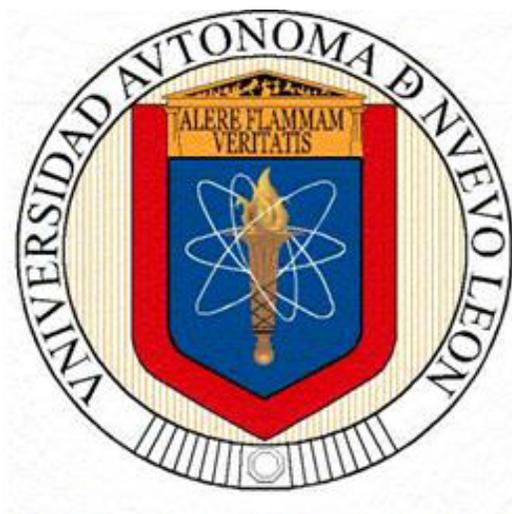


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**TAXONOMÍA Y ECOLOGÍA DE LA LAGARTIJA COCODRILO
PIGMEA *Gerrhonotus parvus* (Knight y Scuddy 1985)**

POR

BIÓL. JAVIER BANDA LEAL

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN MANEJO DE
VIDA SILVESTRE Y DESARROLLO SUSTENTABLE**

MAYO 2016

TAXONOMÍA Y ECOLOGÍA DE LA LAGARTIJA COCODRILO

PIGMEA *Gerrhonotus parvus* (Knight y Scuddy 1985)

Comité de Tesis

Presidente

Dr. David Lazcano Villarreal

Secretario

Dr. José Ignacio González Rojas

Vocal 1

Dr. Juan Antonio García Salas

Vocal 2

Dr. Roberto Mercado Hernández

Vocal 3

Dra. Susana Favela Lara

AGRADECIMIENTOS

Instituciones:

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la otorgación de la beca para la realización de este postgrado.

Laboratorio de Herpetología “Dr. David Lazcano Villarreal” por proporcionar el espacio físico para la realización de los bioensayos y lugar de trabajo para la redacción de esta investigación y los trabajos derivados de ella.

San Antonio Zoo and Aquarium y Los Ángeles Zoo and Botanical Gardens por el financiamiento para la realización de esta investigación.

Personas:

Al Dr. David Lazcano Villarreal por todos sus años de amistad y enseñanza, así como por haber aceptado dirigir esta tesis.

Dr. David L. Bezy por sus valiosas sugerencias y observaciones durante el desarrollo de esta investigación y los artículos.

Comité de tesis: Dr. José Ignacio González Rojas, Dr. Juan Salas, Dr. Roberto Mercado Hernández y Dra. Susana Favela Lara por haber revisado esta tesis y enriquecerla con sus sugerencias, comentarios y observaciones.

Dr. Robert William Bryson Jr. por sus valiosas aportaciones a esta investigación y coautoría para la redescrición y descripción de las taxas tratadas en esta tesis.

Dr. Alan Kardon, M. en C. Carig Pelke (San Antonio Zoo and Aquarium) y Dr. Ian Recchio (Los Angeles Zoo and Botanical Gardens) por su amistad y ayuda para conseguir el financiamiento para la realización de esta investigación.

Dr. Roberto Mercado Hernández y Biol. Carlos Barriga Vallejo por su valiosa ayuda para la realización de los análisis estadísticos.

M. en C. Hidalgo Rodríguez Vela por su enseñanza sobre los sistemas de información Geográfica (SIG).

Dr. Juan José Flores Maldonado por su asesoría en el modelado de nicho ecológico.

A Karl Peterson y William Farr por su ayuda con la localización de literatura antigua sobre el Género *Gerrhonotus*.

Biol. Carlos Barriga Vallejo, Biol. Manuel Nevares de los Reyes, Biol. Alejandra Rodríguez Jaime, Biol. Sergio Luna Peña, Biol. Rigel Nava Castillo, Est. Biol. Alejandro

Huereca Delgado, Lic. Laura Leticia Leal Garza y Carlos Alberto García Rendón por su amistad y ayuda durante las salidas a campo.

Biol. Ramiro David Jacobo Galván y a las estudiantes de biología Sandra Cecilia Hernández Boccardo, Erika Sofía Bailón Cuellar y Dioscelin Beatriz Olazaran Balderas por su amistad y por el cuidado y mantenimiento de los ejemplares utilizados para los bioensayos de esta investigación durante mi ausencia en las salidas a campo.

Ing. Jesús Valadez Sánchez y Dra. Liliana Ramírez Freire por las fotografías y esquemas indispensables para la ilustración de las taxas tratadas en esta tesis.

Dr. Carlos Javier Aguilera González y familia e Ing. Javier Escalante, por proporcionar amablemente su casa para el alojamiento del equipo de trabajo durante las salidas a campo en los municipios de Galeana y Santiago.

Sr. Eusebio González por proporcionar el permiso para los trabajos de campo en el Ejido Santa Rita en el Municipio de Galeana.

DEDICATORIA

A mis Padres

Sr. Javier Banda Ríos (†) y Sra. María de la Luz Leal García

A mis Hermanos

Erika y Daniel

A mis sobrinos

Roberto Carlos, Gabriela Abril, Amber Miranda, Aylin Alejandra y Leonardo Javier.

A todos aquellos que han dedicado su vida a la ciencia y a la conservación de la vida silvestre.

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA	V
TABLA DE CONTENIDO	VI
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES.....	4
2.1.- Familia Anguidae	4
2.2.- Género <i>Gerrhonotus</i>	7
2.3.- Ecología	14
2.4.- Dimorfismo sexual.....	19
2.5.- Modelado de nicho ecológico.....	20
3.- OBJETIVOS	24
3.1.- General	24
3.2.- Particulares	24
4.- HIPÓTESIS.....	25
5.- JUSTIFICACIÓN.....	26
6.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	27
6.1.- Provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental	27
6.1.1.- Localización	27
6.1.2.- Topografía	27
6.1.3.- Edafología	27
6.1.4.- Hidrología	28
6.1.5.- Geología	29
6.1.6.- Climatología.....	29
6.1.7.- Vegetación.....	30
6.2.- Descripción de las áreas de muestreo	32
6.2.1.- Ejido Santa Rita, Galeana	33
6.2.2.- Ubicación	33
6.2.3.- Cañón de Mireles, Los Rayones.....	34
6.2.4.- Ubicación	34
6.2.5.- Cañón de San Isidro, Santiago.....	35
6.2.6.- Ubicación	35
6.2.7.- Cañón de Reflexiones, Santa Catarina y faldas de de la Sierra Madre Oriental en la porción norte, García	36
6.2.8.- Ubicación	36
6.2.9.- Vegetación.....	37
6.2.10.- Hidrología	37
6.2.11.- Geología	37

6.2.12.- Clima	38
7.- MATERIAL Y MÉTODOS	41
7.1.- Taxonomía	41
7.1.1.- Trabajo de campo	41
7.1.2.- Trabajo de laboratorio	42
7.1.3.- Análisis estadístico	43
7.2.- Patrón de actividad y variables ambientales	43
7.2.1.- Trabajo de campo	43
7.2.2.- Análisis estadístico	44
7.2.3.- Trabajo de laboratorio	44
7.2.4.- Análisis estadístico	45
7.3.- Éxito reproductivo	45
7.3.1.- Trabajo de campo	45
7.3.2.- Trabajo de laboratorio	45
7.3.3.- Análisis estadístico	46
7.4.- Dimorfismo sexual.....	46
7.4.1.- Trabajo de campo	46
7.4.2.- Análisis estadístico	47
7.5.- Modelado de nicho ecológico.....	48
7.5.1.- Trabajo de laboratorio	48
8.- RESULTADOS	51
8.1.- Taxonomía	51
8.1.1.- Morfología complementaria de <i>Gerrhonotus parvus</i>	51
8.1.1.1.- Diagnósis	51
8.1.1.2.- Descripción del macho	51
8.1.1.3.- Color en alcohol/vida	53
8.1.1.4.- Variación en machos	55
8.1.1.5.- Variación en hembras	56
8.1.1.6.- Similitud morfológica en poblaciones de <i>Gerrhonotus parvus</i>	57
8.1.1.7.- Hábitat y ecología.....	59
8.1.2.- Propuesta de nueva especie: <i>Gerrhonotus</i> sp. nov.....	62
8.1.2.1.-.Holotipo.....	62
8.1.2.2.-.Diagnósis	62
8.1.2.3.-.Descripción del holotipo	63
8.1.2.4.- Color en alcohol/vida	65
8.1.2.5.-.Similitud morfológica entre especies de ánguidos.....	66
de la Sierra Madre Oriental	
8.1.2.6.-.Hábitat y ecología.....	67
8.2.- Patrón de actividad y variables ambientales	69
8.2.1.- Patrón de actividad diaria y estacional.....	69
8.2.2.- Características ambientales	70
8.2.3.- Estructura del microhábitat.....	71
8.2.4.- Preferencia del microhábitat	72
8.3.- Éxito reproductivo	73
8.3.1.- Ciclo reproductor	73

8.4.- Dimorfismo sexual.....	74
8.5.- Modelado de nicho ecológico.....	78
9.- DISCUSIONES	82
9.1.- Taxonomía	82
9.2.- Ecología	83
9.3.- Dimorfismo sexual.....	85
9.4.- Modelado de nicho ecológico.....	87
10.- CONCLUSIONES	89
11.- RECOMENDACIONES	90
12.- LITERATURA CONSULTADA.....	91
13.-APÉNDICE	105
14.- RESUMEN BIBLIOGRÁFICO	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de la escamación del holotipo de <i>Gerrhonotus parvus</i> y ejemplares de la Sierra Madre Oriental.....	57
Tabla 2: Comparación de las cuatro especies de gerrhonótidos de escamas lisas.....	66
Tabla 3: Estadísticos Descriptivos: Media error estándar, rango y tamaño de muestra de las variables ambientales evaluadas en <i>Gerrhonotus parvus</i>	71
Tabla 4: Estadísticos Descriptivos: Error medio estándar, rango y tamaño de muestra de las variables merísticas de las puestas en cautiverio de huevos de <i>Gerrhonotus parvus</i>	73
Tabla 5: Estadísticos Descriptivos: Media error estándar, rango y tamaño de muestra de las variables morfológicas (mm) evaluadas en <i>Gerrhonotus parvus</i>	74
Tabla 6: Valores del Análisis de Componentes Principales (ACP) de 8 variables morfológicas evaluadas en machos y hembras de <i>Gerrhonotus parvus</i>	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área general de estudio: Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental en Nuevo León.....	32
Figura 2: Área de estudio: Ejido Santa Rita, Galeana, Nuevo León.....	33
Figura 3: Área de estudio: Cañón de Míreles, Los Rayones, Nuevo León.....	34
Figura 4: Área de estudio: Cañón de San Isidro, Santiago, Nuevo León.....	35
Figura 5: Área de estudio: Cañón de Reflexiones, Santa Catarina y faldas de la Sierra Madre Oriental, García, Nuevo León.	36
Figura 6: Datos de temperatura y precipitación de la estación climática “Galeana”, Galeana, Nuevo León, de 1951 a 2010.....	39
Figura 7: Datos de temperatura y precipitación de la estación climática “Laguna de Sánchez”, Santiago, Nuevo León, de 1951 a 2010.....	40
Figura 8: Datos de temperatura y precipitación de la estación climática “Rinconada”, García, Nuevo León, de 1951 a 2010.....	40
Figura 9: <i>Gerrhonotus parvus</i> UANL6996. macho; a) vista dorsal, b) vista ventral.....	54
Figura 10: Escamación de la cabeza del macho de <i>Gerrhonotus parvus</i> UANL6996. a) vista lateral; b) vista dorsal y c) vista ventral.	58
Figura 11: Dendrograma del análisis cluster de los machos de las poblaciones conocidas de <i>Gerrhonotus parvus</i>	68
Figura 12: Dendrograma del análisis cluster de las hembras de las poblaciones conocidas de <i>Gerrhonotus parvus</i>	59
Figura 13: Dendrograma del análisis cluster de los machos y hembras de las poblaciones conocidas de <i>Gerrhonotus parvus</i>	59
Figura 14: Ejemplares de <i>Gerrhonotus parvus</i> para la revisión taxonómica durante este estudio.....	59
Figura 15: Localidades conocidas y de muestreo de <i>Gerrhonotus parvus</i> en la Sierra Madre Oriental en Nuevo León. a).- Ejido Santa Rita, Galeana; b).- Cañón de Míreles, Los Rayones; c).- Cañón de San Isidro, Santiago; d).- Cañón de Reflexiones, Santa Catarina.	61

Figura 16: <i>Gerrhonotus</i> sp. nov. Holotipo UANL7273.....	65
Figura 17: Escamación de la cabeza de <i>Gerrhonotus</i> sp.nov UANL7273; a) vista lateral, b) vista dorsal y c) vista ventral.....	65
Figura 18: Dendrograma de análisis cluster de las especies de <i>Gerrhonotus</i> de la Sierra Madre Oriental.....	66
Figura 19: Distribución geográfica y análisis cluster de los <i>Gerrhonotus</i> de escamas lisas de la SMO: Círculo rojo <i>G. lugoi</i> , estrella roja <i>G. sp. nov.</i> , cuadros amarillos <i>G. parvus</i> , círculo azul, <i>G. farri</i>	67
Figura 20: Hábitat en la localidad tipo de <i>Gerrhonotus</i> sp. nov, 4.4 km al este de Rinconada, García, Nuevo León. Holotipo encontrado en la base del cactus <i>Echinocereus stramenius</i>	68
Figura 21: Patrón de actividad estacional de <i>Gerrhonotus parvus</i> en la Sierra Madre Oriental.	69
Figura 22: Patrón de actividad diaria de <i>Gerrhonotus parvus</i> en primavera verano y otoño en Sierra Madre Oriental.....	70
Figura 23: Estructura del hábitat de <i>Gerrhonotus parvus</i> en la Sierra Madre Oriental.....	72
Figura 24: Preferencia de microhábitat estacional de <i>Gerrhonotus parvus</i> en la Sierra Madre Oriental.....	72
Figura 25: Reproducción de <i>Gerrhonotus parvus</i> en cautiverio; a) Hembra protegiendo su puesta de seis huevos. b).- Cría al momento de romper el cascarón. c).- Cría abandonando el cascarón y d).- Cría extraída del medio de incubación.	73
Figura 26: Variables morfológicas (mm) evaluadas en <i>Gerrhonotus parvus</i>	74
Figura 27: Pareja de <i>Gerrhonotus parvus</i> en su hábitat natural en el Cañón de San Isidro. Hembra (izquierda) y macho (derecha).	75
Figura 28: Relación entre el ancho de la cabeza y la longitud hocico-cloaca de machos y hembras de <i>Gerrhonotus parvus</i>	76
Figura 29: Relación entre el largo de la cabeza y la longitud hocico-cloaca de machos y hembras de <i>Gerrhonotus parvus</i>	77
Figura 30: Relación entre el alto de la cabeza y la longitud hocico-cloaca de machos y hembras de <i>Gerrhonotus parvus</i>	77

Figura 31: Relación entre la longitud del fémur y la longitud hocico-cloaca de machos y hembras de *Gerrhonotus parvus* 78

Figura 32: Distribución potencial de *Gerrhonotus parvus* y localidades conocidas de las especies de *Gerrhonotus* de escamas lisas de la Sierra Madre Oriental. Círculo rojo *G. lugoi*, estrella roja *G. sp. nov.*, círculos amarillos *G. parvus*, círculo azul, *G. farri*..... 79

Figura 33: Curva ROC (Receiver-Operating Classifier) para la validación del modelo de nicho ecológico de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental..... 79

Figura 34: Nicho fundamental de *Gerrhonotus parvus* y localidades conocidas de las especies de *Gerrhonotus* de escamas lisas de la SMO: Círculo rojo *G. lugoi*, estrella roja *G. sp. nov.*, círculos amarillos *G. parvus*, círculo azul, *G. farri*..... 80

Figura 35: Nicho realizado de *Gerrhonotus parvus* y localidades conocidas de las especies de *Gerrhonotus* de escamas lisas de la Sierra Madre Oriental: Círculo rojo *G. lugoi*, estrella roja *G. sp. nov.*, círculos amarillos *G. parvus*, círculo azul, *G. farri*..... 81

RESUMEN

Gerrhonotus parvus es endémica del estado de Nuevo León, México. Se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Protección Especial y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), bajo la categoría de En peligro. En este estudio se reporta la variación morfológica, datos climáticos, utilización de sustratos, preferencia de madrigueras, dimorfismo sexual, reproducción y distribución potencial, obtenidos de abril de 2012 a mayo de 2015, con 1400 horas de esfuerzo de muestreo. Las observaciones y colectas se realizaron en las localidades conocidas para la especie y se exploraron dos sitios potenciales. La mayor actividad se registró en primavera, el patrón de actividad parece ser bimodal en primavera y unimodal en verano. La temperatura ambiental media durante la actividad: Primavera: $23.59\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.63$, verano: $27.77\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.31$ y otoño: $20.00\text{ }^{\circ}\text{C}$. La temperatura corporal media fue: Primavera: $24.50\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.58$, verano: $25.59\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.38$ y otoño $21.60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (solo se obtuvo un registro). El período de reproducción se determinó con base en la gestación y desove de cuatro hembras grávidas que se colectaron durante marzo y mayo, desovando en mayo y junio, con camadas de 6 a 8 huevos incubados *in vitro* 31-34 días a $24\text{-}27\text{ }^{\circ}\text{C}$, naciendo 16 neoneatos en julio. Se comprobó el dimorfismo sexual en *Gerrhonotus parvus* al evaluar 8 caracteres biométricos en 15 machos y 6 hembras y encontrar diferencias significativas en las dimensiones de ancho, largo y alto de la cabeza, así como en el largo del fémur. En cuanto a su distribución geográfica se utilizó el programa Maxent v. 3.3.3., registros de presencia, capas bioclimáticas de WorldClim y topográficas de hydro 1k para realizar el modelado de nicho ecológico y obtener la distribución potencial de la especie, que fue considerablemente amplia en Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila. En el municipio de García, Nuevo León se colectó un ánguideo que no corresponde a *Gerrhonotus parvus*, pero es similar a *Gerrhonotus lugoi* endémico del Valle de Cuatrociénegas, Coahuila, México, sin embargo, presenta características morfológicas que difieren de *G. lugoi*, por lo que se propone como una nueva especie de ánguideo del género *Gerrhonotus* para la Sierra Madre Oriental en Nuevo León.

ABSTRACT

Gerrhonotus parvus is endemic to the state of the Nuevo Leon, Mexico. It is listed in the Mexican NOM-059-SEMARNAT-2010 under special protection category and in the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN) under the endangered category. In this study we report morphological variation, climatic data, substrate use, burrow preference, sexual dimorphism, reproduction and potential distribution, data were obtained from April 2012 to May 2015, with 1400 hours of sampling effort. Observations and collections were carried out in the localities known for the species and explored two potential sites. The activity increase was recorded in the spring, the activity pattern appears to be bimodal in spring and unimodal in summer. Average ambient temperature during activity were: spring: $23.59^{\circ} \text{C} \pm 0.63$, summer: $27.77^{\circ} \text{C} \pm 1.31$ and autumn: 20.00°C . The mean body temperature were: spring: $24.50^{\circ} \text{C} \pm 0.58$, summer: $25.59^{\circ} \text{C} \pm 1.38$. autumn 21.60°C (only obtained from one record). The breeding season was determined based on gestation and spawning of four gravid females that were collected during March and May, spawning occurs in May and June, with 6-8 eggs per litters, incubated in vitro 31-34 days at $24-27^{\circ} \text{C}$., we obtained 16 neonatos in July. We found sexual dimorphism in *Gerrhonotus parvus* assess by 8 biometric characters using 15 males and 6 females, finding a significant diferencias in the following dimensions: width, length and height of the head, as well as the length of the femur. In order to determine their ecological niche modeling and potential distribution of the species we used Maxent v. 3.3.3, records of their presence, layers WorldClim bioclimatic and topographical hydro 1 k, it is considered to have a wide distribution throughout the states of Nuevo León, Tamaulipas and Coahuila. In the municipality of García, Nuevo León was collected an anguidae which does not correspond to *Gerrhonotus parvus*, but is similar to *Gerrhonotus lugoi* endemic of the de Cuatrociénegas Basin, Coahuila, Mexico. However, it presents morphological characteristics that are differ from *G. lugoi*. We have proposed this anguide to be a new species of *Gerrhonotus* for the Sierra Madre Oriental in Nuevo Leon.

1. INTRODUCCIÓN

México es un país que destaca por su riqueza biológica y cultural. Es el segundo lugar en el mundo en riqueza de reptiles con el 8.7 % de las especies del mundo, con un 57 % de especies endémicas (Flores-Villela y García Vázquez 2014) y el quinto en especies de anfibios con un 5.23 % de las especies a nivel mundial con un porcentaje de endemismos muy cercano al 60 % (Parra-Olea et al. 2014).

En cuanto a las lagartijas del género *Gerrhonotus*, su taxonomía ha sido compleja desde sus inicios, a lo largo de estos estudios se han descrito varias formas, generalmente a partir de pocos ejemplares, muchas de las cuales han sido controversiales durante mucho tiempo (Good 1994). Aunque las primeras taxas que se describieron son de amplia distribución, en años recientes se han descrito nuevas taxas de distribución restringida, todas ellas en la Sierra Madre Oriental (McCoy 1970; Knight y Scuddy 1985; Bryson y Graham 2010).

Existe una cantidad importante de publicaciones sobre ecología poblacional de herpetofauna que aportan información concreta sobre alguna especie en particular. En el estado de Veracruz se realizó un análisis demográfico en una población de *Xenosaurus grandis* (Zuñiga-Vega et al. 2007), en Oaxaca se estimó el tamaño y estructura de una población de *Crocodylus acutus* (García-Grajales et al. 2007), mientras que en Tamaulipas se compararon las estrategias demográficas de dos poblaciones de *Xenosaurus platyceps* (Rojas-González et al. 2008). En Maricopa, Arizona fueron estudiados los patrones de movimiento de *Phrynosoma solare* mediante la técnica de captura-recaptura (Baharav 1975), mientras que en Otago, Nueva Zelanda se utilizó la técnica de radiotelemetría para estudiar el hábitat hogareño de *Oligosoma ottagense* (Germano 2007).

Sin embargo los trabajos sobre ánguidos están principalmente orientados a cuestiones descriptivas, comparativamente existe poca información sobre trabajos de ecología en este grupo, algunos autores han aportado datos sobre el comportamiento reproductivo y

tamaño de camada de *Gerrhonotus infernalis* (Greene y Dial 1966; Tinkle y Gibbons 1977; Greene 2006 y García-Bastida 2013). En el Parque Ecológico Chipinque ubicado en los municipios de San Pedro Garza García y Monterrey se estimó el ámbito hogareño, se describió el dimorfismo sexual y se evaluó la temperatura y humedad durante la actividad de *Gerrhonotus infernalis* (García-Bastida 2013).

Conocer la ecología y la dinámica del movimiento de las poblaciones de saurios es importante para entender los requerimientos de los individuos, los cuales desarrollan sus actividades diarias bajo un patrón, determinado generalmente por las características intrínsecas de los organismos (edad y tamaño corporal) (Tinkle et al. 1962; Ruby 1978; Rose 1981; Perry y Garland 2002; Haenel et al. 2003); por la presencia de otros individuos (hembras o machos, competidores y/o depredadores) (Ruby 1978; Haenel et al. 2003); o por los recursos disponibles en el ambiente como alimento o sitios para termorregular (Baharav 1975; Rose 1981; Howard et al. 2003).

Los modelos de nicho ecológico han demostrado ser de gran ayuda a la hora de tomar decisiones y elaborar planes de conservación de las especies (Pearson 2007). Algunos autores mencionan que el modelado de nicho ecológico es una herramienta de gran ayuda en regiones con escasos registros geográficos (Raxworthy et al. 2005). Un novedoso método de partición de datos y validación del poder predictivo de modelos de nicho ecológico con bajo número de registros (< 25) enfatiza el hecho de que el modelaje únicamente permite identificar regiones con condiciones ambientales similares a los sitios donde se ha registrado la especie (Pearson et al. 2007).

Gerrhonotus parvus, es una de las lagartijas más raras que se encuentra en Nuevo León, además de ser endémica para el estado, son pocas las localidades donde ha sido registrada y el estado actual de sus poblaciones es desconocido. Dada la escasa información que existe y su rareza la hacen un candidato ideal para la realización de estudios de diversa índole como los de ecología y poblacionales, además de tener potencial como especie bandera para el desarrollo de programas de conservación. Fue descrito a partir de dos ejemplares encontrados en el municipio de Galeana, Nuevo

León, (Knight y Scuddy 1985), posteriormente se le volvió a encontrar en el Cañón del San Isidro, Santiago, Nuevo León (Banda et al. 2002) y en el Cañón de Mireles, Los Rayones, Nuevo León (Bryson et al. 2005). Solo existen siete ejemplares preservados en colecciones científicas, dos de ellos, el holotipo y paratipo permanecen en la Sul Ross State University, Alpine, Texas, Estados Unidos de Norteamérica, mientras que los otros cinco se encuentran en la Universidad Autónoma de Nuevo León, además de nueve ejemplares vivos, los que serán utilizados para los bioensayos, por lo que la información existente hasta ahora sobre esta especie es muy escasa.

2. ANTECEDENTES

2.1. Familia Anguidae

La familia Anguidae, mejor conocidas como lagartijas cocodrilo o lagartijas de cristal tiene su origen en Laurasia hace 100 millones de años (ma). Con el surgimiento del Atlántico se separaron Norteamérica y Eurasia y con ellas los ancestros de las subfamilias Gerrhonotinae y Anguinae respectivamente. Gerrhonotinae divergió en el Mioceno, posiblemente en respuesta a cambios climáticos (Pianka 2003). Sin embargo según un análisis filogeográfico anterior la divergencia entre las taxas Anniellidae, Anguinae, Diploglossinae y Gerrhonotinae ocurrió al menos en el Eoceno temprano (50–55 ma.) (Macey et al. 1999).

El género *Gerrhonotus* se encuentra ya bien representado en estratos del Mioceno (23 ma) y Oligoceno (34 ma) (Estes 1983). Mientras que en Norteamérica *Oxasosaurus priscus* del Cretácico Tardío es el ángudio más temprano conocido (Gao y Fox 1996).

El surgimiento del Océano Atlántico en el Eoceno Tardío (50 ma) pudo haber producido la divergencia entre Anguinae y Gerrhonotinae por lo que serían grupos hermanos. El cambio climático del Mioceno y el surgimiento de las cadenas montañosas en Norteamérica separaron en dos grupos a los gerrhonótidos, uno primariamente tropical y otro de climas más templados (Macey et al. 1999).

Por otra parte la posición filogenética de la extinta subfamilia Glyptosauridae que data del Cretácico Tardío (95-75 Ma) (Gauthier 1982) aún no es del todo entendida. Fósiles de Europa posiblemente puedan estar relacionados a formas existentes de la subfamilia Anguinae. Los fósiles más tempranos del Eoceno Medio (40-50 Ma.) se agrupan ya sea con los anguinos del Viejo Mundo (Meszoely y Haubold 1975) o pueden ser considerados el grupo hermano de todos los anguinos modernos (Gauthier 1982), si son agrupados con el linaje de los anguinos modernos del viejo mundo entonces

pertenecieron al linaje de los anguinos modernos en Europa durante el Eoceno previo al Oligoceno durante la desaparición del Mar de Turgai.

A lo largo de su historia taxónomica la Familia Anguidae ha tenido diferentes clasificaciones, tradicionalmente se le ha considerado compuesta por tres subfamilias: Anguinae, Diploglossinae y Gerrhonotinae, (Macey et al. 1999), posteriormente algunos taxónomos consideraron a la familia Annilidae como una subfamilia de Anguidae, por lo que llegó a estar compuesta de cuatro subfamilias Anguinae, Anniellinae, Diploglossinae y Gerrhonotinae (Vitt y Caldwell 2009). Actualmente existen dos criterios taxónomicos que pueden seguirse. Anguidae puede subdividirse en Anguinae y Gerrhonotidae (Pyron 2013). Anguidae no está compuesto por subfamilias y está separado de Diploglossidae (Vitt y Caldwell 2014). Bajo esta última clasificación Anguidae está compuesto por nueve géneros: *Abronia* (28 sp), *Anguis* (3 especies), *Barisia* (4 especies), *Cloptychon* (1 especie), *Elgaria* (6 especies), *Gerrhonotus* (6 especies), *Mesaspis* (6 especies), *Ophisaurus* (12 especies) y *Pseudopus* (1 especie), con un total de 67 especies. Se distribuye en América, Europa, Sureste y Sur de Asia (Vitt y Caldwell 2014).

Los ánguidos presentan una amplia gama de tamaños, que van desde pequeños (55-70 mm de longitud hocico-cloaca LHC en adultos de *Gerrhonotus parvus*) hasta muy grandes (500-520 mm LHC y 1.4 m TL en *Pseudopus apodus*), existen especies con extremidades bien desarrolladas, así como apodas. La cola es usualmente tan larga como el cuerpo y a menudo el doble de la longitud del cuerpo en las especies sin extremidades. Todos están fuertemente armados con grandes escamas que no se superponen, presentan oseodermos dorsal y ventralmente a lo largo del tronco. La mayoría de los ánguidos presenta un pliegue ventrolateral bien desarrollado, pero indistinto en *Anguis*, dicho pliegue permite la expansión para la respiración, alimentación y reproducción manteniendo el efecto protector del escudo de escamas dorsales y laterales. La forma del cuerpo va de tener extremidades bien desarrolladas a no tener extremidades; en las taxas con extremidades muy reducidas la interclavícula está ausente o es cruciforme, las clavículas son angulares. La autotomía caudal es

común pero no universal entre los ánguidos, ocurre por la fractura plana anterior al proceso transverso. La lengua presenta papilas filamentosas y carece de escamas linguales. La parte delantera de la lengua se retrae hacia la parte posterior. El cráneo tiene huesos nasales pareados, frontales y postorbitales, el escamoso pareado puede estar presente o ausente y un parietal simple (fusionado) está presente. Posee un foramen parietal que perfora el parietal. Las escamas frontoparietales varían en tamaño y por lo general no están ampliamente separadas. La dentición marginal es pleurodonta y presenta dientes pterigoideos. El hueso dentario presenta más de 15 dientes y los dientes posteriores son unicuspides o bicuspides. (Vitt y Caldwell 2014).

Un representante típico de la familia Anguillidae es *Anguis fragilis* conocido como slowworm, es moderadamente abundante, se le encuentra en hábitat de matorral o abiertos con suelos densos. Son principalmente diurnos, ocasionalmente toman el sol. Se les puede encontrar fácilmente bajo las rocas donde toman el sol para ganar calor, se les puede observar en la superficie mientras buscan caracoles y babosas, también se alimentan de artrópodos y pequeños vertebrados. Su período estacional de actividad va desde inicios de la primavera hasta finales del otoño, el apareamiento ocurre a finales de la primavera. Son vivíparos, con un período de gestación de 8 a 12 semanas. Las camadas van de 4 a 28 crías, pero usualmente son menos de 12, naciendo a finales de agosto y principios de septiembre, si el apareamiento ocurre tarde o si el verano es frío, las hembras retienen a los embriones hasta después del invierno. A los otros dos miembros con extremidades del género se les conoce comúnmente como lagartijas de cristal debido a que sus largas colas no pueden autotomizarse y se cortan en varios pedazos. *Ophisaurus* presenta un rango de tamaño más amplio (150-300 mm LHC) y se le encuentra en una gran variedad de hábitat, por lo general se le encuentra en áreas abiertas con una gruesa cobertura de suelo, se les puede observar a la orilla de los bosques durante la mañana y la tarde, se alimenta principalmente de artrópodos, aunque puede consumir otras variedades de animales terrestres y fosoriales. *Pseudopus* es el más grande de los lagartijas de cristal, midiendo hasta 400 mm LHC. En contraste a *Anguis*, *Ophisaurus* y *Pseudopus* es ovíparo y produce puestas de 4-20 huevos, al

parecer las hembras permanecen con los huevos durante el período de incubación que va de 8-10 semanas (Vitt y Caldwell 2014).

