



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

Análisis de los patrones de distribución de la
herpetofauna en el estado de Guanajuato y
áreas aledañas

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO(A) EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(Sistemática)

P R E S E N T A

Estrella Belén Chávez Galván

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Oscar Alberto Flores Villela

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTORAL: Dr. Andrés García Aguayo

Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza

MÉXICO, D. F.

SEPTIEMBRE, 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

Análisis de los patrones de distribución de la
herpetofauna en el estado de Guanajuato y
áreas aledañas

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO(A) EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(Sistemática)

P R E S E N T A

Estrella Belén Chávez Galván

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Oscar Alberto Flores Villela

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTORAL: Dr. Andrés García Aguayo

Dr. Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza

MÉXICO, D. F.

SEPTIEMBRE, 2012



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/432/12

ASUNTO: Oficio de Jurado

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **11 de junio de 2012** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del (la) alumno (a) **CHÁVEZ GALVÁN ESTRELLA BELÉN** con número de cuenta **510020022** con la tesis titulada **"Análisis de los patrones de distribución de la herpetofauna en el estado de Guanajuato y áreas aledañas."**, realizada bajo la dirección del (la) **DR. OSCAR ALBERTO FLORES VILLELA:**

Presidente: DRA. GABRIELA PARRA OLEA
Vocal: DR. ENRIQUE MARTÍNEZ MEYER
Secretario: DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA
Suplente: DRA. CLAUDIA ELIZABETH MORENO ORTEGA
Suplente: DR. ANDRÉS GARCÍA AGUAYO

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 04 de septiembre de 2012

M. del Coro Arizmendi
Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa



MCAA/MJFM/ASR/ipp

Agradecimientos

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto de investigación en tan respetable casa de estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme la beca que permitió la realización de mis estudios de posgrado (No. de registro de becario 239943).

Al Dr. Oscar Flores Villela, por confiar en mi y aceptarme como su alumna; así como por las facilidades y el apoyo otorgados durante el desarrollo de este proyecto, con numerosas asesorías, revisiones de los diferentes manuscritos previos al último borrador, y el soporte en la depuración de la base de datos.

Así mismo, a la Dra. Leticia Ochoa Ochoa, que junto con el Dr. Flores me facilitaron la base de datos para desarrollar el presente estudio.

A los Doctores Adolfo Gerardo Navarro Sigüenza y Andrés García Aguayo, que formaron parte de mi Comité Tutoral y que desde la primera sesión Tutoral aportaron diferentes ideas que mejoraron la delineación del proyecto, y así a lo largo del trayecto, mostrándose siempre dispuestos a disipar cualquier duda. Además de que sus observaciones hechas al último borrador de este trabajo, mejoraron indudablemente la calidad del mismo.

A los Doctores Gabriela Parra Olea, Claudia Moreno Ortega y Enrique Martínez Meyer, quiénes aceptaron formar parte de mi Jurado para la revisión y evaluación de mi tesis.

A la Dra. Gabriela Parra Olea, por su tiempo y paciencia para leer el manuscrito y cuyas sugerencias abren la posibilidad de explorar nuevas formas de analizar los datos obtenidos.

A la Dra. Claudia Moreno Ortega, quien amablemente leyó el manuscrito, e hizo algunas sugerencias que sin duda alguna mejoraron la presentación del mismo.

Al Dr. Enrique Martínez Meyer, quien a pesar de sus innumerables actividades se dio el tiempo para leer el presente trabajo e indicarme una serie de ajustes para mejorarlo.

Agradecimientos a título personal

Quiero agradecer a todas las personas que pasaron por mi vida durante esta etapa y a las que han estado a mi lado desde siempre (amigos, conocidos, compañeros, familiares, etc.), en los inicios, al Dr. Francisco Botello y en el transcurso, a Nawa Sugiyama, Andrea Roth Monzón, Gloria Magaña y César Ríos.

Por su ayuda y asesoría desinteresada en los momentos en que me encontraba explorando nuevas técnicas de análisis a Miguel Rivas Soto, Constantino González Salazar, Dolores Casagrande y la Dra. Claudia Szumik, entre otros.

Por supuesto, a las personas de las que recibí apoyo cuando me robaron mi lap, a Erick García Trejo, Mónica Ballesteros Chávez y Oscar Flores Villela, que amablemente me prestaron una para poner continuar con mi trabajo.

