estimó pueden existir alrededor de 30 ejemplares en vida silvestre en el municipio de Cabañas y 174 individuos para la RSAVM, lo cual indica que el escorpión se encuentra en alto peligro de extinción.
- K. Las quebradas en las que habita *H.h.charlesbogerti* tienden a mostrar árboles más altos y gruesos, al igual que un mayor número y diversidad de especies de los mismos, en comparación al resto del paisaje.
- L. La densidad de piña de coche (*Hechtia guatemalensis*) en quebradas con cuevas de *Heloderma* fue de 476 ind/ha, en comparación a la densidad de 175 ind/ha de ésta en sitios aleatorios, por lo que es posible que esta especie sea un elemento importante dentro de la caracterización del hábitat del *Heloderma*.
- M. El promedio de profundidad de cuevas de escorpión fue de 75.2 cm. y 22.8 cm. de diámetro.
- N. Obtuve 8 nidos y 9 huevos registrados en 1800 m<sup>2</sup> muestreados en quebradas y 13 nidos y 6 huevos en 1800 m<sup>2</sup> muestreados en planicies.

- O. Los nidos de aves terrestres tienden a ser más accesibles en las quebradas en comparación a las planicies, debido a que los nidos se encuentran a menor altura sobre el suelo y más cercanos al tronco, siendo sostenidos por un mayor número de ramas.

## VI. RECOMENDACIONES

- A. Continuar el monitoreo con radio telemetría para precisar los resultados que obtuve de los patrones de actividad, comportamiento, ámbito de hogar de y abundancia de nidos de aves como fuente de alimento de *H.h.charlesbogerti*.
- B. Investigar vacíos de información de *H.h.charlesbogerti* tales como: fisiología, comportamiento de alimentación, reproducción y combate entre machos, uso de habitat en funcion de la disponibilidad y características de las cuevas y comportamiento nocturno.
- C. Continuar el estudio de la caracterización del microhábitat de *H.h.charlesbogerti* y establecer su distribución en la RSAVM.
- D. Intensificar los esfuerzos de vigilancia en contra del comercio ilegal y exterminio de *H.h. charlesbogerti* durante la época lluviosa, sobre todo en el mes de octubre (mes en el cual hay apareamiento y un mayor desplazamiento por parte de *Heloderma*).
- E. Determinar la abundancia de nidos de aves y de otras fuentes de alimento tales como huevos de otros reptiles (*Ctenosaura* spp.), insectos (específicamente coleópteros) y crías de roedores, durante ambas estaciones climáticas, con el fin de realizar comparaciones entre las mismas y para establecer si existe una correlación entre la actividad del escorpión y la abundancia de las mismas.
- F. Generar una estrategia de conservación que impulse la creación de áreas protegidas, el uso de incentivos forestales, la creación de un programa de reproducción en cautiverio y el involucramiento de los comunitarios en la conservación del escorpión.
- G. Implementar un programa de reproducción *ex situ* de *H.h.charlesbogerti* entre las colecciones nacionales, en colaboración con las colecciones internacionales de esta subespecie. De igual forma, sería de utilidad la determinación de posibles sitios de reintroducción de *H.h.charlesbogerti* en la RSAVM, en dado caso en dado caso se considere como una alternativa en el programa de reproducción *ex situ*.
- H. Continuar con el programa de educación ambiental para la divulgación de los resultados obtenidos en este estudio, con lo el cual se involucre a los pobladores que coexisten con *H.h.charlesbogerti*, desmitificando y deteniendo el comercio ilegal de esta subespecie.
- I. Realizar un reporte anual que documente los registros de avistamiento y los casos de extracción y matanza de individuos de *H.h.charlesbogerti* en la RSAVM.

## VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez del Toro, M. 1982. **Los reptiles de Chiapas**. Instituto de Historia Natural, Tuxtla Gutierrez, México. 248 pp.
- Angeli, S.L. 2005. **Horridum angeli reptiles. About beaded lizards**. Página visitada el 12 de febrero del 2005. Última actualización: 03 de febrero del 2002. Dirección:  
[http://www.helodermahorridum.com/beaded\\_lizard.php](http://www.helodermahorridum.com/beaded_lizard.php)
- Ariano, D. 2003. **Distribución e historia natural del Escorpión *Heloderma horridum charlesbogerti* Campbell y Vannini, (Sauria: Helodermatidae) en Zacapa, Guatemala y caracterización de su veneno**. Tesis para el grado de licenciatura. Departamento de Biología. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 68 pp.
- y L. Masaya. 2005. **Estado poblacional actual e historia natural del Escorpión, *Heloderma horridum charlesbogerti* Campbell y Vannini, (Sauria: Helodermatidae), en Cabañas, Zacapa, Guatemala**. The Nature Conservancy y Organización Zootropic. Guatemala, 28 pp.
- y L. Masaya. 2005. **Distribución potencial del Lagarto Escorpión *Heloderma horridum charlesbogerti* (Sauria: Helodermatidae) en la Region Semiarida del Valle del Motagua: Priorización de regiones para acciones de conservación**. Organización Zootropic y The Nature Conservancy. Guatemala, 40 pp.
- Beck, D. 1990. **Ecology and behavior of the Gila Monster in southwestern Utah**. Journal of Herpetology 24 (1): 54-68.
- y C.H. Lowe. 1991. **Ecology of the beaded lizard, *Heloderma horridum*, in a tropical dry forest in Jalisco, México**. Journal of Herpetology 25(4): 395-406.
- y ----- . 1994. **Resting metabolism of helodermatid lizards: allometric and ecological relationships**. Journal of Comparative Physiology. 164: 124-129.

- , y A. Ramírez-Bautista. 1991. **Combat behavior of the beaded lizard, *Heloderma h. horridum*, in Jalisco, México.** Journal of Herpetology. 25 (4): 481-484.
- , M.R. Dohm, T.J. Garland, A. Ramírez-Bautista y C.L. Lowe. 1995. **Locomotor performance and activity energetics of Helodermatid lizards.** Copeia, American Society of Ichthyologists and Herpetologist (3): 557-585
- , 2002. ***Heloderma horridum* (Wiegmann 1829). Escorpión.** En: Noguera F.A., J.H. Vega, Rivera A.N. 2002. Historia natural de Chamela. Instituto de Biología, UNAM. México, 522 pp.
- , C.M. Gienger, Sabari N.C., D.L. Stumbaugh. 2002. **Dry season habitat use by lizards in a tropical deciduous forest of western Mexico.** Journal of Herpetology 36 (3): 487-490.
- , 2004. **Venomous lizards of the desert.** Natural History: 24 (1): 32-37.
- , 2004. **Overview of the family Helodermatidae (for Varanophiles).** Pp 516-520. En: Pianka E.R. y D. King. Varanoid Lizards of the World. Indiana University Press.
- , 2005. **Biology of Gila Monsters and Beaded Lizards.** 1<sup>st</sup> Edition. University of California Press. USA, 210 pp.
- Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN). 2003. **Plan de conservación de la región semiárida del Valle del Motagua.** Programa de Parques en Peligro-Sistema Motagua-Polochic. Guatemala, 66 pp.
- Flores, E. 2004. **El lagarto enchaquirado.** Agua y Desarrollo Sustentable, No.19. Página visitada el 20.II.2005. Última actualización: junio del 2002. Dirección: [www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/130/mor.html](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/130/mor.html)
- Holdrige, L. 1967. **Life Zone Ecology.** Tropical Science Center, Costa Rica. 89 pp.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). 1999. **Diccionario Geográfico de Guatemala.** Guatemala. 415 pp.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 2002. **Estimado poblacional para el departamento de Zacapa.** Página visitada el 05.IX.2005. Última actualización: 2002. Dirección: [www.ine.gob.gt.estimados.pobydensidad/zacapa.pdf](http://www.ine.gob.gt.estimados.pobydensidad/zacapa.pdf)

- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). 2004. **Datos meteorológicos de las cabeceras departamentales**. Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. Página visitada el 10.VIII.2005. Última actualización: 2004. Dirección: [www.insivumeh.org.gt](http://www.insivumeh.org.gt)
- Lock, B. y A. Kaukeinen. 2005. Reproductive attempts of *Heloderma* at Atlanta Zoo. Presentación realizada durante los talleres de preparación de la Estrategia Nacional de *H.h.charlesbogerti*. Santa Cruz, Zacapa, Guatemala.
- Mayén, E. 2002. **Fundamentos, selección y caracterización de áreas de monte espinoso como propuesta para áreas protegidas en el Nororiente de Guatemala**. Tesis *ad gradum*. Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Universidad Rafael Landívar, Guatemala. 145 pp.
- Millspaugh J.J. y J.M. Marzluff. 2001. **Radio tracking and animal populations**. Academic Press. California, U.S.A. 474 pp.
- Ministry of Environment, Lands and Parks (MELP). Resources Inventory Branch for the Terrestrial Ecosystems. Task Force Resources Inventory Committee. 1998. **Wildlife radio telemetry**. Standards for components of British Columbia's Biodiversity No. 5. Versión 2.0. Página visitada el 06.IX.2004. Última actualización: diciembre de 1998. Dirección: <http://srmwww.gov.bc.ca/risc/pubs/tebiodiv/wildliferadio/cip.htm>
- Porter, K.R. 1972. **Herpetology**. W.B. Saunders Company, USA. 524 pp.
- Ralph J.C.; G.R. Geupel y P. Pyle; T.E. Martin; D.F. DeSante y B. Milá. 1992. **Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres**. General technical report. Pacific Southwest Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, USA. 95 pp.
- Servicio de Información Municipal (SIM). 2000. **Municipalidad de Cabañas**. Página visitada el 20.II.2005. Última actualización: marzo del 2000. Dirección: <http://www.inforpressca.com/cabanahistoria.php#>
- Simmons C.S., J.M. Tárano, J.H. Pinto. 1959. **Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala**. Instituto Agropecuario Nacional y el Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Editorial del Ministerio de Educación Pública José de Pineda Ibarra, Guatemala. 1000 pp.

U.S. Geological Survey (USGS). 1997. **Forum on wildlife telemetry: innovations, evaluations, and research needs**. Snowmass Village, Colorado. Program and Abstracts. U.S. Geological Survey and The Wildlife Society. Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Home Page. Página visitada el 06.IX.2004. Última actualización: 25 de junio de 1998.

Dirección: <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/tools/telemetry/telemetry.htm>

Villar, L. 1998. **La fauna silvestre de Guatemala**. Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 63 pp.