Las lagartijas cocodrilo (*Elgaria*, *Gerrhonotus*, y *Mesaspis*) deben su nombre a la fuerte armadura de la cabeza, cuerpo y cola y a sus fuertes y anchas mandíbulas. Pese a su nombre común ninguno es acuático. Aunque algunos se encuentran en ambientes muy húmedos, desde bosques tropicales de montaña hasta ambientes costeros y bosques de montaña del oeste de Norteamérica. En el noroeste del Pacífico de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, *Elgaria coerulea* se asolea a lo largo de cercas de roca tomando el sol de la mañana durante los días soleados del invierno. Unas pocas especies viven en savanas y desiertos. El género tropical *Abronia* es el más numeroso en especies, es arbóreo y tiene cola prensil, son mayormente de tamaño moderado, menos de 110 mm LHC, aunque *Gerrhonotus liocephalus* alcanza 200 mm LHC (Vitt y Caldwell 2014).

Los ánguidos son carnívoros, se alimentan principalmente de artrópodos, otros invertebrados y de pequeños vertebrados. Ovíparos y vivíparos, parecen aparearse en la primavera y producen huevos y crías al final del verano o principios del otoño, algunas especies ovíparas producen más de una camada por estación. Las especies ovíparas usualmente depositan 2-40 huevos, mientras que las especies vivíparas producen 2-15 crías, la incubación de los huevos generalmente requiere de 8 a 10 semanas, mientras que la gestación de 8 a 10 semanas. Algunas y posiblemente todas las especies ovíparas atienden sus huevos durante la eclosión y algunos como *Elgaria multicaerinata* pueden compartir sus sitios de anidación. (Vitt y Caldwell 2014). En especies de *Ophisaurus* y *Gerrhonotus* se ha observado que hay cuidado parental (Pough 2004; Greene et al. 2006).

2.2 Género *Gerrhonotus*

La taxonomía del Género *Gerrhonotus* ha sido complicada desde sus inicios, a pesar de que a lo largo de su historia taxonómica varias formas han sido descritas y revisadas por

distintos autores, y de que aún se documenten nuevos especímenes que amplían los rangos distribucionales de las distintas taxas, aunado a la complejidad de su morfología y la falta de material genético disponible de algunas especies se sigue dificultando el que sus relaciones filogenéticas sean del todo comprendidas, por lo que su estatus taxonómico han sido objeto de controversia desde hace muchos años.

Gerrhonotus liocephalus, fue descrito en base a un ejemplar juvenil (Wiegmann 1828), aunque no se menciona la localidad tipo, claramente es de México, esto sugerido por la inclusión de la descripción del ejemplar en su obra de 1834 *Herpetología Mexicana* (Good 1994). Después de la descripción de Wiegmann se describió un segundo ánguido *Scincus ventralis* (Pale y Green 1830). Al parecer Pale y Green no tuvieron noticia de la descripción de Wiegmann y no compararon los ejemplares, sin embargo Wiegmann se dio cuenta de que las taxas eran idénticas y a pesar de que el nombre *liocephalus* (cabeza lisa) era apropiado para el ejemplar juvenil que describió, no lo era para ejemplares adultos como en la descripción de Pale y Green, por lo que cambió el nombre de la especie a *Gerrhonotus tesellatus* (Wiegmann 1834). La especie se distribuye desde el centro de Texas en Estados Unidos de Norteamérica, atraviesa México por la región este y centro pasando por Hidalgo y Puebla hasta Chiapas (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen 2010; Ramírez-Bautista et al. 2014). Se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Protección especial (Pr), no endémica, aunque al mencionarla con el nombre común de lagarto escorpión texano y referirla como no endémica se incluye a *Gerrhonotus infernalis*.

Gerrhonotus infernalis, se describió en base a partir de un único ejemplar proveniente del Cañón del Diablo en Texas, Estados Unidos de Norteamérica, aunque no fue comparado con *Gerrhonotus liocephalus*/*Gerrhonotus ventralis* o *Scincus ventralis* (Baird 1858). Esta es la otra especie del género *Gerrhonotus* que habita en Nuevo León, se distribuye en los Estados Unidos de Norteamérica, desde la meseta Edwards en el centro de Texas y el área del Big Bend en el sur, mientras que en México habita en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Conant y Collins 1998; Good 1994; Lemos-Espinal y Smith

2007; Lemos-Espinal y Dixon 2013; Ramírez-Bautista et al. 2014). Es una lagartija diurna que se alimenta de arañas, insectos y pequeños vertebrados, con una longitud de 30 a 60 cm., es la más grande de las especies del Género *Gerrhonotus*; su color varía de amarillo a pardo-rojizo, con líneas transversales en la parte dorsal y de color ligeramente gris a blanquecino en la parte ventral, la especie presenta cambios ontogénicos. Se reproduce durante todo el año (Lemos-Espinal y Smith 2007; Lemos-Espinal y Dixon 2013). *Gerrhonotus infernalis* se encuentra ampliamente distribuida en la Sierra Madre Oriental (Banda-Leal 2002; Bryson et al. 2003; Conroy et al. 2005; Narvaez 2013) y es simpátrica con *Gerrhonotus parvus* (Bryson et al. 2003). Se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Protección especial (Pr), no endémica, aunque se le designa como *G. liocephalus*, en el entendido de que se hace referencia a *Gerrhonotus infernalis* al darle el nombre común de lagarto escorpión texano.

Gerrhonotus ophiurus se describió con base en un ejemplar adulto proveniente de Orizaba, Veracruz, fue comparado con *Gerrhonotus tessellatus*, encontrándose diferencias consistentes en la escamación de la cabeza y cuerpo, posee extremidades más pequeñas y cola de mayor longitud (Cope 1866). Se distribuye en Hidalgo, en este de Querétaro, centro-oeste de San Luis Potosí, Puebla, Tlaxcala, y las áreas montañosas del norte de Veracruz. (Lemos-Espinal y Dixon 2013; Dixon y Lemos-Espinal 2010; Ramírez-Bautista et al. 2014).

Gerrhonotus lemniscatus (= *G. l. liocephalus*) se describió para Veracruz, se comparó únicamente con *G. multifasciatus* (= *Elgaria kingii*) y no con las otras formas de *Gerrhonotus* (Bocourt 1871). Otros autores aceptaron a *G. tessellatus*, *G. ophiurus*, *G. infernalis*, y *G. lemniscatus* como especies distintas (O'Shaughnessy 1873; Cope 1878). Cope también aceptaba a *G. ventralis*, aunque O'Shaughnessy lo consideraba un sinónimo de *G. tessellatus*, por lo que debido a su similitud, todos estos taxos fueron combinados en una sola especie, *G. liocephalus* (Bocourt 1878) y generalmente han sido considerados sinónimos desde entonces, aunque algunos autores continuaban aceptando *G. infernalis* para las poblaciones de Texas (Strecker 1926; Burt 1935;

Murray 1939; Stejneger y Barbour 1939), hasta que fue sinonimizado con *G. liocephalus* (Smith 1946).

Algunas taxas de gerrhonótidos fueron relegadas a subespecies (*infernalis*, *liocephalus*, *ophiurus*, y *ventralis*), aunque sugirió que todas excepto *infernalis* eran subespecies bien definidas que aún podían llegar a ser consideradas especies verdaderas (Cope 1900). Aunque Cope no definió características para diferenciar dichas taxas, su sistema de clasificación de subespecies fue aceptado por autores subsecuentes (Smith y Taylor 1950).

Gerrhonotus liocephalus austrinus se describió mediante un ejemplar juvenil del Cerro Malé, Chiapas, se consideró más cercanamente relacionada a *G. liocephalus* que al "complejo *G. infernalis/ophiurus*", debido a similitudes en escamación y en el patrón de coloración (Hartweg y Tihen 1946). Se sugirió que algunos caracteres de escamación varían clinalmente dentro de la subespecie *Gerrhonotus liocephalus infernalis* desde su límite distribucional en norte en Texas en los Estados Unidos de Norteamérica hasta su límite sur en San Luis Potosí, y se consideró a la subespecie *G. l. ophiurus* de Veracruz como una continuación de dicha clina (Tihen 1948). Posteriormente fueron descritos el segundo y tercer ejemplares colectados en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, ambos especímenes coincidían con *liocephalus*, más que con *austrinus*, en todos los caracteres diagnósticos (Tihen 1954; Smith y Álvarez del Toro 1963), se sugirió que las subespecies de *liocephalus* "son un complejo de dos diferentes razas" pero no se realizó un análisis más detallado (Tihen 1954).

Se describió una nueva subespecie, *Gerrhonotus liocephalus loweryi*, como intermedia entre el complejo *infernalis/ophiurus* y *liocephalus* y se hipotetizó una morfoclina de *G. l. infernalis/ophiurus* a *G. l. loweryi* a *G. l. liocephalus*, debido a esta hipotética morfoclina, se decidió que estas formas debían ser reconocidas como subespecies de una sola especie, embargo, se señaló que *G. l. loweryi* ocurre geográficamente entre *G. l. infernalis* y *G. l. ophiurus* antes que entre *G. l. infernalis/ophiurus* y *G. l. liocephalus*, sugiriendo que la hipótesis de una sola especie era demasiado simple (Tihen 1948).

Gerrhonotus liocephalus taylori se describió para el Municipio de Santa Bárbara, Chihuahua, y considerándose una forma como más estrechamente emparentada con *G. l. infernalis* (Tihen 1954). Otros autores consideran a las poblaciones de Chihuahua como *Gerrhonotus taylori* (Lemos- Espinal et al. 2004; Lemos-Espinal y Smith 2009).

Gerrhonotus lugoi fue descrito para la Sierra San Marcos en el Valle de Cuatrociénegas, Coahuila, México, Se distingue de las especies anteriormente conocidas del género *Gerrhonotus* por la falta de quillas en las escamas dorsales, morfológicamente más emparentado con *Gerrhonotus liocephalus* es claramente diferente a la subespecie conocida de esta última en el área, *G. l. infernalis* (McCoy 1970). Se elaboró una ficha técnica de *Gerrhonotus lugoi* para la Revisión de las categorías del proyecto de la Norma Oficial Mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de la Familia Anguillidae, donde incluye datos como la posición taxonómica, nombre común, colección de referencia, una breve descripción de la especie, categoría según la NOM-059-ECOL-2010 y algunos datos sobre su biología y hábitat, e historia natural, sí como un mapa de distribución donde solo se incluye la localidad tipo en Cuatrociénegas, Coahuila (Zaldívar et al. 2002a). Se considera a *G. lugoi* y *G. liocephalus* especies hermanas al suponer que *G. lugoi* es un *G. liocephalus* miniaturizado (Good 1988). Se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Amenazada (A), endémica.

Se sugirió que las poblaciones de *G. liocephalus* del Valle de Cuatrociénegas, Coahuila, debían ser consideradas como una subespecie nueva (*Gerrhonotus liocephalus aguayoi*), una breve descripción apareció en un resumen de una reunión científica Contreras-Arquieta (1989), pero dado que no designó un ejemplar tipo dichas poblaciones continuaron siendo consideradas como *Gerrhonotus infernalis* (Good 1994).

Gerrhonotus parvus fue descrita a partir de dos ejemplares hembras de las afueras de Galeana, Nuevo León, su pequeño tamaño y ausencia de quillas en las escamas dorsales, la diferencian plenamente del resto de las especies de gerrhonótidos, excepto de

Gerrhonotus lugoi, por lo que se sugirió que son especies hermanas a pesar de su extensa separación geográfica (Knight y Scuddy 1985). Se elaboró una ficha técnica de *Elgaria parva* (= *Gerrhonotus parvus*) para la Revisión de las categorías del proyecto de la Norma Oficial Mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de la familia Anguidae, donde incluye datos como la posición taxonómica, nombre común, colección de referencia, una breve descripción de la especie, categoría según la NOM-059-ECOL-2001 y algunos datos sobre su biología y hábitat, así como un mapa de distribución donde solo se incluye la localidad tipo en Galeana, Nuevo León (Zaldívar et al. 2002b). Se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Protección especial (Pr), endémica y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (IUCN Red List 2015) como: En Peligro (EN) B1ab(iii).

Basándose en similitudes de escamación de la cabeza que incluían contacto nasal-rostral, ausencia de internasal anterior, contacto de las supranasales, ausencia de postnasales, presencia de cantoloreal y oviparidad se propone el cambio de *Gerrhonotus parvus* al género *Elgaria* (conservando el nombre *parva*= pequeño) (Smith (1986), lo cual fue aceptado posteriormente (Good 1988).

A inicios de siglo XXI publicó una nueva localidad para *Elgaria parva* en el Cañón de San Isidro, Santiago, Nuevo León, donde se reportó por primera vez variación morfológica de la especie y se realiza una descripción del hábitat en el área que es diferente a la zona donde se colectaron el holotipo y paratipo en Galeana, Nuevo León, ya que como su nombre lo indica el área de San Isidro es un cañón de roca caliza a 1600 metros sobre el nivel del mar (msnm), que tiene pozas de agua intermitentes, cuenta con un sustrato que consta principalmente de piedras calizas, arena y algo de suelo con materia orgánica, la vegetación consta principalmente de encino (*Quercus* sp), sotol (*Dasyilirion* sp) y magueyes (*Agave* sp), el ejemplar se encontró en la base del cañón a un lado de la pared cerca de materia orgánica en descomposición (Banda et al. 2002).

Posteriormente se registró el ejemplar más grande conocido de *G. parvus* en la localidad del Cañón de San Isidro, Santiago, Nuevo León, presentaba la cola completa midió 76.5 mm, excediendo en 4.4 mm. al paratipo, (hasta entonces el ejemplar reportado de mayor longitud), dicho ejemplar se encontró en el mes de mayo en la base del cañón que estaba inundada en ese momento, el ejemplar acababa de salir del agua y murió en manos del autor. Dado que el cañón se inunda en época de lluvia muy seguramente los ejemplares se repliegan hacia las partes altas de las paredes refugiándose entre las grietas (Banda et al. 2005).

Mediante técnicas de análisis molecular usando un análisis de probabilidad y bayesiano se determinó la posición filogenética de *Elgaria parva*, ubicándolo como un grupo hermano de *G. infernalis*, por lo que se propuso el cambio de Género de *Elgaria* a *Gerrhonotus*, quedando como originalmente fue descrito, además se reporta el único ejemplar de *G. parvus* conocido para la localidad de Los Rayones, Nuevo León (Conroy et al. 2005).

El primer registro de una cría de *G. parvus* provino de el Cañón de San Isidro, Santiago, Nuevo León. El ejemplar descrito conservaba la cola completa y presentó una coloración de franjas claras y oscuras muy contrastantes, mientras que en los adultos no contrastan tanto, lo cual es muy diferente a las crías de *G. infernalis*, que son prácticamente una versión en miniatura de los padres y los patrones de coloración son virtualmente los mismos (Lazcano y Bryson 2010). En un reporte previo sobre crías de ánguidos en el Noreste de México se describe el nacimiento en cautiverio de ejemplares de *G. lugoi*, endémico de Cuatrociénegas, Coahuila, las crías, son de color rojo-oscuro, con pequeños puntos blancos, a diferencia de los adultos que son pardo claro con franjas pardas y blancas, similares a *G. infernalis* (Lazcano et al. 1993).

Gerrhonotus farri es el gerrhonótido de mas reciente descripción para el noreste de México, se encontró en el municipio de Tula, Tamaulipas. Basados en caracteres morfológicos se sugiere que está más emparentada con *G. lugoi* que con *G. parvus*,

aunque se admite la necesidad de realizar más estudios para discernir su posición filogenética (Bryson y Graham 2010).

Actualmente el género *Gerrhonotus* se distribuye únicamente en los Estados Unidos de Norteamérica y México, está compuesto por seis especies (Liner y Casas 2008; Conroy et al. 2005; Bryson y Graham 2010) siendo las siguientes:

Clase REPTILIA

Orden SQUAMATA

Familia ANGUIDAE

Gerrhonotus liocephalus Weigman, 1828

Gerrhonotus infernalis Baird, 1859 (1858)

Gerrhonotus ophiurus Cope, 1866

Gerrhonotus lugoi McCoy, 1970

Gerrhonotus parvus Knight & Scuddy, 1985

Gerrhonotus farri Bryson and Graham, 2010

De las cuales las primeras tres son especies de gran tamaño y escamas dorsales quilladas y de amplia distribución (Good 1988) y las últimas tres son especies pequeñas que carecen de quillas en las escamas dorsales y son de distribución restringida en el noreste del país, *G. farri* al sur de Tamaulipas en las faldas de la Sierra Madre Oriental (Bryson y Graham 2010), *G. parvus* en las inmediaciones de la Sierra Madre Oriental (Knight y Scuddy 1985; Banda et al. 2002; Conroy et al. 2005) y *G. lugoi* más al norte en el Valle de Cuatrociénegas, Coahuila (McCoy 1970).

2.3 Ecología

El método más común de colecta manual de herpetofauna consiste en la localización y captura de ejemplares dondequiera que se localice un sustrato que esté siendo utilizado, ya sea debajo o sobre las piedras, troncos, vegetación y sustratos artificiales (Campbell y Christman 1982).

Los reptiles marcados individualmente presentan un reto especial para el colector, ya que frecuentemente mudan la piel y con ella los marcajes externos. El método de etiquetado con cuentas evita este problema cosiendo combinaciones únicas de cuentas en la región más proximal de los músculos de la cola de las lagartijas. Este método de marcado permanente funciona bien en lagartijas que exceden los 40-45 mm de LHC, pero es difícil o incluso imposible de usar en individuos pequeños o de colas muy delgadas (Fisher y Muth 1989).

Muchos investigadores usan el método de marcaje por ectomización de falanges (Ferner 1979), sin embargo este método plantea algunos problemas en estudios de comportamiento a corto plazo. En primer lugar puede tomarle una cantidad considerable de tiempo al ejemplar recuperarse de la herida causada por el corte y afectar su comportamiento y patrones de movimientos naturales y en segundo lugar, algunas veces las lagartijas pierden de forma natural sus dedos, lo que puede dificultar la identificación (Hudson 1996; Middelburg y Strijbosch 1988). Finalmente la ectomización de falanges y los cortes de los dedos no son fáciles de ver a menos que se manipule al ejemplar (Johnson (2005). El marcaje de lagartijas con etiquetas para abejas ha proporcionado resultados a corto plazo similares a la técnica de marcado con el método de etiquetado con cuentas (Fisher y Muth 1989).

El método de telemetría tiene la ventaja sobre el de captura-recaptura en que se incrementa la posibilidad de localizar los individuos aún si no están visibles y también se puede obtener mayor número de localizaciones de cada individuo. Pero es importante buscar equipo y radiotransmisores de tamaño adecuado para cada especie (Germano 2007).

El ámbito hogareño es aquella área recorrida por un animal durante sus actividades diarias; aunque el animal tiene un área seleccionada dentro del área antes mencionada, a la cual retorna en ocasiones (Barbour et al. 1969). Mientras que los patrones de movimiento son los movimientos que realizan los individuos dentro de ese ámbito hogareño (Barbour et al. 1969; Germano 2007). Los factores ambientales como

características del hábitat y los factores bióticos como la competencia y la depredación son importantes para que un individuo establezca su ámbito hogareño. Los estudios que se enfocan en los factores ambientales sugieren que el tamaño del ámbito hogareño de los saurios se establece por la disponibilidad de recursos como el alimento (Baharav 1975; Rose 1981). El individuo recorrerá un área más grande para encontrar mayor abundancia de alimento o si el alimento se concentra en determinados sitios, el individuo no necesitará moverse tanto (Wone y Beauchamp 2003; Huang 2006), es decir, la movilidad de los individuos puede estar relacionada con la estabilidad y dinámica de los recursos (Baharav 1975).

La variación en los movimientos puede resultar debido a las características del hábitat, de aquí surge la importancia de los microhábitats disponibles como sitios de protección y termorregulación (Baharav 1975). Las lagartijas buscan sitios para termorregular y donde protegerse de la luz solar directa, lo cual provoca que vayan en busca de un sitio adecuado; como consecuencia se puede incrementar el área de actividad de la lagartija. La temperatura corporal de los individuos puede deberse, en parte, al ambiente en el que realizan sus actividades (Pianka 1971). Respecto a lo anterior, se observó que *Phrynosoma solare* recorre menores distancias durante el verano, lo que se atribuyó a elevadas temperaturas del ambiente (Baharav 1975). La complejidad del hábitat, en términos de microhábitat disponibles es importante ya que su disminución puede afectar la presencia de las lagartijas, al aumentar el riesgo de depredación cuando se mueven de un lugar a otro (Germano 2007).

Los machos de algunas especies establecen el tamaño de su ámbito hogareño en relación a la cantidad de hembras que pueden encontrar, incrementándolo con la finalidad de tener mayor cantidad de hembras para reproducirse (Baharav 1975; Wone y Beauchamp 2003; Haenel et al. 2005). Diversos estudios sugieren que los machos inmaduros sin pareja tienen un ámbito hogareño más grande, ya que van en busca de pareja, al ser desplazados por los machos con pareja y un área establecida (Germano 2007). Los machos adultos relegan a los machos inmaduros obligándolos a recorrer mayores áreas para localizar parejas potenciales (Haenel et al. 2005). El tamaño, forma

y ubicación del ámbito hogareño puede cambiar en diferentes períodos de tiempo (Fitch y Shirer 1971; Wone y Beauchamp 2003; Germano 2007).

En *Phrynosoma mcallii* el área del ámbito hogareño varía estacionalmente, siendo más pequeño en verano para estar en mayor proximidad con las parejas reproductoras, mientras que en otoño aumenta con la finalidad de ganar reservas para la hibernación (Wone y Beauchamp 2003). En *Oligosoma otagense*, se ha observado que el movimiento se incrementa durante la época de apareamiento y que en la época de reproducción hay diferencias entre la hora del inicio de actividad de hembras y machos (Germano 2007). Mientras que en *Tiliqua rugosa* el ámbito hogareño de hembras y machos permanece constante en diferentes años (Bull y Freake 1999).

El comportamiento de forrajeo de las lagartijas se clasifica en dos tipos, “active foraging” (forrajeo activo), y “ambush”, “sit-and-wait” o “passive foraging” (acecho). (Pianka 1966; Huey et al. 1981; Vitt y Price 1982). Se considera que los ánguidos presentan un comportamiento “active foraging”, (Cooper in Pianka 1994) aunque cabe mencionar que el comportamiento de forrajeo de este grupo es pobremente conocido y sólo ha sido documentado en pocas especies. (Vitt y Congdon 1978).

Básicamente el análisis de dinámica poblacional consiste en conocer el número de individuos que conforman una población y entender como varía en el tiempo (Lemos-Espinal et al. 2005). Este tipo de análisis provee de valiosa información para aspectos de manejo y conservación de las especies (Caswell 2000). Debido a sus hábitos secretivos el comportamiento reproductivo como la agresión precopulatoria entre machos y el de apareamiento entre machos y hembras de distintas especies de ánguidos fue estudiado en cautiverio (Bowker 1988). Dos hembras de *Gerrhonotus infernalis* fueron encontradas enroscadas alrededor de su puesta de huevos en Texas, en los Estados Unidos de Norteamérica (Greene y Dial 1966), y una hembra en cautiverio se alimentó de la puesta de huevos que cuidaba (Tinkle y Gibbons 1977). En julio de 2008 en el Parque Ecológico Chipinque se encontró una hembra adulta con tres neonatos y 11 huevos dentro de una madriguera, posteriormente en enero y abril de 2009, se

observaron otras dos hembras grávidas en madrigueras, la que se observó en abril, se observó de nuevo en mayo con tres huevos eclosionados en la entrada de la madriguera. En marzo y mayo se capturaron tres y una hembras grávidas respectivamente, las puestas fueron en mayo y la eclosión a finales de junio y principios de julio de 2010 (García-Bastida 2013). Una hembra en cautiverio de *Gerrhonotus lugoii* del Valle de Cuatrociénegas, Coahuila, México, permaneció enroscada alrededor de su puesta de huevos por un periodo de tiempo prolongado, aún y cuando se le retiró la puesta para su incubación (Lazcano et al. 1993). Una hembra de *Gerrhonotus ophiurus* se encontró en un bosque de pino-encino en Hidalgo, México, se encontraba cuidando su nidada enrollada alrededor de su camada que era de 11 huevos, dos de los cuales tenían hongos, el nido se encontraba en el suelo bajo un tronco nidada de 10 huevos, al aproximarse la hembra desplegó una conducta defensiva (Reaño-Hernández et al. 2015).

Una hembra de *Gerrhonotus infernalis* (LHC 13 cm) fue capturada el 14 de marzo de 2004 en el condado de Bexar, Texas, en los Estados Unidos de Norteamérica y mantenida en cautiverio para propósitos educativos en un terrario de 75 litros, posteriormente pareció estar grávida (se expandió el pliegue lateral y permanecía inmóvil), el 11 de abril se le proporcionó un contenedor como sitio de anidación de 15 cm de diámetro x 10 cm de profundidad con un acceso de 3 cm de diámetro provisto con una capa de grava fina de 3 cm de profundidad. El 9 de mayo de 2004 se le encontró enroscada sobre 19 huevos en el sustrato de grava, previamente a la puesta no mostró signos de agresión al ser manejada pero al retirarle la puesta se mostró agresiva, infló el cuerpo, abrió la boca de manera amenazante y siseaba. Dos días después el 11 de mayo se le empezó a suministrar grillos y cucarachas como alimento, no se alejaba más de 20 cm del nido para alimentarse, el 25 de junio se observaron patrones escamosos y blanquecinos en los huevos y el 29 de junio se detectó movimiento de los huevos, en julio 11 se observó a la hembra en el sitio de anidación con una cría (63-64 días después de la puesta), el resto de los huevos eclosionó durante los siguientes tres días (Greene et al. 2006).

2.4 Dimorfismo sexual

El tamaño del ámbito hogareño también se ha relacionado con las características morfológicas de los individuos, especialmente el tamaño del cuerpo (Huang 2006). Se ha observado que los machos de *Mabuya longicauda* alcanzan una mayor longitud corporal que las hembras y a su vez estos machos tienen ámbito hogareño más grande (Haenel et al. 2003). En algunas especies del Género *Anolis*, se ha observado que características sexuales secundarias como el tamaño del saco gular expresan la capacidad de desempeño de los individuos, ya que hay una relación positiva entre el tamaño del saco gular, la presión mandibular y el territorialismo (Vanhooydooek et al. 2005).

El dimorfismo sexual es común en lacertilios, aunque hay variaciones entre grupos filogenéticos (Buler et al. 2007; Molina-Borja 2003). En *Barisia monticola* los machos tienen cabezas más altas, largas y anchas que las hembras, sin embargo no hay diferencias entre las longitudes hocico-cloaca (Vial y Stewart, 1989)

Mientras que en otros ánguidos como *Elgaria coerulea* los machos presentan cabezas más altas que las hembras (McBrayer y Anderson 2007), pero las hembras son más grandes en longitud hocico-cloaca (Stewart 1985; Rutherford 2004; McBrayer y Anderson 2007). En *Gerrhonotus infernalis* los machos tienen cabezas más anchas, altas y largas y una longitud hocico-cloaca mayor que las hembras (García-Bastida 2013).

En muchas especies de lacertilios las dimensiones de la cabeza son las que determinan el dimorfismo sexual (Pinto et al. 2005). Algunos autores han sugerido que los machos con cabezas más grandes tienen ventaja en los combates contra otros machos o en la copulación con las hembras (Bowker 1988; Formanowicz et al. 1990) y que las dimensiones de la cabeza son más importantes que la longitud de las extremidades en el desempeño de ciertos atributos como los combates intraespecíficos (Huyghe et al. 2005). En *Abronia vasconcelosii* se reportan nueve patrones conductuales de agresión

intraespecífica donde no influye el tamaño o el estatus de residencia de la especie, lo que sugiere que el combate no se da por disputas territoriales (Formanowicz et al. 1990).

El dimorfismo sexual favorece a los machos más grandes en especies que tienen conductas agresivas y territoriales dándoles ventaja en el combate (Herrel et al. 1999; Husak et al. 2006). La selección intrasexual probablemente dirige la evolución a poseer estructuras exageradas o mejorar el desempeño de estructuras como las cabezas porque ofrece ventajas en los encuentros agonísticos para establecer territorio o asegurar hembras (Lappain y Husak 2005; Lappain et al. 2006).

2.5 Modelado de nicho ecológico

La palabra nicho fue utilizada por primera vez como un término ecológico dándole de manera intuitiva un significado similar al que posteriormente le daría Hutchinson (Johnson 1910).

El nicho ecológico de una especie se define como la combinación de condiciones ecológicas que permiten mantener una población sin inmigración (Grinnell 1917). El nicho es una característica del medio, no de los organismos, la unidad de distribución final en la que cada especie está condicionada por sus limitaciones instintivas y estructurales, es decir que cada especie tiene sus características fisiológicas, morfológicas y de comportamiento particulares, lo que hace posible que ocupen determinados espacios disponibles en la naturaleza. Bajo este concepto existen nichos vacíos y vacantes y la exclusión competitiva es la interacción principal, donde no existe un balance y una especie homóloga ecológicamente puede desplazar a la otra. Los organismos que son equivalentes ecológicos son parte del “sustento” de este concepto, ya que al existir nichos similares en distintos lugares son ocupados por organismos similares en características morfológicas, fisiológicas y conductuales (Grinnell 1924).

El nicho describe el estatus de un animal en su comunidad, indicando que hace y no solamente como se ve, es el lugar que ocupa en el ambiente biótico y su relación con la comida y sus enemigos naturales, en teoría el nicho no está restringido a una especie, por lo tanto los organismos relacionados como equivalentes ecológicos son un indicio de nichos similares, aunque las comunidades estén en lugares muy alejados (Elton 1927).

El nicho de una especie es la suma de todos los factores que actúan en un organismo; se define como un hiper-espacio “n-dimensional”, las variables pueden ser físicas o biológicas. También puede definirse como el intervalo de las condiciones ambientales y bióticas en las que sus poblaciones pueden persistir sin la emigración, a diferencia de Grinnell, bajo este concepto el nicho es una propiedad de la especie y no del ambiente, es decir que no existen los nichos vacíos, por lo que también tienen una dimensión temporal y son mutables, es decir evolucionan (Hutchinson 1957).

Aunque se han propuesto muchas definiciones de los nichos, la de Hutchinson en 1957 es particularmente útil y generalizada: También hizo una importante distinción entre nicho fundamental y nicho realizado, donde el “nicho fundamental” es aquel que describe las condiciones abióticas en la que una especie es capaz de persistir, mientras que “el nicho realizado” describe las condiciones en las que persiste una especie dada ante la presencia de otras especies, por ejemplo, los competidores y depredadores (Hutchinson 1957). Aunque para otros autores existe una diferencia fundamental: El nicho realizado es la parte del nicho potencial que las especies realmente usarían, después quitar los efectos de competidores y depredadores, es decir que los nichos realizados no se interceptan (Soberon y Nakamura 2009).

Las características de la biología de las especies como la fisiología, ecología alimentaria, comportamiento reproductivo, entre otras, definen el nicho ecológico fundamental (Peterson et al. 1999). El concepto de nicho ecológico es la base central de la delimitación de la distribución geográfica de las especies, al describir cómo los

organismos en diferentes niveles de organización interactúan con su medio ambiente a distintas escalas espacio-temporales (Chase y Leibold 2003; Leibold y Geddes 2005). Frente a cambios ambientales se puede dar una evolución del nicho o movimientos para realizar un seguimiento espacial del nicho, estas son las únicas alternativas a la extinción (Graham et al. 1996; Brown y Lomolino 1998).

Muchos aspectos del nicho fundamental pueden ser conservados durante largas escalas de tiempo evolutivo. La tendencia de las especies a conservar los aspectos de su nicho fundamental a lo largo del tiempo es llamado conservadurismo del nicho, que es considerado un proceso, aunque puede ser causado por más de un factor a nivel de población (una característica que comparte con otros procesos evolutivos como la especiación y anagénesis). Su importancia no depende de que los rasgos ecológicos se mantengan indefinidamente, en su lugar la diversidad de patrones puede explicar el conservadurismo del nicho en diferentes escalas de tiempo. El conservadurismo del nicho es la tendencia de las especies ancestrales para conservar características ecológicas. Tiene importancia dentro de la especiación alopátrica, la biogeografía histórica, los patrones de riqueza de especies, la estructura de comunidades, la propagación de las especies invasoras y especies introducidas por el hombre, las respuestas de las especies al cambio climático global y en la historia de la humanidad, desde hace 13,000 años hasta la actualidad. Su estudio se desarrolla mediante las herramientas del modelado del nicho ecológico, que permiten ver las similitudes y diferencias de sus características (Wiens y Graham 2005).