A mi familia, los Galván Franco, los Ballesteros Chávez y los Galván Rodríguez - particularmente a Laura (mi madre) y a Julieta (mi abuela)-, que me han apoyado en todo momento en diferentes formas, y con quienes he compartido muchas alegrías y tristezas, y quienes me han dado el impulso para seguir adelante.

A Nawa y Saburo Sugiyama por todo el cariño y apoyo recibido cuando vivimos juntos, muchas gracias por todos esos momentos, y por su amistad incondicional.

A todas mis amigos, con quienes he disfrutado y compartido muy bonitos recuerdos, entre ellos Monisse, Manolo y Kika, Itzel, Andrea, Nawa, Glo, Oli, Feli, Vicky, Perlita, Omar, Ana Laura, Lety, Beto “chino”, por su amistad sincera e incondicional.

A Chuy por las lágrimas y las risas, por los días y sus noches... en fin... por el amor.

Y a todas aquellas personas que no menciono aquí, pero que han estado a mi lado en algún punto de mi vida, ¡gracias!

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
Área de estudio	12
ANTECEDENTES	14
OBJETIVOS	15
MÉTODO	16
Obtención de los registros	16
Modelado de Nicho Ecológico	17
Evaluación de las ANP's establecidas en Guanajuato	18
Distribución altitudinal de la herpetofauna en Guanajuato	18
RESULTADOS	19
Evaluación de las ANP's establecidas en Guanajuato	20
Distribución altitudinal de la herpetofauna.....	20
DISCUSION.....	22
CONCLUSIONES	27
LITERATURA CITADA.....	28

Listado de Figuras y Cuadros

Figuras.....	34
Figura 1. Área de estudio (Guanajuato + 100 km a la redonda)	34
Figura 2. Áreas Naturales Protegidas (tomado de Bezaury Creel et al., 2009), Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato y Regiones Terrestres Prioritarias en el estado de Guanajuato (tomado de Arriaga et al., 2000).	35
Figura 3. Distribucion y riqueza herpetofaunistica en el estado de Guanajuato.	36
Figura 4. Distribución y riqueza herpetofaunística de especies endémicas o bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el estado de Guanajuato.....	37
Figura 5. Distribución y riqueza herpetofaunística de especies no endémicas ni protegidos en el estado de Guanajuato.	38
Figura 6. Distribución y riqueza de los anfibios en el estado de Guanajuato.....	39
Figura 7. Distribución y riqueza de los anfibios endémicos a México o bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el estado de Guanajuato.....	40
Figura 8. Distribución y riqueza de los anfibios no endémicos ni protegidos	41
Figura 9. Distribución y riqueza de los reptiles en el estado de Guanajuato.	42
Figura 10. Distribucion y riqueza de los reptiles endémicos a México o bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el estado de Guanajuato.....	43
Figura 11. Distribución y riqueza de los reptiles no endémicos ni protegidos en el estado de Guanajuato	44
Figura 12. Gradiente altitudinal de riqueza de las especies endémicas y no endémicas de anfibios en Guanajuato.	45
Figura 13. Gradiente altitudinal de riqueza de las especies endémicas y no endémicas de reptiles en Guanajuato.	46
Cuadros.....	47
Cuadro 1. Variables climáticas y topográficas empleadas para elaborar los modelos de nicho ecológico.....	47
Cuadro 2. Variables climáticas de mayor contribución relativa para los modelos producidos por Maxent.	48
Cuadro 3. Herpetofauna en el estado de Guanajuato.....	48
Cuadro 4. Listado taxonómico de los anfibios y reptiles registrados para el estado de Guanajuato.....	49

Cuadro 5. Presencias y ausencias de las especies de herpetofauna en las Áreas Naturales Protegidas de Guanajuato.	53
Cuadro 6. Riqueza en las diferentes bandas altitudinales (cada 200m).....	56
Cuadro 7. Matriz de correlación entre la riqueza de anfibios y reptiles totales en Guanajuato.....	56
Apéndice I. Colecciones de las que se obtuvieron los registros.....	57