## **VIII. APÉNDICES**

## A. Hoja de datos para relocalizaciones y patrones de actividad.

Universidad del Valle de Guatemala  
Departamento de Biología

Trabajo de Graduación  
Proyecto Heloderma

### Información por relocalización y para el establecimiento de los patrones de actividad

Investigador: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

ID espécimen: \_\_\_\_\_ Número de chip: \_\_\_\_\_

Frecuencia del transmisor: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Condiciones climáticas visibles: \_\_\_\_\_

Temperatura: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_ Humedad: \_\_\_\_\_

Cobertura dosel: \_\_\_\_\_ Coordenadas UTM: \_\_\_\_\_

Nombre del punto: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_

Características del hábitat: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Patrones de Actividad:

Hora	Actividad	Coordenadas (UTM)	Altura (mSNM)	Humedad y Temperatura	Comportamiento observado

**Nota:** La observación de actividad se tomará como 1 y la de inactividad se tomará como 0.

Otras observaciones: \_\_\_\_\_

## B. Hoja de datos para la determinación de abundancia de nidos.

Universidad del Valle de Guatemala  
Departamento de Biología

Trabajo de Graduación  
Proyecto Heloderma

### Datos para el estudio de abundancia de nidos

Nombre: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Nombre del Lugar: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre del transecto: \_\_\_\_\_

Lectura inicial del GPS (UTM): \_\_\_\_\_ Lectura final del GPS (UTM): \_\_\_\_\_ Lugar en el que se encuentra (quebrada o plano): \_\_\_\_\_

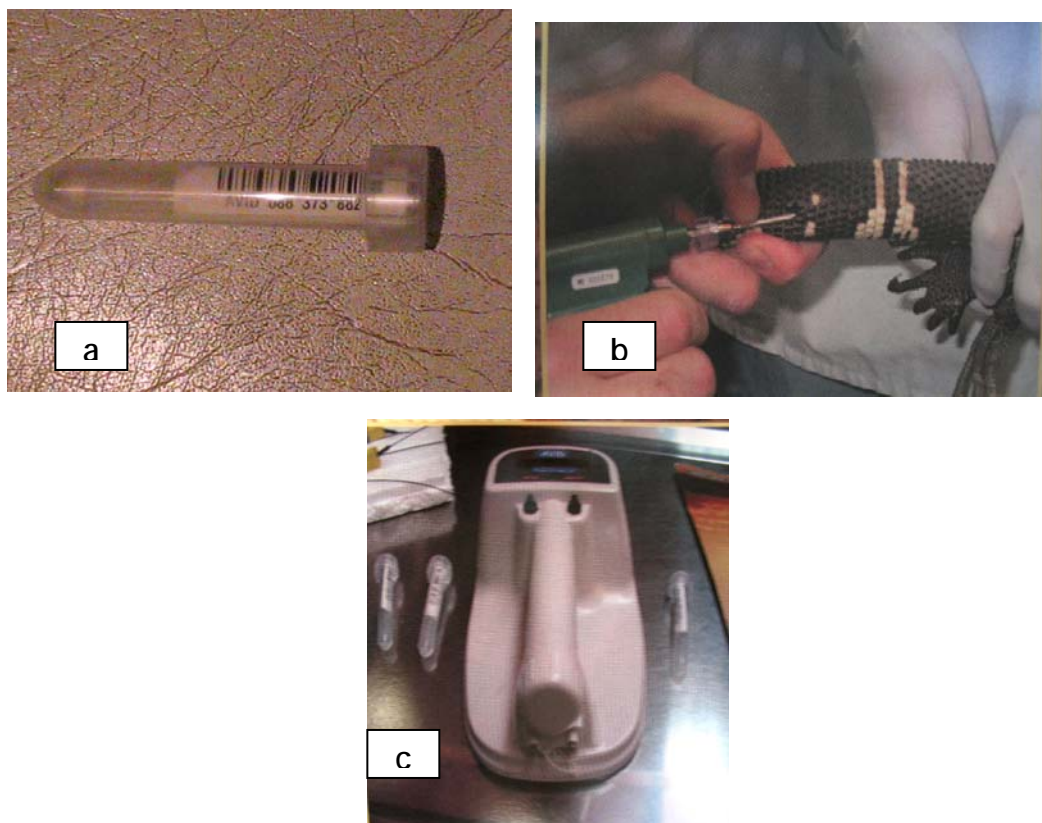
Número de nido	Tipo de ave	Árbol en que está	Altura del árbol o planta (m)	Altura a la que está el nido (m)	Grosor de la planta (cm)	Distancia del nido al tronco (cm)	Distancia del nido al final de la rama (cm)	Número de huevos que hay	Número de pichones	Etapa del nido		
										Construcción	Incubando	Otra cosa

### C. Método de marcaje.



**Figura 16. Marcaje de los *Heloderma* con radios transmisores.** El marcaje consistió en la sutura de radios transmisores a la piel de los Helodermas (fotografías a y c). La sutura tuvo entre cuatro y seis puntos

(fotografías d y e). Posteriormente, los escorpiones se mantuvieron en observación durante tres días en una incubadora (fotografía b), para luego ser liberados. Al liberarlos, se les colocó cita metálica (fotografías g y h) y se hidrataron (fotografía f).



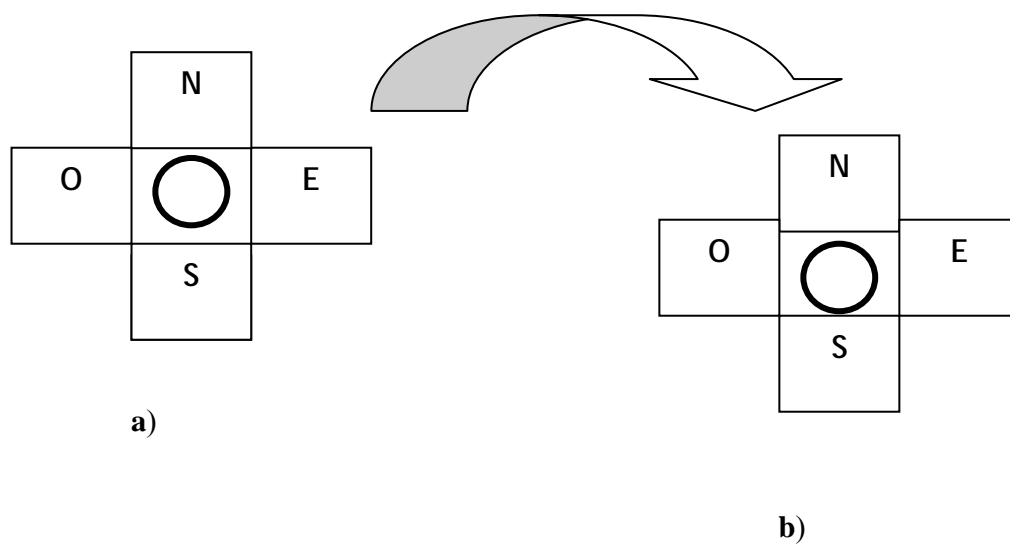
**Figura 17. Marcaje con microchips.** Esta figura muestra el método utilizado para el marcaje con microchips. Cada microchip estaba contenido en una cápsula, con la impresión del código adentro de la misma (fotografía a). La inserción del microchip se hizo utilizando un tipo de “pistola” (fotografía b). Los códigos de los microchips se leyeron por medio del uso del lector de chip mostrado en la fotografía c.

## D. Equipo de radio telemetría.

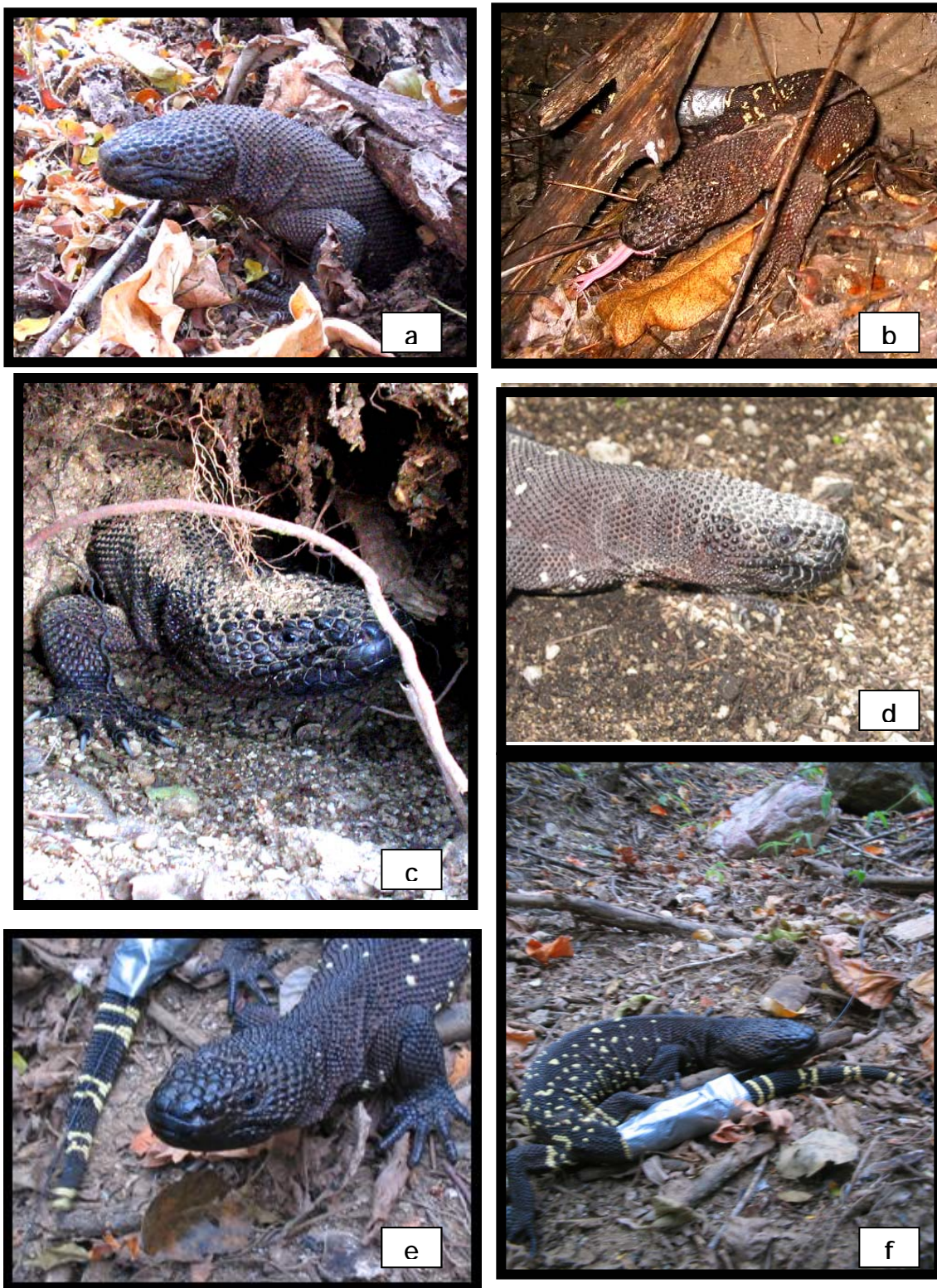


**Figura 18. Equipo para la relocalización de los especímenes.** Esta figura muestra el equipo de radio telemetría utilizado. Utilicé una antena tipo Yagi de tres elementos y un receptor (caja azul) (fotografía a). El asistente de campo (fotografía b) también se adiestró en el uso de esta técnica. Se tomaron los puntos de GPS de las relocalizaciones (fotografía c).

### E. Método de punto cuadrante.



**Figura 19. Método de punto-cuadrante.** El método de punto cuadrante consiste en la ejecución de cuatro cuadratos orientados hacia los cuatro puntos cardinales (a). A ese set de cuadratos se le elabora una pareja (b), cuyo rumbo y distancia es determinada en base a una tabla de números aleatorios. Es importante mencionar que en el primer caso (a) el vértice central fue la cueva del escorpión, mientras que en el segundo caso (b), me guíe del punto en donde finalizaba la distancia con respecto al primero.