Varios autores han asumido el conservadurismo del nicho para evaluar a gran escala el impacto del calentamiento global sobre las biotas (Peterson et al. 2002; Thomas et al. 2004). Aunque los efectos del calentamiento del planeta pueden ser muy difíciles de mitigar, algunos autores han sugerido la posibilidad de que las especies pueden reducir al mínimo los efectos del conservadurismo de nicho y maximizar las posibilidades de adaptación con una rápida evolución, incluida su respuesta al cambio climático (Stockwell et al. 2003). Así, los eventos de cambio climático y el cambio observado en

las distribuciones geográficas de las especies resultan una útil herramienta para confrontar la teoría del conservadurismo del nicho.

Es reconocido que en gran medida la distribución de las especies y las comunidades está relacionada con las condiciones climáticas en las que se establecen (MacArthur 1972; Pearson y Dawson 2003; Gray 2005; Lomolino et al. 2005) y que el clima es un factor que controla patrones globales de la estructura y productividad de la vegetación, (Maslin 2004) así afecta tanto la composición de especies de plantas y animales como la biología de las especies e individuos, ya que se han reportado variaciones en fechas de retorno de aves migratorias y modificación de rutas migratorias asociados a cambios de temperatura y tiempos más cortos de maduración de anfibios (Gitay et al. 2002; Rosenzweig et al. 2007).

Para el país, las comunidades de afinidades templadas como los bosques de coníferas y latifoliadas son más vulnerables a los incrementos de las temperaturas (Villers y Trejo-Vázquez 1997, 1998). Se ha señalado que las especies con distribuciones naturalmente restringidas se encuentran en mayor riesgo que las de amplia distribución; así como las de poblaciones relativamente pequeñas y de tiempos generacionales largos, debido a su menor capacidad adaptativa en comparación con las de características biológicas opuestas (Walther et al. 2002). Por otra parte las especies con una baja capacidad de dispersión tienen menor posibilidad de migrar, por lo que son más vulnerables a los efectos negativos del cambio climático (Martínez-Meyer et al. 2004).

3. OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar la taxonomía y ecología de *Gerrhonotus parvus*, en la Sierra Madre Oriental.

3.2 Particulares

- Complementar información taxonómica de *Gerrhonotus parvus*.
- Determinar los parámetros abióticos del microhábitat de *Gerrhonotus parvus*.
- Estimar la preferencia de madrigueras y sustratos en cautiverio.
- Describir el dimorfismo sexual de *Gerrhonotus parvus*.
- Establecer la distribución potencial de *Gerrhonotus parvus*.

4. HIPÓTESIS

La información taxonómica sobre *Gerrhonotus parvus* es incompleta dado el escaso número de ejemplares conocidos y la poca información existente, por lo que puede haber variación morfológica en la especie; además las características particulares del hábitat restringen su distribución en poblaciones disjuntas y su patrón de actividad varía considerablemente a través del año, existe dimorfismo sexual en la especie.

5. JUSTIFICACIÓN

Gerrhonotus parvus se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Protección Especial (Pr), endémica y en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), bajo la categoría de En peligro (EN) B1ab(iii). Se desconoce la la variación morfológica que puede presentar a lo largo de su distribución geográfica y el estatus actual de sus poblaciones es desconocido. La escasa información que existe sobre la especie la hacen un candidato ideal para la realización de estudios de diversa índole como los de ecología, además de tener potencial como especie bandera para el desarrollo de programas de conservación.

6. DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

6.1 Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental

6.1.1 Localización

El área de estudio se ubica en la porción centro-sur del estado de Nuevo León, México, se encuentra conformada por los municipios de Allende, Aramberri, García, Galeana, General Zaragoza, Iturbide, Linares, Los Rayones, Montemorelos, Monterrey, Santa Catarina, San Pedro Garza García, y Santiago (Figura 1).

6.1.2 Topografía

La Sierra Madre Oriental en su porción más occidental se caracteriza por altiplanicies con lomeríos y algunas elevaciones aisladas, mientras que aproximadamente en la parte media del estado se extiende el macizo montañoso de forma diagonal de sureste a noroeste donde se encuentran la mayor cantidad de cumbres, así mismo existen también un gran número de cañones que forman intrincadas redes por toda la sierra, por otro lado la porción noroeste se caracteriza por llanuras con lomeríos y sierras aisladas, algunas constituidas por dos flancos residuales de un anticlinal con un valle al centro conocidas regionalmente como potreros (INEGI, 1986).

6.1.3 Edafología

A lo largo de toda la subprovincia de la Gran Sierra Plegada se presenta un claro predominio de suelos someros pertenecientes a los tipos denominados litosol y rendzina. Sin embargo, también se les encuentra formando asociaciones diversas con otros tipos de suelo, y estas asociaciones varían de un sistema de topoformas a otro. Así, en las áreas más agrestes de los sistemas denominados sierras dominan asociaciones de litosoles con regosol calcárico, que es un suelo poco desarrollado; rendzinas de color oscuro, suelos más desarrollados, como feozem calcárico y luvisol crómico; y xerosol

háplico, de color claro, entre otros. En estas sierras hay algunos valles en los que se desarrollan diversas empresas agrícolas; los suelos aquí son oscuros y tienen un alto contenido de materia orgánica; tales son las características del feozem calcárico y del castañozem cálcico (sobre una fase lítica). En el sistema de topofomas denominado bajadas, dominan los xerosoles cálcicos sobre fase petrocálcica (caliche) y los xerosoles gypicos profundos y ligeramente salinos. También sobre terrenos de bajada, se encuentran suelos oscuros y profundos, como feozems calcáricos y castañozems. En los límites de Nuevo León con Coahuila, a la altura de San Antonio de las Alazanas, se localiza un sistema de topofomas llamado bajada con sierras, en el que dominan asociaciones de rendzinas (en fase petrocálcica) con litosol, feozem calcárico y regosol calcárico en fase lítica. Los suelos de los valles de la subprovincia son oscuros y profundos, como el feozem calcárico y el vertisol crómico; las rendzinas en fase petrocálcica; y el castañozem cálcico, el xerosol háplico y el chernozem lúvico. Además de esos suelos, en cada sistema de topofomas se encuentran otros de menor importancia (INEGI, 1986).

6.1.4 Hidrología

Esta región es de gran importancia debido a su función de captación de agua, atrapando la humedad de los vientos del Golfo de México, una gran parte recarga los mantos acuíferos y otra es drenada por las laderas y cañadas formando escorrentías, ríos y arroyos de montaña, que desembocan en las partes bajas, la mayoría de temporal y algunos perennes, como los ríos Ramos y La Silla. Una parte de este escurrimiento fluye hacia la presa de la Boca que suministra el agua para Monterrey y su área Metropolitana, es aquí donde comienza el arroyo La Chueca que se convierte en el río San Juan, uno de los más importantes del estado y que a su vez desemboca en el Río Bravo. Cabe mencionar que la mayor parte del escurrimiento de la sierra es hacia el lado este (INEGI, 1986).

6.1.5 Geología

Las rocas más antiguas de esta provincia, en el estado son esquistos del Precámbrico. Existen afloramientos de areniscas y asociaciones con lutitas pertenecientes al Triásico. Del Jurásico Superior hay afloramientos masivos de caliza, yeso y yeso asociado a caliza. Afloran también lutitas, así como asociaciones de lutitas y areniscas y calizas con lutitas. En cuanto al Cretácico, está representado por afloramientos de caliza, lutitas y asociaciones de calizas-lutitas y lutitas-areniscas. Las rocas ígneas intrusivas que afectan rocas sedimentarias mesozoicas son del Terciario, así como los conglomerados que se encuentran en los márgenes de la Sierra Madre Oriental. Hay depósitos de conglomerados y rellenos aluviales del Cuaternario. Las principales estructuras del área están constituidas por pliegues anticlinales y sinclinales, afectados por grandes fallas de tipo normal y numerosas fallas inversas (cabalgaduras) que han trocado las secuencias normales de depósito. Además, hay varios cuerpos de rocas intrusivas que han afectado a las secuencias mesozoicas en diversos puntos (INEGI, 1986).

6.1.6 Climatología

Los climas en la Sierra Madre Oriental son complejos y variados, ente los cuales se encuentran: Semiseco Templado (precipitación total anual entre 400 y 600 milímetros (mm); temperatura media anual entre 12 y 18 grados Centígrados (°C), Seco Semicálido (precipitación total anual entre 300 y 500 mm; temperatura media anual entre 18 y 22 °C), Seco Templado (precipitación total anual entre 300 y 400 mm; temperatura media anual entre 14 y 18 °C), muy seco semicálido (precipitación total anual entre 200 y 400 mm; temperatura media anual entre 18 y 22 °C), Templado Subhúmedo (precipitación total anual entre 600 y 1200 mm; temperatura media anual entre 12 y 18 °C) y semicálido subhúmedo (precipitación total anual entre 800 y 1200 mm; temperatura media anual entre 18 y 20 °C), estas marcadas diferencias se deben principalmente a las gran variación altitudinal ocasionada por las grandes áreas montañosas que por un lado atrapan la humedad de los vientos provenientes del Golfo de México y provocan lluvias principalmente del lado este de la sierra mientras que en el lado oeste llega menor cantidad

de humedad, un fenómeno conocido como sombra orográfica que da lugar a llanos y bolsones. Su gran cordillera de cumbres abruptas separa en sentido noreste sureste las tierras altas del sureste neolonés de las extensas llanuras del llamado plano inclinado. La época de lluvia se extiende desde mayo a agosto, con un pico en septiembre (INEGI, 1986).

6.1.7 Vegetación

La Sierra Madre Oriental abarca toda la porción occidental y meridional del estado y limita al oriente con la Llanura Costera del Golfo Norte y con la Gran Llanura de Norteamérica. Sus sierras alargadas de calizas albergan extensos bosques de pino, cuyas especies características son el pino ocote (*Pinus teocote*), pino blanco (*P. pseudostrobus*), pino real (*P. arizonica*), pino acahuita (*P. ayacahuite*) y pino negro (*P. hartwegii*), así como encinos, entre los cuales destacan el encino de asta (*Quercus rysophylla*), encino blanco (*Q. laeta*), encino roble (*Q. polymorpha*), encino memelito (*Q. laceyi*), encino duraznillo (*Q. canbyi*), encino chaparro (*Q. intricata*), táscate (*Juniperus deppeana* var. *pachyphlaea*) y madroño (*Arbutus xalapensis*). Por mencionar algunos. Los bosques de niebla son otra comunidad vegetal que se ubica entre los 800 y 1,400 msnm, presenta una elevada humedad relativa todo el año y las especies que lo caracterizan además de abundantes lianas y epifitas son el liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), encinos (*Quercus sartorii*) y (*Q. germana*), pino rojo (*Pinus patula*), magnolia (*Magnolia schiedeana*), duraznillo (*Cercis canadiensis*). Dichas sierras se alternan con valles amplios y bolsones donde predominan los matorrales submontanos cuyas especies típicas son la barreta (*Helietta parvifolia*), anacahuita (*Cordia boissieri*), ocotillo (*Gochnatia hypoleuca*), corvagallina (*Neopringlea integrifolia*), hoja dorada (*Decatropis bicolor*), escobilla (*Fraxinus greggii*), tenaza (*Pithecellobium pallens*), cenizo (*Leucophyllum frutescens*) y chaparro prieto (*Acacia rigidula*) (INEGI, 1986).

Mientras que en las áreas de matorral desértico las especies características son la gobernadora (*Larrea divaricata*), hojaseén (*Flourensia cernua*), mariola (*Parthenium incanum*), albarda (*Fouquieria splendens*), afinador (*Mortonia greggii*), guayule

(*Parthenium argentatum*), quebradora (*Lippia ligustrina*), comida de víbora (*Ephedra aspera*), chaparro prieto (*Acacia rigidula*), chaparro amargoso (*Castela texana*), huajillo (*Acacia berlandieri*), granjeno (*Celtis pallida*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), biznaga burra (*Echinocactus palmeri*), palma china (*Yucca filifera*), palma samandoca (*Yucca carnerosana*), nopal cegador (*Opuntia microdasys*), coyonoztle (*Opuntia imbricata*), nopal rastrero (*Opuntia rastrera*) y tasajillo (*Opuntia leptocaulis*) (INEGI, 1986).

En el pastizal las especies típicas son navajita azul (*Bouteloua gracilis*), navajita banderilla (*Bouteloua curtipendula*), navajita velluda (*Bouteloua irsuta* y *Tridens muticus*), navajita salina (*Bouteloua chasei*), zacate toboso (*Hilaria mutica*), zacate galleta (*Hilaria jamesii*), zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*) y zacatón piramidal (*Sporobolus pyramidatus*) (INEGI, 1986).

Las comunidades ripiaras que se desarrollan a lo largo de ríos, arroyos y riberas planas con drenaje superficial perennes o esporádicos se componen principalmente de álamo de río (*Platanus occidentalis*), sauce (*Salix nigra*) y sabino (*Taxodium mucronatum*). La comunidad de matorral submontano es una formación muy diversa que abarca una extensa área que separa el matorral desértico de los bosques de encino y pino de las zonas más altas de la Sierra Madre Oriental, algunas de sus especies más representativas son la barreta (*Helietta parvifolia*), anacahuita (*Cordia boissieri*), ocotillo (*Gochmatia hypoleuca*), corvagallina (*Neopringlea integrifolia*), hoja dorada (*Decatropis bicolor*), escobilla (*Fraxinus greggii*), tenaza (*Pithecellobium pallens*), cenizo (*Leucophyllum frutescens*), chaparro prieto (*Acacia rigidula*), huizache (*Acacia farnesiana*), yerba del potro (*Caesalpinia mexicana*), cenizo (*Leucophyllum frutescens*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), coma (*Bumelia lanuginosa*), chapote manzano (*Diospyros palmeri*), chapote prieto (*Diospyros texanum*) y palo verde (*Cercidium macrum*) (INEGI, 1986).

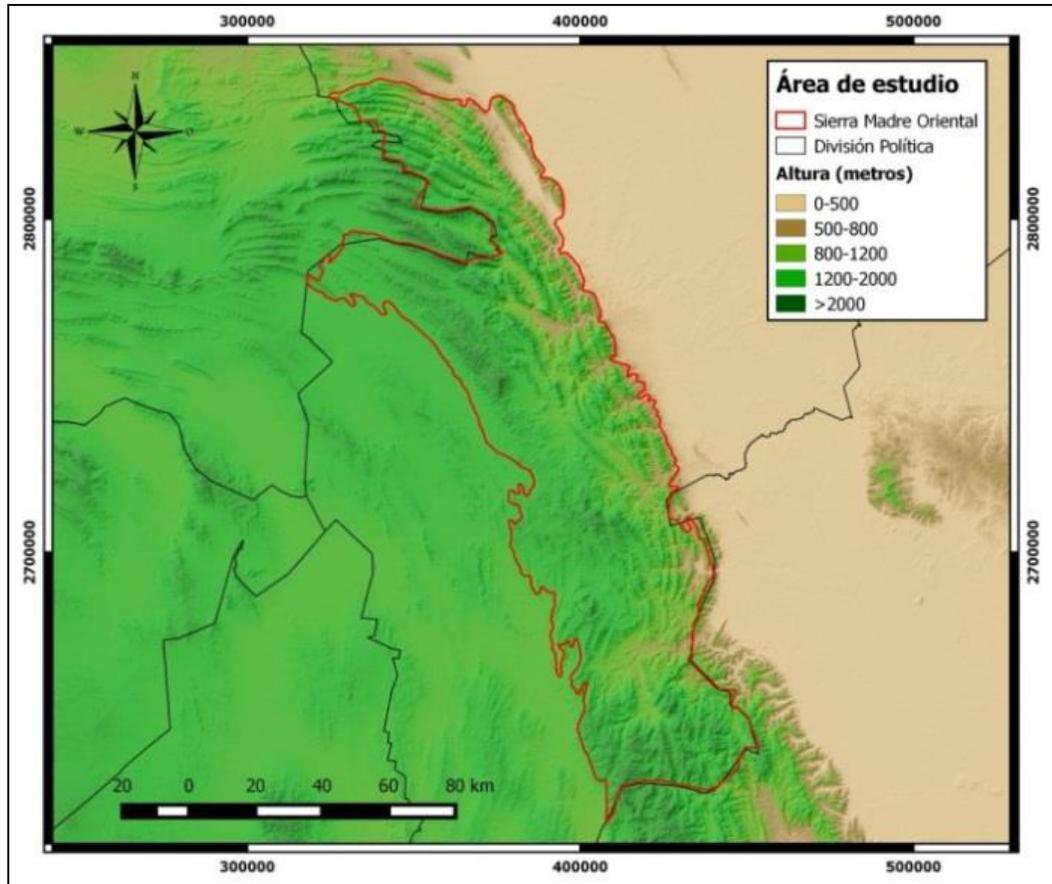


Figura 1: Área general de estudio: Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental en Nuevo León.

6.2 Descripción de las áreas de muestreo

Los sitios donde se llevaron a cabo los muestreos fueron: Ejido Santa Rita, Galeana, Cañón de Mireles, Los Rayones, Cañón de San Isidro, Santiago y las faldas de la sierra frente a la localidad de Casa Blanca y Cañón de Reflexiones en García y Santa Catarina respectivamente.

6.2.1 Ejido Santa Rita, Galeana

6.2.2 Ubicación

Esta zona se encuentra en las afueras de la cabecera municipal de Galeana, aproximadamente a 4.5 km hacia el sur por la carretera # 57 Nuevo León, Linares-Galeana (Figura 2).

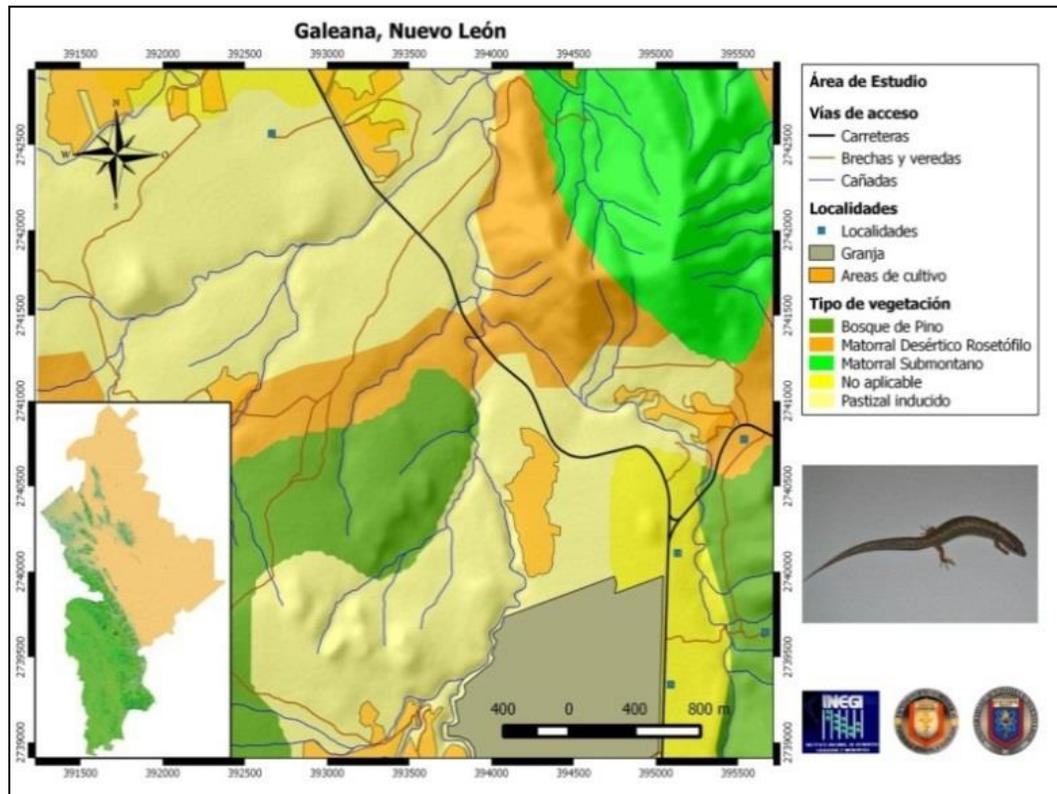


Figura 2: Área de estudio: Ejido Santa Rita, Galeana, Nuevo León.

6.2.3. Cañón de Mireles, Los Rayones

6.2.4 Ubicación

El Cañón de Mireles se encuentra en el municipio de Los Rayones, hacia el sur del área metropolitana de Monterrey, entre los municipios de Santiago y Galeana y hacia el noreste de la cabecera municipal de Los Rayones (Figura 3).

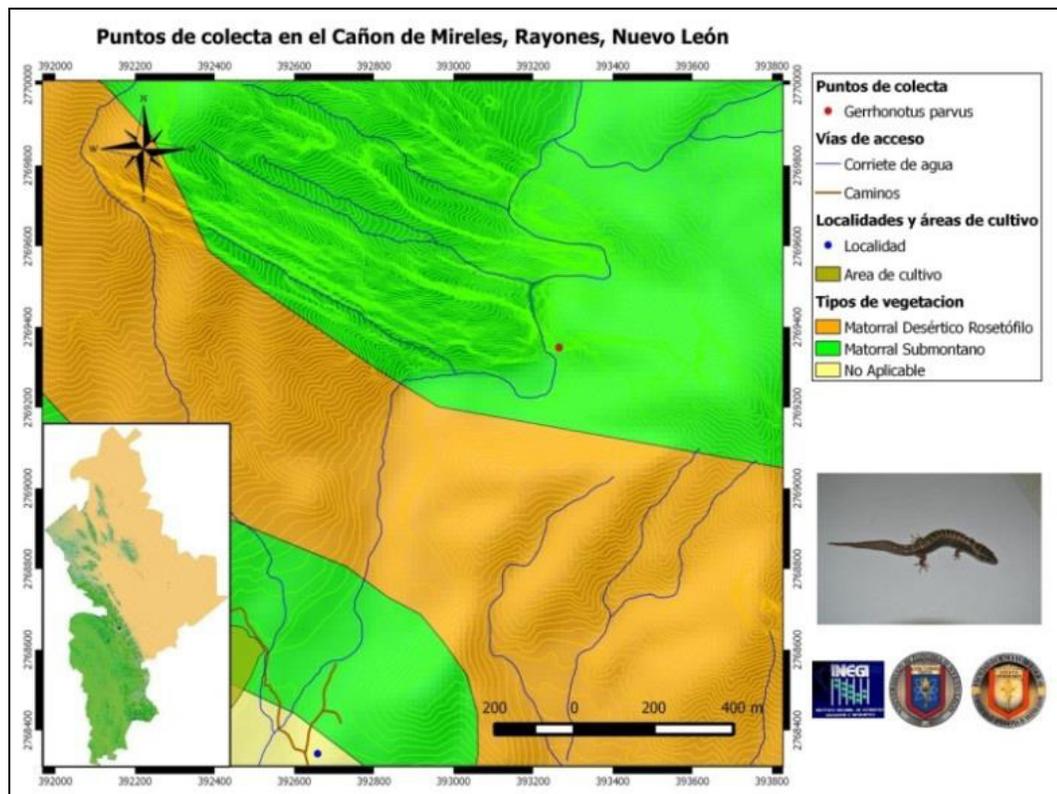


Figura 3: Área de estudio: Cañón de Mireles, Los Rayones, Nuevo León.

6.2.5 Cañón de San Isidro, Santiago

6.2.6 Ubicación

Esta área se ubica en el municipio de Santiago, Nuevo León, hacia el suroeste de la cabecera municipal, colinda al sur con el estado de Coahuila y se encuentra dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (Figura 4).

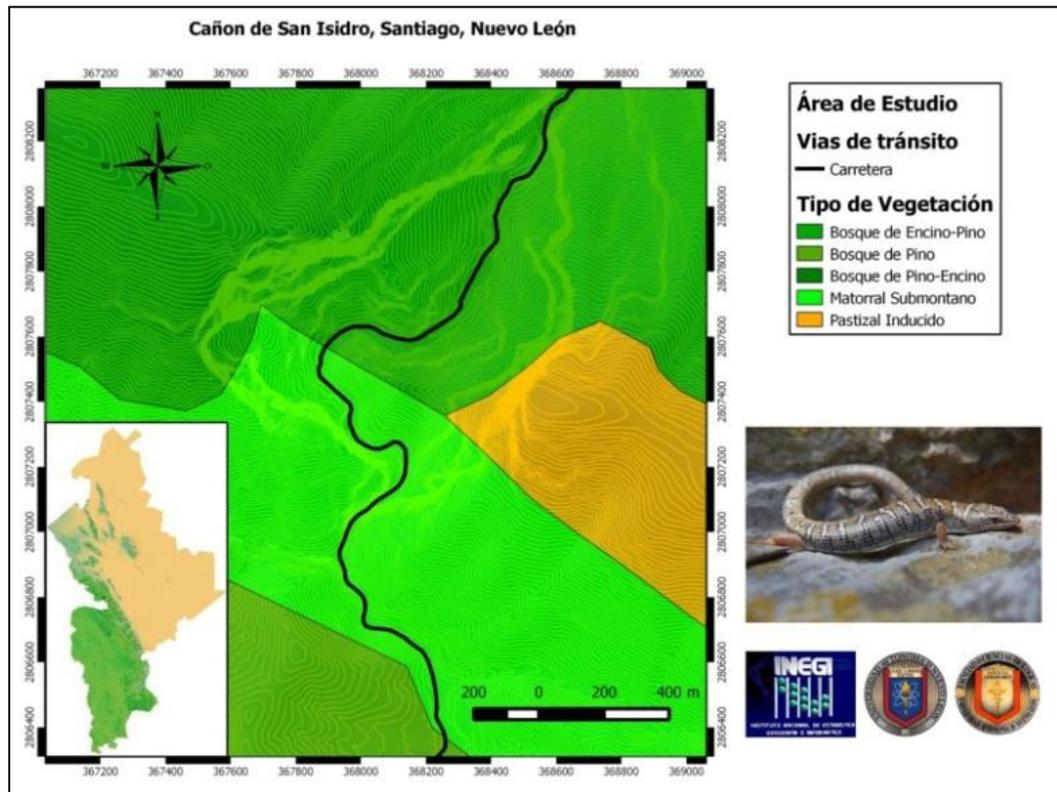


Figura 4: Área de estudio: Cañón de San Isidro, Santiago, Nuevo León.

6.2.7 Cañón de Reflexiones, Santa Catarina y faldas de la Sierra Madre Oriental, en la porción norte, García

6.2.8 Ubicación

Estas áreas se ubican en los municipios de Santa Catarina y García, Nuevo León respectivamente, hacia el oeste del área Metropolitana de Monterrey, colindan al norte con el Municipio de García y al oeste con el con el estado de Coahuila y se encuentran dentro del Parque Nacional Cumbres de Monterrey (Figura 5).

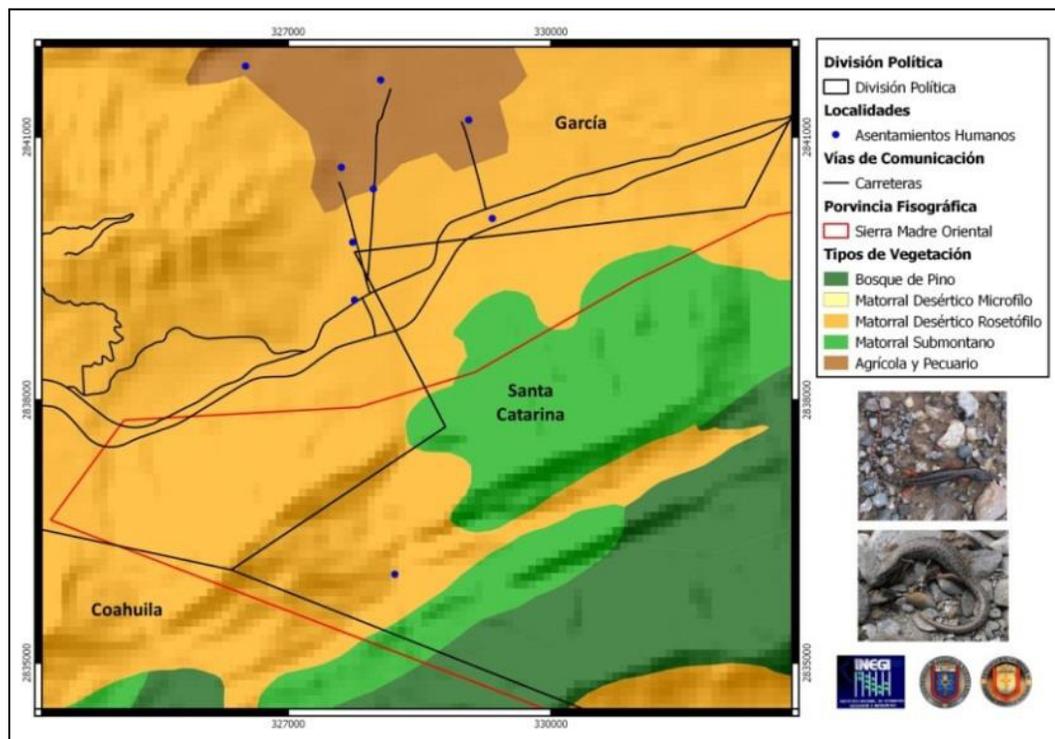


Figura 5: Área de estudio: Cañón de Reflexiones, Santa Catarina y faldas de la Sierra Madre Oreintal, García, Nuevo León.

6.2.9 Vegetación

En los cañones de San Isidro y Míreles la vegetación dominante es bosque y matorral de encinos (*Quercus* sp.), así como maguey (*Agave* sp.) y sotol (*Dasylirium* sp.) y matorral submontano, dichas áreas se encuentran a 1600 y 900 msnm, respectivamente.

En la localidad de estudio en Galeana la vegetación dominante es Matorral Xerófilo con presencia de yuca (*Yucca* sp.) y bosque de pino (*Pinus arizonica*) a 1650 msnm (Knight y Scuddy 1985).

6.2.10 Hidrología

Los cañones de San Isidro y Míreles carecen de corrientes de importancia, llegando a ser torrenciales en época de lluvias, ambos desembocan en sistemas de mayor volumen, en el arroyo del cañón de San Isidro y el Río Pilón respectivamente, Mientras que la localidad de Galeana las corrientes naturales son mínimas, lo que hace de esta área una zona semiárida.

6.2.11 Geología

Las rocas más antiguas de la provincia de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León, son esquistos del Precámbrico. Hay afloramientos de areniscas y asociaciones de lutitas y areniscas intercaladas pertenecientes al Triásico. Del Jurásico Superior hay afloramientos masivos de caliza, de yeso y de yeso asociado con caliza. Además, afloran lutitas y varias asociaciones de lutitas y areniscas y de calizas con lutitas. El Cretácico está representado por afloramientos de caliza, de lutitas y asociaciones de calizas-lutitas y lutitas-areniscas. Los cuerpos de rocas ígneas intrusivas (ácidas e intermedias), que afectan a rocas sedimentarias mesozoicas son del Terciario. También pertenecen a esta edad los conglomerados que se encuentran en los márgenes de la Sierra Madre Oriental. Además, hay depósitos de conglomerados y rellenos aluviales del Cuaternario. Las principales estructuras de la Sierra Madre Oriental están

constituidas por pliegues anticlinales y sinclinales, afectados por grandes fallas de tipo normal y numerosas fallas inversas (cabalgaduras) que han trocado las secuencias normales de depósito. Además, hay varios cuerpos de rocas intrusivas que han afectado a las secuencias mesozoicas de la Sierra Madre Oriental en diversos puntos.