RESUMEN

El presente estudio analiza la distribución altitudinal de la herpetofauna en Guanajuato, México; a partir de 7,295 registros de anfibios y reptiles, se hicieron los modelos de nicho ecológico para 118 especies de las 126 registradas en el área. Como resultado se observó un patrón de riqueza altitudinal en el que la mayor concentración de especies se localiza en las altitudes medias (1700 a 2500 msnm), coincidiendo con la distribución de los bosques de encino, que reguardan un alto porcentaje de vertebrados terrestres, pues es una zona de transición entre las partes altas y bajas. También se hizo una evaluación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato en función de la riqueza herpetofaunística y de las especies endémicas o bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT, un 90% de las especies se encuentran presentes en las áreas protegidas, sin embargo, se propone la ampliación o la creación de una nueva ANP que incluya las Sierras de Santa Bárbara y Santa Rosa, previamente reconocidas como Regiones Terrestres Prioritarias para la conservación, ya que poseen una estructura vegetal conservada y una alta representatividad de herpetofauna (75 especies) en relación al área de estudio.

ABSTRACT

The present study analyzed the elevational patterns of the Herptiles in Guanajuato, Mexico; on base to 7,295 specific records, Maxent algorithm was performed to obtain the ecological niche models of 118 species of a total of 126 recorded in the area. The results shown an elevational pattern in which the highest richness was recorded in mid-altitudes (1700-2500m) that coincide with the distribution of the oak forest. At the same time, this type of vegetation safeguards a high percentage of terrestrial vertebrates because is a transition zone between highlands and downlands.

Also, was made an evaluation of the Natural Protected Areas (NPA) and the Biosphere Reserve of Sierra Gorda of Guanajuato, based on the richness of Herptiles predicted and the endemics or threatened ones. Almost 90% of the species are included in at least one Natural Protected Area, however here has proposed the expansion or the creation of the new NPA in the Santa Barbara and Santa Rosa mountain chains, that previously has been recognized as a Terrestrial Priority Region for the Conservation, because it has a natural vegetation structure and in consequence a high Herpetological representation in relation to the area.

INTRODUCCIÓN

A pesar de presentar diferencias en su historia evolutiva, los anfibios y reptiles comparten una característica que hace que su biología sea única y diferente al resto de los vertebrados terrestres, esto es su carácter ectotérmico, es decir, que la energía que requieren para llevar a cabo sus actividades diarias la obtienen de manera externa, a su vez, esta dependencia del medio influye sustancialmente en la ecología, etología, morfología y fisiología de estos organismos (Pough *et al.*, 1998), de manera tal que sus requerimientos ambientales son muy específicos y en consecuencia sus hábitats restringidos, lo que los hace un grupo muy vulnerable a los cambios ambientales, y por lo tanto idóneos para el desarrollo de estudios biogeográficos y de conservación. Hasta hace pocos años, la herpetofauna de México había sido uno de los grupos de vertebrados menos estudiados y por lo tanto menos conocidos, a pesar de que a nivel mundial, México ocupa el segundo lugar en número de especies de reptiles y el quinto lugar de anfibios (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004). De acuerdo a las últimas revisiones (Flores-Villela, 1993a; Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004), los anfibios mexicanos están constituidos por 376 especies, mientras que los reptiles están representados 804 especies, por lo que en total, la herpetofauna mexicana posee 1,180 especies, de las cuales aproximadamente el 60% son endémicas al país, lo que la hace una de las más interesantes y peculiares del mundo (Flores-Villela, 1993a). Además, se ha observado que al igual que en otros grupos taxonómicos, la distribución de la herpetofauna presenta ciertos patrones a través del gradiente altitudinal, y que este es diferente para las especies endémicas que para las no endémicas, por lo que aquí se hace un breve análisis de estos patrones en el área de estudio. No obstante las diversas particularidades de la herpetofauna, existe un escaso conocimiento de la biología y ecología de muchas de sus especies, así como de su distribución, tanto a nivel nacional como regional, lo que indica la necesidad imperante del desarrollo de proyectos de investigación básica para este grupo en el país, tales como los inventarios, que nos permitan desarrollar otro tipo de estudios (biogeográficos, ecológicos, de sistemática, entre otros).

Área de estudio

El estado de Guanajuato, se ubica en la porción central de la República Mexicana y constituye el 1.6% de la superficie de México (30,608.44 km²), sus coordenadas geográficas extremas son

las siguientes: al norte 21° 52', al sur 19° 55' de latitud; al este 99° 41', al oeste 102° 09' de longitud oeste (INEGI, 2012), y se encuentra incluida en el Sur del Altiplano Mexicano, en el Norte del Eje Neovolcánico Transversal y al Oeste de la Sierra Madre Oriental (CONABIO, 1997; Fig. 1). Guanajuato presenta seis tipos de climas: semicálido subhúmedo con lluvias en verano, templado subhúmedo con lluvias en verano, semiseco muy cálido y cálidos, semiseco semicálido, semiseco templado y seco templado (INEGI, 2012).