**F. Especímenes monitoreados.**

**Figura 20. Individuos de *H.h. charlesbogerti* monitoreados durante el estudio.** Los nombres de los mismos son: Willys (a), Stinky (b), Cabañas (c), Kanelo (e), Matilde (d), y Muñeca (f).

**G. Cuevas de *H.h.charlesbogerti*.**



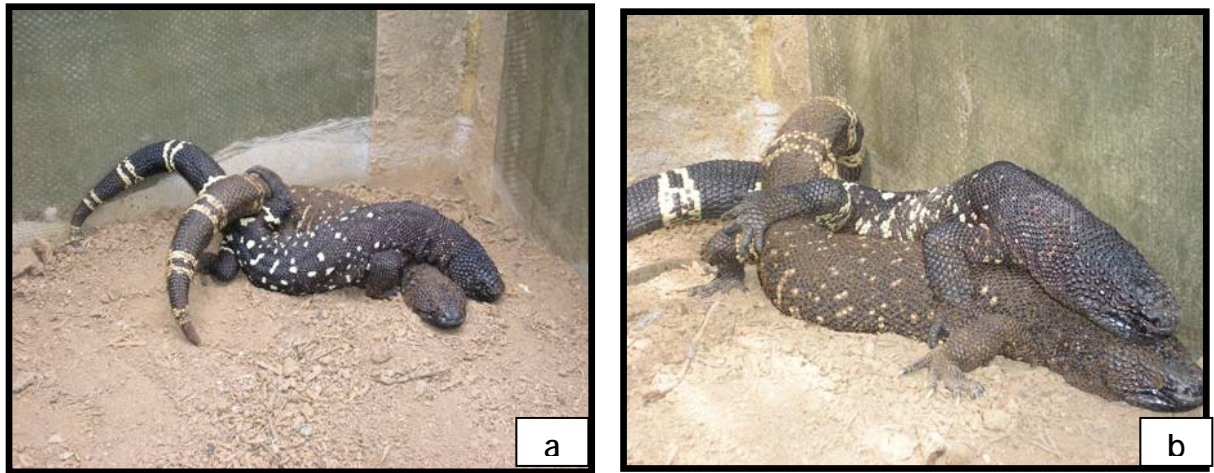
**Figura 21. Cuevas de *Heloderma*.** Las cuevas del escorpión pueden ser conspicuas como las mostradas en las primeras 2 fotografías (a y b), o pueden ser difíciles de ser percibidas como en las últimas dos fotografías (c y d).

## H. Hábitos arborícolas de *H.h.charlesbogerti*.



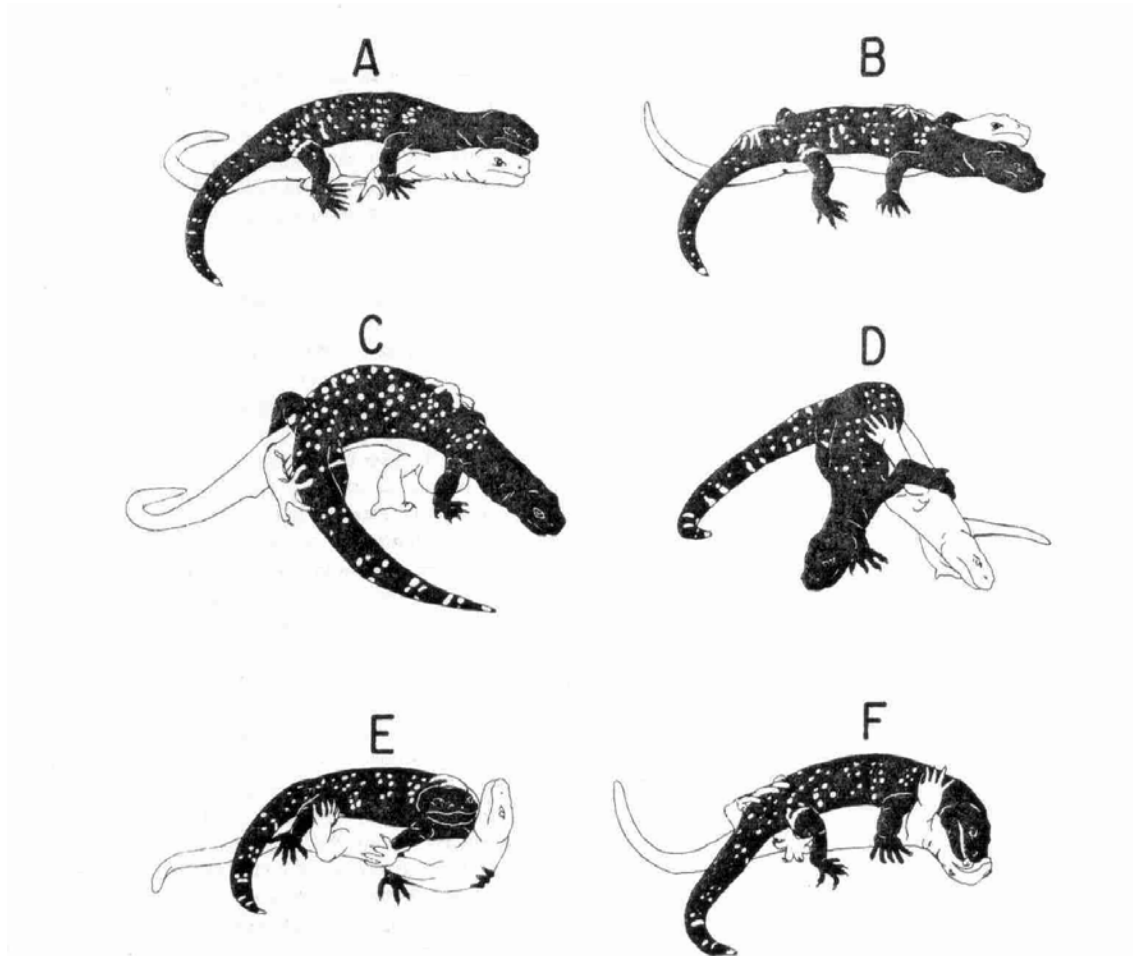
**Figura 22. Hábitos arborícolas de *H.h.charlesbogerti*.** En las fotografías se puede observar que el escorpión se caracteriza por tener hábitos arborícolas. Se les puede observar en árboles tanto rectos (a y c) como inclinados (b).

## I. Comportamiento de apareamiento reportado en cautiverio.



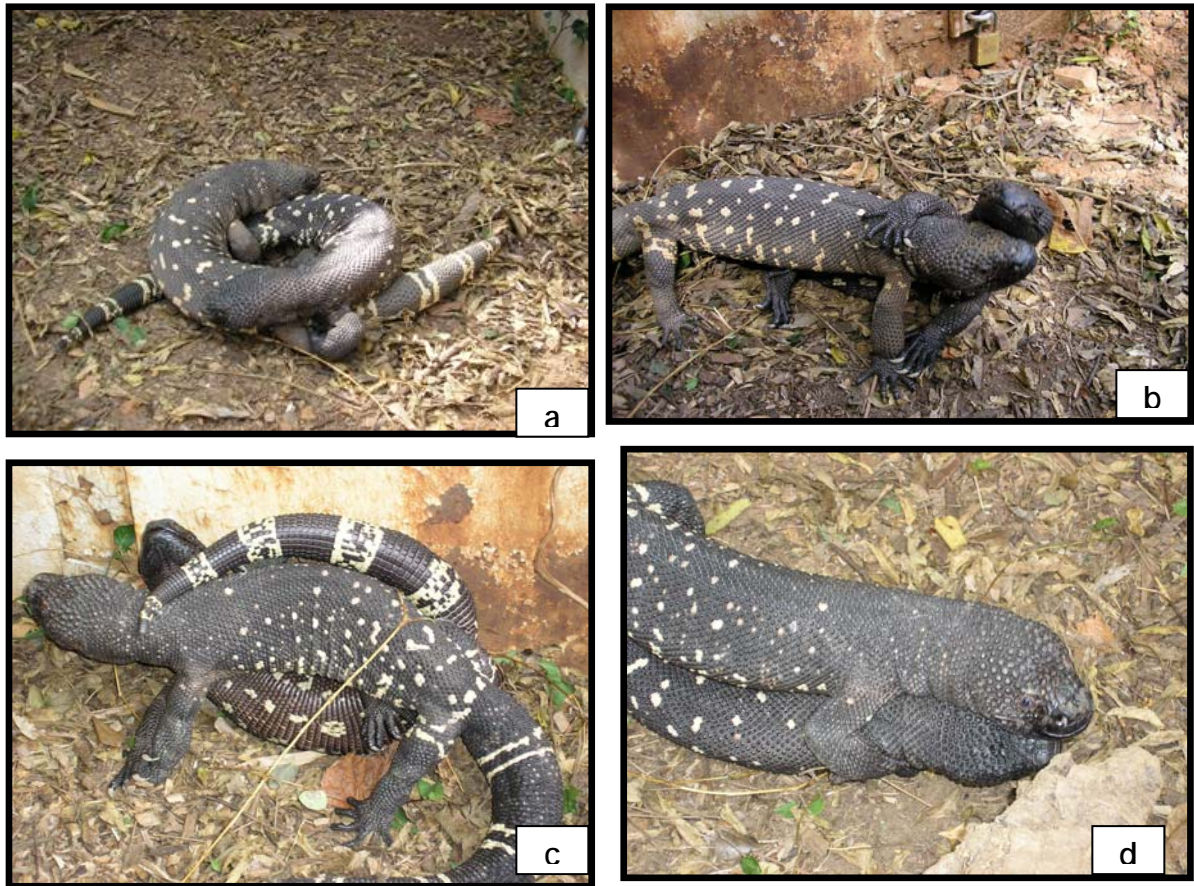
**Figura 23. Comportamiento de apareamiento reportado para *H.h.charlesbogerti* en el Zoológico de Atlanta.** En ambas fotografías (a) y (b), se puede apreciar el comportamiento de apareamiento de esta subespecie. El macho levanta la cola de la hembra y la sostiene con sus extremidades posteriores y cola, para luego insertar sus hemipenes en la cloaca de la hembra (Lock y Kaukenin 2005).

## J. Comportamiento de combate entre machos de *H. horridum*.



**Figura 24. Dibujo del comportamiento de combate entre machos de *H.h. horridum* de Jalisco, México.**

La anterior figura ilustra el comportamiento de combate entre machos de una de las subespecies mexicanas. Este comportamiento inicia con la siguiente secuencia: A) la sobreposición del macho dominante y de mayor talla (color negro) sobre el subordinado (color blanco), B) la sobreposición de la extremidad anterior y posterior sobre el costado del oponente, iniciando la secuencia que conlleva a un arqueamiento de los cuerpos (también se observó que alejan la cabeza y cola del oponente), C) el inicio de la formación del arco por medio del forcejeo, D) la formación clara de un arco con los cuerpos de ambos individuos, E) el arco colapsa con el macho dominante sobrepuesto en el macho subordinado, y finalmente por F) la mordedura del macho dominante sobre el subordinado (Beck y Ramírez-Bautista 1991).