6.2.12 Clima

En el área de Galeana predomina un clima de tipo Bsoh(x'): Seco templado con lluvias escasas en el año, el cual cuenta con un porcentaje de precipitación invernal mayor de 18 mm. La precipitación total anual es de 300 a 400 mm; la temperatura media anual oscila entre 14 y 18 °C. La máxima incidencia de lluvias ocurre en el mes de junio, con un rango entre 50 y 60 mm; y para los meses de enero, febrero y noviembre corresponden valores de 15 y 20 mm. El régimen térmico medio más alto se presenta en mayo, junio y julio, con una temperatura de 19 a 20 °C; en febrero y diciembre la temperatura media mínima fluctúa entre 14 y 15 °C. (Figuras 6 y 7).

En el Cañón de Míreles predomina el clima de tipo BS1h(x'): Seco semicálido con lluvias escasas todo el año; tiene un porcentaje de lluvia invernal mayor de 18 mm. El rango de precipitación total anual oscila entre 200 y 400 mm y el de temperatura media entre 18 y 20°C. Agosto y septiembre son los meses con mayor incidencia de lluvia, pues su índice de precipitación es de 80 a 90 mm; en tanto que los meses de enero, febrero, marzo y noviembre registran la mínima incidencia, con un valor entre 10 y 15 mm. Los meses con temperatura media más alta son junio, julio y agosto, pues ésta varía entre 22 y 23°C y los menos cálidos son enero y diciembre, con una temperatura media de 14 a 15°C.

En cuanto a condiciones climáticas el Cañón de San Isidro cuenta con un clima de tipo (A)C(w1): Semicálido subhúmedo que se caracteriza por ser intermedio en cuanto a humedad, presenta lluvias en verano y tiene un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 mm. El índice térmico medio anual es de 18 a 20°C y el de la precipitación total de 800 a 1200 mm. La máxima incidencia de lluvias ocurre en

septiembre, con 230 y 240 mm; y la mínima, de 20 a 25 mm, se presenta en los meses de enero y diciembre. La temperatura media más alta se registra en los meses de junio, julio y agosto con 27 o 28 °C; corresponde a enero y diciembre el valor mínimo, con 13 y 14 °C.

Por último las faldas de la Sierra Madre Oriental en su porción norte y el Cañón de Reflexiones cuentan con un clima de tipo BEhw: Muy seco semicálido con lluvias en verano, que se caracteriza por un porcentaje de lluvia invernal de 5 a 10.2 mm, un rango de precipitación total anual de 200 a 400 mm, y una temperatura media anual de 18 a 22 °C. La precipitación mensual máxima ocurre en septiembre, con 50 y 60 mm, y el mes que presenta menos lluvias es marzo con menos de 5 mm. En el mes de julio se da la temperatura media más alta, con un rango entre 28 y 29 °C y la mínima en enero o diciembre es de 13 y 14°C.

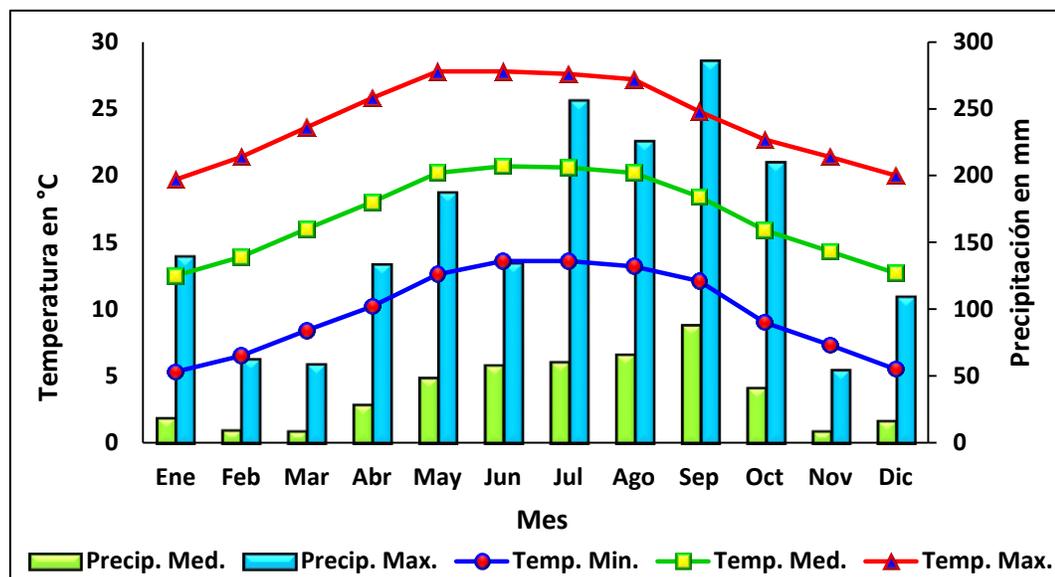


Figura 6: Datos de temperatura y precipitación de la estación climática “Galeana”, Galeana, Nuevo León, de 1951 a 2010.

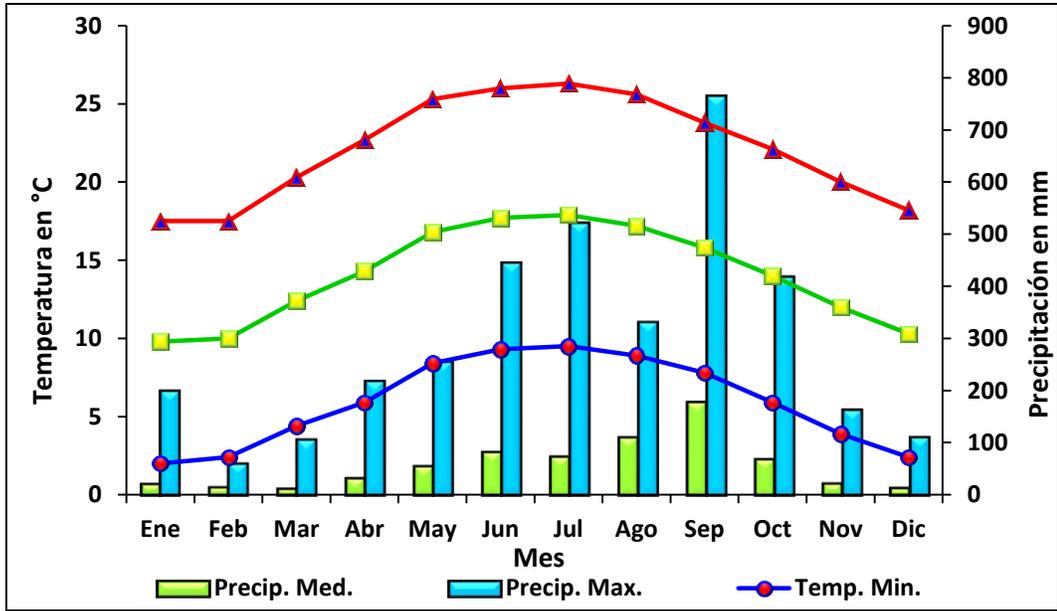


Figura 7: Datos de temperatura y precipitación de la estación climática “Laguna de Sánchez”, Santiago, Nuevo León, de 1951 a 2010.

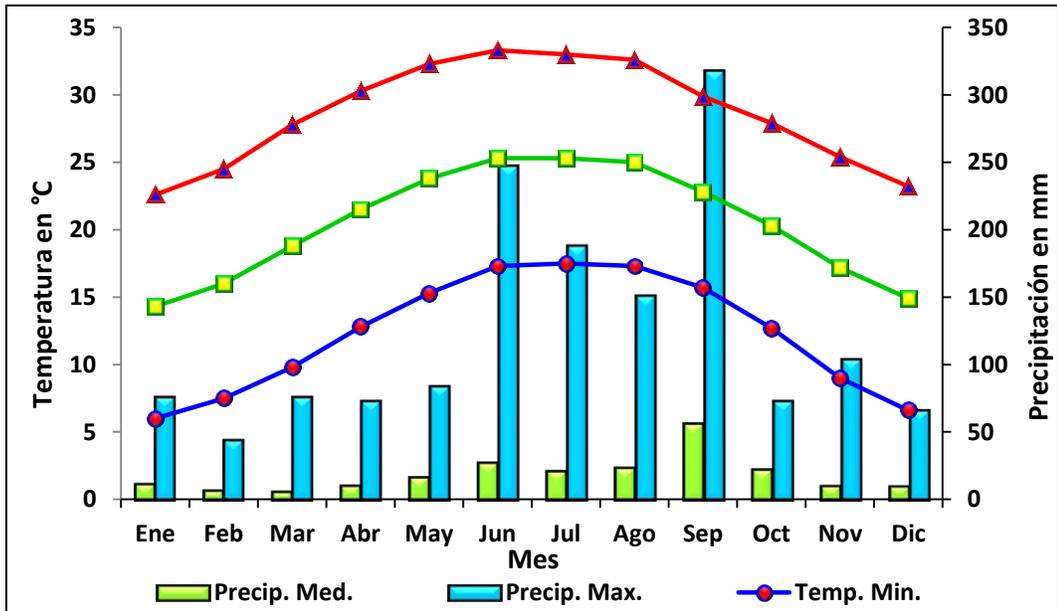


Figura 8: Datos de temperatura y precipitación de la estación climática “Rinconada”, García, Nuevo León, de 1951 a 2010.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1 Taxonomía

7.1.1 Trabajo de campo

Los muestreos de campo se realizaron de 2012 a 2015 en los meses de marzo a octubre, en la Sierra Madre Oriental en Nuevo León, dos a tres días por mes por localidad de 8:00 am a 8:00 pm. Se trabajó en las localidades previamente conocidas donde habita *Gerrhonotus parvus*. Ejido Santa Rita, Galeana a 4.5 km al sur de la entrada, Cañón de Mireles, Los Rayones, 2.20 km al noreste de la cabecera municipal, Cañón de San Isidro, Santiago, 7 km al suroeste de Ciénega de González. Así mismo se visitaron dos áreas donde potencialmente puede habitar la especie, Cañón de Reflexiones, Santa Catarina 3.6 km al sureste de Casa Blanca y el área en las faldas de la Sierra Madre Oriental 4.73 km al este de Casa Blanca, García. Se realizó un esfuerzo total de captura de 1400 horas/hombre.

Los muestreos se llevaron a cabo usando el método de (Campbell y Christman 1982), que consiste en localizar y capturar a los ejemplares en los sustratos que estén utilizados, ya sea debajo o sobre las rocas, materia orgánica en descomposición y vegetación viva. Para la revisión de sustratos se usaron ganchos herpetológicos híbridos para manejo de serpientes y remoción de sustratos (Profesional field Hook 45") y pinzas herpetológicas (Tweezer 24"), boroscopio con sonda de 90 cm de largo (Extech BR200). Los ejemplares fueron capturados manualmente o con las pinzas herpetológicas, una vez capturados se tomó la fecha, hora, se geolocalizó con el sistema de coordenadas métricas UTM, WGS84 (Garmin Etrex 10) y se registró la actividad del ejemplar. En las áreas que constan de cañones de roca caliza se utilizó la técnica de escalada vertical en roca para alcanzar las áreas de mayor altura y riesgo considerable para los colectores, para lo cual se utilizaron arneses de escalada (Black Diamond Momentum), casco de seguridad (Petzel Elios), cuerda dinámica (Petzel 10.5 mm x 60 m), mosquetones de seguridad (Petzel OK), mosquetones simples (Black Diamond Positron) y descensores

(Petzel Rack y Pirana). Cuando fue posible los ejemplares fueron fotografiados (Fujifilm Finepix S1000 12X) *in situ* antes y después de la captura.

7.1.2 Trabajo de laboratorio

Para complementar la información taxonómica de *Gerrhonotus parvus* se utilizaron 12 ejemplares, seis machos y seis hembras, 10 fueron adultos y 2 crías (UANL7320 y UANL7347) pertenecientes a las localidades de Galeana, Rayones, Santiago y Santa Catarina, Nuevo León. Nueve de ellos se encontraban previamente y tres fueron colectados durante el presente estudio. Dado que los ejemplares holotipo y paratipo son hembras (SRSU5538 y SRSU5537), se seleccionó un macho (UANL6996) de la colección herpetológica de la UANL para basar la variación morfológica de los 11 ejemplares restantes utilizados en esta contribución morfológica. Dichos ejemplares se compararon con lo previamente establecido en la literatura (Knight y Scuddy 1985; Banda-Leal et al. 2002, 2005; Bryson et al. 2003; Conroy et al. 2005). Para la revisión taxonómica del ánguido encontrado en las faldas de la Sierra Madre Oriental se revisó el único ejemplar colectado, una cría macho y se comparó con las especies conocidas de *Gerrhonotus* de escamas lisas de *Gerrhonotus parvus* de la Sierra Madre Oriental en Nuevo León (Knight y Scuddy 1985; Banda-Leal et al. 2002, 2005; Bryson et al. 2003; Conroy et al. 2005), *Gerrhonotus farri*, del municipio de Tula, Tamaulipas (Bryson et al. 2010) y de *Gerrhonotus lugoi* del Valle de Cuatrociénegas en Coahuila (McCoy 1970; Bryson et al. 2010).

Todos los especímenes fueron preservados en alcohol etílico al 70 %. La escamación se revisó mediante un estereoscopio (Zeiss Stemi DV4), las descripciones de color se realizaron a partir de ejemplares vivos y preservados. Tanto para el caso de *Gerrhonotus parvus* como del ánguido encontrado en las faldas de la Sierra Madre Oriental se utilizaron 29 caracteres de escamación acorde a lo previamente establecido en literatura (Knight y Scuddy 1985; Banda-Leal et al. 2002; Bryson et al. 2003; Banda-Leal et al. 2005; Conroy et al. 2005; Bryson et al. 2010). Rostral-nasal en contacto, postrostral ausente, supranasales en contacto, cantoloreal presente, internasales anteriores,

supranasal, internasales posteriores, temporales primarias, temporales secundarias, supraoculares, supraoculares laterales, preoculares, postoculares, suboculares, superciliares, loreales, cantales, postnasales, supralabiales, infralabiales, postmental, sublabiales, escudos gulares, dorsales longitudinales, ventrales longitudinales, dorsales transversales, ventrales transversales, cloacales y lamelas digitales.

7.1.3 Análisis estadístico

Debido al reducido número de ejemplares disponibles para la revisión morfológica se aplicaron análisis clúster jerárquicos (CA) (Zar 1974), (SPSS ver. 20) con la finalidad de determinar el grado de asociación/similitud entre los rangos de escamación de los distintos sexos de las poblaciones conocidas, así como entre todos ejemplares de *Gerrhonotus parvus* y las distintas especies de gerrhonótidos presentes en la Sierra Madre Oriental, para lo cual se agregó un carácter diagnóstico más, siendo el de escamas dorsales lisas/quilladas.

7.2 Patrón de actividad y variables ambientales

7.2.1 Trabajo de campo

De cada ejemplar capturado y observado se tomó la temperatura corporal (Raytec Laser para superficies), temperatura y humedad relativa del hábitat y microhábitat (Extech hidrotérmetro portátil) y se registró la actividad del ejemplar.

Para la caracterización de la estructura del hábitat se cuantificaron las variables en los sitios donde se ubicó a los ejemplares como: Porcentaje de área rocosa, porcentaje de vegetación, porcentaje de hojarasca y porcentaje de suelo. (Jellinek et al.; Greenberg et al. 1994).

Para la inspección de madrigueras se utilizó un boroscopio con una sonda de 90 cm de largo (Extech BR200). Cuando fue posible los ejemplares fueron fotografiados (Fujifilm Finepix S1000 12x) *in situ* antes de la captura.

7.2.2 Análisis estadístico

Los resultados de este análisis se basan en 52 especímenes capturados durante el presente estudio. Se aplicó una prueba de Komologorov-Smirnov para comprobar la normalidad de los datos. Posteriormente se aplicó una prueba de ANOVA para ver las diferencias en la temperatura ambiental y humedad relativa entre las estaciones. Se aplicó una prueba de “*t*” student para determinar si la temperatura corporal esta asociada a la temperatura ambiental, del microhabitat o del sustrato ($p > 0.05$) (Zar 1974).

La cuantificación de la cobertura del hábitat se realizó a un radio de tres metros (m) utilizando el método de Brau-Blanquet que consiste en una escala de porcentajes donde 1 = 0-5 %, 2 = 6-25 %, 3 = 26 = 50 %, 4 = 51-75, 5 = 76-100 %. (Kent y Coker 1992; Cruz-Sáenz y Lazcano 2012).

7.2.3 Trabajo de laboratorio

Dada la dificultad para evaluar la preferencia de madrigueras y sustratos en el campo se realizó un bioensayo con 10 ejemplares mantenidos en cautiverio durante 90 días en el laboratorio de Herpetología de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Algunos ejemplares ya se encontraban previamente alojados en el laboratorio, el resto fueron colectados durante el presente estudio.

Para este diseño se acondicionaron 10 terrarios de cristal de 50 cm de largo x 25 cm de ancho x 30 cm de alto, con la misma estructura y diseño. Que consistió en una plataforma de unicell cubierta con una capa de texturizado de cemento crest y sellador acrílico base agua para crear una plataforma simulando la textura de la roca y un área con una mezcla de fibra de coco en polvo y peat moss para simular el suelo, así como

un recipiente con agua, se instalaron tres madrigueras, dos de unicell de 15 cm de largo x 10 cm de ancho x 1 cm de alto, recubiertas con la misma mezcla utilizada para la plataforma, una de ellas tenía una entrada larga a que simulaba una grieta a lo largo de la madriguera, mientras que la otra tuvo una entrada estrecha de un 1 cm de ancho x 1 cm de alto y finalmente la tercera madriguera echa de plástico con las mismas dimensiones de largo y ancho pero con una altura de 5 cm de alto y una entrada amplia de 5 cm de ancho x 5 cm de alto.

7.2.4 Análisis estadístico

Para probar la hipótesis de preferencia de sustratos se realizaron tablas de frecuencia para los diferentes sustratos y se aplicó la prueba de X^2 (Chi cuadrada) (Zar 1974).

7.3 Éxito reproductivo

7.3.1 Trabajo de campo

En marzo 30 de 2012 se encontró una hembra grávida en el Cañón de Reflexiones, Santa Catarina, posteriormente los días 22 y 23 de abril de 2015 se capturaron tres hembras grávidas en el Cañón de San Isidro, Santiago.

7.3.2 Trabajo de laboratorio

Debido a la imposibilidad de monitorear a la hembras durante el período de gestación los especímenes fueron llevados al laboratorio de herpetología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde fueron alojadas en terrarios de cristal de 50 cm de largo x 25 cm de ancho x 30 cm de alto y se les proporcionó un contenedor con perlita y agua en proporción 1:1 como sustrato de incubación. Cuando ocurrió el desove las nidadas se incubaron en recipientes individuales a una temperatura de entre 24 y 27 °C con un promedio de 26 °C y con una HR de 85-95 %, el peso de registró con una

balanza digital (AD EK-410i \pm 0.05 gr.) Mientras que el largo y ancho de los huevos se midió con un vernier digital (Helios de precisión 0.01 mm).

7.3.3 Análisis estadístico

Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de los datos. Se aplicó una regresión lineal para evaluar la asociación entre la longitud hocico-cloaca de las hembras y el tamaño de las puestas de las hembras capturadas. (Zar 1974).

7.4 Dimorfismo sexual

7.4.1 Trabajo de campo

Se colectaron 21 ejemplares de *Gerrhonotus parvus* (15 machos y 6 hembras), cada ejemplar se colocó individualmente en una bolsa de manta debidamente etiquetada y se le dio un número de colector (JBL-00), posteriormente al finalizar el muestro se midieron las biometrías en el campamento.

El sexo fue determinado por eversión de hemipenes y la edad se estimó por el tamaño y coloración y se categorizó en cría, juvenil y adulto. Se fotografiaron para llevar un registro de identificación por medio de las bandas corporales ya que son distintas en cada ejemplar con la finalidad de verificar si hubo recapturas en muestreos posteriores, además se les realizó un marcaje temporal en el dorso con pintura acrílica que consistió de patrones de puntos de colores en caso de que fueran recapturados durante la continuación del muestreo.

Para realizar la evaluación del dimorfismo sexual de *Gerrhonotus parvus* se tomaron datos de ejemplares de las poblaciones de Galena y Santiago con un vernier digital (Helios de precisión 0.01 mm). Las variables que se registraron de cada individuo fueron las siguientes: Longitud hocico-cloaca (LHC, desde el principio de la escama rostral hasta el final de la escama cloacal central), Longitud de la cola (L. Col., margen

posterior de la cloaca, hasta la punta de la cola), Ancho de la cabeza (An. C., ancho máximo de la cabeza a la altura de la región temporal), Largo de la cabeza (LC, desde el principio de la escama rostral hasta detrás de la apertura auricular), Alto de la cabeza (Al. C., alto máximo de la cabeza tomado a la altura de entre los ojos y la zona temporal y el área gular), Alto del cuerpo (Al. Cu., altura máxima del tronco, tomada a la mitad de la longitud del cuerpo), Ancho del cuerpo (An. Cu., tomada a la anchura máxima del tronco, a la mitad de la longitud del cuerpo) Longitud del fémur derecho (LF, desde la rodilla hasta la zona de contacto con el cuerpo). El peso se tomó con una balanza digital (AD EK-410i \pm 0.05 gr.).

Después de la toma de biometrías fueron regresados a su hábitat al día siguiente, se les liberó exactamente en el mismo sitio donde fueron capturados. Algunos de los ejemplares colectados fueron llevados al laboratorio de herpetología de la Universidad Autónoma de Nuevo León para la realización de un bioensayo, los ejemplares que se encontraron muertos o murieron durante la colecta se anexaron a la Colección Herpetológica de la UANL, a cada ejemplar se le asignó un número de catálogo.

7.4.2 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para explorar cuáles son las variables que influyen en la variación corporal entre machos y hembras. Interpretando las cargas de las variables en cada eje del componente principal, se seleccionaron cuatro variables de las cuales se probaron las hipótesis de las diferencias morfológicas entre machos y hembras.

Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de los datos. Para examinar la variación morfológica entre machos y hembras se aplicó una prueba de ANOVA de una vía. Para evaluar las diferencias intrasexuales de las dimensiones de la cabeza y el fémur se aplicó un análisis de regresión. Cada dimensión lineal (largo, ancho, alto de la cabeza y largo del fémur) se consideró como una variable independiente y la LHC como la variable dependiente. (Zar 1974).

7.5 Modelado de nicho ecológico

7.5.1 Trabajo de laboratorio

Para estimar la distribución de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental, se recabaron los registros geográficos de la especie citados en la literatura (Knight y Scuddy 1985; Banda-Leal et al. 2002, 2005; Bryson et al. 2003, 2010) y (Conroy et al. 2005), registrados en la Colección Herpetológica de la UANL y los colectados durante el presente estudio. De esta base de datos se obtuvieron 5 registros espacialmente únicos para la especie en la Sierra Madre Oriental, en congruencia con la resolución espacial de las variables bioclimáticas.

Como insumos para el modelo, se utilizaron 19 variables bioclimáticas del servidor de WorldClim (Hijmans et al. 2005) y 4 variables topográficas del servidor Hydro 1k (US Geological Service, 2001). Ambos tipos de variables presentaron una resolución de 0.0083 grados (~1 km²).

Se definió como área accesible para la especie (M), la región delimitada por la provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. Este marco geográfico, sirvió para realizar el recorte de las capas bioclimáticas y topográficas, con apoyo de la extensión SDM Toolbox 1.1b (Brown 2014), dentro del programa ArcGis 10.1. El área para realizar la construcción del modelo (M) fue la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental, las capas bioclimáticas y topográficas fueron cortadas en base a esta provincia con el programa Arc Map 10.

Las capas digitales empeladas para la construccion del modelo fueron las siguientes:

Variables ambientales de Wordclim

BIO1= Temperatura Media Anual

BIO2 = Rango Medio Diurno (Media Mensual (max temp - min temp)

BIO3 = Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100)

BIO4 = Estacionalidad de la Temperatura (desviación estandar *100)

BIO5 = Temp. Max. del mas más cálido

BIO6 = Temp. Min. del mes más frío

BIO7 = Rango Anual de Temperatura (BIO5-BIO6)

BIO8 = Temp. Media de la estación más húmeda

BIO9 = Temp. Media de la estación más seca

BIO10 = Temp. Media de la estación más cálida

BIO11 = Temp. Media de la estación más fría

BIO12 = Precipitación anual

BIO13 = Precipitación de mes mas húmedo

BIO14 = Precipitación del mes mas seco

BIO15 = Estacionalidad de la precipitación (Coef. de var.)

BIO16 = Precipitación de la estación más húmeda

BIO17 = Precipitación de la estación más seca

BIO18 = Precipitación de la estación más cálida

BIO19 = Precipitación de la estación más fría

Variables topográficas de hydro 1k

h_dem = Modelo Digital de Elevación

h_flowacc = Acumulación de Flujo

h_flowdir = Dirección de Flujo

h_topoind = Índice Topográfico.

Para realizar el modelado de distribución potencial se utilizó el programa Maxent v. 3.3.3. Este algoritmo modela el nicho ecológico de la especie mediante la relación entre los puntos de presencia conocidos de la especie y las variables ambientales incluidas en el modelo; a partir de esta relación, el algoritmo extrapola la presencia de la especie a las áreas donde se desconoce su presencia o ausencia (Lindermayer et al. 1996).

Para la parametrización del modelo se consideró la totalidad de los registros (Evaluación intrínseca), así como la generación del análisis de Jackknife para evaluación de la contribución de cada variable. Se definió como umbral de corte, el mínimo de presencias observadas. El formato de salida del archivo fue logístico. Una vez obtenida la distribución potencial con las capas climáticas y topográficas se añadió la capa digital de vegetación de la Sierra Madre Oriental para obtener el nicho fundamental y posteriormente se eliminaron las áreas de vegetación donde no habita la especie para obtener el nicho realizado. Para la edición de los mapas se utilizó el programa Q Gis 2.4 (www.qgis.org).

Capa digital de vegetación de INEGI

Usvs5v = Carta de uso de suelo y vegetación Serie V.

8. RESULTADOS

8.1 Taxonomía

8.1.1 Morfología complementaria de *Gerrhonotus parvus*

8.1.1.1 Diagnósis

Gerrhonotus parvus se distingue de otros miembros del género por la presencia de escamas lisas en el dorso. Difiere de otras especies de escamas lisas en la escamación de la cabeza y el cuerpo. *G. parvus* presenta la rostral y nasal en contacto, supranasales en contacto y escama cantoloreal presente, mientras que *Gerrhonotus farri* y *Gerrhonotus lugoi* no, las internasales y preoculares están ausentes, mientras que en *G. farri* y *G. lugoi* están presentes, presenta 16 hileras de escamas dorsales, mientras que *G. farri* 14 presenta 14 y *G. lugoi* 18-19.

8.1.1.2 Descripción del macho

UANL6996—Medidas en milímetros: Longitud hocico-cloaca (LHC, desde la punta del hocico hasta el margen posterior de la escama cloacal), 80.10; ancho del cuerpo (An. Cu., tomado a la mitad del tronco), 13.97; ancho de la base de la cola (An. Col., tomado a la altura de la base de la cola), 6.97; ancho de la cabeza (An. C., área más ancha de la zona temporal), 11.84; largo de la cabeza (LC, desde el margen anterior de la apertura auditiva a la punta del hocico), 17.85; largo del hocico (LH, de la región anterior del ojo a la punta del hocico), 5.62; diámetro orbital (DO, diámetro máximo del ojo), 3.17; axila a la base del fémur derecho (AFD), 42.56; axila a la base del fémur izquierdo (AFI), 44.04; largo del brazo derecho (LBD, desde la base de la muñeca hasta el área de contacto con el cuerpo), 7.37; largo del brazo izquierdo (LBI, desde la base de la muñeca hasta el área de contacto con el cuerpo), 6.51; largo de la tibia derecha (LTD, desde la base de la rodilla hasta el área de contacto con el cuerpo), 6.54; largo de la tibia izquierda (LTI, desde la base de la rodilla hasta el área de contacto con el cuerpo), 7.18;

4° dedo de la extremidad anterior derecha (4DEAD), 4.9; 4° dedo de la extremidad anterior izquierda (4DEAI), 4.32; dedo más largo de la extremidad posterior derecha (DLEPD), 7.34; dedo más largo de la extremidad posterior izquierda (DLEPI), 6.55; largo de la cola, incompleta. Description del Holotipo. – Ver (Knight y Scuddy 1985).

La cabeza es más ancha que el cuerpo, especialmente entre la región anterior de la apertura auditiva y posterior del ojo. El color de la cabeza es pardo-gricaseo con puntos oscuros dispersos que alcanzan las escamas labiales. La garganta es blanco aperlado. Las escamas de la cabeza son lisas y brillantes. Supranasales 1-1, internasales posteriores 1-1, temporales primarias 5-5, primera y segunda en contacto con la 5^a supraocular, temporales secundarias 5-5, postoculares 3-3, suboculares 2-2, superciliares 6-6, loreales 1-1, cantales 1-1, postnasales 2-2, frontonasal grande, ligeramente más ancha que larga y separada de la frontal por dos prefrontales en contacto, supralabiales 12-12, infralabiales, 11-11 postmentales 2, sublabiales 7-8, y escudos gulares 5-5.

El cuerpo es más robusto que el de la hembra. Las escamas dorsales son lisas y brillantes, arregladas en 16 hileras longitudinales y 53 transversales, mientras que las ventrales están arregladas 12 hileras longitudinales y 59 transversales, las escamas cloacales son 5. El pliege lateral consiste de 5 a 6 hileras de escamas granulares. El dorso presenta bandas transversales de color gris-claro, 10 completas, 2 incompletas y una que se ramifica, dichas bandas tienen dos escamas de ancho y están bordeadas por márgenes oscuros de 0.5 escamas de ancho. El vientre es blanco aperlado sin marcas.

Las extremidades anteriores están cubiertas en la parte externa por escamas grandes, mientras que las que cubren la parte interna son hasta cuatro veces más pequeñas, las lamelas de los dedos de las extremidades anteriores son 1°: 5-6, 2°: 11-10, 3°: 11-11, 4°: 14-14 y 5°: 9-9. Las extremidades posteriores están cubiertas por escamas grandes en la parte externa, mientras que en la parte posterior del fémur son abruptamente pequeñas, 3 a 4 veces más pequeñas que las grandes, las lamelas de los dedos son: 1°: 8-7, 2°: 12-11, 3°: 17-16, 4°: 20-20 y 5°: 14-14. La cola está incompleta.

8.1.1.3 Color en alcohol/vida

Existen algunos ejemplares de la colección herpetológica del Universidad Autónoma de Nuevo León que tienen varios años preservados en alcohol y han conservado su color original prácticamente intacto. Las escamas de la cabeza son grises, jaspedas con pequeñas manchas oscuras, las escamas labiales son de un gris ligeramente más claro. En el cuerpo el dorso es de color pardo y presenta una serie de 12 bandas de color gris claro, de dos escamas de ancho separadas por espacios de usualmente de 3 escamas de ancho, que se reducen a dos en la parte posterior, estas bandas presentan puntos oscuros en los márgenes, algunos tan grandes que pueden cubrir casi en totalidad una escama y otros tan pequeños como menos de un cuarto de escama, la primer banda empieza en la base de la nuca en las escamas post-occipitales estando la primera hilera de estas cubierta de puntos grandes, formando una banda oscura adyacente a la banda clara, la séptima banda esta ramificada de izquierda a derecha, la octava es diagonal de izquierda a derecha, la novena está interrumpida, solo la mitad izquierda esta presente, la doceava está sobre la cadera entre las extremidades posteriores. El pliegue lateral es de color oscuro, algunas de las escamas granulares son claras y se aprecian como puntos, las primeras dos a cinco escamas dorsolaterales sobre el pliegue lateral y la primera hilera longitudinal de ventrales también son oscuras, la mayoría de estas presenta un punto claro, usualmente en la esquina superior trasera. Las extremidades en la parte dorsal son de color gris claro como las escamas labiales. La cola es de un color pardo como el dorso pero ligeramente más claro, las bandas son ligeramente más claras que las del dorso, pero presentan puntos oscuros que abarcan aproximadamente desde 0.25 a 0.5 escamas en las esquinas inferiores. El ancho de las bandas y de los espacios entre estas es usualmente de 3 escamas de ancho. La parte ventral de todo el cuerpo es clara e inmaculada, excepto en la cola que presenta algunos puntos oscuros orientados en las esquinas posteriores de algunas escamas.



Figura 9: *Gerrhonotus parvus* UANL6996. Macho. A).- vista dorsal, B).- vista ventral.

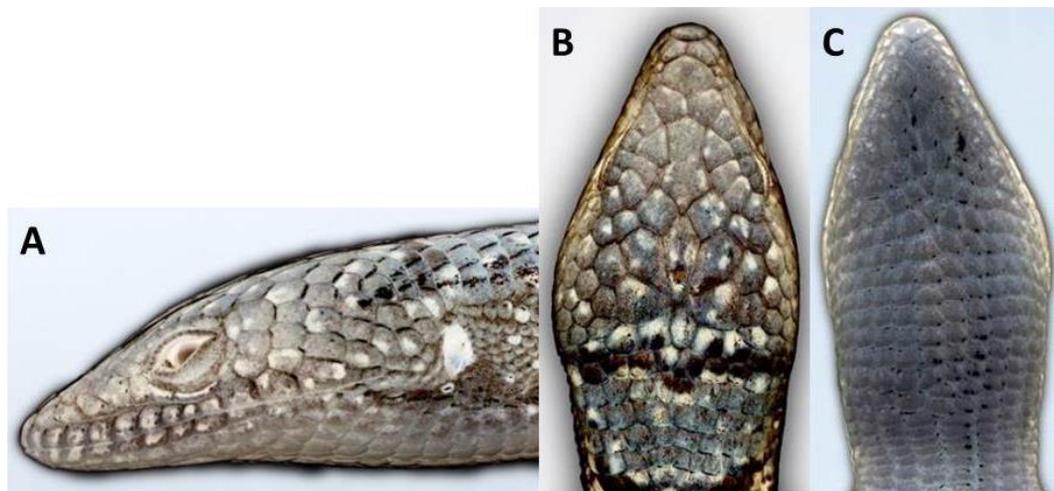


Figura 10: Escamación de la cabeza del macho de *Gerrhonotus parvus* UANL6996. A).-vista lateral, B).- vista dorsal y C).- vista ventral.

8.1.1.4 Variación en machos

UANL6675: Temporales primarias, 5-4; temporales secundarias, 4-4; suboculares, 3-3; supralabiales, 13-13; sublabiales, 6-6; ventrales transversales 58 y cloacales 4. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:8-8 , 2°:11-10 , 3°:14-14 , 4°:15-16 y 5°:10-10. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:8-8 , 2°:11-11, 3°:16-16 , 4°:21-20 y 5°:14-14. Cola completa con 90 escamas en espiral.

UANL6995: Internasales posteriores, 1-2; temporales primarias, 5-4; supraoculares, 5-7; superciliares, 4-5; loreal, 1-2; postnasales, 2-3; infralabiales, 12-10; sublabiales, 8-8; dorsales transversales, 58; ventrales transversales 61 y cloacales 6. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:7-7 , 2°:10- , 3°:14-15 , 4°:15-14 y 5°:11-10. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:7-7 , 2°:12-12 , 3°:16-15, 4°:20-20 y 5°:12 (incompleto)-15.

UANL6220: Temporales primarias, 3-4; supraoculares laterales, 3-2; suboculares, 3-3; superciliares, 5-5; supralabiales, 11-11; infralabiales, 10-10; sublabiales, 7-7; dorsales transversales, 56; ventrales transversales 57 y cloacales 6. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:7-7 , 2°: - - , 3°: -15, 4°:14-13 y 5°: -8. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:8-5 , 2°:10-12 , 3°:14-12 , 4°:10 (incompleto)-16 y 5°:13-13.

UANL7320: Internasal posterior 1-0; temporales primarias 4-4; suboculares 3-3, superciliares, 5-6; supralabiales 13-13; sublabiales 6-6; ventrales transversales 56. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:6-6, 2°:11-11, 3°:14-14, 4°:15-15 y 5°:12-10. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:7-6, 2°:12-10, 3°:15-16, 4°:20-19 y 5°:14-15. Cola completa con 92 escamas en espiral.

UANL7407: Internasales posteriores 1-0; temporales primarias 4-4; postoculares, 4-3; infralabiales, 9-10; sublabiales 7-7; dorsales transversales, 57; ventrales transversales 60. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:6-7, 2°:13-10, 3°:15-15,

4°:16-16 y 5°:10-11. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:12-12, 2°:12-13, 3°:17-17, 4°:22-20 y 5°:16-14. Cola completa con 102 escamas en espiral.

8.1.1.5 Variación en hembras

UANL6621: Suboculares, 3-3; supralabiales, 12-13; sublabiales 7-7; dorsales transversales, 52 y ventrales transversales 61. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:6-5, 2°:9-9, 3°:13-13, 4°:15-15 y 5°:9-9. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:6-6, 2°:12-11, 3°:15-15, 4°:19-20 y 5°:13-13.

UANL6832: Suboculares, 3-3; superciliares, 5-6; supralabiales, 11-13; sublabiales, 8-8; y dorsales transversales, 58. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:6-6, 2°:8-8, 3°:11-9, 4°:10-7 y 5°:9-9. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:_-7, 2°:_-7, 3°:_-10, 4°:_-9 y 5°:_-14.

UANL5844: Temporales primarias, 4-4; sublabiales, 6-6; dorsales transversales, 57; ventrales transversales, 59 y cloacales 6. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:7-7, 2°:10-10, 3°:14-13, 4°:14-15 y 5°:10-11. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:7-7, 2°:11-11, 3°:15-15, 4°:20-19 y 5°:13-13.

UANL6208: Supralabiales 13-12; sublabiales, 6-7; dorsales transversales, 54; ventrales transversales, 60 y cloacales 6. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:6-6, 2°:11-10, 3°:14-14, 4°:17-15 y 5°:10-9. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:8-8, 2°:13-12, 3°:16-16, 4°:19-20 y 5°:14-13.

UANL7275: Superciliares, 6-5; supralabiales 11-11; infralabiales, 9-9; sublabiales, 8-8; dorsales transversales, 59 y ventrales transversales, 57. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:6-6, 2°:10-10, 3°:13-13, 4°:13-13 y 5°:8-8. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:7-7, 2°:10-9, 3°:13-13, 4°:15-16 y 5°:11-10.

UANL6797: Internasales posteriores 1-1 (reducida); temporales primarias 4-4; superciliares, 6-5; supralabiales 12-13; sublabiales 7-7; dorsales transversales, 55; ventrales transversales, 58 y cloacales 6. Lamelas de los dedos de las extremidades anteriores: 1°:6-7, 2°:13-11, 3°:14-14, 4°:11-16 y 5°:10-9. Lamelas de los dedos de las extremidades posteriores: 1°:8-7, 2°:9-13, 3°:17-18, 4°:20-20 y 5°:13-13.

Características	SRSU5538	6996	6675	6995	6220	7320	7407	6621	6832	5844	6208	7275	6797
Sexo	hembra	macho	macho	macho	macho	macho	macho	hembra	hembra	hembra	hembra	hembra	hembra
1.- Rostral-nasal en contacto	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2.- Postrostral ausente	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
3.- Supranasales en contacto	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4.- Cantoloreal presente	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
5.- Internasales anteriores	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
6.- Supranasal	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
7.- Internasales posteriores	1/0	1/1	1/1	2/1	1/1	1/0	1/0	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
8.- Temporales primarias	4/4	5/5	4/5	4/5	3/4	4/4	4/4	5/5	5/5	4/4	5/5	5/5	4/4
9.- Temporales secundarias	4/4	5/5	4/4	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
10.- Supraoculares	5/5	5/5	5/5	7/5	5/5	5/5	-/-	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
11.- Supraoculares laterales	3/3	3/3	3/3	3/3	4/2	3/3	-/-	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3
12.- Preoculares ausentes	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
13.- Postoculares	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	4/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3	3/3
14.- Suboculares	2/2	2/2	3/3	2/2	3/3	3/3	2/2	3/3	3/3	3/3	3/3	2/2	2/2
15.- Superciliares	5/4	6/6	6/6	5/4	5/5	5/6	6/6	6/6	5/6	6/6	6/6	6/5	6/5
16.- Loreales	1/1	1/1	1/1	2/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
17.- Cantales	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
18.- Postnasales	2/2	2/2	2/2	3/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2
19.- Supralabiales	12/13	12/12	13/13	12/12	11/11	13/13	12/12	13/12	11/13	11/12	13/12	11/11	13/12
20.- Infralabiales	12/12	11/11	11/11	10/12	10/10	-/-	9/10	11/11	11/11	-/-	11/11	9/9	11/11
21.- Postmental	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
22.- Sublabiales	7/7	7/8		8/8	7/7	6/6	7/7	7/7	6/6	6/6	6/7	8/8	7/7
23.- Escudos gulares	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
24.- Dorsales longitudinales	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
25.- Ventrales transversales	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
26.- Dorsales transversales	53	53	53	58	56	53	57	52	58	57	54	59	55
27.- Ventrales transversales	62	59	58	61	57	56	60	61	59	59	60	57	58
28.- Cloacales		5	4	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6

Tabla 1: Comparación de la escamación del holotipo de *Gerrhonotus parvus* y ejemplares de la Sierra Madre Oriental. Datos reportados, por: (Knight y Scuddy 1985; Banda-Leal et al. 2002, 2005, 2014; Bryson et al. 2003, 2010; Conroy et al. 2005).

8.1.1.6 Similitud morfológica entre las poblaciones de *Gerrhonotus parvus* de la Sierra Madre Oriental

Se realizaron tres análisis de cluster (CA) para comparar la morfología de los 12 ejemplares de *Gerrhonotus parvus* de la Sierra Madre Oriental. El primer cluster se realizó con hembras, el segundo con machos y el tercero con ambos sexos. En ningún caso se mostró evidencia de que exista variación clinal, en los rangos de escamación como se ha sugerido en otras especies de *Gerrhonotus*.

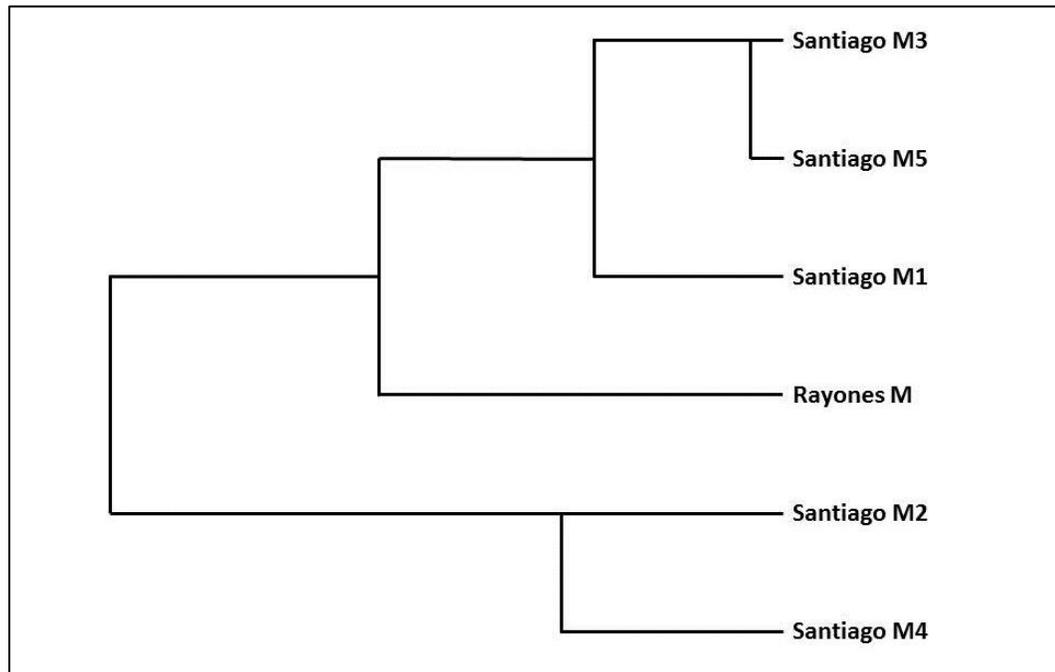


Figura 11: Dendrograma de análisis cluster de los machos de las poblaciones conocidas de *Gerrhonotus parvus*.

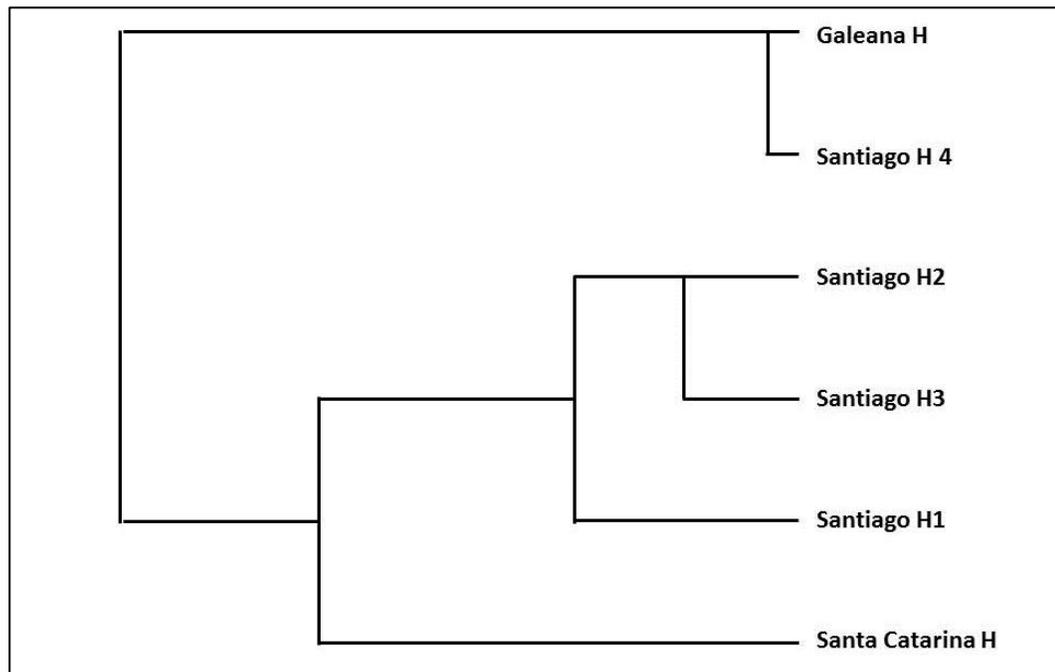


Figura 12: Dendrograma de análisis cluster de las hembras de las poblaciones conocidas de *Gerrhonotus parvus*.

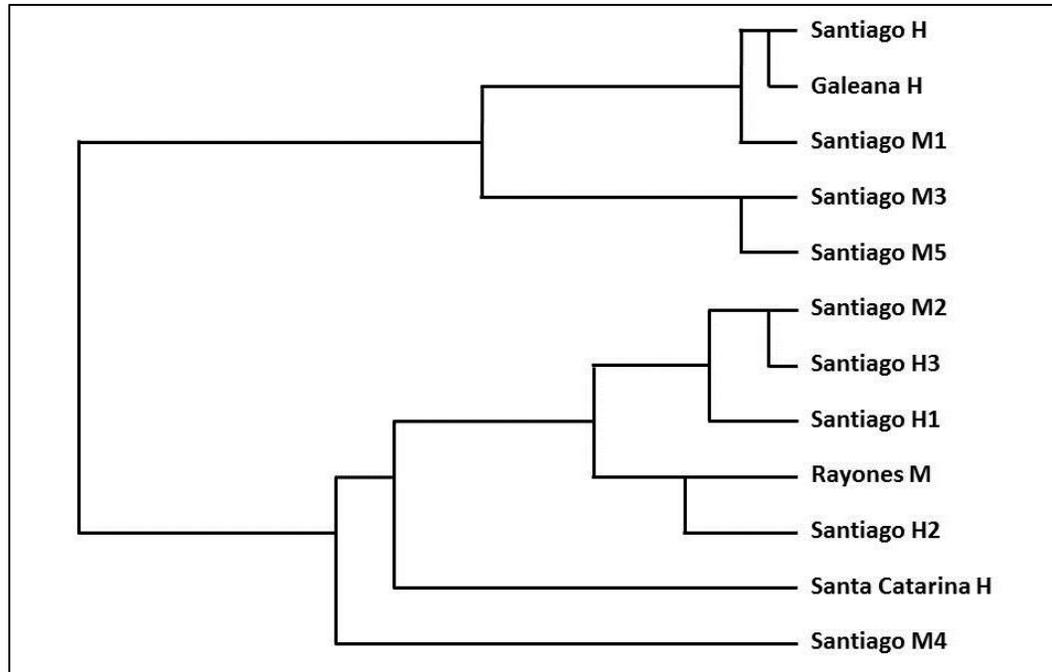


Figura 13: Dendrograma de análisis cluster de los machos y hembras de las poblaciones conocidas de *Gerrhonotus parvus*.



Figura 14: Ejemplares de *Gerrhonotus parvus* utilizados para la revisión taxonómica durante este estudio. De de izquierda a derecha UANL6996, UANL6208, UANL6220, UANL7407, UANL7320, UANL6995, UANL6675, UANL6832, UANL6797, UANL5844, UANL6621 y UANL7275.

8.1.1.7 Hábitat y ecología

Los ejemplares de *Gerrhonotus parvus* fueron colectados en diferentes localidades en la Sierra Madre Oriental en Nuevo León, siendo la localidad más sureña el municipio de Galeana en una área de bosque de pino real (*Pinus arizonica*) con elementos de frijolillo

(*Sophora secundiflora*) y áreas de izotal de palma china (*Yucca filifera*) en las laderas de las lomas. Los ejemplares se encuentran mayormente bajo materia orgánica como troncos caídos de *Yucca* y hojarasca que se acumula en su mayoría bajo los pinos y matorrales. La siguiente localidad hacia el norte, en el municipio de Los Rayones, es el Cañón de Mireles, formado por estrechas paredes roca caliza, con escasa vegetación, en su mayoría agaves como lechuguilla (*Agave lecheguilla*), amole de castilla (*Agave bracteosa*) y noa (*Agave victoria-reginae*) y cactáceas como *Opuntia* spp., *Echinocereus* spp., *Mammillaria* spp., biznaga verde (*Echinocactus platyacanthus*), biznaga burra (*Ferocactus hamathacanthus*), biznaga de lima (*Ferocactus pilosus*), biznaga piedra viva (*Aztekium ritterii*) que cuelgan de las paredes. Este se inunda periódicamente y posee fosas con agua, por lo que la fauna busca refugio en las paredes. La vegetación presente en el piso del cañón está compuesta por diversas especies como barreta (*Helietta parvifolia*), mimbre (*Chilopsis linearis*), ocotillo (*Gochnatia hypoleuca*) y chaparro prieto (*Acacia rigidula*), huizache (*Acacia farnesiana*), guajillo (*Acacia berlandieri*) y ejemplares aislados de alamo de río (*Platanus occidentalis*). La siguiente localidad hacia el norte en el municipio de Santiago es el Cañón de San Isidro, donde se ha localizado la población más numerosa, es un área en su mayoría con elementos de matorral submontano como barreta (*Helietta parvifolia*), mimbre (*Chilopsis linearis*), duraznillo (*Cercis canadensis*), ocotillo (*Gochnatia hypoleuca*) y chaparro prieto (*Acacia rigidula*), huizache (*Acacia farnesiana*), guajillo (*Acacia berlandieri*). Posee también un bosque de galería con alamo de río (*Platanus occidentalis*) como elemento distintivo y varias especies de encino (*Quercus* spp) (Banda-Leal et al., 2014). Aquí los ejemplares se encuentran en las paredes del cañón, entre las grietas y bajo materia orgánica en descomposición y materia vegetal viva, aunque en general este cañón es más ancho que el de Los Rayones, posee secciones donde las paredes son más estrechas y con una menor exposición solar. Por último en la localidad más norteña, en el municipio de Santa Catarina, el Cañón de Reflexiones, es un cañón estrecho con escasa vegetación de tipo roseto filó y de elementos de matorral submontano. En la base del cañón se encuentran especies vegetales como ocotillo (*Gochnatia hypoleuca*), mimbre (*Chilopsis linearis*), frijolillo (*Sophora secundiflora*), barreta (*Helietta parvifolia*) e individuos aislados de enebro (*Juniperus deppeana*),

mientras que en las paredes se encuentran elementos de lechuguilla (*Agave lecheguilla*), amole de castilla (*Agave bracteosa*), así como palmito (*Brahea berlandieri*) y cactáceas como biznaga de chilitos (*Mammillaria melanocentra*), bola de nieve (*Mammillaria plumosa*), biznaga blanca chilona (*Epithelantha unguispina*), y varias especies de *Echinocereus*. En las áreas menos rocosas y con exposición noreste se hayan individuos de pino garabatillo (*Pinus greggii*). Aquí hay pocos lugares para refugiarse, el único ejemplar que se ha colectado en la zona se encontraba activo, moviéndose en las paredes del cañón. A excepción de la localidad en Galeana, las otras tres áreas son bastante parecidas y presentan condiciones ambientales similares, como una baja exposición solar, temperaturas frescas y humedad relativa más alta que en las áreas adyacentes más abiertas.

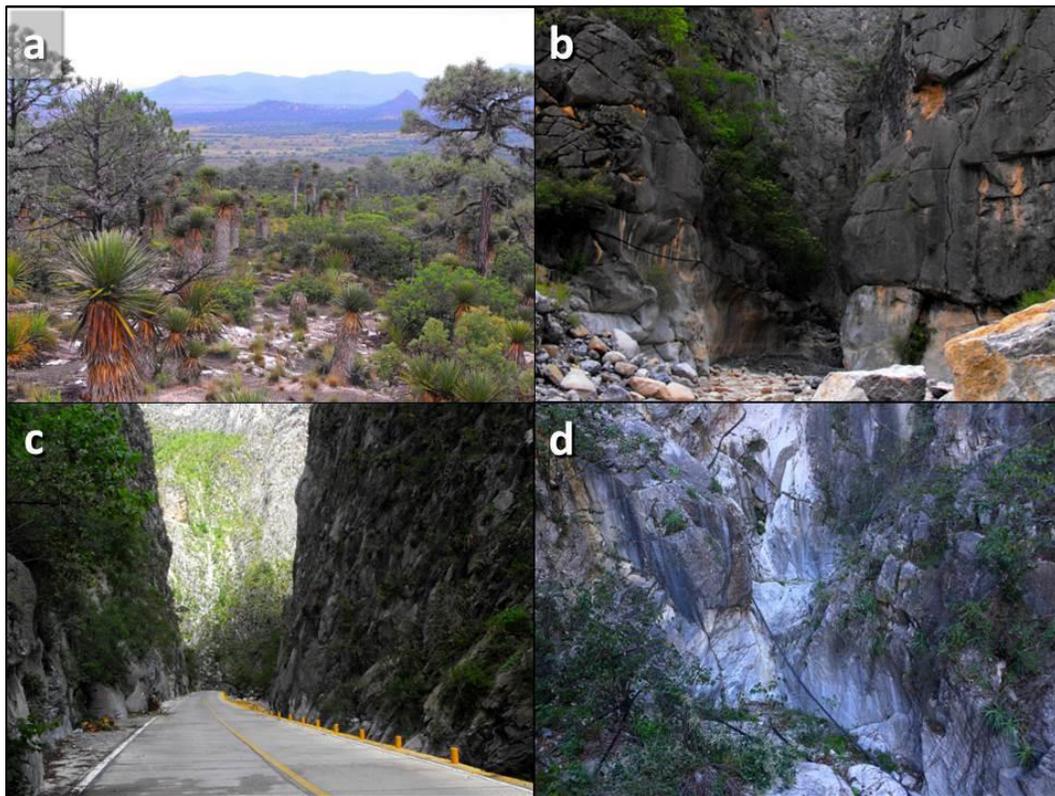


Figura 15: Localidades conocidas y de muestreo de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental en Nuevo León. a).- Ejido Santa Rita, Galeana. b).- Cañón de Mireles, Los Rayones, c).- Cañón de San Isidro, Santiago. d).- Cañón de Reflexiones, Santa Catarina.

8.1.2 Propuesta de nueva especie: *Gerrhonotus sp. nov.*

Durante la exploración de nuevas localidades como áreas potenciales para la distribución de *Gerrhonotus parvus*, se colectó un anguido de escamas lisas que presenta diferencias consistentes de escamación y coloración a nivel ontogenético con respecto a *Gerrhonotus parvus*. La coloración de este nuevo ejemplar es virtualmente idéntica a las crías de *Gerrhonotus lugoi* endémico del Valle de Cuatrocienegas, Coahuila, sin embargo la escamación del cuerpo y cabeza, también difiere de este último e incluye escamación no reportada anterioremente para el resto de las especies de lagartija del género *Gerrhonotus* para la Sierra Madre Oriental, en la región centro-oeste de Nuevo León.

8.1.2.1 Holotipo

UANL7273. Macho, cría colectada por Manuel Nevárez de los Reyes el 3 de Julio de 2010 Hembra, 4.4 Km al este de Rinconada, Municipio de García, Nuevo León (25°40'28.63"N 100°40'22.37"O" W, WGS84, 1144 msnm).

8.1.2.2 Diagnósis

Gerrhonotus sp. nov. se distingue de los otros miembros del género de escamas lisas por marcadas diferencias en la escamación del rostro y cuerpo. En *Gerrhonotus sp. nov.* la escama postrostral esta presente, mientras que en *G. farri*, *G. lugoi* y *G. parvus* esta ausente, tiene 4 postoculares mientras que en los demás son 2-3, presenta 3 postmentales a diferencia de los otros que tienen 2, las sublabiales son 9, en *G. farri* y *G. lugoi* son 6 y en *G. parvus* 7. *G. sp.nov.* es quien presenta el mayor número de escamas dorsales longitudinales, con 20 hileras, le sigue, *G. lugoi* con 18, *G. parvus* 16 y *G. farri* con 14. *G. sp nov.* también presenta el mayor número de hileras de escamas ventrales transversales con 15, le sigue *G. lugoi* con 14 y *G. parvus* y *G. farri* con 12. En cuanto a escamación comparte las siguientes características solo con *G. lugoi*:

Preoculares 2, suboculares 3, dorsales transversales 56 y ventrales transversales 65. Con *G. lugoi* y *G. parvus* comparte la característica de poseer 5 escamas temporales primarias, presenta además una escama entre las postmentales y escudos gulares.

8.1.2.3 Descripción del Holotipo

Medidas en milímetros: Longitud hocico-cloaca (LHC, desde la punta del hocico hasta el margen posterior de la escama cloacal), 39.92; ancho del cuerpo (An. Cu., tomado a la mitad del tronco), 7.23; ancho de la base de la cola (An. Col., tomado a la altura de la base de la cola), 2.81; ancho de la cabeza (An. C., área más ancha de la zona temporal), 6.60; largo de la cabeza (LC, desde el margen anterior de la apertura auditiva a la punta del hocico), 9.42; largo del rostro (LR, de la región anterior del ojo a la punta del hocico), 3.32; diámetro orbital (DO, diámetro máximo del ojo), 2.66; axila a la base del fémur derecho (AFD), 21.76; axila a la base del fémur izquierdo (AFI), 20.13; largo del brazo derecho (LBD, desde la base de la muñeca hasta el área de contacto con el cuerpo), 3.41; largo del brazo izquierdo (LBI, desde la base de la muñeca hasta el área de contacto con el cuerpo), 3.39; largo de la tibia derecha (LTD, desde la base de la rodilla hasta el área de contacto con el cuerpo), 4.96; largo de la tibia izquierda (LTI, desde la base de la rodilla hasta el área de contacto con el cuerpo), 5.12; 4° dedo de la extremidad anterior derecha (DEAD), 2.19; 4° dedo de la extremidad anterior izquierda (DEAI), 2.10; dedo más largo de la extremidad posterior derecha (DLEPD), 2.97; dedo más largo de la extremidad posterior izquierda (DLEPI), 2.98; largo de la cola, 48.23 (completa).

Cabeza relativamente grande, más ancha que el cuello, especialmente entre la región anterior del oído y posterior del ojo. Escamas de la cabeza lisas y brillantes. Postrostral presente, internasales anteriores 1-1, supranasal 1-1, internasales posteriores 1-1, temporales primarias 5-5, primera y segunda en contacto con la 5ª supraocular, temporales secundarias 5-5, preoculares 2-2, la superior en contacto con las superciliares, postoculares 4-4, suboculares 3-3, la anterior tan larga como las dos posteriores juntas, superciliares 6-6, loreales 2-2, cantales 2-2, postnasales 2-2,

frontonasal grande, dos veces más ancha que larga y separada de la frontal por dos prefrontales en contacto, supralabiales 15-14, infralabiales, 12-12, postmentales 3, con 1 escama entre las postmentales y los escudos gulares, la cual no ha sido reportada anteriormente en otros ánguidos (Good 1988), 9-9 sublabiales en contacto con la postmental y escudos gulares 5-5.

El cuerpo es delgado y alargado con extremidades pequeñas, las posteriores ligeramente más robustas que las anteriores. El pliegue lateral esta compuesto por numerosas escamas granulares que no forman hileras diagonales. Escamas dorsales transversales 56 y longitudinales 20, escamas ventrales transversales 65 y longitudinales 15.

Las extremidades anteriores, estan cubiertas en su parte externa por escamas grandes, se hacen pequeñas a medida que cubren la superficie interna hasta ser cuatro veces más pequeñas, las lamelas de los dedos de las extremidades anteriores que son: 1°: 5-6, 2°: 9-9, 3°: 12-12, 4°: 12-12 y 5°: 7-7. las extremidades posteriores también estan cubiertas por escamas grandes en su parte externa, mientras que en la parte trasera del fémur, son progresivamente más pequeñas hasta ser 3 veces más pequeñas que las escamas grandes, las lamelas de los dedos son: 1° 5-6, 2° 9-9, 3° 12-12, 4° 12-12 y 5° 7-7.

La cola está completa con 90 escamas en espiral. El color en la parte superior de la mitad anterior es oscuro como el cuerpo, mientras que en la mitad posterior y parte ventral es rojo como en las extremidades. Presenta 20 bandas claras de entre 0.5 y 1 escama de ancho separadas por secciones de 4 escamas.

8.1.2.4 Color en alcohol/vida

En alcohol tanto las escamas de la cabeza como el cuerpo presentan un color pardo oscuro, a lo largo del cuerpo y cola presenta bandas blancas delgadas de entre 0.25 y 0.5 escamas de ancho, presenta una banda a la mitad del cuello, 8 en el cuerpo entre las extremidades anteriores y posteriores y 20 a lo largo de la cola, en la parte ventral es de color blanco, el área gular presenta una coloración pardo oscura como la del dorso y la continuación de las bandas blancas del dorso y cola es visible en la parte ventral. Las extremidades son en su mayoría blancas como el vientre pero en la parte superior presentan una coloración pardo oscura como el dorso. En vida las áreas claras de las extremidades y cola son de color rojo, parte de esta coloración puede apreciarse aún en la cola. En general este ejemplar es muy similar a las crías de *Gerrhonotus lugoi* (Lazcano et al. 1993).



Figura 16: *Gerrhonotus* sp. nov. Holotipo UANL7273.

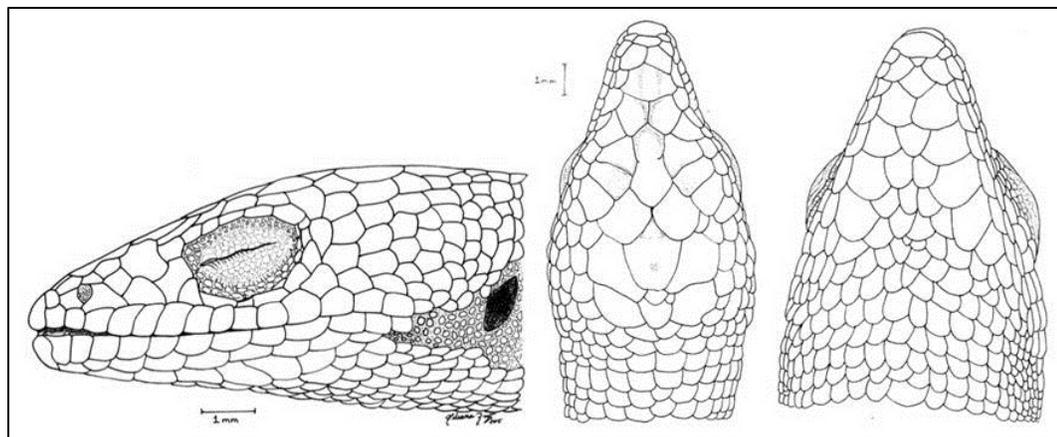


Figura 17: Escamación de la cabeza de *Gerrhonotus* sp. nov. UANL7273. A).-vista lateral, B).- vista dorsal y C).- vista ventral.