**Figura 25. Comportamiento de combate entre machos de *H.h.charlesbogerti*, en el Zoológico de Atlanta.** Las fotografías de esta figura ilustran el comportamiento de combate entre dos machos en cautiverio. Este se inicia **(a)** con la sobreposición del macho dominante y de mayor talla, sobre el subordinado; continúa **(b)** con el inicio de la formación de un arco con el cuerpo de ambos machos; **(c)** la formación del arco; y finaliza con el colapso del arco y con la sobreposición del macho dominante sobre el subordinado (Lock y Kaukeinen 2005).

### K. Rutas de los individuos monitoreados.

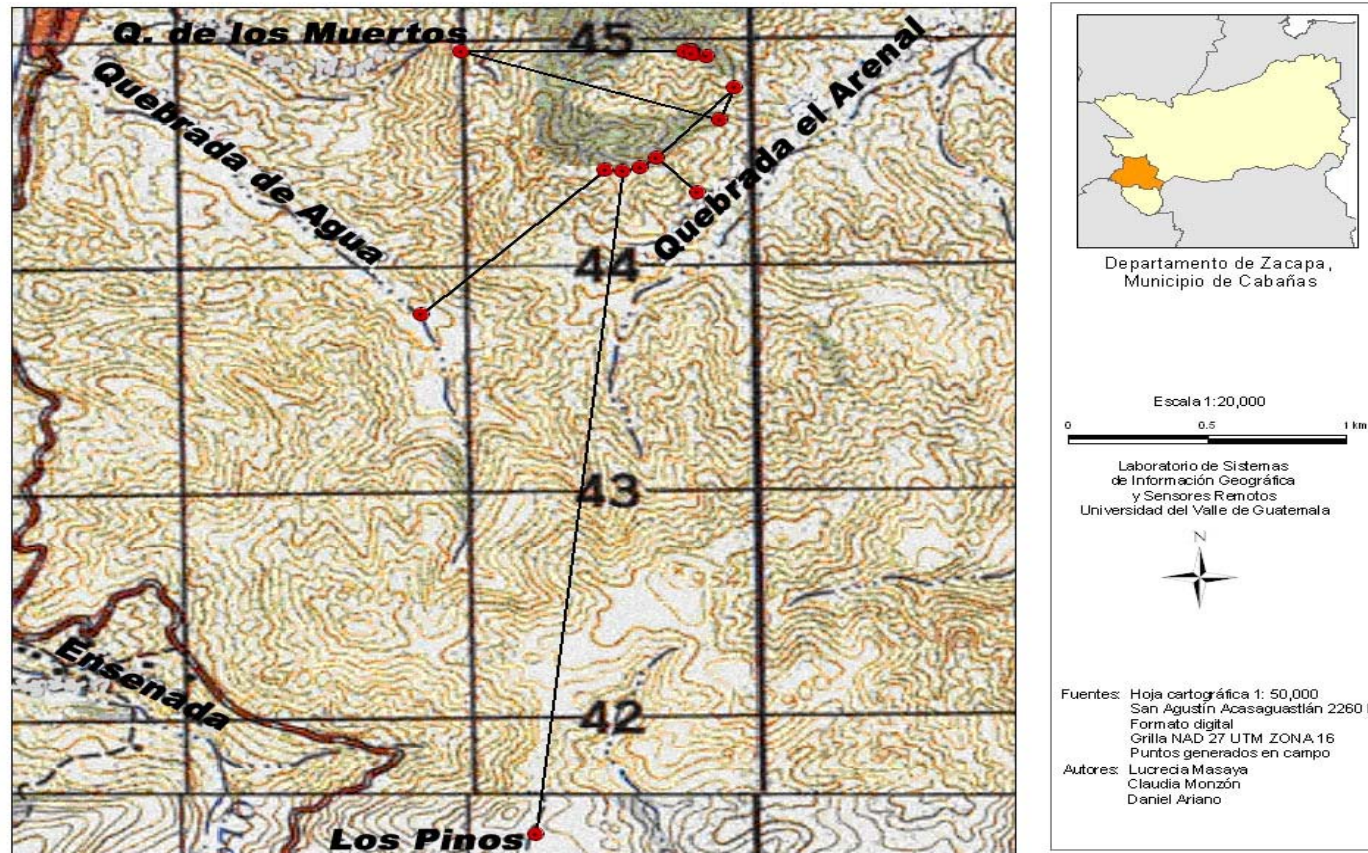
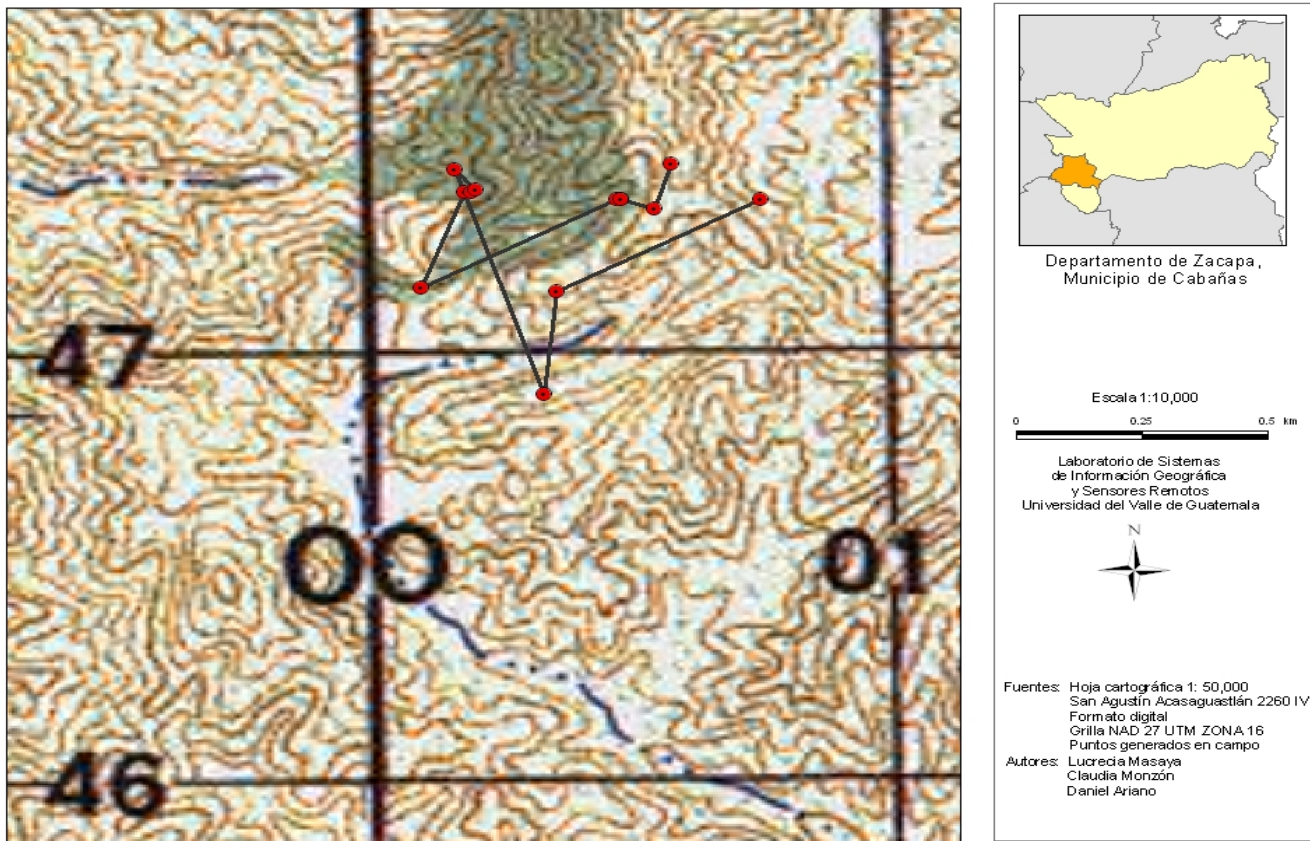


Figura una

Figura 26. Figura Ruta de Willys. La figura muestra los puntos en los lugares en donde relocicé a esta hembra.