Características	<i>G. farri</i> (n=1)	<i>G. lugoi</i> (n=4)	<i>G. parvus</i> (n=12)	<i>G. sp.nov</i> (n=1)
LHC máxima (mm)	109	94	76.5	39.9
Contacto Rostral-nasal	No	no	si	no
Escama entre postmentales y escudos gulares	ausente	ausente	ausente	presente
Postrostral	ausente	ausente	ausente	presente
Postmental	2	2	2	3
Supranasales	separadas	separadas	en contacto	separadas
Cantoloreal	ausente	ausente	presente	ausente
Internasales anteriores	presentes	presentes	ausente	presentes
Preoculares	1	1-3	ausente	2
Postoculares	2-3	2-3	3	4
Suboculares	2	3	3	3
Temporales primarias	4	5	5	5
Dorales longitudinales	14	18-19	16	20
Ventrales longitudinales	12	14	12	15

Tabla 2: Comparación de las cuatro especies de gerrhonótidos de escamas lisas. Datos reportados por: : (McCoy 1970; Knight y Scuddy 1985; Bryson y Graham 2010).

8.1.2.5 Similitud morfológica entre las especies de anguidos de la Sierra Madre Oriental

Para el caso de las especies de ánguidos presentes en la Sierra Madre Oriental se forman tres cluster, el primero consta únicamente de la especie de escamas dorsales quilladas, *Gerrhonotus infernalis*, mientras que el segundo lo forman *Gerrhonotus lugoi* y *Gerrhonotus sp nov.* y por último el tercero formado por *Gerrhonotus farri* y *Gerrhonotus parvus*.

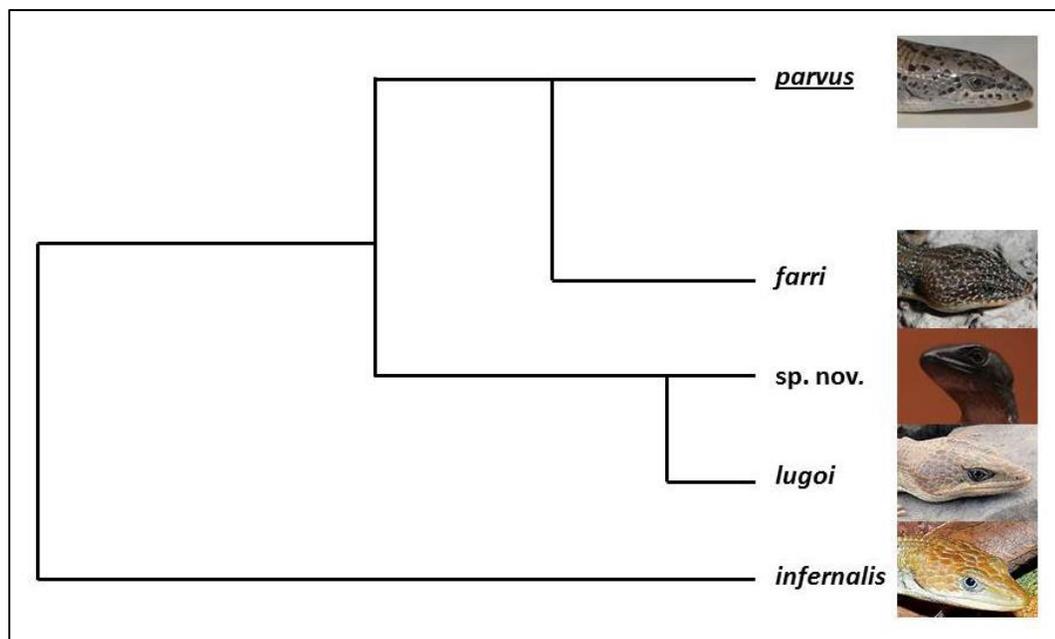


Figura 18: Dendrograma de análisis cluster de las especies de *Gerrhonotus* de la Sierra Madre Oriental.

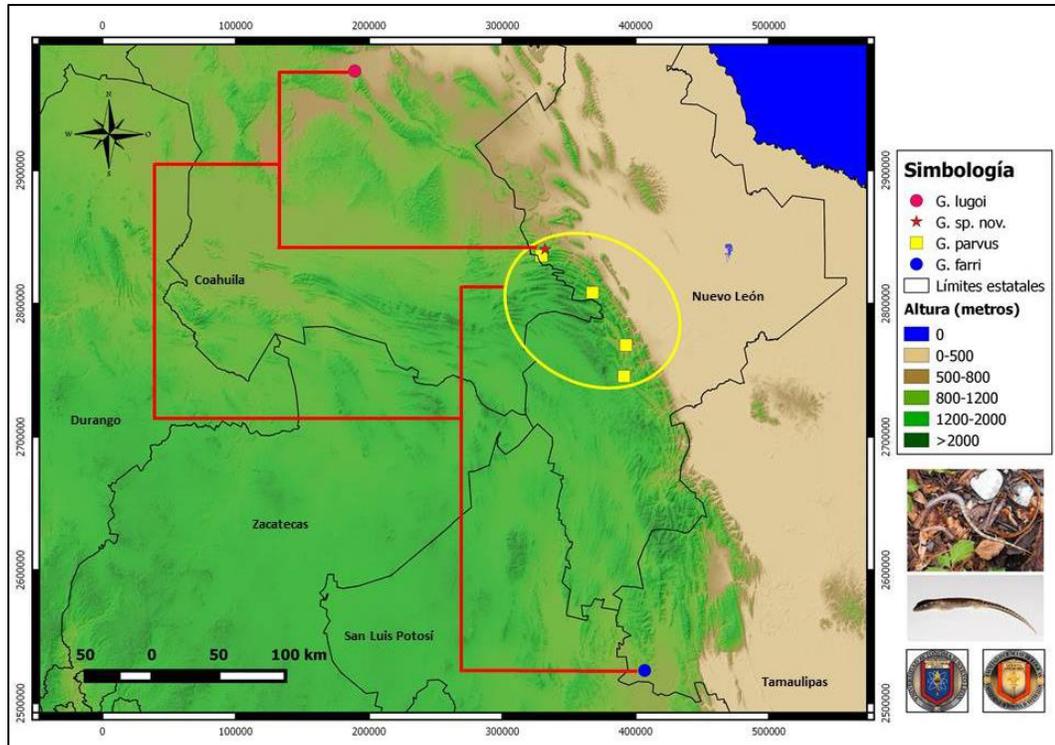


Figura 19: Distribución geográfica y análisis cluster de los *Gerrhonotus* de escamas lisas de la Sierra Madre Oriental: Círculo rojo *G. lugoi*, estrella roja *G. sp. nov.*, cuadros amarillos *G. parvus*, círculo azul, *G. farri*.

8.1.2.6 Hábitat y ecología

El ejemplar de *Gerrhonotus sp. nov.* fue colectado a 4.4 Km al este de Rinconada, García, Nuevo León en una ladera rocosa con matorral micrófilo y matorral rosetófilo, se encontró en la base de un cactus *Echinocereus stramenius*, a las 11:00 a.m., el cielo estaba completamente nublado, ya que había llovido días antes y durante la tarde llovió de nuevo, la humedad relativa era de 85 % y la temperatura ambiente de 20 °C con viento ligero.

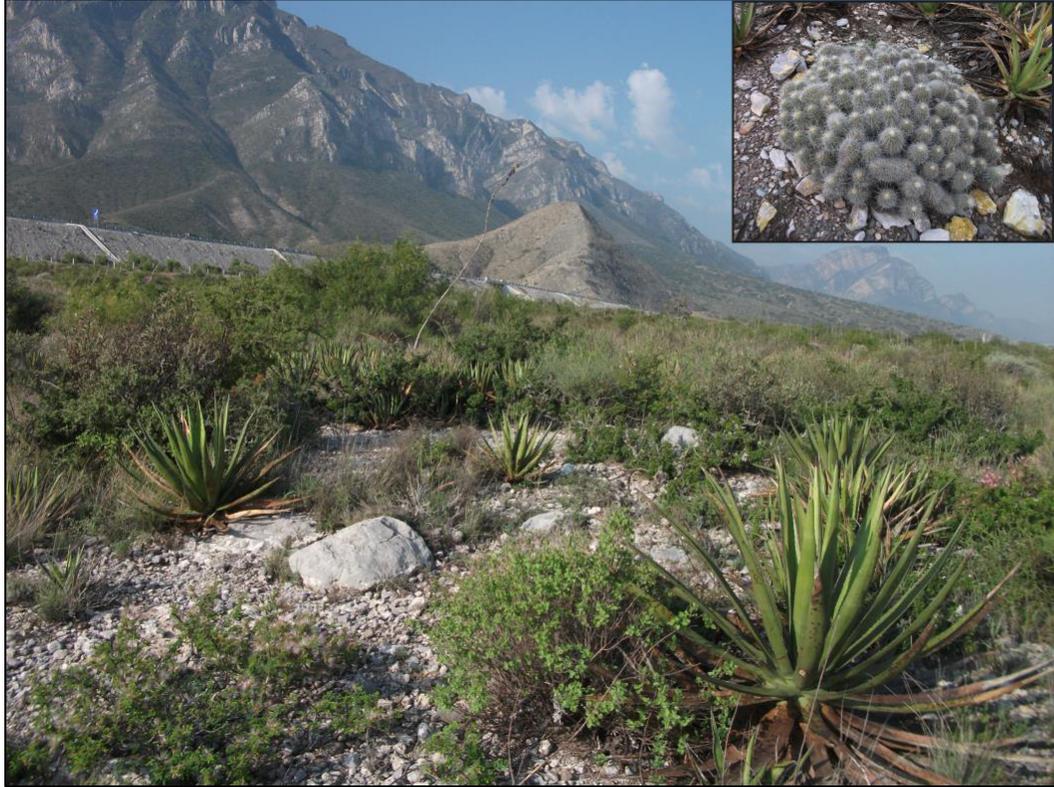


Figura 20: Hábitat en la localidad tipo de *Gerrhonotus* sp. nov., 4.4 km al este de Rinconada, García, Nuevo León. Holotipo encontrado en la base del cactus *Echinocereus stramenius*.

8.2 Patrón de actividad y variables ambientales

8.2.1 Patrón de actividad diaria y estacional

Durante el transcurso del presente estudio se observaron 52 ejemplares de *Gerrhonotus parvus* activos (31 machos, 13 hembras y 8 no determinados). La principal actividad ocurrió en primavera (37 observaciones), posteriormente se observó una disminución en verano (14 observaciones) y por último en otoño la actividad fue casi nula (1 observación).

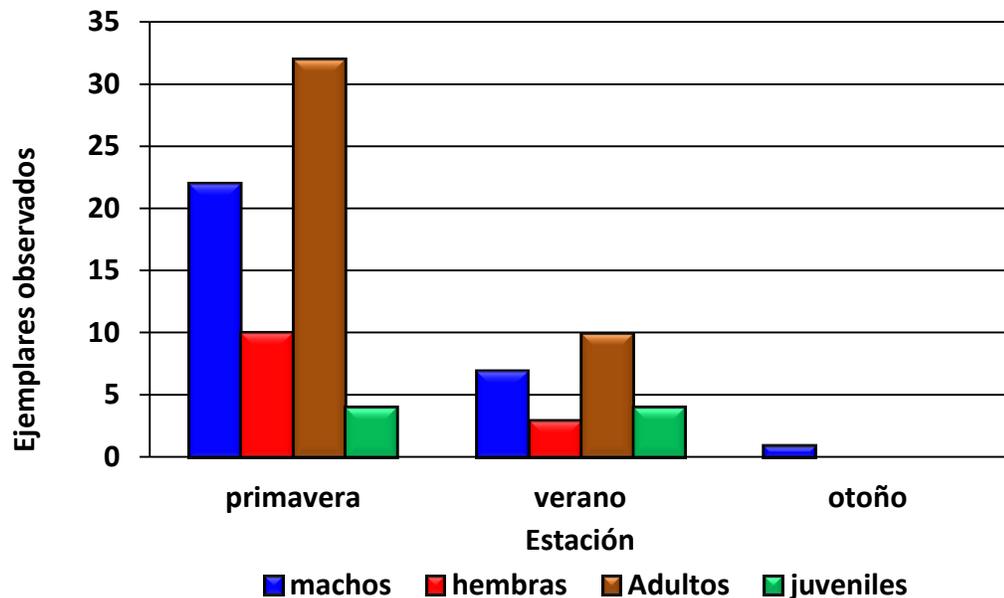


Figura 21: Patrón de actividad estacional de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental.

En primavera y verano se observó mayor número de machos. La mayoría de los especímenes observados fueron adultos. El patrón de actividad diaria varió estacionalmente, durante la primavera se registró actividad en su mayoría a partir de las 11:00 a.m. hasta las 7:00 p.m., generalmente constante a lo largo del día, mientras que en verano la actividad se registro desde las 10:00 am hasta las 6:00 pm, Durante la primavera el patrón de actividad parece ser unimodal, mientras que durante el verano parece ser bimodal, con picos de actividad en la mañana y en la tarde. En general se observó más actividad después de períodos de lluvia.

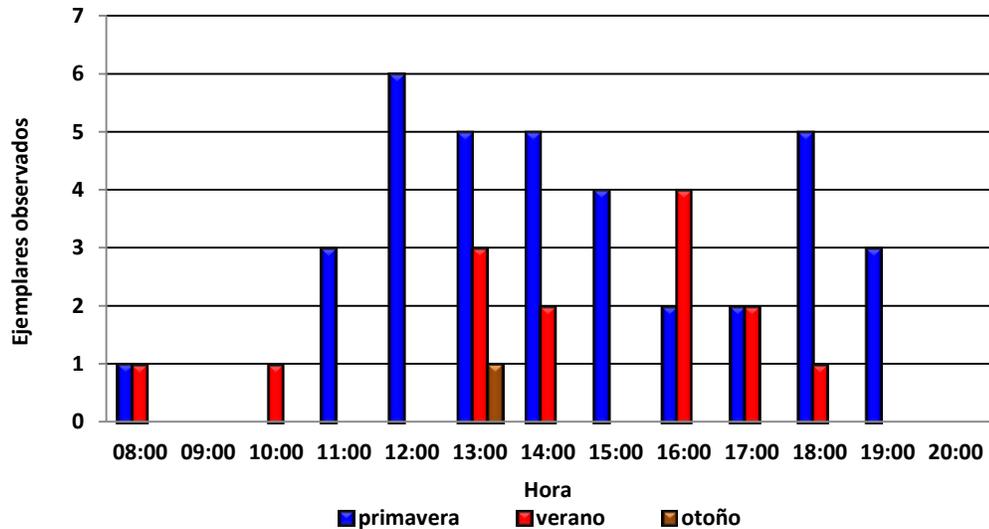


Figura 22: Patrón de actividad diaria de *Gerrhonotus parvus* en primavera verano y otoño en Sierra la Madre Oriental.

8.2.2 Características ambientales

La temperatura ambiental mínima registrada durante la actividad de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental fue de 10.6 °C en verano, mientras que la temperatura máxima fue de 32.0 °C en primavera. La temperatura mínima corporal fue de 13.40 °C en verano y la máxima de 32.4 °C en verano.

Variabes	Estación	n	Media	e.e.	Mínimo	Máximo
Temperatura corporal	primavera	37	24.50	0.58	17.80	30.10
	verano	14	25.5929	1.38796	13.40	32.40
	otoño	1	21.6000		21.60	21.60
	total	52	24.7423	0.56073	13.40	32.40
Temperatura ambiental	Primavera	37	23.5973	.63367	13.80	32.00
	Verano	14	24.7786	1.31585	10.60	31.60
	Otoño	1	20.0000		20.00	20.00
	Total	52	23.8462	0.57579	10.60	32.00
Temperatura microhabitat	Primavera	37	21.2973	.61615	15.00	29.60
	Verano	14	23.8143	1.18158	11.60	30.20
	Otoño	1	18.2000		18.20	18.20
	Total	52	21.9154	.56220	11.60	30.20
HR ambiental	Primavera	34	53.09	2.504	20	84
	Verano	13	54.00	2.691	40	70
	Otoño	1	70.00		70	70
	Total	48	53.69	1.934	20	84
HR microhabitat	Primavera	34	54.18	2.514	20	85

	Verano	13	58.38	3.375	40	76
	Otoño	1	70.00		70	70
	Total	48	55.65	2.024	20	85

Tabla 3: Estadísticos descriptivos: Media error estándar, rango y tamaño de muestra de las variables ambientales evaluadas en *Gerrhonotus parvus*.

Durante los meses de primavera y verano se observó un incremento de la actividad después de la lluvia. En primavera existió una relación significativa entre la temperatura corporal y las temperaturas ambiental $r^2 = 0.402$, $p < 0.001$, $n = 37$ y de microhábitat $r^2 = 0.452$, $p < 0.001$, $n = 37$. Mientras que en verano existió una relación significativa entre la temperatura corporal y las temperaturas ambiental $r^2 = 0.492$, $p < 0.01$, $n = 14$ y de microhábitat $r^2 = 0.499$, $p < 0.01$, $n = 14$.

No existieron diferencias significativas al comparar las cinco variables ambientales entre las estaciones de primavera y verano que fueron las de mayor actividad, por lo que suponemos que el área mantiene las condiciones ambientales ideales para la presencia de la especie durante ambas estaciones.

8.2.3 Estructura del microhábitat

La mayor parte del microhábitat de *Gerrhonotus parvus* consta de áreas rocosas, principalmente paredes de roca caliza (65 %), le sigue la materia orgánica en descomposición u hojarasca (16 %), posteriormente la vegetación viva (11 %) y finalmente el suelo orgánico y/o mineral (8 %).

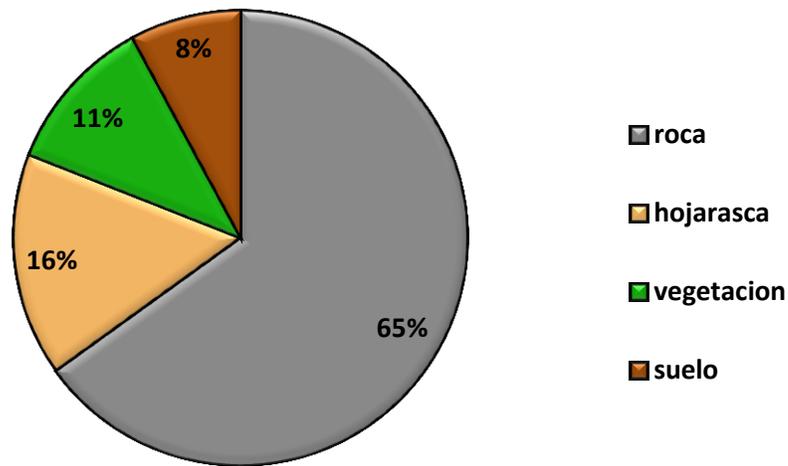


Figura 23: Estructura del hábitat de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental.

8.2.4 Preferencia de microhábitat

Gran parte de la actividad de *Gerrhonotus parvus* se registró en un microhábitat de roca caliza, principalmente paredes con repisas (54 %), seguido de materia orgánica en descomposición u hojarasca (25 %), posteriormente suelo orgánico y/o mineral y finamente de vegetación viva.

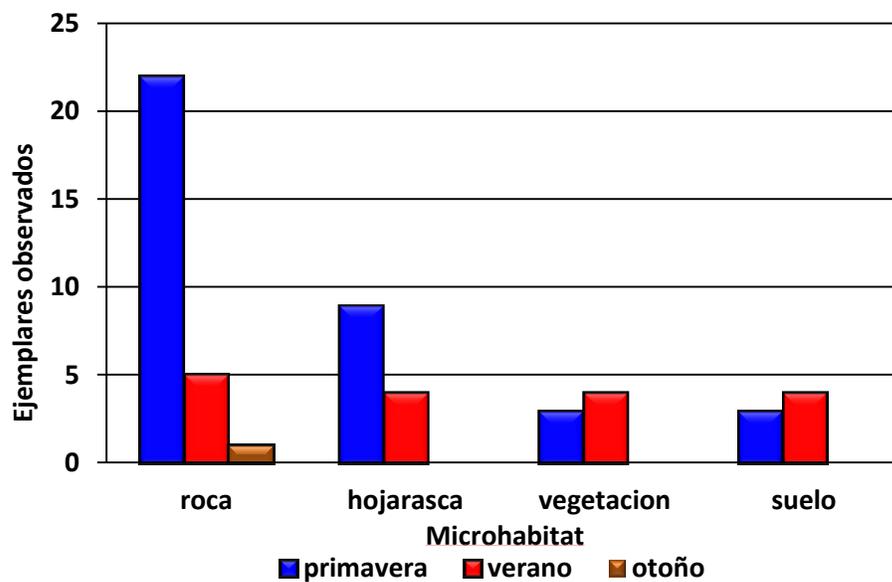


Figura 24: Preferencia de microhábitat estacional de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental.

8.3 Éxito Reproductivo

8.3.1 Ciclo reproductor

El 9 de mayo de 2012 la hembra colectada en el Cañón de Reflexiones desovó 6 huevos, pero no hubo desarrollo, mientras que las hembras colectadas en el Cañón de San Isidro desovaron los días 3 y 4 de junio de 2015, la primera desovó una camada de 6 huevos el primer día y las otras dos produjeron 8 huevos cada una al segundo día, la incubación tuvo un período de 31-34 días a una temperatura de entre 24 y 27 °C, con un promedio de 26 °C, naciendo entre el 4 y 6 de julio de 2015, durante la incubación se perdieron 8 huevos, y eclosionaron 16 neonatos, los cuales murieron.

No hubo relación significativa entre el tamaño de la longitud hocico-cloaca (75.25 ± 2.08 ; $n=4$) y el número de huevos de la puesta ($r_s=0.366$, $P=0.395$, $n=4$).

Variable	Media \pm e.e	Mínimo-Máximo	n
Largo	12.98 \pm 0.12	11-91-14.52	28
Ancho	7.42 \pm 0.03	7.18-7.76	28
Peso	0.39 \pm 0.00	0.36-0.47	28

Tabla 4: Estadísticos descriptivos Media error estándar, rango y tamaño de muestra de las variables merísticas de las puestas en cautiverio de huevos de *Gerrhonotus parvus*.



Figura 25: Reproducción de *Gerrhonotus parvus* en cautiverio. a).- Hembra protegiendo su puesta de seis huevos. b).- Cría al momento de romper el cascarón. c).- Cría abandonando el cascarón y d).- Cría extraída del medio de incubación.

8.4 Dimorfismo sexual

El radio sexual de *Gerrhonotus parvus* fue de 2.5:1 (M:H). En general los machos y hembras tuvieron la misma longitud hocico-cloaca (LHC).

Variable	Media \pm e.e		Mínimo-Máximo		n	
	\bar{X}	H	M	H	M	H
L.cab.	16.30 \pm 0.39	13.97 \pm 0.40	13.81-18.88	15.01-12.48	15	6
Alt. Cab.	6.79 \pm 0.14	5.79 \pm 0.26	5.95-7.95	4.75-6.67	15	6
Anch. Cab.	11.29 \pm 0.25	9.15 \pm 0.21	9.21-12.60	8.44-9.87	15	6
LHC	76.24 \pm 3.05	74.1 \pm 1.56	36.33-85.06	66.90-77.60	15	6
Alt. Cuerp.	10.10 \pm 0.19	9.45 \pm 0.28	8.90-11.02	8.51-10.44	14	6
Anch. Cuerp.	13.15 \pm 0.27	13.09 \pm 0.51	10.43-14.37	11.50-14.25	14	6
L. col.	91.97 \pm 4.44	90.44 \pm 10.59	66.83-117.79	55.98-119.72	15	6
LF	7.97 \pm 0.15	6.67 \pm 0.16	6.40-8.72	6.02-7.10	15	6

Tabla 5: Estadísticos descriptivos: Media error estándar, rango y tamaño de muestra de las variables morfológicas (mm) evaluadas en *Gerrhonotus parvus*.

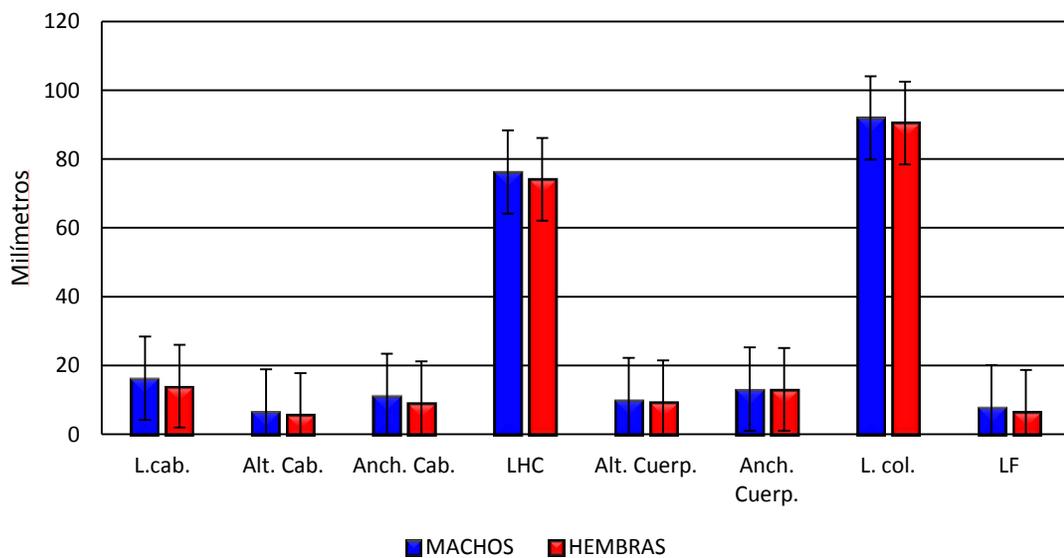


Figura 26: Variables morfológicas (mm) evaluadas en *Gerrhonotus parvus*.



Figura 27: Pareja de *Gerrhonotus parvus* en su hábitat natural en el Cañón de San Isidro. Hembra (izquierda) y macho (derecha).

Los valores del análisis de componentes principales (PCA) indicaron que las dimensiones de la cabeza, la longitud del fémur, el ancho y alto del cuerpo fueron características importantes en los ejes 1 y 2. El ancho, largo, alto de la cabeza y largo del fémur se inclinaron fuertemente hacia el lado positivo del PC 1, mientras que el ancho y alto del cuerpo se inclinaron hacia el lado positivo en el PC 2. La longitud hocico-cloaca (LHC) y la longitud de la cola (L. col.) presentaron valores altos en el PC 3 indicando que no contribuyen de manera significativa a la variación morfológica entre sexos.

Matriz del componente			
Variables	Componente		
	1	2	3
L. Cab.	0.860	-0.275	0.172
Alt. Cab.	0.850	-0.005	-0.244
Anch. Cab.	0.931	-0.132	-0.085
LHC	0.396	0.140	0.727
Alt. Cuerp.	0.606	0.614	-0.205
Anch. Cuerp.	0.443	0.776	0.226
L. col.	0.035	-0.339	0.788
LF	0.635	-0.624	-0.241
Varianza explicada	43.15 %	19.96 %	17.46 %
Varianza acumulada	43.15 %	63.123 %	80.585 %

Tabla 6: Autovalores del Análisis de Componentes Principales (PCA) de 8 variables morfológicas evaluadas en machos y hembras de *Gerrhonotus parvus*.

La prueba ANOVA mostró que existen diferencias significativas en el subconjunto de variables seleccionadas de los resultados del análisis de componentes principales (PCA).

Los machos presentaron mayor longitud en ancho de la cabeza (An. C: $F_{1,19}=24.539$, $p < 0.001$), largo de la cabeza (LC: $F_{1,19}=24.539$, $p = 0.003$), alto de la cabeza (Alt. C: $F_{1,19}=12.276$, $p = 0.002$) y longitud del fémur (LF: $F_{1,19}=19.529$, $p < 0.001$).

No existieron diferencias significativas entre machos y hembras, con respecto a la longitud hocico-cloaca.

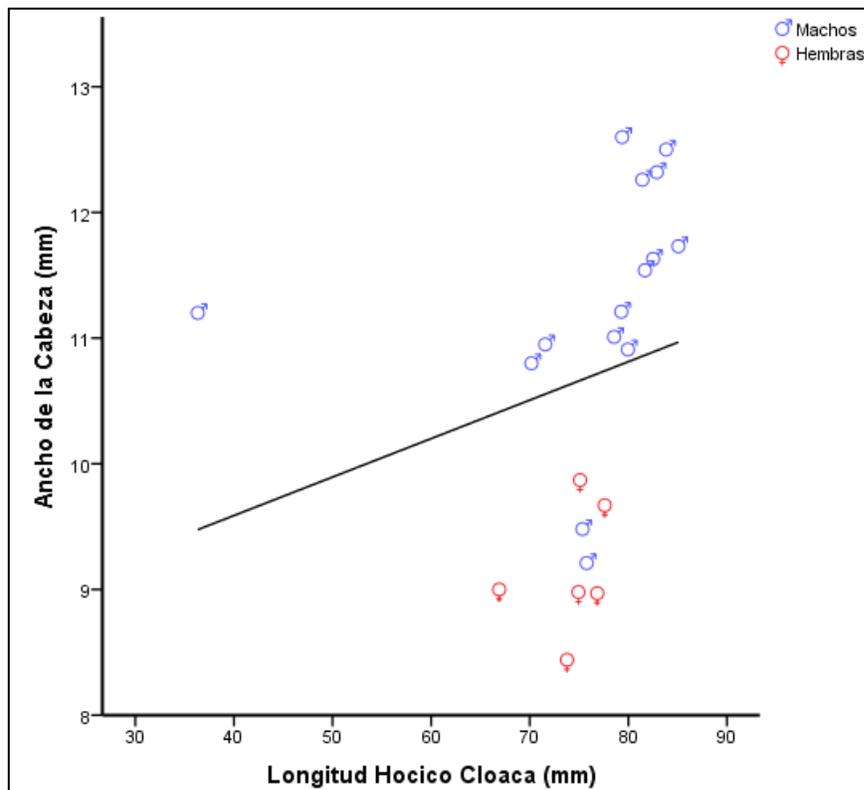
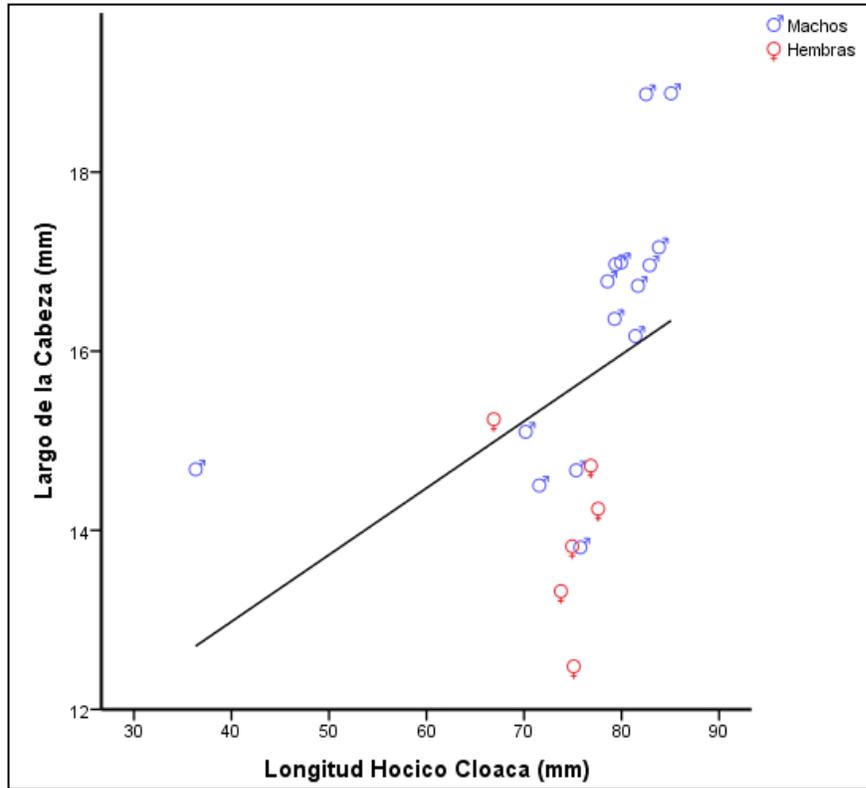


Figura 28: Relación entre el ancho de la cabeza y la longitud hocico-cloaca en machos y hembras de *Gerrhonotus parvus*.



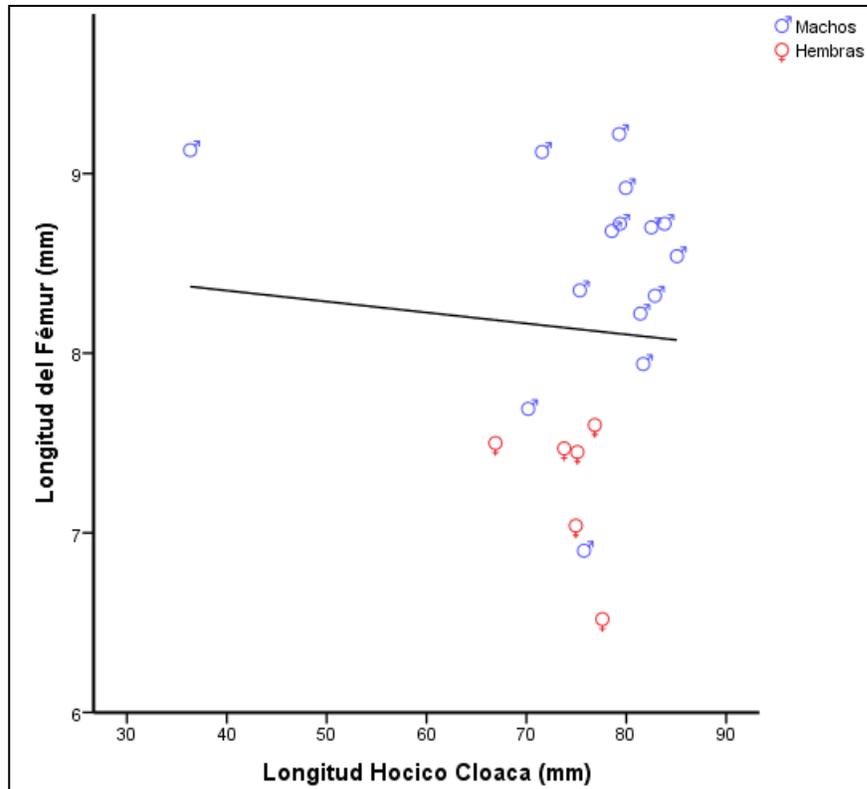


Figura 31: Relación entre la longitud del fémur y la longitud hocico-cloaca de machos y hembras de *Gerrhonotus parvus*.

8.5 Modelado de Nicho Ecológico

El modelo de distribución potencial basado en las variables climáticas y topográficas obtenido con MAXENT (Figura 32) incrementa notoriamente las áreas de probabilidad de presencia de la especie sugiriendo una distribución más o menos continua a lo largo de la Sierra Madre Oriental en las subprovincias Gran Sierra Plegada y Pliegues Saltillo-Parras. En el modelo obtenido la G0 en general concuerda aceptablemente con la distribución conocida o inferida para *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental en Nuevo León (Banda-Leal et al. 2002). Además de Nuevo León el modelo predice la distribución de la especie en los estados de Coahuila, Tamaulipas y San Luis Potosí. Cabe señalar que al final de este estudio se confirmó la presencia de la especie en el ANP Sierra de Zapalinamé en el estado de Coahuila, sitio donde el modelo predijo la presencia de la especie antes de tener noticia de dicho registro.

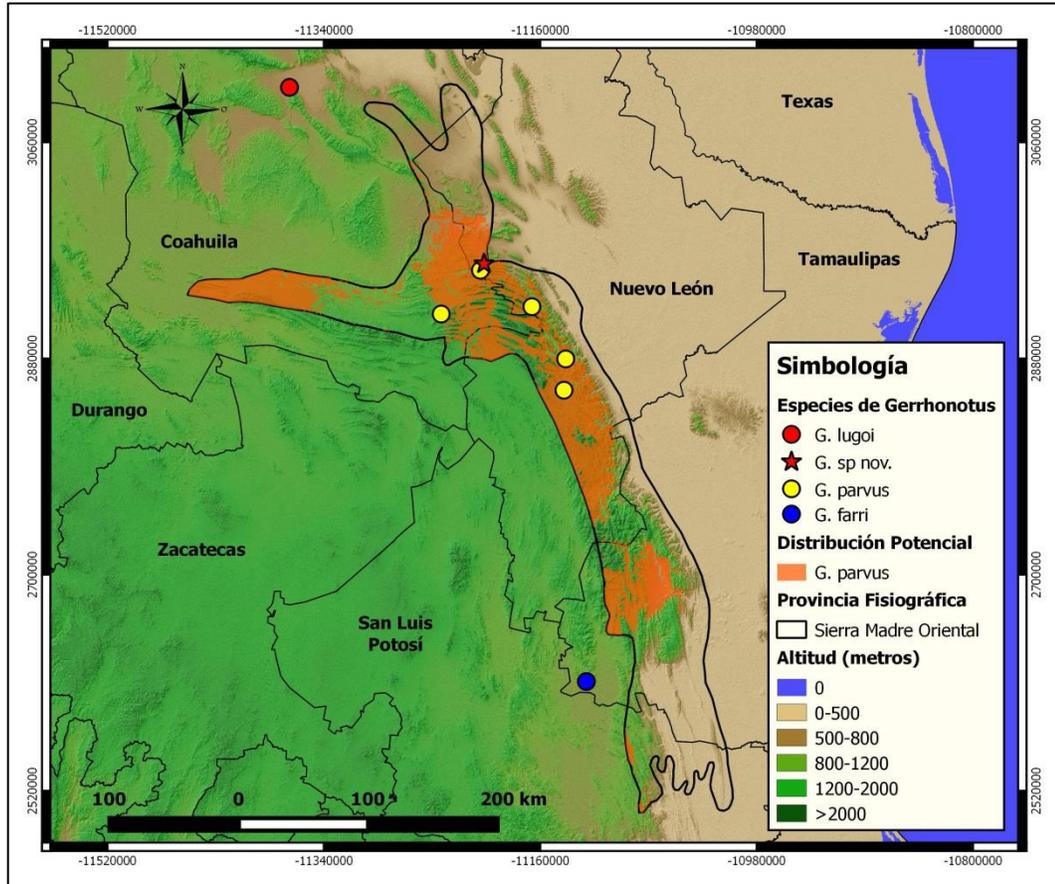


Figura 32: Distribución potencial de *G. parvus* y localidades conocidas de las especies de *Gerrhonotus* de escamas lisas de la SMO: Círculo rojo *G. lugoi*, estrella roja *G. sp. nov.* círculos amarillos *G. parvus*, círculo azul, *G. farri*.

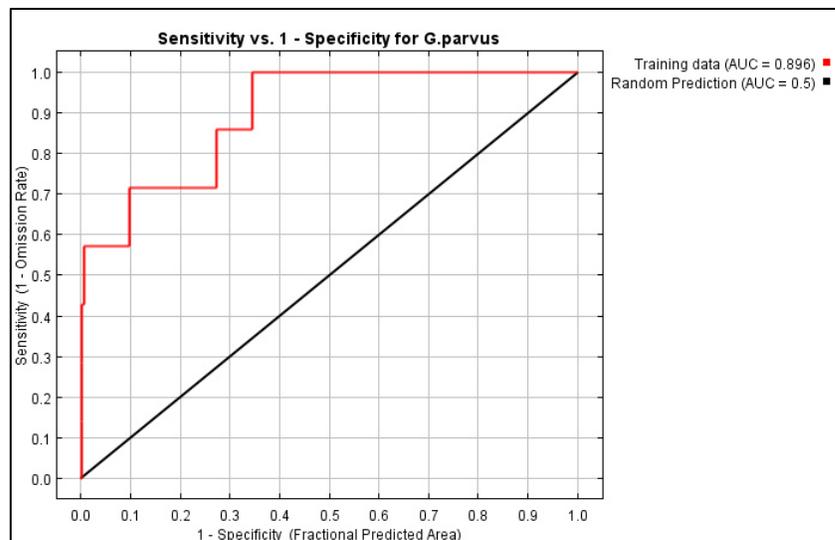


Figura 33: Curva ROC (Reciver-Operating Classifier) para la validación del modelo de nicho ecológico de *Gerrhonotus parvus* en le Sierra Madre Oriental.

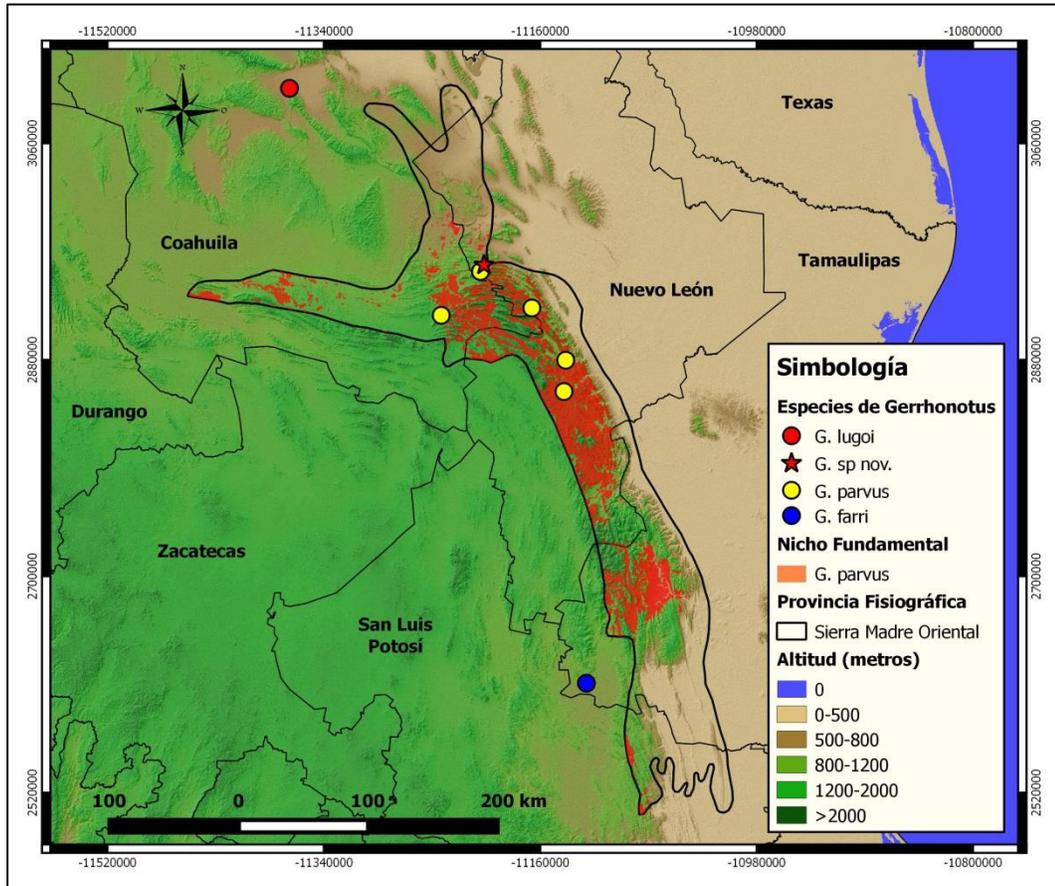


Figura 34: Nicho fundamental de *G. parvus* y localidades conocidas de las especies de *Gerrhonotus* de escamas lisas de la SMO: Círculo rojo *G. lugoi*, estrella roja *G. sp. nov.*, círculos amarillos *G. parvus*, círculo azul, *G. farri*.

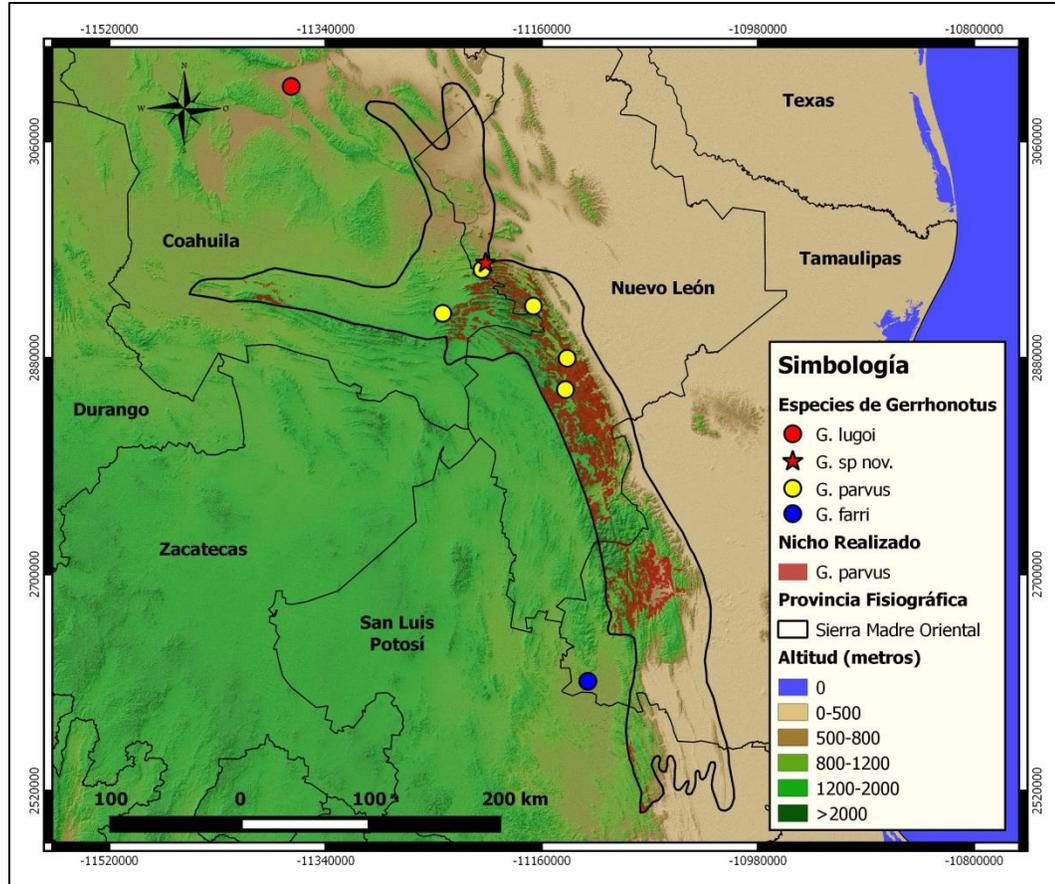


Figura 35: Nicho realizado de *G. parvus* y localidades conocidas de las especies de *Gerrhonotus* de escamas lisas de la SMO: Círculo rojo *G. lugoi*, estrella roja *G. sp. nov.*, círculos amarillos *G. parvus*, círculo azul, *G. farri*.

9. DISCUSIONES

9.1 Taxonomía

Gerrhonotus parvus presentó variación morfológica a lo largo de su distribución en la Sierra Madre Oriental, que difiere respecto al holotipo y paratipo de la especie (Knight y Scudday 1985).

Algunas especies de phrynosómátidos como *Sceloporus minor* presentan una variación clinal en la Sierra Madre Oriental (Treviño-Saldaña 1988). (Tihen 1948) sugirió que algunos caracteres de *Gerrhonotus liocephalus infernalis* varían clinalmente a lo largo de su distribución geográfica, desde el norte en Texas hasta su límite sur en San Luis Potosí, y consideró a *G. l. ophiurus* y *G. l. loweryi* como una continuación de dicha clina. Al parecer las poblaciones de *Gerrhonotus parvus* no presentan dicha variación clinal, lo que sugiere que existe flujo genérico ente las poblaciones o que no han estado aisladas por tanto tiempo como para haya divergencia ente sus poblaciones.

Se encontró un ánguido en las faldas al norte de la Sierra Madre Oriental que morfológicamente diferente a las especies reportadas para la Familia Anguidae en el Noreste de México (McCoy 1970; Knight y Scudday 1985; Bryson et al. 2003, 2010). Aunque solo se encontró un ejemplar cría, este difiere ampliamente de *Gerrhonotus parvus*, la especie de ánguido geográficamente más cercana (Lazcano y Bryson 2010) pero es muy similar a las crías de *Gerrhonotus lugoi* (Lazcano et al. 1993). La ontogenia y morfología indican que está más emparentado a *G. lugoi* endémico de Cuatrociénegas, Coahuila, de la cual al parecer está aislada geográficamente, lo que sugiere un proceso de cladogénesis, por lo que cumpliría con el concepto de especie evolutiva (Wiley 1978).

El ejemplar encontrado en las faldas de la Sierra Madre Oriental presenta caracteres derivados que no presentan otros miembros de la Familia Anguidae (Good 1998), por lo que cumple con el concepto de especie filogenética (Cracraft 1989).

Aún falta analizar información genética para establecer con mayor precisión la filogenia del grupo (Conroy et al. 2005). La adición de información genética de *Gerrhonotus farri*, y el ánguideo encontrado al norte de la Sierra Madre Oriental complementarían la información necesaria para conocer las relaciones filogenéticas del grupo de *Gerrhonotus* de escamas lisas.

9.2 Ecología

Los factores más importantes que influyen en las patrones de actividad de las lagartijas son los abióticos (temperatura y humedad), ritmos circadianos y hormonas (Klukowski et al. 2004; Winne y Keck 2004; García de la Peña et al. 2007). El patrón de actividad de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental varió considerablemente a través del año, mostrando su mayor actividad en primavera, posteriormente un decaimiento en verano y otoño, cesando en invierno. En primavera parece haber un patrón unimodal, mientras que en verano parece ser bimodal. Se ha reportado que las lagartijas tienden a cambiar el patrón bimodal de actividad de los meses calientes y secos a un patrón unimodal en los meses fríos. (Pianka y Parker 1972; Pianka 1993; García de la Peña et al. 2007).

Gerrhonotus infernalis que es la otra especie del género que había en la Sierra Madre Oriental y es simpátrica con *Gerrhonotus parvus* presenta un patrón bimodal en primavera y verano y un patrón unimodal en otoño. (García-Bastida 2013). La principal actividad de la población de *Gerrhonotus parvus* en Santiago fue en mayo, mientras que en Galeana fue abril durante días frescos y nublados.

La mayoría de los individuos fueron observados en microhábitat frescos, húmedos, y sombreados, principalmente roca y materia orgánica en descomposición. En general parecen evitar la exposición directa a la luz solar. Es probable que los factores abióticos (temperatura y humedad) sean los de mayor importancia y que influyen en el patrón de actividad y selección del microhábitat (Angert et al. 2002; Pal et al. 2010), lo que explicaría porque en el modelado de nicho ecológico la isothermalidad fue la variable

bioclimática más importante para generar la distribución potencial de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental.

Debido a su fisiología la temperatura y la humedad son factores importantes para la actividad de los lacertilios, (Brown y Roberts 2008), por lo que el proceso de termorregulación se manifiesta en la variación del patrón de actividad diaria y estacional. La temperatura corporal de *Gerrhonotus parvus* osciló entre 13.4 y 32.4 °C, mientras que en *Gerrhonotus infernalis* fue de 3.5 a 34.5 °C (García-Bastida 2013), por lo que *G. parvus* parece tener una tolerancia menor que *G. infernalis* a las variaciones térmicas y busca áreas con temperaturas más estables, lo que podría explicar porque no se encontró actividad fuera del cañón de San Isidro en Santiago y porque en Galeana solo se le encontró activo durante días frescos y nublados.

Hay una alta correlación entre la temperatura de *Gerrhonotus parvus* con el microhábitat, lo que sugiere que la especie tiene una autotermorregulación deficiente, por lo que depende ampliamente de la temperatura de los sustratos que utiliza.

En cuanto a la preferencia de madrigueras y sustratos se mostró una preferencia por las madrigueras estrechas y con entrada restringida, ya que al parecer estas le dificultan el acceso a los depredadores, en cuanto al sustrato, en el bioensayo se mostró una preferencia por el sustrato orgánico que simulaba el suelo y materia orgánica, lo que correspondería a la utilización de sustratos en su hábitat natural. Por lo que el sustrato puede ayudar a evadir depredadores y ayudar en la termorregulación (Angert et al. 2002; Díaz et al. 2006).

Durante el presente estudio se buscó analizar el ámbito hogareño de *G. parvus*, sin embargo las pruebas realizadas para la colocación de radiotransmisores no fueron exitosas, una vez instalados no duraban más de tres días fijados a los ejemplares, y lastimaban la piel, aunado a esto restringían su movimiento al ocultarse en las madrigueras, lo que habría alterado de sobremanera los datos.

9.3 Dimorfismo sexual

El dimorfismo sexual es común en lacertilios, aunque hay variaciones entre grupos filogenéticos (Buler et al. 2007; Molina-Borja 2003). Los resultados de este estudio demostraron que existe dimorfismo sexual en las poblaciones de *Gerrhonotus* en la Sierra Madre Oriental; los machos tienen cabezas más anchas, largas y altas, así como fémures más largos que las hembras, sin embargo las longitudes LHC son iguales entre machos y hembras.

En otros ánguidos como *Barisia monticola* los machos tienen cabezas más altas, largas y anchas que las hembras y no hay diferencias en LHC (Vial y Stewart, 1989). Sin embargo, en otros ánguidos como *Elgaria coerulea* los machos presentan cabezas más altas que las hembras (McBrayer y Anderson 2007), pero las hembras son más grandes en LHC (Stewart, 1985; Rutherford 2004; McBrayer y Anderson 2007), en *Gerrhonotus infernalis* los machos tienen cabezas más anchas, altas y largas y mayor LHC que las hembras (García-Bastida 2013).

En muchas especies de lacertilios las dimensiones de la cabeza son las que determinan el dimorfismo sexual (Pinto et al. 2005). Se ha sugerido que los machos con cabezas más grandes tienen ventaja en los combates contra otros machos o en la copulación con las hembras (Bowker 1988; Formanowicz et al. 1990). Se ha sugerido que las dimensiones de la cabeza son más importantes que la longitud de las extremidades en el desempeño de ciertos atributos como los combates intraespecíficos (Huyghe et al. 2005).

En *Abronia vasconcelosii* (Formanowicz et al. 1990) se reportan nueve patrones conductuales de agresión intraespecífica en los que no influye el tamaño o estatus de residencia de la especie, lo que sugiere que los combates no ocurren por disputas territoriales.

Según algunos autores, las dimensiones de la cabeza son más importantes que las de las extremidades en los combates (Bowker 1988; Formanowicz et al. 1990), sin embargo en cautiverio se observó a un macho someter a otro de contextura más ligera mediante una mordida en la cabeza, anclándose firmemente al suelo con la cola y las extremidades traseras, sujetándolo por un período considerable de tiempo, se observó que cuando el individuo sometido logró liberarse quedó con marcas de mordida y sangre, posteriormente se encontró en campo un macho con marcas de mordedura muy similares a las vistas en el ejemplar de cautiverio, dichas marcas también han sido observadas en ejemplares silvestres de *Gerrhonotus infernalis* (García-Bastida 2013).

Probablemente los machos de *Gerrhonotus parvus* que poseen cabezas más grandes tienen una ventaja durante los combates con otros machos o durante el apareamiento con las hembras (Herrel et al. 1999; Husak et al. 2006) por lo que el dimorfismo sexual favorece a los machos más grandes en especies que tienen conductas agresivas y territoriales dándoles ventaja en el combate (Husak et al. 2006).

La selección intrasexual probablemente dirige la evolución a poseer estructuras exageradas o mejorar el desempeño de estructuras como las cabezas porque ofrece ventajas en los encuentros agonísticos para establecer territorio o asegurar hembras (Lappain y Husak 2005; Lappain et al. 2006).

El período de incubación de los ánguidos es variable, oscilando entre 8 a 10 semanas (Vitt y Caldwell 2014), sin embargo el período de incubación de *G. parvus* fue de 4 semanas, lo que podría deberse a su pequeño tamaño con respecto al resto de las especies del grupo.

Aunque el nacimiento de las camadas de *G. parvus* fue exitoso, ninguna cría sobrevivió, lo cual suponemos se debió a la baja humedad relativa del laboratorio de herpetología, que está muy por debajo del nivel registrado en su microhábitat, la cual no pudieron tolerar debido a su pequeño tamaño.

9.4 Modelado de Nicho Ecológico

El modelado de nicho ecológico para *Gerrhonotus parvus* discrimina el área donde habitan las otras especies de *Gerrhonotus* de escamas lisas, por lo que parece no haber traslape de nichos. Los modelos predictivos de nicho ecológico pueden hacer una sobrepredicción en especies pertenecientes a linajes cercanamente relacionados (Halanych et al. 1999). En el caso de *Gerrhonotus parvus* el modelado de nicho ecológico excluye a las otras especies de ánguidos de escamas lisas, al parecer este linaje ocupa una zona adaptativa diferente a aquellos linajes con los cuales está emparentada, cumpliendo así con el concepto de especie ecológica (Van Valen 1976).

El modelo hace una sobrepredicción de la especie en los estados de Coahuila, Tamaulipas y San Luis Potosí. Dado que al final de este estudio se confirmó la presencia de *Gerrhonotus parvus* en el ANP Sierra de Zapalinamé en el estado de Coahuila, sitio donde el modelo predijo la presencia de la especie antes de tener noticia de dicho registro es factible que *Gerrhonotus parvus* pueda estar presente también en el estado de Tamaulipas, aunado a esto la distribución de *Gerrhonotus parvus* parece llegar muy cerca de la localidad donde se encuentra *Gerrhonotus farri*, incluso pudieran coincidir, es decir que habría un solapamiento de nicho, lo que concuerda con la teoría del nicho ecológico donde las especies emparentadas filogenéticamente tienden a evolucionar más rápido que los nichos.

Dado que las poblaciones reportadas de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental parecen ser disjuntas aún pueden existir otras poblaciones no reportadas todavía (Banda et al. 2002). El modelo de nicho ecológico muestra un área relativamente continua así como áreas aisladas donde es factible la presencia de *Gerrhonotus parvus*.

En México las comunidades de afinidades templadas como bosques de coníferas y latifoliadas son más vulnerables a los incrementos de las temperaturas (Villers y Trejo-Vázquez 1997, 1998). Se ha señalado que las especies con distribuciones naturalmente restringidas se encuentran en mayor riesgo que las de amplia distribución; así como las

de poblaciones relativamente pequeñas y de tiempos generacionales largos, debido a su menor capacidad adaptativa en comparación con las de características biológicas opuestas (Walther et al. 2002). Por otra parte las especies con una baja capacidad de dispersión tienen menor posibilidad de migrar, por lo que son más vulnerables a los efectos negativos del cambio climático (Martínez-Meyer et al. 2004). *Gerrhonotus parvus* es una especie que cumple con la mayoría de estas características, al habitar en zonas con este tipo de comunidades vegetales, tener una distribución restringida con poblaciones pequeñas en la mayoría de sus localidades conocidas, aunado a su baja capacidad de dispersión y a su deficiente termorregulación, la hacen una especie vulnerable a los efectos del cambio climático.

Se ha hipotetizado que si la conservación del nicho prevalece sobre la evolución en regiones altamente heterogéneas o fluctuantes, la diversificación puede ocurrir por un proceso de fragmentación en el rango de distribución, causado por la incapacidad de las especies de adaptarse a condiciones ambientales diferentes a las de su distribución ancestral (Losos 2008). Por otra parte, la conservación del nicho puede ser importante al inicio del proceso de especiación (diversificación) (Eloísa-León et. al. 2010). La conservación del nicho se puede deber a cuatro causas: a) selección natural direccional, b) pleiotropía, c) flujo de genes y d) carencia de variabilidad genética. Los estudios sobre conservación del nicho se realizan usando pares de especies hermanas, para lo cual es necesario conocer la filogenia del grupo de interés (Wiens y Graham 2005). Esto parece estar pasando con el complejo *G. lugoi*/*G. sp. nov.*, dado que son más similares entre sí que a otros miembros del complejo de *Gerrhonotus* de escamas lisas y habitan en áreas con características bióticas y abióticas muy similares entre sí, en las faldas del a Sierra de San Marcos en el Valle de Cuatrociénegas y en la porción norteña en las faldas del macizo montañoso de la Sierra Madre Oriental respectivamente, pero separadas geográficamente por una gran distancia.

10. CONCLUSIONES

Se aportaron datos relevantes sobre su morfología, ecología y distribución geográfica de *Gerrhonotus parvus*.

En primavera se presentó la mayor actividad de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental, cuando las condiciones climáticas son más estables, dado que tiene una tolerancia menor a las variaciones de temperatura a diferencia de *Gerrhonotus infernalis* que es el ánguido más común en el área y presenta una mayor tolerancia a las variaciones térmicas, además tiene su mayor actividad durante el otoño.

Se demostró que existe dimorfismo sexual en *Gerrhonotus parvus*, los machos presentaron mayores dimensiones de la cabeza en ancho, largo, alto y largo del fémur que las hembras. Estas características les confieren ventaja al combatir con otros machos por el éxito reproductivo.

La Sierra Madre Oriental presenta una considerable área donde existen las condiciones bioclimáticas adecuadas para la presencia de *Gerrhonotus parvus*, por lo que es factible que existan poblaciones no descubiertas todavía.

G. parvus es un excelente candidato para ser una especie bandera y continuar siendo estudiado en los siguientes años.

Se propone una nueva especie de ánguido del grupo de escamas lisas en la zona norte de la Sierra Madre Oriental morfológicamente emparentado con *Gerrhonotus lugoi*.

11. RECOMENDACIONES

Acorde a la información obtenida en este estudio se proponen las siguientes recomendaciones.

Continuar con la búsqueda de nuevas poblaciones de *Gerrhonotus parvus* en la Sierra Madre Oriental en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí.

Seguir analizando a largo plazo las interacciones ecológicas de *Gerrhonotus parvus* con hábitat en el resto de sus poblaciones como sus patrones de actividad, ecología térmica y patrones de dimorfismo sexual.

Continuar con la búsqueda de ejemplares del ánguido propuesto como nueva especie, para conocer y describir de forma más detallada su morfología y la posible variación que pueda presentar, así como el probable dimorfismo sexual.

Realizar estudios filogenéticos del Género *Gerrhonotus* incluyendo el material genético de las especies faltantes en la literatura *G. farri*, *G. lugoi* y el ejemplar propuesto como nueva especie.

Incrementar la categoría de protección de *Gerrhonotus parvus* en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Protección especial (Pr) a En peligro de extinción (P).

12. LITERATURA CITADA

- Angert, A. L., D. Hutchinson, D. Glossip, and J. Losos.** 2002. Microhabitat use and thermal biology of the collared lizard (*Crotaphytus collaris collaris*) and the fence lizard (*Sceloporus undulates hyacinthinus*) in Missouri Glades. *Journal of Herpetology* 36: 23-29.
- Baharav, D.** 1975. Movement of the Horned lizard *Phrynosoma solare*. *Copeia* 4:64-657.
- Baird, S. F.** 1858. Description of new genera and species of North American lizards in the museum of the Smithsonian Institution *Proceedings of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 10:253-256.
- Banda Leal, J.** 2002. Aspectos Ecológicos de la Herpetofauna del Parque, Ecológico Chipinque, ubicado en los Municipios de Garza, García y Monterrey, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis de licenciatura. 100 p.
- Banda-Leal J., R. W. Bryson and D. Lazcano.** 2002. A new range extension for the Pigmy Alligator Lizard *Elgaria parva* (Knight and Scudday, 1985) Lacertilia: Anguidae for Nuevo León, México. *The Southwestern Naturalist* 47(4): 614-615.
- Banda-Leal, J., R. W. Bryson Jr., and D. Lazcano.** 2005. *Gerrhonotus parvus* (Pygmy Alligator Lizard) maximum size. *Herpetological Review*. 36 (4): 449.
- Barbour, R. W., J. W. Hardin, J. P. Schafer, and M. J. Harvey.** 1969. Home range, movements, and activity of the Dusky salamander, *Desmognatus fuscus*. *Copeia* 2:293-297.
- Bocourt, M. F.** 1871. Description de quelques *Gerrhonotus* nouveaux provenant de Mexique et del' Amérique Centrale. *Bulletin Nouvelle Archives Museum*. (7):101-108.
- Bocourt, M. F. 1878.** In Duméril, A. M. C., G. Bibron, and M. F. Mocquard. *Etudes sur les Reptiles, Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale Recherches Zoologiques*, vol. 5. Imprimerie Impériale, Paris.
- Bowker R. W. 1988.** A comparative behavioral study and taxonomic analysis of *Gerrhonotus* lizards. PhD Dissertation, Arizona State University, Tempe, Arizona.
- Brown J. H., and M. V. Lomolino.** 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates. 845 p.