Figura

**Figura 27. Ruta de Stinky.** Esta figura ilustra los sitios en donde relocicé a esta hembra, en el Cerro Las Joyas.

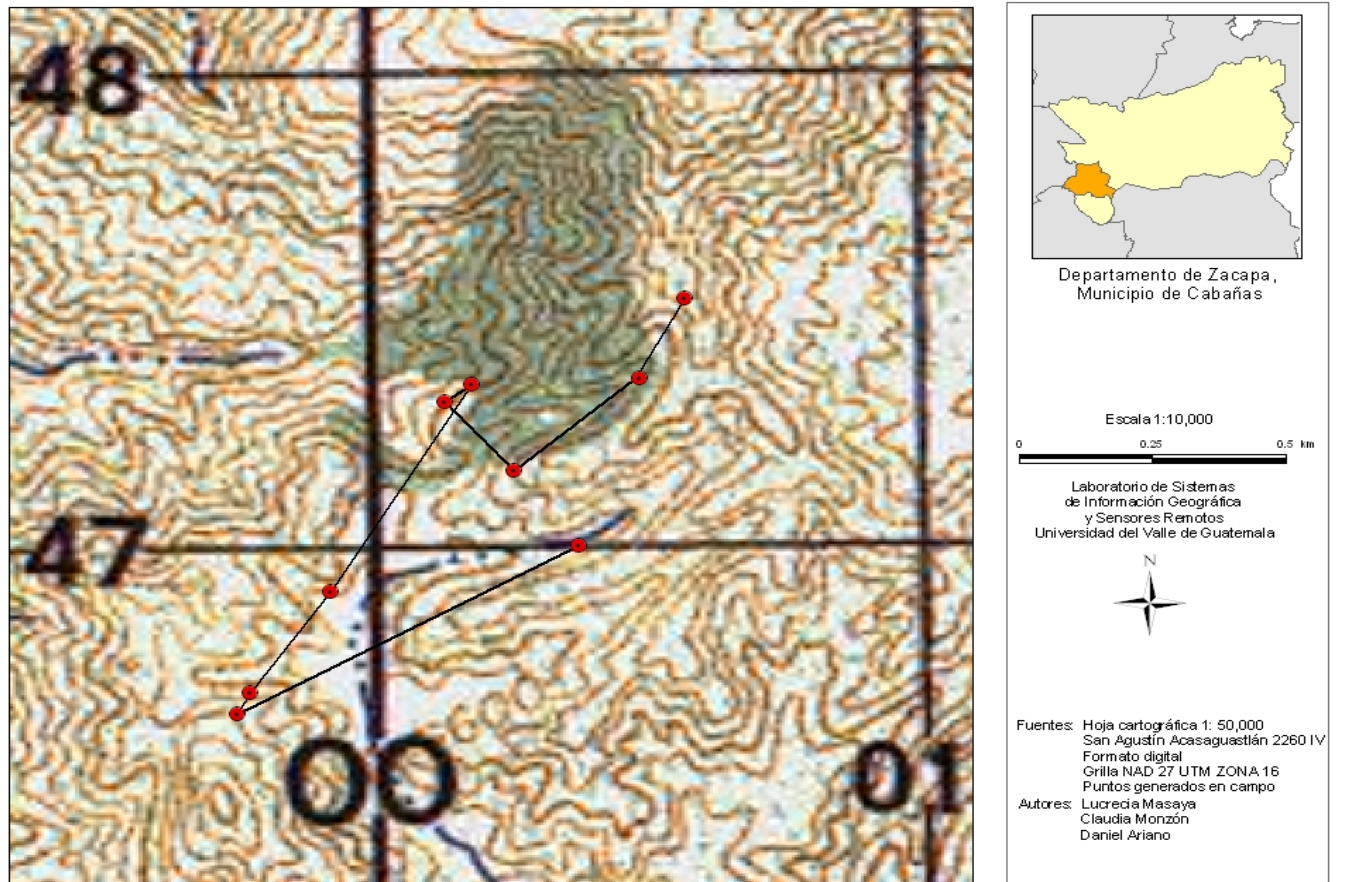
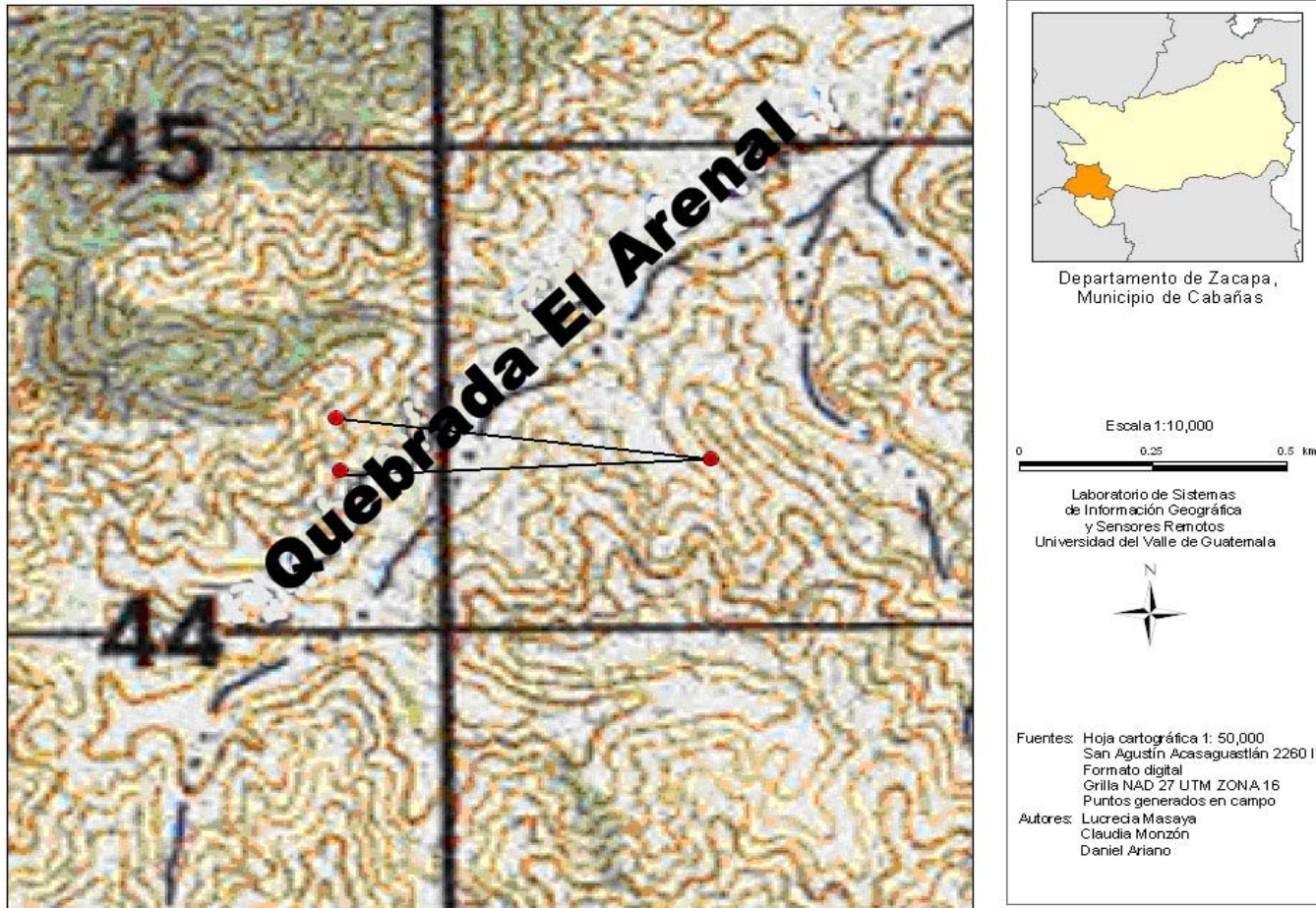


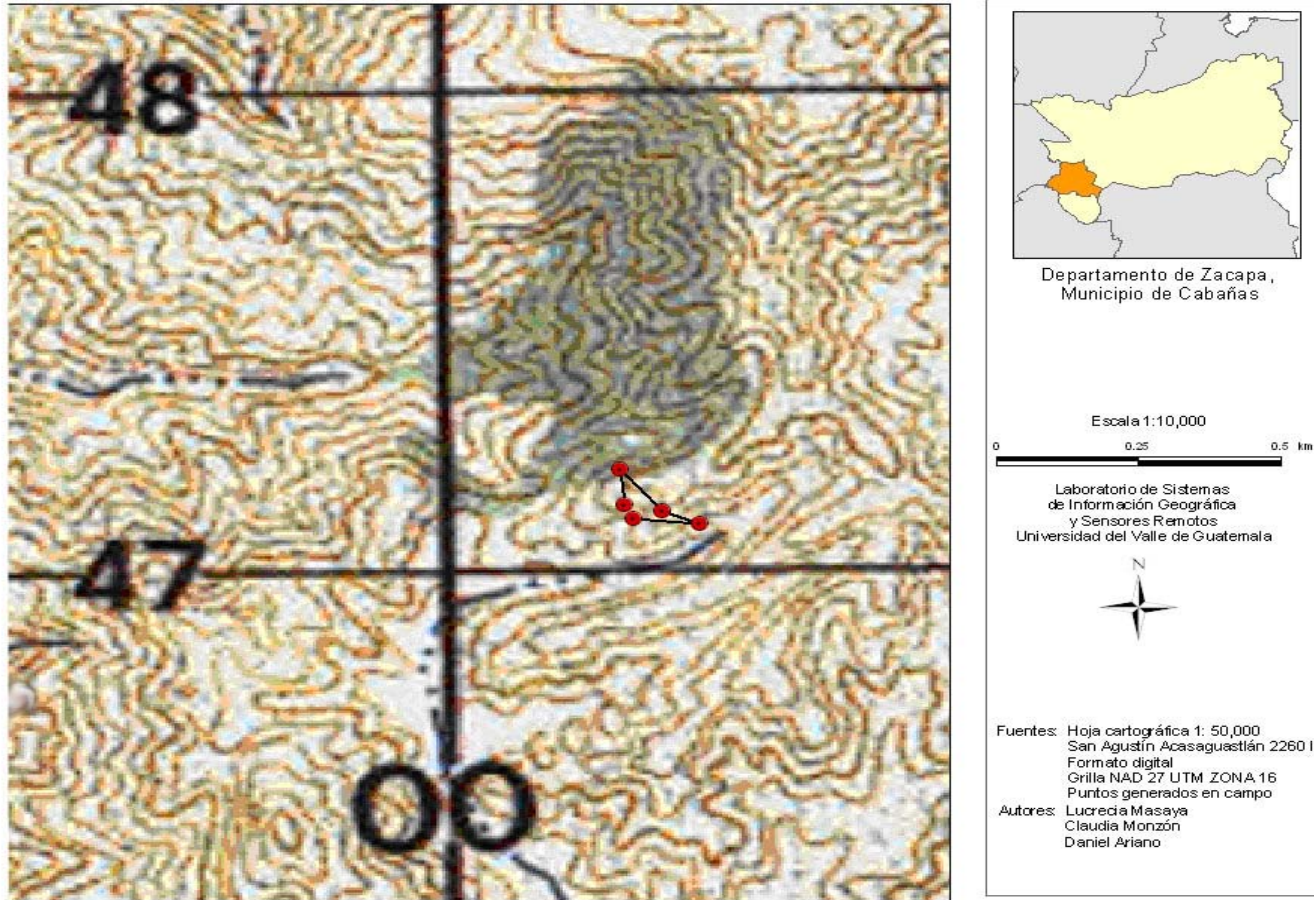
Figura  
junto a

**Figura 28. Ruta de Cabañas.** Esta figura muestra las relocalizaciones de uno de los machos monitoreados con radio telemetría.