- Brown, J. L.** 2014. SDM Toolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. *Methods in Ecology and Evolution* 5 (7):694–700.
- Brown R. P. and N. Roberts.** 2008. Feeding state and selected body temperatures in the slow-worm (*Anguis fragilis*). *Herpetological Journal* 18: 59-62.
- Bryson R. W. y D. Lazcano, Banda-Leal J., Castañeda-Gaitán y C. García- De la Peña.** 2003. Historia Natural de la Lagartija Pigmea (*Elgaria parva*) Endémica de Nuevo León, México, Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana 11(1):21-22.
- Bryson R. W. Jr. and D. Lazcano.** 2005. The Pygmy Alligator Lizard of Nuevo León, México. *The European Herpetological Magazine Reptilia (GB)* 39:69-72.
- Bryson R. W. and R. M. Graham.** 2010. A New Alligator Lizard from Northeastern México. *Herpetologica* 66(1):92-98.
- Bull, C. M. and M. J. Freake.** 1999. Home-range fidelity in the Australian sleepy lizard, *Tiliqua rugosa*. *Australian Journal of Herpetology* 47:125-132.
- Burt, C. E.** 1935. A key to the lizards of the United States and Canada. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 38:225-305.
- Butler, M. A., S. A. Sawyer, and J. B. Losos.** 2007. Sexual dimorphism and adaptive radiation in *Anolis* lizards. *Nature* 447:202-205.
- Campbell, H. W. and S. P. Christman.** 1982. (Pages 193-200). In *Field techniques for herpetofaunal community analysis*. in: *herpetological communities*. Wildlife Research Report 13, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington D.C.
- Canseco-Márquez, L., y M. G. Gutiérrez-Mayen.** 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, fundación para la reserva de la Biosfera Cuicatlán, A.C. y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 302 p.
- Caswell, H.** 2000. Prospective and retrospective perturbation analyses : Their roles in conservation biology. *Ecology* 81 (3): 619–27.
- Chase J. M and M. A. Leibold.** 2003. *Ecological Niches: Linking Classical and Contemporary Approaches*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Conant, R. and J. T. Collins.** 1998. *A Field Guide to Reptiles and Amphibians of Eastern and Central North America*. 3a Ed., Houghton Mifflin Co. Boston, E.U.A. 616 p.

- Contreras-Arquieta, A.** 1989. Una nueva subespecie de *Gerrhonotus* (Reptilia: Anguidae) del Bolsón de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. X Congreso Nacional de Zoología, Programa de resúmenes: resumen 75.
- Conroy, C. J.; Bryson Jr., R.W., Lazcano, D. and Knight, A.** 2005. Phylogenetic placement of the Pygmy Alligator Lizard based on mitochondrial DNA. *Journal of Herpetology* 39 (1): 142-147.
- Cooper, W. E. Jr.** Prey chemical discrimination, foraging mode, and phylogeny. (Page 91-116). In: Vitt, L. J. and E. R. Pianka. 1994. *Lizard Ecology, historical and experimental perspectives*. Princeton University Press: 91-116.
- Cope, E. D.** 1866. Fifth contribution to the herpetology of tropical America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 18:317-323.
- Cope, E. D.** 1878. Tenth contribution to the herpetology of tropical America. *Proceedings of the American Philosophical Society*. (1877) 17:85-98.
- Cope, E. D.** 1900. The crocodilians, lizards, and snakes of North America. *Annual Report of the United States. Naturalist. Museum*. (1898):155-1294.
- Cracraft, J.** 1989. Species as Entities of Biological Theory. In *What the Philosophy of Biology*. M Ruse (editor). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-The Netherlands: 31-52.
- Cruz-Sáenz, D., and D. Lazcano.** 2012. Biological and Ecological Aspects of *Xantusia sanchezi*, an endangered lizard in an oak forest in the state of Jalisco, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 129–32.
- Díaz J. A., C. Monasterio, and A. Salvador.** 2006. Abundance microhabitat selection and conservation of eyed lizards (*Lacerta lepida*): a radiotelemetric study. *Journal of Zoology* 268: 295-301.
- Dixon, J. R. and Lemos-Espinal, J. A.** 2010. Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México / Amphibians and reptiles of the state of Querétaro, Mexico. UNAM- CONABIO (Universidad Nacional Autónoma de México / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 428 p.
- D.O.F.** 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Diciembre de 2010 por el H. Congreso de la Unión. Presidencia de la República de los Estados Unidos Mexicanos. 78 p.

- Eliosa-León H. R., Nieto-Montes de Oca A, y Navarro-Carbajal M. C.** 2010. Conservadurismo filogenético del nicho ecológico un enfoque integral de la evolución. *Ciencias. UNAM.* 98: 65-69.
- Elton, C.** 1927. *Animal ecology.* Sidwick & Jackson. London. 204 p.
- Estes, R.** 1983. The fossil record and early distribution of lizards (Pp. 365–398). *In Advances in Herpetology and Evolutionary Biology.* A. G. J. Rhodin and K. Miyata (Eds.). Harvard University Press, Cambridge.
- Ferner, J. W.** 1979. A review of marking techniques for amphibians and reptiles. *Society of Study of Amphibians and Reptiles, Herpetological Circular.,* No. 9: 41.
- Fisher, M. and A. Munth.** 1989. A technique for permanently marking lizards. *Herpetological Review.* 20:45–46.
- Fitch, H.S., and H. W. Shirer.** 1971. A radiotelemetry study of spatial relationships in some common snakes. *Copeia* 1:118-128.
- Flores-Villela, O., and U. O. García-Vázquez.** 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 467–75.
- Formanowicz, D. R., Jr., E. D. Brodie, Jr. and J. A. Campbell.** 1990. Intraespecific aggression in *Abronia vasconcelosii* (Sauria, Anguidae) a tropical, arboreal, lizard *Biotropica* 22:391-396.
- Gao, K. and Fox. R. C.** 1996: Taxonomy and evolution of Late Cretaceous lizards (Reptilia: Squamata) from western Canada. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History,* 33 i-iv,:1-107.
- García-Bastida, M.** 2013. Aspectos Ecológicos de *Gerrhonotus infernalis* (SAURIA: ANGUIDAE) en el Parque Ecológico Chipinque, San Pedro Garza García, Nuevo León México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis inédita. 112 p.
- García de la Peña C., H. Gadsden, A. J., Contreras-Balderas y G. Castañeda.** 2007. Ciclos de actividad diaria y estacional de un gremio de saurios de las dunas de Viesca, Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:141-147.
- García-Grajales, J., Aguirre-León, G. y Contreras-Hernández, A.** 2007. Tamaño y estructura poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) (Reptilia: Crocodylidae) en el estero La ventanilla, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 21:53-71.

- Gauthier, J. A.** 1982. Fossil xenosaurid and anguid lizards from the early Eocene Wasatch Formation, southeast Wyoming, and a revision of the Anguioidea. *Contributions to Geology*. University of Wyoming. 21:7–54.
- Germano, J. M., 2007.** Movements, home ranges, and capture effect of the endangered Otago Skink (*Oligosoma otagense*). *Journal of Herpetology* 41 (2):179–86.
- Gitay, H., A. Suarez, R. T. Watson and D.J. Dokken (eds.).** 2002. *Climate Change and Biodiversity*. IPCC Technical Paper V. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Good, D. A.** 1988. Phylogenetic relationships among gerrhonotinae lizards, an analysis of external morphology. University of California Press. (121): 1-139.
- Good, D. A.** 1994. Species limits in the genus *Gerrhonotus* (Squamata: Anguinae). *Herpetological Monographs*. 8:180-202.
- Graham, R. W., E. L. Lundelius, M. A. Graham, E. K. Schroeder, R. S. Toomey, E. Anderson, A. D. Barnosky, J. A. Burns, C. S. Churcher, D. K. Grayson, R. D. Guthrie, C. R. Harington, G. T. Jefferson, L. D. Martin, H. G. McDonald, R. E. Morlan, H. A. Semken, S. D. Webb, L. Werdelin, and M. C. Wilson.** 1996. Spatial Response of Mammals to Late Quaternary Environmental Fluctuations. *Science* 272 (5268):1601-1606.
- Gray, P. A.** 2005. Impacts of climate change on diversity in forested ecosystems: Some examples. *The Forestry Chronicle* 81:655-661.
- Greene, H. W. and B. E. Dial.** 1966. Brooding behavior by female Texas alligator lizards. *Herpetologica* 22:303.
- Greene, H. W., J. Sigala-Rodríguez and B. J. Powell.** 2006. Parental behavior in anguid lizards. *South American Journal of Herpetology*, 1(1):9-19.
- Greenberg, C. H., D. G. Neary and L. D. Harris.** 1994. Effect of high-intensity wildlife and silvicultural treatments on reptile communities in sand-pine scrub. *Conservation Biology* 8:1047-1075.
- Grinnell, J.** 1917. Field test of theories concerning distributional control. *American Naturalist*. 51:115-128.
- Grinnell, J.** 1924. Geography and evolution. *Ecology* 5:225-229.
- Gutiérrez, A. y A. Ortega.** 1985. Comparación de métodos para calcular el área de actividad de *Sceloporus scalaris*. *Acta Zoológica Mexicana* (ns), 12:1-12.

- Haenel, G. J., L. C. Smith, and H. B. John-Alder.** 2003. Home-Range analysis in *Sceloporus undulatus* (Eastern fence lizard). I. Spacing patterns and the context of territorial behaviour. *Copeia* (1):99-112.
- Halanych, K. M., J. R. Demboski, J. van Vuuren Bettine, D. R. Klein, and J. A. Cook.** 1999. Cytochrome b phylogeny of North American hares and jackrabbits (*Lepus*, Lagomorpha) and the effects of saturation in taxa. *Molecular Phylogenetic Evolution*. 11:213–221.
- Hartweg, N. and J. A. Tihen.** 1946. Lizards of the genus *Gerrhonotus* from Chiapas, Mexico. Occasional papers of the Museum of Zoology, University of Michigan (497):1-16.
- Herrel, A., L. Spithoven, R. van Damme. and F. de Vree.** 1999. Sexual dimorphism of head size in *Gallotia galloti*: testing the niche divergence hypothesis by functional analyses. *Functional Ecology* 13:289-297.
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, and A. Jarvis.** 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15):1965–1978.
- Howard R, I. Williamson, P. Mather.** 2003. Structural aspects of microhabitat selection by the skink *Lampropholis delicata*. *Journal of Herpetology* 37:613–617.
- Huang, W. S.** 2006. Ecology and Reproductive Patterns of the Grass Lizard, *Takydromus sauteri*, in a Tropical Rain Forest of an East Asian Island. *Journal of Herpetology* 40 (2):267-273.
- Hudson, S.** 1996. Natural toe loss in southeastern Australian skinks: Implications for marking lizards by toe-clipping. *Journal of Herpetology*. 30:106– 110.
- Huey, R. B. and E. R. Pianka.** 1981. Ecological consequences foraging mode. *Ecology* 62:991-999.
- Husak J. F., A. K. Lappin, S. F. Fox, and J. A. Lemos-Espinal.** 2006. Bite-force performance predicts dominance in male. Venerable collared lizards (*Crotaphytus antiquus*). *Copeia* (2):301-306.
- Hutchinson, G. E.** 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22 (2):415–427.
- Huyghe, K., B. Vanhooydonck, H. Scheers, M. Molina-Borja, and R. Van damme.** 2005. Morphology, performance and fighting capacity in male lizards, *Gallotia galloti*. *Functional Ecology*. 19:800-807.

- Klukowski, M., Ackerson, B and C. E. Nelson.** 2004. Testosterone and daily activity period in laboratory-housed mountain spiny lizards, *Sceloporus jarrovi*. Journal of Herpetology 38:120-124.
- Knight, R. A and Scudday, J. F.** 1985. A new *Gerrhonotus* (Lacertilia: Anguidae) from the Sierra Madre Occidental, Nuevo León, México. The Southwestern Naturalist. 30 (1):89-94.
- Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática.** INEGI. <<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usuarios/Default.aspx>> (consultado 11 julio 2013).
- Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática.** 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. INEGI. 170 p.
- Jellinek, S., D. A. Driscoll and J. B. Kirkpatrick.** 2004. Environmental and vegetation variables have a greater influence than habitat fragmentation in structuring lizard communities in remnant urban bushland. Austral Ecology 29: 294-304.
- Johnson, R. H.** 1910. Determinate evolution in the color-pattern in the lady beetles. Carnegie Institution of Washington, Washington. Publication 122. 104 p.
- Johnson M. A.** 2005. A new method of temporarily marking lizards. Herpetological Review. 36(3), 277–279.
- Kent, M and P. Coker.** 1992. Vegetation description and analysis. A practical approach. Belhaven Press London 363 p.
- Lappain, A. K., and J. F. Husak.** 2005. Weapon performance, not size, determines mating success and potential reproductive output in the collared lizard (*Crotaphytus collaris*) The American Naturalist 166:426-436.
- Lappain, A. K., Y. Brandt, J. F. Husak, J. M. Macedonia, and D. J. Kemp.** 2006. Gaping displays reveal and amplify a mechanically based index of weapon performance. The American Naturalist 168:100-113.
- Leibold, M. A. and P. Geddes.** 2005. El concepto de nicho en las metacomunidades. Ecología Austral 15:117- 129.
- Lazcano, D. Jr., Contreras, A. and Nevarez de los Reyes, M.** 1993. Notes on Mexican Herpetofauna 3: Reproductive Biology of *Gerrhonotus lugoi*, an Anguid lizard from the Cuatro-Cienegas Basin, Coahuila, México. Bulletin of Chicago Herpetological Society. 28 (12):263-265.
- Lazcano, D., and R. W. Bryson Jr.** 2010. *Gerrhonotus parvus* (Pigmy Alligator Lizard) juvenile size. Herpetological Review 41 (1):79.

- Lemos, Rojas R. y Zuñiga J.** 2005. Técnicas para el Estudio de Poblaciones de Fauna Silvestre. Universidad Nacional Autónoma de México, CONABIO. 157 p.
- Lemos-Espinal J. A. Smith H. M. and Chizar D.** 2004. Introducción a los anfibios y reptiles del estado de Chihuahua/Introduction to the Amphibians and Reptiles of the State of Chihuahua, México. México D.F. CONABIO. 128 p.
- Lemos-Espinal, J. A., and H. M. Smith.** 2007. Anfibios y reptiles del estado de Coahuila, México / Amphibians and reptiles of the state of Coahuila, Mexico. UNAM-CONABIO (Universidad Nacional Autónoma de México / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 550 p.
- Lemos-Espinal J. A. and Smith H. M.** 2009. Claves para los anfibios y reptiles de Sonora, Chihuahua y Coahuila, México/ keys to the amphibians and reptiles of Sonora, Chihuahua and Coahuila, México. México D.F. CONABIO. 348 p.
- Lemos-Espinal J. A. and Dixon J. R.** 2013. Amphibians and Reptiles of San Luis Potosí. Eagle Mountain Publishing. 312 p.
- Lindenmayer, D. B., Mackey B. G. and H. A. Nix.** 1996. The bioclimatic domains of four species of commercially important eucalypts from south-eastern Australia. *Australian Forestry* 59:74-89.
- Liner, E. A., and G. Casas-Andreu.** 2008. Nombres estándar en Español en Inglés y nombres científicos de los anfibios y reptiles de México. / Standard Spanish, English and scientific names of amphibians and reptiles of Mexico. Second edition. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular 38.
- Lomolino, M. V., B. R. Riddle and J.H. Brown.** 2005. Biogeography. Tercera Edición. Sinauer Associates. Sunderland, MA (EUA). 868 p.
- Losos J. B.** 2008. Phylogenetic niche conservatism, phylogenetic signal and relationship between phylogenetic relatedness and ecological similarity among species. *Ecology Letters* (11):995-1007.
- MacArthur, R. H.** 1972. Geographical Ecology. Princeton University Press, Princeton. 288 p.
- Macey, J. R., J. A. Schulte II, A. Larson, B. S. Tuniyev, N. Orlov, and T. J. Papaenfuss.** 1999. Molecular phylogenetics, tRNA evolution, and historical biogeography in anguid lizards and related taxonomic families. *Molecular phylogenetics and evolution*. 12:250-272.

- Martínez-Meyer, E., A. T. Peterson and W. W. Hargrove.** 2004. Ecological niches as stable distributional constraints on mammal species, with implications for Pleistocene extinctions and climate change projections for biodiversity. *Global Ecology and Biogeography* 13:305-314.
- Maslin, M.** 2004. Atmosphere: Ecological Versus Climatic Thresholds. *Science*: 2197-2198.
- McBrayer, L. D., and R. A. Anderson.** 2007. Sexual size dimorphisms and bite force in the Northern Alligator Lizard, *Elgaria coaerula*. *Journal of Herpetology* 41 (4):554-559.
- McCoy, C. J.** 1970. A new alligator lizard (genus *Gerrhonotus*) from the Cuatro-Cienegas Basin, Coahuila, México. *The Southwestern Naturalist*. 5 (1):37-44.
- Mezoely, C. A. M.** 1970. North American Anguid fossil anguid lizards. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*. 139:87-149.
- Meszoely, C., and Haubold, H.** 1975. The status of the Middle Eocene Geiseltal limbless anguid lizards. *Copeia* 1975:36–43.
- Middelburg, J. J. M., and H. Strijbosch.** 1988. The reliability of the toe clipping method with the common lizard (*Lacerta vivipara*). *Herpetology*. *Journal*. 1:291–293.
- Molina-Borja, M.** 2003. Sexual dimorphism of *Gallotia atlantica atlantica* and *Gallotia atlantica mahoratae* (Lacertidae) from the Eastern Canary Islands. *Journal of Herpetology* 37:769-772.
- Murray, L. T.** 1939. Annotated list of amphibians and reptiles from the Chisos Mountains. *Contributions from Baylor University Museum*. 24:4-16.
- Narváez Torres, S.** 2013. Distribución Ecológica de la Herpetofauna del Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis de licenciatura. 83 p.
- O'Shaughnessy, A. W. E.** 1873. Herpetological notes. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, 12:44- 8. Peale, T. R., and J. Green. 1830. Description of two new species of the Linnaean genus *Lacerta*. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 6:231-234.
- Pal A., M. M. Swain and S. Rath.** 2010. Observations on microhabitat use and activity patterns in *Sitania ponticeriana* (Sauria: Agamidae). *Russian Journal of Herpetology*. 17 (1):22-30.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela, and C. Mendoza-Almeralla.** 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:460–466.

- Peale, T. R., and J. Green.** 1830. Description of two new species of the Linnaean genus *Lacerta*. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 6:231-234.
- Pearson, G and Dawson, T. P.** 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography* 12 (5):361–37.
- Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M. and Townsend Peterson, A.** 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34:102-117.
- Pearson, R. G.** 2007. Species distribution modeling for conservation educators and practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History. Disponible en <<http://ncep.amnh.org>>
- Peterson, A. T., Soberón, J. and V. Sánchez-Cordero.** 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 285:1265-1267.
- Peterson, A. T., Ortega-Huerta, M. A., Bartley, J., Sánchez-Cordero V., Soberón, J., Buddemeier, R. H., and D. R. Stockwell.** 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature*, 416:626-629.
- Perry G. and T. Garland Jr.** 2002. Lizard home ranges revisited: effects of sex, body size, diet, habitat, and phylogeny. *Ecology* 83:1870-1885.
- Pianka E. R.** 1993. The many dimensions of a lizard's ecological niche. (Pages 121-154) *In* E. D. Valakos, W. Bohme, V. Perez-Mellado, and P. Maragou (eds.) *Lacertids of the Mediterranean Basin*. Hellenic Zoological Society. University of Athens. Grece.
- Pianka, E. R.** 1966. Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology* 47:1055-1059
- Pianka, E. R.** 1971. Comparative ecology of two lizards. *Copeia* 1:129-138.
- Pianka, E. R., and L. J. Vitt.** 2003. *Lizards: Windows to the Evolution of Diversity* Vol. 5. University of California Press. 348 p.
- Pinto A. C. S., H. C. Wiederhecker, and G. R. Colli.** 2005. Sexual dimorphism in the Neotropical lizard, *Tropidurus torquatus* (Squamata, Tropiduridae). *Amphibia-Reptilia* 26:127-137.
- Pianka E. R. and W. S. Parker.** 1972. Ecology of the iguanid lizard *Callisaurus draconoides*. *Copeia* 1972:493-508.

- Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky, and K. D. Wells.** 2004. *Herpetology*. Prentice Hall, New Jersey. 726 p.
- Pyron, R. A., F. T. Burbrink, and J. J. Wiens.** 2013. A phylogeny and revised classification of squamata, including 4161 species of lizards and snakes. *Bio Med Central Evolutionary Biology* 13 (1):93.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, R. Cruz-Elizande, C. Berriozábal-Islas, D. Lara-Truffiño, I. Goyenechea Mayer- Goyenechea, y J. M. Castillo-Cerón.** 2014. *Los Anfibios y Reptiles de Hidalgo, México: Diversidad, Biogeografía y Conservación*. Sociedad Herpetologica Mexicana, A. C., México. 387 p.
- Raxworthy, C. J., E. Martínez-Meyer, N. Horning, R. Nussbaum, G. E. Schneider, M.A Ortega-Huerta, and A. T. Peterson.** 2003. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature* 426 (6968):837-41.
- Reaño-Hernández, I., Wilson, L. D., Ramírez-Bautista, A. and Torres-Angeles, F.** 2015. *Gerrhonotus ophiurus*. Reproduction. *Mesoamerican Herpetology* 2 (3):338-339.
- Rojas-González, R. I., C.P. Jones, J. J. Zúñiga-Vega, and J.A. Lemos-Espinal.** 2008. Demography of *Xenosaurus platyceps* (Squamata: Xenosauridae): a comparison between tropical and temperate populations. *Amphibia-Reptilia* 29:245-256.
- Rose, B.** 1981. Factors affecting activity in *Sceloporus virgatus*. *Ecology* 62:706-716.
- Rosenzweig, C., Casassa G, Karoly D. J., Imeson A, Liu C., Menzel A., Rawlins S., Root T.L., Seguin B, and Tryjanowski P.** 2007. Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. (Page 79-131) In: M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson (Eds.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Ruby, D. E.** 1978. Seasonal changes in the territorial behavior of the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. *Copeia* 1978 (3):430-438.
- Rutherford, P.** 2004. Proximate mechanisms that contribute to female-biased sexual size dimorphism in an anguid lizards. *Canadian Journal of Zoology* 82:817-822.
- Stewart, J. R.** 1985. Growth and survivorship in a California population of *Gerrhonotus coerulea*, with comments on intraspecific variation in adult female size. *American Midland Naturalist* 113:30-44.

- Stockwell, C. A., Hendry A. P. and M. T. Kinnison.** 2003. Contemporary evolution meets conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution*. 18:94-101.
- Strecker, J. K.** 1926. A list of reptiles and amphibians collected by Louis Garni in the vicinity of Boerne, Texas. *Contributions from Baylor University Museum*. 6:3-9.
- Stejneger, L., and T. Barbour.** 1939. A check list of North American amphibians and reptiles. 4th ed. Cambridge, Harvard University Press. 207 p.
- Smith, H. M., and M. Alvarez del Toro.** 1963. Notulae Herpetologicae Chiapasiae IV. *Herpetologica*, 19:100-105.
- Smith, H. M.** 1946. Handbook of lizards. Comstock Publ. Co., Ithaca, NY. 520 p.
- Smith, H. M., and E. H. Taylor.** 1950. Type localities of Mexican reptiles and amphibians. *The University of Kansas Science Bulletin*. 33:313-379.
- Smith, H. M.** 1986. The Generic Allocation of two species of Mexican anguid lizards. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*. 22:21-22.
- Soberón, J. and M. Nakamura.** 2009. Niches and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 17:19644-19650.
- The IUCN Red List of Threatened Species** <<http://www.iucnredlist.org/search>> (consultado 7 de mayo de 2010).
- Thomas, C. D., Cameron A., Green R. E., Bakkenes M. and L. J. Beaumont.** 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*, 427:145-148.
- Tihen, J. A.** 1948. A new *Gerrhonotus* from San Luis Potosí. *Trans. Kansas Academy. Society*. 51:302-305.
- Tihen, J. A.** 1954. *Gerrhonotinae* lizards recently added to the American Museum collection, with further revisions of the genus *Abronia*. *American Museum Novitates*. (1687):1-26.
- Tinkle, D. W., D. McGregor, and D. Summer.** 1962. Home range ecology of *Uta stansburiana stejnejeri*. *Ecology* 43:223-229.
- Tinkle, D. W. and J. W. Gibbons.** 1977. The distribution and evolution of viviparity in reptiles. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*. 154:1-55.
- Treviño-Saldaña C. H.** 1988. A new montane lizard (*Sceloporus jarrovi cyaneus*) from Nuevo León, México. *Revista Biología Tropical*. 36(2B): 407-411.

- US GEOLOGICAL SERVICE. 2001. Hydro 1K.**
<<http://eros.usgs.gov/products/elevation/hydro1k.html>> (consultado 11 julio 2013).
- Vanhooydonck, B., A., Herrel, R. Van Damme, and D. J. Irschick. 2005.** Does dewlap size predict male bite performance in Jamaican *Anolis* lizard? *Functional Ecology* 19:38-42.
- Van Valen, Leigh. 1976.** Ecological species, multispecies, and oaks. *Taxon* 25 (2/3):233–39.
- Velasco-Macias. C. 2009.** Flora del Estado de Nuevo León: Diversidad y Análisis Espacio-Temporal. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Tesis de Doctorado. 272 p.
- Vial, J. L. and J. R. Stewart. 1989.** The manifestation and Significance of sexual dimorphism in anguid lizards: a case study of *Barisia monticola*. *Canadian Journal of Zoology* 67:58-72.
- Villers, R. L. and I. Trejo-Vázquez. 1997.** Assessment of the vulnerability of forest ecosystems to climate change in Mexico. *Climate Research* 9:87-93.
- Villers, R. L. and I. Trejo-Vázquez. 1998.** Climate Change on Mexican Forests and Natural Protected Areas. *Global Environmental Change Elsevier Science* 2(8):141-157.
- Vitt, L. G. and J. D. Congdon. 1978.** Body shape, reproductive effort, and relative clutch mass in lizards: resolution of a paradox. *American Nature*. 112:595-608
- Vitt, L. J. and H. J. Price. 1982.** Ecological and evolutionary determinants of relative clutch mass in lizards. *Herpetologica* 38:237-255.
- Vitt L. J. and J. P. Caldwell. 2009.** Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. 3ra Edition Academy Press. 697 p.
- Vitt, L. J., and J. P. Caldwell. 2014.** Herpetology. An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. Fourth Edition. Amsterdam: Elsevier. 757 p.
- Waddick, J. W., and H. M. Smith. 1974.** The significance of scale characters in evaluation of the lizard genera *Gerrhonotus*, *Elgaria*, and *Barisia*. *Great Basin Naturalist* 34:257–266.
- Walther, G.-R., E. Post, P. Convey, A. Menzel, C. Parmesan, T. J. C. Beebee, J.M. Fromentin, Hoegh-Guldberg and F. Bairlein. 2002.** Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416:389-395.
- Wiegmann, A. F. 1828.** Beitrge zur Amphibienkunde. *Isis von Oken* 21:364-383.

- Wiegmann, A. F.** 1834. Herpetología Mexicana, pt. 1, saurorum species. Luderlitz, Berlin.
- Wiens J. J. and C. H. Graham.** 2005. Niche Conservatism: Integrating evolution, ecology and conservation biology. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 36:519-539.
- Winne, C. T. and M. B. Keck.** 2004. Daily activity patterns of whiptail lizards (Squamata: Teiidae: *Aspidoscelis*): a proximate response to environmental conditions or an endogenous rhythm?. *Functional Ecology* 18:314-321.
- Wone, B. and B. Beauchamp.** 2003. Movement, home range, and activity patterns of the Horned Lizard, *Phrynosoma mcallii*. *Journal of Herpetology* 37(4):679-686.
- WorldClim – Global Climate Data**
<<http://www.worldclim.org/download>> (consultado 12 julio 2013).
- Wiley, E. O.** 1978. The evolutionary species concept reconsidered. *Systematic Zoology* 27 (1):17-26.
- Zaldívar, R., A. Schmit y Heimes P.** 2002a. *Gerrhonotus lugoi*. Revisión de las categorías en el proyecto de norma oficial mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de lagartijas de la familia Anguidae (Reptilia). Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W026. México. D.F.
- Zaldívar, R., A. Schmit y Heimes P.** 2002b. *Elgaria parva*. Revisión de las categorías en el proyecto de norma oficial mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de lagartijas de la Familia Anguidae (Reptilia). Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W026. México. D.F.
- Zar, J. H.** 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 620 p.
- Zúñiga-Vega, J. J., Valverde, T., Rojas-González, R. I. and Lemos-Espinal, J. A.** 2007. Analysis of the population of an endangered lizard (*Xenosaurus grandis*) through the use of projection matrices. *Copeia* 2:324-335.

13. APÉNDICE

MATERIAL EXAMINADO

Gerrhonotus parvus Nuevo León: Galeana (UANL 5844, 6208) Los Rayones (UANL 6220), Santiago (UANL 6621, 6675, 6797, 6832, 6995, 6996, 7320, 7407), Santa Catarina (UANL 7275). *Gerrhonotus sp nov.* Nuevo León: 4.4 km al este de Rinconada (holotipo UANL 7273). *Gerrhonotus lugoi* UANL Coahuila: frente a Poza La Becerra, Sierra de San Marcos 4040. Terracería frente a Poza Churince, Cañón de San Marcos 4284. *Gerrhonotus farri* Tamaulipas: Al norte de Magdalena Cedillo, 27 km al suroeste de Tula (holotipo UANL 6600).

14. RESUMEN BIBLIOGRÁFICO

Javier Banda Leal

Candidato para el grado de

Doctor en Ciencias con especialidad en Manejo de Vida Silvestre y Desarrollo Sustentable

Tesis: TAXONOMÍA Y ECOLOGÍA DE LA LAGARTIJA COCODRILO PIGMEA *Gerrhonotus parvus*.

Campo de Estudio: Ecología

Datos Personales: Nacido en Monterrey, Nuevo León, el 10 de mayo de 1977. Hijo de Javier Banda Ríos y María de la Luz Leal García

Educación: Egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido: Biólogo.

Experiencia Profesional: Asistente del Museo de Historia Natural (Acuario y Herpetario) y Laboratorio de Herpetología de la UANL. De Agosto de 1995 a 2003.

Curador (organización y mantenimiento) de la Colección Herpetológica de la UANL. De Agosto de 1995 a 2003.

Profesor invitado del Laboratorio de Herpetología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León a participar en la impartición de la materia optativa de 9° semestre de la carrera de Biólogo: Taxonomía y Sistemática de Anfibios y Reptiles, durante el semestre Febrero-Julio 2002.

Profesor invitado del Laboratorio de Herpetología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León a participar en la impartición de la materia

Taxonomía Sistemática de Anfibios y Reptiles, de Postgrado en Biología durante el semestre Agosto-Diciembre 2002.

Vigilancia y administración de Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Nuevo León en la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Estado de Nuevo León, Subsecretaría de Ecología, Dirección de Parques Estatales y Recursos Naturales, Dirección de Áreas Naturales Protegidas.

Desarrollo y manejo del Herpetario del Museo del Desierto, Saltillo, Coahuila de Abril de 2003 a Julio de 2008.

Responsable Técnico del Parque La Casa de los Loros. En Monterrey, Nuevo León de junio de 2008 a marzo de 2009.

Asesor de vida silvestre para consultorias ambientales. De mayo de 2008 a la fecha.