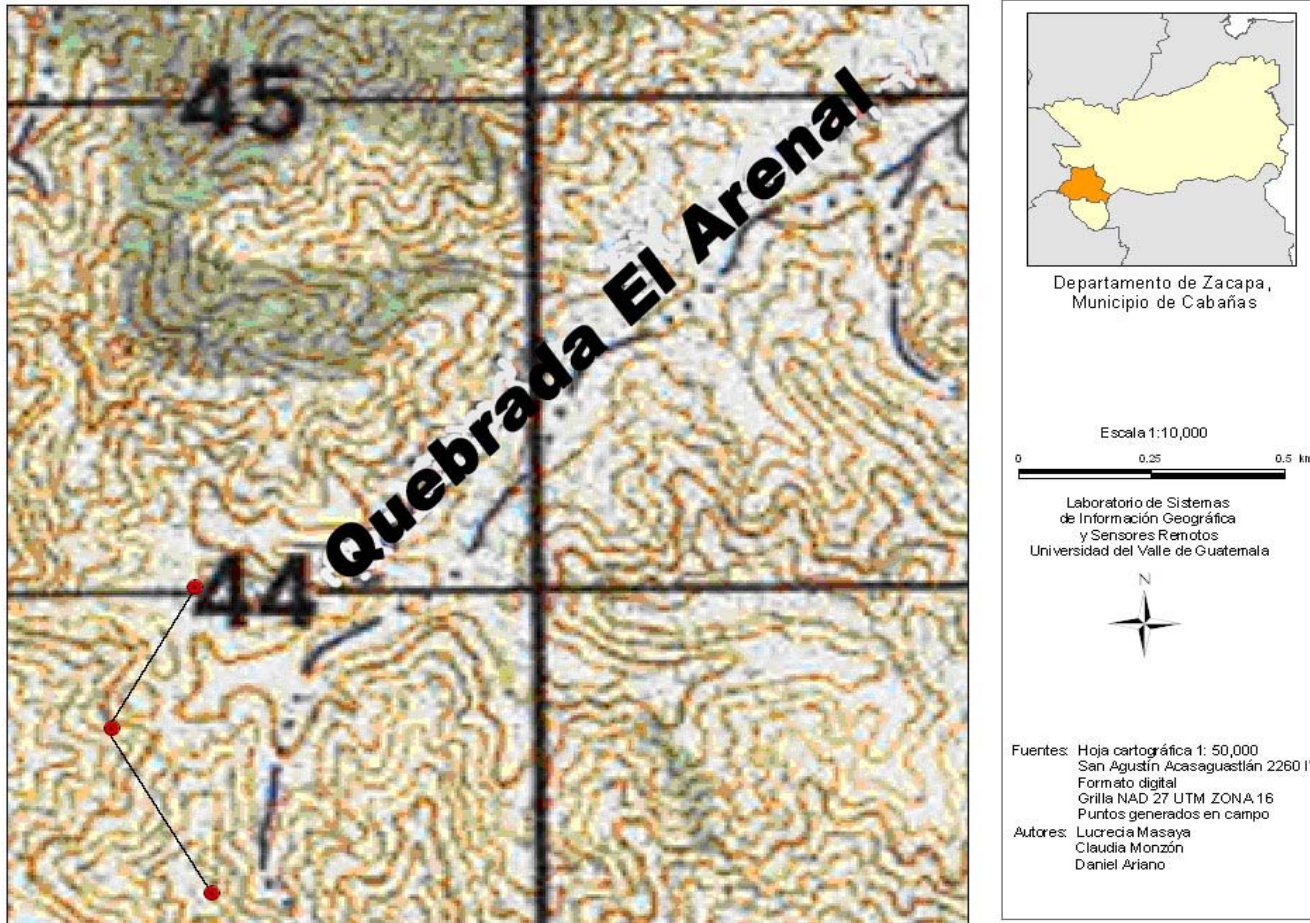
Fig

**Figura 29. Ruta de Muñeca.** La figura muestra las relocalizaciones de uno de los *Heloderma*, que era hembra.



Figura

**Figura 30. Ruta de Matilde.** La presente figura muestra los puntos en el campo que obtuve para este macho.



Figura

**Figura 31. Ruta de Kanelo. La figura muestra las relocalizaciones de uno de los *Heloderma* macho, el cual era juvenil.**

**L. Listado de las especies vegetales del área.** En los siguientes cuadros se muestran las especies arbóreas que obtuve y sus respectivas medidas, para la caracterización del tipo de hábitat que utiliza *H.h.charlesbogerti*.

**Cuadro 6. Listado de especies vegetales del área.** El cuadro muestra las especies encontradas al realizar la método de punto-cuadrante.

Familia	Especie	Nombre común	Área de muestreo	
			Cueva	Aleatorio
Mimosaceae	<i>Acacia insi</i>	Acacia		x
Annonaceae	<i>Anona</i> sp.	Anona	x	
Loganiaceae	<i>Plocosperma buxifolium</i>	Barretillo	x	
Cactaceae	<i>Cephalocereus maxonii</i>	Cabeza de viejo	x	
Sterculaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	x	
Burseraceae	<i>Bursera bipinata</i>	Campón	x	x
Bignonaceae	<i>Tecoma stans</i>	Chacté	x	
Boraginaceae	<i>Cordia truncatifolia</i>	Chaparro		x
Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Chaperno	x	x
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscylus tubulosus</i>	Chichicaste de caballo	x	
Apocinaceae	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i>	Cojón de caballo	x	x
	<i>Moringa oleifera</i>	Flor blanca	x	x
Fabaceae	<i>Diphysa macrophylla</i>	Guachipilín	x	
Myrthaceae	<i>Psidium</i> sp.	Guayabillo		x
Euphorbia	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	Hierba mala	x	x
Fabaceae	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Hormigo	x	
Theophrastaceae	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	Duruche	x	x
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i>	Jiotillo	x	
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	x	
Cactaceae	<i>Nopalía guatemalensis</i>	Lengua de vaca	x	
Fabaceae	<i>Apoplanesia paniculada</i>	Madre flecha	x	x
Mimosaceae	<i>Mimosa zacapana</i>	Mota pino	x	x
Olacaceae	<i>Ximena americana</i>	Nance de iguana		x
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo de jiote	x	x
Anacardeaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Palo de jocote	x	
---	---	Palo de huesito	x	x
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia leucocephala</i>	Pascua blanca		x

Familia	Especie	Nombre común	Área de muestreo	
			Cueva	Aleatorio
Simaroubaceae	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Plumajillo	x	
Chrysobalanaceae	<i>Licania hypoleuca</i>	Quebracho	x	x
Combretaceae	<i>Bucida macrostachya</i>	Roble	x	x
Mimosaceae	<i>Mimosa platycarpa</i>	Zarza blanca		x
Mimosaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Subín	x	
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Tecomasúchil	x	
Cactaceae	<i>Lemaireocereus eichlamii</i>	Tuno	x	x
Caesalpiniaceae	<i>Cassia emarginata</i>	Vainillo	x	x
Mimosaceae	<i>Leucaena sp.</i>	Yaje	x	x

**Cuadro 7. Listado de especies arbóreas de los sitios muestreados con cuevas de *H.h. charlesbogerti*.** El cuadro muestra las especies arbóreas que registré en los cuadratos que realicé en sitios con cuevas de *Heloderma*, junto con sus respectivas medidas. RAP corresponde al radio a la altura de pecho y DAP al diámetro a la altura de pecho.

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
palo huesito	-----	60	9.549274	19.09855	5
palo de jocote	<i>Spondias purpurea</i>	37	5.888719	11.77744	7
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	125	19.89432	39.78864	12
jiotillo	<i>Bursera schlechtendalii</i>	14	2.228164	4.456328	4
flor blanca	<i>Moringa oleifera</i>	18	2.864782	5.729565	4.5
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	16	2.546473	5.092946	4
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	124	19.73517	39.47033	15
jiotillo	<i>Bursera schlechtendalii</i>	17	2.705628	5.411255	6
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	37	5.888719	11.77744	2
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	19	3.023937	6.047874	1.5
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	16	2.546473	5.092946	4.7
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	13.5	2.148587	4.297173	6
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	76	12.09575	24.19149	15
anona	<i>Anona sp.</i>	20	3.183091	6.366183	6
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	7	1.114082	2.228164	2.5
chichicaste de caballo	<i>Cnidioscolus tubulosus</i>	36	5.729565	11.45913	3.4
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	10	1.591546	3.183091	2.7
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	5	0.795773	1.591546	2.4
tecomasúchil	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	24	3.81971	7.639419	8
vainillo	<i>Cassia emarginata</i>	27	4.297173	8.594347	3.4
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	13	2.069009	4.138019	2.3
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	10	1.591546	3.183091	2
lengua de vaca	<i>Nopalia guatemalensis</i>	25	3.978864	7.957729	1.5
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	13	2.069009	4.138019	4
campón	<i>Bursera bipinata</i>	20	3.183091	6.366183	3.4
chacté	<i>Tecoma stans</i>	13	2.069009	4.138019	3
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	11	1.7507	3.501401	2
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	16	2.546473	5.092946	2
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	17	2.705628	5.411255	3
campón	<i>Bursera bipinata</i>	51	8.116883	16.23377	6

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	61	9.708429	19.41686	6
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	29	4.615483	9.230965	4
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	40	6.366183	12.73237	4.5
lengua de vaca	<i>Nopalia guatemalensis</i>	29	4.615483	9.230965	1
flor blanca	<i>Moringa oleifera</i>	8	1.273237	2.546473	3
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	9	1.432391	2.864782	2
campón	<i>Bursera bipinata</i>	30	4.774637	9.549274	2.5
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	17	2.705628	5.411255	2.5
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	13	2.069009	4.138019	2.5
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	17.5	2.785205	5.57041	4
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	23.5	3.740132	7.480265	1
tecomasúchil	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	12	1.909855	3.81971	2
campón	<i>Bursera bipinata</i>	28.5	4.535905	9.071811	3.5
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	8	1.273237	2.546473	2.8
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	14	2.228164	4.456328	2
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	18	2.864782	5.729565	2
lengua de vaca	<i>Nopalia guatemalensis</i>	52	8.276038	16.55208	2.5
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	17	2.705628	5.411255	2
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	35	5.57041	11.14082	3.6
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	30	4.774637	9.549274	2
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	31	4.933792	9.867583	2.8
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	14	2.228164	4.456328	1.5
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	7	1.114082	2.228164	2.5
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	7.4	1.177744	2.355488	1.7
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	5.3	0.843519	1.687038	2
tecomasúchil	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	12	1.909855	3.81971	2.7
tecomasúchil	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	6.6	1.05042	2.10084	1.5
lengua de vaca	<i>Nopalia guatemalensis</i>	14.8	2.355488	4.710975	1
tecomasúchil	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	7.7	1.22549	2.45098	1.9
palo huesito	-----	56	8.912656	17.82531	4
campón	<i>Bursera bipinata</i>	89	14.16476	28.32951	15
tuno	<i>Lemaireocereus eichlamii</i>	36	5.729565	11.45913	1
tuno	<i>Lemaireocereus eichlamii</i>	37	5.888719	11.77744	3
palo huesito	-----	58	9.230965	18.46193	16

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
palo huesito	-----	18	2.864782	5.729565	2.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	33	5.252101	10.5042	14
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	57	9.071811	18.14362	7.2
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	5	0.795773	1.591546	1
tuno	<i>Lemaireocereus eichlamii</i>	20	3.183091	6.366183	1
guachipilín	<i>Diphysa macrophyla</i>	29	4.615483	9.230965	4
madre flecha	<i>Apoplanesia paniculada</i>	66	10.5042	21.0084	10
cabeza de viejo	<i>Cephalocereus maxonii</i>	30	4.774637	9.549274	6
caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	10	1.591546	3.183091	3
laurel	<i>Cordia alliodora</i>	15	2.387319	4.774637	5
vainillo	<i>Cassia emarginata</i>	40	6.366183	12.73237	7
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	20	3.183091	6.366183	5.5
chaperon	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	4	0.636618	1.273237	2.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	54	8.594347	17.18869	8
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	2	0.318309	0.636618	1.5
subin	<i>Acacia farnesiana</i>	3	0.477464	0.954927	1
cojón de caballo	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i>	40	6.366183	12.73237	3
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	24	3.81971	7.639419	3.5
duruche	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	23	3.660555	7.32111	5.5
hormigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	30	4.774637	9.549274	2.1
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	96	15.27884	30.55768	8
barretillo	<i>Plocosperma buxifolium</i>	20	3.183091	6.366183	4
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	22	3.501401	7.002801	7
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	58	9.230965	18.46193	6
cabeza de viejo	<i>Cephalocereus maxonii</i>	28	4.456328	8.912656	4.5
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	10	1.591546	3.183091	3.3
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	27	4.297173	8.594347	5
tuno	<i>Lemaireocereus eichlamii</i>	55	8.753501	17.507	4.5
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	30	4.774637	9.549274	7
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	23	3.660555	7.32111	4.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	25	3.978864	7.957729	4.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	5	0.795773	1.591546	3
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	23	3.660555	7.32111	4
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	13	2.069009	4.138019	3.5

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	6	0.954927	1.909855	2.5
campón	<i>Bursera bipinata</i>	23	3.660555	7.32111	6
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	8	1.273237	2.546473	3.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	9	1.432391	2.864782	3.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	8	1.273237	2.546473	2
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	8	1.273237	2.546473	2.5
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	30	4.774637	9.549274	4
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	44	7.002801	14.0056	4
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	30	4.774637	9.549274	4
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	30	4.774637	9.549274	4
plumajillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	11	1.7507	3.501401	3
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	22	3.501401	7.002801	5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	43	6.843647	13.68729	5.5
campón	<i>Bursera bipinata</i>	31	4.933792	9.867583	4
palo de jocote	<i>Spondias purpurea</i>	100	15.91546	31.83091	3.5

**Cuadro 8. Listado de especies arbóreas de los sitios aleatorios muestreados.** El cuadro muestra las especies arbóreas que registré en los cuadratos que realicé en sitios aleatorios con el método de punto-cuadrante. En este cuadro el RAP también corresponde al radio a la altura de pecho y DAP al diámetro a la altura de pecho.

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
flor blanca	<i>Moringa oleifera</i>	8	1.273237	2.546473	4.5
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	9	1.432391	2.864782	3
flor blanca	<i>Moringa oleifera</i>	14.5	2.307741	4.615483	4
campón	<i>Bursera bipinata</i>	35	5.57041	11.14082	5
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	50	7.957729	15.91546	6.4
vara de pescado	-----	5	0.795773	1.591546	2.4
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	16	2.546473	5.092946	3.7
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	24	3.81971	7.639419	6
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	9	1.432391	2.864782	3.5
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	11	1.7507	3.501401	2.5
spl	-----	10	1.591546	3.183091	3.2
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	17	2.705628	5.411255	7
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	14	2.228164	4.456328	7
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	9.5	1.511968	3.023937	6.8
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	14	2.228164	4.456328	6.9
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	23	3.660555	7.32111	10
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	7.5	1.193659	2.387319	6
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	10	1.591546	3.183091	6
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	29.6	4.710975	9.421951	11
vainillo	<i>Cassia emarginata</i>	17.5	2.785205	5.57041	6
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	11	1.7507	3.501401	10
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	6.5	1.034505	2.069009	4
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	6.5	1.034505	2.069009	4
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	13	2.069009	4.138019	4.6
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	5	0.795773	1.591546	3.7
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	4.5	0.716196	1.432391	4.6
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	5.5	0.87535	1.7507	3.4
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	3	0.477464	0.954927	3
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	5	0.795773	1.591546	2.8
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	5.5	0.87535	1.7507	3

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	20.5	3.262669	6.525337	12
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	5.5	0.87535	1.7507	3
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	9	1.432391	2.864782	4
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	3	0.477464	0.954927	6.5
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	7	1.114082	2.228164	4
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	24	3.81971	7.639419	8
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	39	6.207028	12.41406	15
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	25	3.978864	7.957729	10
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	35	5.57041	11.14082	12
palo huesito		28	4.456328	8.912656	8
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	38	6.047874	12.09575	10
barra de patio	-----	5	0.795773	1.591546	2
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	7	1.114082	2.228164	2.5
barra de patio	-----	5	0.795773	1.591546	1.56
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	65	10.34505	20.69009	8
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	90	14.32391	28.64782	9.3
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	53	8.435192	16.87038	9.2
vara de pescado	-----	13	2.069009	4.138019	2.1
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	12	1.909855	3.81971	2.5
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	6	0.954927	1.909855	2.3
campón	<i>Bursera bipinata</i>	54	8.594347	17.18869	4.5
campón	<i>Bursera bipinata</i>	33	5.252101	10.5042	4
nance de iguana	<i>Ximenia americana</i>	39	6.207028	12.41406	5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	89	14.16476	28.32951	6.4
hierba mala	<i>Euphorbia cotinifolia</i>	79	12.57321	25.14642	6
tuno	<i>Lemairocereus eichlamii</i>	50	7.957729	15.91546	5
duruche	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	36	5.729565	11.45913	2
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	15	2.387319	4.774637	6
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	17	2.705628	5.411255	4
cojón de caballo	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i>	14	2.228164	4.456328	2.5
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	20	3.183091	6.366183	6
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	13	2.069009	4.138019	5
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	2	0.318309	0.636618	4
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	38	6.047874	12.09575	2.5

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	24	3.81971	7.639419	6.5
cojón de caballo	<i>Tabernaemontana chrysocarpa</i>	12	1.909855	3.81971	3
vainillo	<i>Cassia emarginata</i>	11.5	1.830278	3.660555	4
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	24	3.81971	7.639419	10
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	17	2.705628	5.411255	10
yaje	<i>Leucaena sp.</i>	22	3.501401	7.002801	11
nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	8	1.273237	2.546473	1.7
nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	15	2.387319	4.774637	2.5
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	12	1.909855	3.81971	2.1
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	9	1.432391	2.864782	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	15	2.387319	4.774637	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2.1
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	9	1.432391	2.864782	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2.1
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	9	1.432391	2.864782	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	12	1.909855	3.81971	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	9	1.432391	2.864782	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	12	1.909855	3.81971	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2.2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	9	1.432391	2.864782	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2.1
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	12	1.909855	3.81971	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	9	1.432391	2.864782	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2.1
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	10	1.591546	3.183091	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	12	1.909855	3.81971	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	9	1.432391	2.864782	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	11	1.7507	3.501401	2.1
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	12	1.909855	3.81971	2
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	9	1.432391	2.864782	2
acacia	<i>Acacia sp.</i>	5	0.795773	1.591546	2.8
chaperon	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	30	4.774637	9.549274	4
motapino	<i>Mimosa zacapana</i>	23	3.660555	7.32111	3.8
acacia	<i>Acacia sp.</i>	7	1.114082	2.228164	3
madre flecha	<i>Apoplanesia paniculada</i>	83	13.20983	26.41966	6
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	6	0.954927	1.909855	4.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	4	0.636618	1.273237	2
madre flecha	<i>Apoplanesia paniculada</i>	13	2.069009	4.138019	4
madre flecha	<i>Apoplanesia paniculada</i>	13	2.069009	4.138019	4
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	3	0.477464	0.954927	2.1
madre flecha	<i>Apoplanesia paniculada</i>	9	1.432391	2.864782	4.5
vainillo	<i>Cassia emarginata</i>	25	3.978864	7.957729	5
chaparro	<i>Cordia truncatifolia</i>	5	0.795773	1.591546	2
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	10	1.591546	3.183091	4
madre flecha	<i>Apoplanesia paniculada</i>	11	1.7507	3.501401	4
madre flecha	<i>Apoplanesia paniculada</i>	4	0.636618	1.273237	2
chilco de loma	-----	66	10.5042	21.0084	2.4
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	10	1.591546	3.183091	2.5
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	15	2.387319	4.774637	3.5
pascua blanca	<i>Euphorbia leucocephala</i>	15	2.387319	4.774637	3.5
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	29	4.615483	9.230965	2.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	12	1.909855	3.81971	3.5
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	6	0.954927	1.909855	2.2
pascua blanca	<i>Euphorbia leucocephala</i>	8	1.273237	2.546473	3

Nombre común	Especie	Circunferencia (cm)	RAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)
quebracho	<i>Licania hypoleuca</i>	17	2.705628	5.411255	3.5
ocotillo	-----	34	5.411255	10.82251	4
pascua blanca	<i>Euphorbia leucocephala</i>	8	1.273237	2.546473	3
pascua blanca	<i>Euphorbia leucocephala</i>	14	2.228164	4.456328	3
campón	<i>Bursera bipinata</i>	50	7.957729	15.91546	4
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	26	4.138019	8.276038	3.5
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	41	6.525337	13.05067	3
pascua blanca	<i>Euphorbia leucocephala</i>	8	1.273237	2.546473	3.5
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	37	5.888719	11.77744	4
palo de jiote	<i>Bursera simaruba</i>	20	3.183091	6.366183	3.8
chaperon	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	8	1.273237	2.546473	3.5
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	9	1.432391	2.864782	3
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	80	12.73237	25.46473	5.5
duruche	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	14	2.228164	4.456328	2.5
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	40	6.366183	12.73237	5
palo overo	-----	6	0.954927	1.909855	2.5
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	23	3.660555	7.32111	5
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	33	5.252101	10.5042	5.5
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	95	15.11968	30.23937	3.5
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	37	5.888719	11.77744	6
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	36	5.729565	11.45913	5.5
guayabillo	<i>Psidium sp.</i>	46	7.32111	14.64222	4
zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa</i>	32	5.092946	10.18589	3.5
roble	<i>Bucida macrostachya</i>	7	1.114082	2.228164	3.5
campón	<i>Bursera bipinata</i>	70	11.14082	22.28164	4
tuno	<i>Lemnaireocereus eichlamii</i>	41	6.525337	13.05067	3.5
campón	<i>Bursera bipinata</i>	16	2.546473	5.092946	4
duruche	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	22	3.501401	7.002801	2
duruche	<i>Jacquinia aurantiaca</i>	22	3.501401	7.002801	2.2

**M. Listado de las especies de aves que presentaron nidos en los transectos.** A continuación se muestran las especies de aves de las cuales se monitorearon los nidos y se calcularon diversos parámetros.

**Cuadro 9. Listado de las especies de aves terrestres que presentaron nidos en los transectos.** El siguiente cuadro muestra el listado y nombres comunes de las especies de aves de las cuales se registraron nidos.

Familia	Especie	Nombre común
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Torcaza
Columbidae	<i>Columba nigrirostris</i>	Pumulla
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tortolita
Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Pijuy
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Porozoco

**Cuadro 10. Listado de todos los nidos de aves terrestres y sus parámetros registrados durante su monitoreo en sitios quebrados en Cabañas, Zacapa.** El siguiente cuadro muestra el listado de los datos que obtuve durante el estudio de nidos de aves y los parámetros que me medi.

	No. transecto	No. nido	Especie del ave	Nombre común de la especie vegetal	Altura de la planta	Altura del nido	Circunferencia de DAP	Distancia del nido al tronco	Distancia entre nido y final de la rama	No. Ramas sostienen nido	No. Huevos	No. Pichones	Etapa del nido		
													construcción	Incubación	Otro
29.10.04	T1: Campón	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	4	59	3.5	4	5	0	0			
	T2: Fruta de cabro	1.b	<i>Zenaida asiatica</i>	quebracho	5	3	5	3	2	2	0	0			x
		1.b	<i>Columba nigrirostris</i>	tuno	3	2	35	2	1	3	0	0			x
	T3: Huele noche	1.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	3	2	5	2	1	4	0	0			x
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	5	2.5	70	2.5	2.5	5	0	0			x
	T4: Quebracho	1.d	<i>Columbina inca</i>	tuno	3	2.5	70	2.5	2.5	5	2	0		x	
	T5: Roble	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T6: Tuno de puya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30.11.04	T1: Campón	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	4	59	3.5	4	5	0	0			
	T2: Fruta de cabro	1.b	<i>Zenaida asiatica</i>	quebracho	5	3	50	3	2	2	0	0			x
		1.b	<i>Columba nigrirostris</i>	tuno	3	2	35	2	1	3	0	0			x
1	T3: Huele	1.c	<i>Zenaida</i>	tuno	3	2	5	2	1	4	0	0			x

	No. transecto	No. nido	Especie del ave	Nombre común de la especie vegetal	Altura de la planta	Altura del nido	Circunferencia de DAP	Distancia del nido al tronco	Distancia entre nido y final de la rama	No. Ramas sostienen nido	No. Huevos	No. Pichones	Etapa del nido		
													construcción	Incubación	Otro
	noche		<i>asiatica</i>												
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	5	2.5	70	2.5	2.5	5	0	0			x
	T4: Quebracho	1.d	<i>Columbina inca</i>	tuno	3	2.5	70	2.5	2.5	5	2	0		x	
	T5: Roble	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T6: Tuno de puya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		T1: Campón	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	4	59	3.5	4	5	0	0		
29.12.04	T2: Fruta de cabro	1.b	<i>Zenaida asiatica</i>	quebracho	5	3	50	3	2	2	0	0			x
		2.b	<i>Columba nigrirostris</i>	tuno	3	2	35	2	1	3	0	0			x
	T3: Huele noche	1.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	3	2	5	2	1	4	0	0			x
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	5	2.5	70	2.5	2.5	5	0	0			x
	T4: Quebracho	1.d	<i>Columbina inca</i>	tuno	3	2.5	70	2.5	2.5	5	2	0		x	
	T5: Roble	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T6: Tuno de puya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T1: Campón	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	4	59	3.5	4	5	0	0			
30.0 1.05															

	No. transecto	No. nido	Especie del ave	Nombre común de la especie vegetal	Altura de la planta	Altura del nido	Circunferencia de DAP	Distancia del nido al tronco	Distancia entre nido y final de la rama	No. Ramas sostienen nido	No. Huevos	No. Pichones	Etapa del nido		
													construcción	Incubación	Otro
	T2: Fruta de cabro	1.b	<i>Columba nigrirostris</i>	tuno	3	2	35	2	1	3	0	0			x
	T3: Huele noche	1.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	3	2	5	2	1	4	0	0			x
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	5	2.5	70	2.5	2.5	5	0	0			x
	T4: Quebracho	1.d	<i>Columbina inca</i>	tuno	3	2.5	70	2.5	2.5	5	2	0		x	
	T5: Roble	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T6: Tuno de puya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30.02.05	T1: Campón	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	4	59	3.5	4	5	0	0			
		2.a	<i>Zenaida asiatica</i>	palo de subín	6	4	35	3	3	3	2	0			
	T2: Fruta de cabro	1.b	<i>Columba nigrirostris</i>	tuno	3	2	35	2	1	3	0	0			x
	T3: Huele noche	3.c	<i>Columbina inca</i>	tuno	3	2.5	70	2.5	2.5	5	2	0		x	
	T4: Quebracho	1.d	<i>Columbina inca</i>	tuno	3	2.5	70	2.5	2.5	5	2	0		x	
30.02.05	T5: Roble	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T6: Tuno de puya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	No. transecto	No. nido	Especie del ave	Nombre común de la especie vegetal	Altura de la planta	Altura del nido	Circunferencia de DAP	Distancia del nido al tronco	Distancia entre nido y final de la rama	No. Ramas sostienen nido	No. Huevos	No. Pichones	Etapa del nido		
													construcción	Incubación	Otro
29.03.05	T1: Campón	2.a	<i>Zenaida asiatica</i>	palo de subín	6	4	35	3	3	3	2	0			
	T2: Fruta de cabro	1.b	<i>Columba nigrirostris</i>	tuno	3	2	35	2	1	3	0	0			x
	T3: Huele noche	3.c	<i>Columbina inca</i>	tuno	3	2.5	70	2.5	2.5	5	2	0		x	
	T4: Quebracho	1.d	<i>Columbina inca</i>	tuno	3	2.5	70	2.5	2.5	5	2	0		x	
	T5: Roble	1.e	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	quebracho	7	3	20	1	4	7	3	0		x	
	T6: Tuno de puya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Cuadro 11. Listado de todos los nidos de aves terrestres y sus parámetros registrados durante su monitoreo en planicies, en Cabañas, Zacapa.** El cuadro muestra la lista de los datos que obtuve en el estudio de nidos de aves y los parámetros que me medí.

	No. transecto	No. nido	Especie del ave	Nombre común de la especie vegetal	Altura de la planta	Altura del nido	Circunferencia de DAP	Distancia del nido al tronco	Distancia entre nido y final de la rama	No. Ramas sostienen nido	No. Huevos	No. Pichones	Etapa del nido		
													construcción	incubación	otro
29.10.04	T1: Upay	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	upay	6	3	27	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	1.b	<i>Columbina inca</i>	subín	5	3	29	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	2.b	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	tuno	5	4	30	4	1	3	0	0			
	T3: Nopalia	1.c	<i>Columbina inca</i>	zarza blanca	2	4	11	1	3.5	1	0	0			
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	2	40	2	4	1	0	0			
		3.c	<i>Columbina inca</i>	tuno	6	2	40	2	4	2	2	0	x		
	T4: Subín	1.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	2	18	2.1	1	3	0	0			
		2.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	subín	6	4	10	4	1	3	0	0			
	T5: Manzano	1.e	<i>Zenaida asiatica</i>	manzanote	6	5	55	5.5	1.5	3	0	0			
		2.e	<i>Columbina inca</i>	tuno	7	2	40	2.1	1	1	0	0			
T6: Sanjón	1.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	campón	7	3	47	3	4	3	0	0				
	2.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	1.5	25	1.5	2	4	0	0				
	3.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	4	2	28	3	1	3	0	0				
30.11.04	T1: Upay	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	upay	6	3	27	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	1.b	<i>Columbina inca</i>	subín	5	3	29	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	2.b	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	tuno	6	4	30	4	1	3	0	0			
	T3: Nopalia	1.c	<i>Columbina inca</i>	zarza blanca	2	4	11	1	3.5	1	0	0	x		
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	2	40	2	4	1	0	0	x		
		3.c	<i>Columbina inca</i>	tuno	6	2	40	2	4	2	2	0	x		
	T4: Subín	1.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	2	18	2.1	1	3	0	0			

	No. transecto	No. nido	Especie del ave	Nombre común de la especie vegetal	Altura de la planta	Altura del nido	Circunferencia de DAP	Distancia del nido al tronco	Distancia entre nido y final de la rama	No. Ramas sostienen nido	No. Huevos	No. Pichones	Etapa del nido		
													construcción	incubación	otro
		2.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	subín	6	4	10	4	1	3	0	0			
30.11.04	T5: Manzano	1.e	<i>Zenaida asiatica</i>	manzanote	6	5	55	5.5	1.5	3	0	0			
		2.e	<i>Columbina inca</i>	tuno	7	2	40	2.1	1	1	0	0			
	T6: Sanjón	1.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	campón	7	3	47	3	4	3	0	0			
		2.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	1.5	25	1.5	2	4	0	0			
		3.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	4	2	28	3	1	3	0	0			
29.12.04	T1: Upay	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	upay	6	3	27	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	1.b	<i>Columbina inca</i>	subín	5	3	29	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	2.b	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	tuno	6	4	30	4	1	3	0	0			
	T3: Nopalia	1.c	<i>Columbina inca</i>	zarza blanca	2	4	11	1	3.5	1	0	0	x		
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	2	40	2	4	1	0	0	x		
		3.c	<i>Columbina inca</i>	tuno	6	2	40	2	4	2	2	0	x		
	T4: Subín	1.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	2	18	2.1	1	3	0	0			
		2.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	subín	6	4	10	4	1	3	0	0			
	T5: Manzano	1.e	<i>Zenaida asiatica</i>	manzanote	6	5	55	5.5	1.5	3	0	0			
		2.e	<i>Columbina inca</i>	tuno	7	2	40	2.1	1	1	0	0			
	T6: Sanjón	1.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	campón	7	3	47	3	4	3	0	0			
		2.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	1.5	25	1.5	2	4	0	0			
		3.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	4	2	28	3	1	3	0	0			
30.01.05	T1: Upay	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	upay	6	3	27	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	1.b	<i>Columbina inca</i>	subín	5	3	29	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	2.b	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	tuno	6	4	30	4	1	3	0	0			
	T3: Nopalia	1.c	<i>Columbina inca</i>	zarza blanca	2	4	11	1	3.5	1	0	0	x		

	No. transecto	No. nido	Especie del ave	Nombre común de la especie vegetal	Altura de la planta	Altura del nido	Circunferencia de DAP	Distancia del nido al tronco	Distancia entre nido y final de la rama	No. Ramas sostienen nido	No. Huevos	No. Pichones	Etapa del nido		
													construcción	incubación	otro
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	2	40	2	4	1	0	0	x		
		3.c	<i>Columbina inca</i>	tuno	6	2	40	2	4	2	2	0	x		
	T4: Subín	1.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	2	18	2.1	1	3	0	0			
30.01.05		2.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	subín	6	4	10	4	1	3	0	0			
	T5: Manzano	1.e	<i>Zenaida asiatica</i>	manzanote	6	5	55	5.5	1.5	3	0	0			
		2.e	<i>Columbina inca</i>	tuno	7	2	40	2.1	1	1	0	0			
		3.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	4	2	28	3	1	3	0	0			
29.02.05	T1: Upay	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	upay	6	3	27	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	1.b	<i>Columbina inca</i>	subín	5	3	29	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	2.b	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	tuno	6	4	30	4	1	3	0	0			
	T3: Nopalía	1.c	<i>Columbina inca</i>	zarza blanca	2	4	11	1	3.5	1	2	0	x		
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	2	40	2	4	1	2	0	x		
		3.c	<i>Columbina inca</i>	tuno	6	2	40	2	4	2	2	0	x		
	T4: Subín	1.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	2	18	2.1	1	3	0	0			
		2.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	subín	6	4	10	4	1	3	0	0			
	T5: Manzano	1.e	<i>Zenaida asiatica</i>	manzanote	6	5	55	5.5	1.5	3	0	0			
		2.e	<i>Columbina inca</i>	tuno	7	2	40	2.1	1	1	0	0			
	3.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	4	2	28	3	1	3	0	0				
30.03.05	T1: Upay	1.a	<i>Zenaida asiatica</i>	upay	6	3	27	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	1.b	<i>Columbina inca</i>	subín	5	3	29	3	1	2	0	0			
	T2: Overo	2.b	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	tuno	6	4	30	4	1	3	0	0			
	T3: Nopalía	1.c	<i>Columbina inca</i>	zarza blanca	2	4	11	1	3.5	1	2	0	x		
		2.c	<i>Zenaida asiatica</i>	tuno	6	2	40	2	4	1	2	0	x		
		3.c	<i>Columbina inca</i>	tuno	6	2	40	2	4	2	2	0	x		
	T4: Subín	1.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	3	2	18	2.1	1	3	0	0			

	No. transecto	No. nido	Especie del ave	Nombre común de la especie vegetal	Altura de la planta	Altura del nido	Circunferencia de DAP	Distancia del nido al tronco	Distancia entre nido y final de la rama	No. Ramas sostienen nido	No. Huevos	No. Pichones	Etapa del nido		
													construcción	incubación	otro
		2.d	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	subín	6	4	10	4	1	3	0	0			
	T5: Manzano	1.e	<i>Zenaida asiatica</i>	manzanote	6	5	55	5.5	1.5	3	0	0			
		2.e	<i>Columbina inca</i>	tuno	7	2	40	2.1	1	1	0	0			
30.03.05		3.f	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	zarza blanca	4	2	28	3	1	3	0	0			