Ésta es una de las entidades más densamente pobladas de México, y una buena parte de su territorio se dedica a la explotación agrícola. En otros tiempos hubo una importante actividad minera, y en la actualidad existen numerosas industrias, áreas urbanas y vías de comunicación. Por lo que la profunda e intensa ocupación humana ha afectado fuertemente la vegetación natural del estado, misma que ha desaparecido casi por completo en grandes extensiones y ha resultado severamente modificada y degradada en otras partes (Rzedowski y Galván, 1996). Aún así en buena parte de las áreas que aún mantienen su vegetación, es común observar grandes cambios en su fisonomía y estructura, básicamente por la presencia de matorrales o pastizales secundarios. Las cinco principales formaciones vegetales registradas son: bosque de encino, bosque de coníferas (*Pinus* y *Juniperus*), bosque tropical caducifolio y matorral subtropical, matorral xerófilo (crasicaule, submontano y micrófilo) y pastizal. Además se registran pequeños enclaves de bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática, así como bosque de galería (Carranza, 2001).

Hasta ahora se han decretado 21 Áreas Naturales Protegidas Estatales (Bezaury-Creel *et al.*, 2009), y un Área Natural Protegida Federal, la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (RBSGG) en el estado de Guanajuato, que en conjunto constituyen el 16% del territorio del estado (Fig. 2). En este trabajo se evaluó qué porcentaje de la riqueza de herpetofauna presente en la región se encuentra protegida en las Áreas Naturales Protegidas decretadas en el estado de Guanajuato.

ANTECEDENTES

Las exploraciones dirigidas a la recolecta de herpetofauna en el estado de Guanajuato se remontan al siglo XIX, destacando los trabajos de Alfredo Dugès, y la Colección herpetológica que formó y que actualmente se encuentra resguardada en el Museo de Historia Natural de la Universidad de Guanajuato que lleva su nombre, y que cuenta con aproximadamente 1,200 ejemplares (Magaña Cota, com. pers.). Los trabajos de Alfredo Dugès (1868, 1870, 1895), siguen siendo vigentes (Campos-Rodríguez *et al.*, 2009b; Flores-Villela *et al.* 2004), y se han ido complementado con recientes exploraciones.

Posteriores a la obra de Dugès, se cuenta con el trabajo de Mendoza-Quijano *et al.* (2001), en la que se menciona que a excepción de dos especies, fueron encontradas todas las especies registradas por Dugès para la Sierra de Santa Rosa, y adicionaron siete registros de especies previamente desconocidas para el área. También existe una serie de trabajos desarrollados por Campos Rodríguez *et al.* (2004a, b; 2009a, b; 2010), en la región noreste del estado, particularmente en la Sierra Gorda de Guanajuato.. El trabajo más reciente en el área es el de Sánchez Luna (2009) y Sánchez-Luna *et al.* (2009a, b), quiénes hicieron un inventario de la herpetofauna en el Cerro de los Amoles, Lago Cráter La Joya y la Laguna de Yuriria, al sur del estado de Guanajuato. En todos los estudios realizados después de Dugès, se han registrado nuevas especies de herpetofauna previamente desconocidas en el área.

A la fecha la única cifra reciente sobre el número de especies presentes en el estado proviene del trabajo de Ochoa Ochoa y Flores-Villela (2006), en el que el estado de Guanajuato aparece entre los que tienen un menor número de registros (696), y también entre los que poseen menor número de especies (115), aunque estas cifras se basan en registros en su mayoría históricos de bases de datos en colecciones científicas, por lo que es necesaria la revisión y actualización del conocimiento sobre las especies de reptiles que habitan esta región y su distribución actual.

En función de que se cuenta con pocos registros de herpetofauna en el estado de Guanajuato- como consecuencia de los pocos trabajos de exploración realizados- en el presente estudio se emplea el modelado de nicho ecológico como una herramienta para poder obtener una aproximación a las áreas potenciales de distribución de las especies, en este caso se empleó el algoritmo de Máxima Entropía (MaxEnt; Phillips *et al.*, 2006), que nos permite obtener estos

modelos con base en los registros de sólo presencia de las especies, con los que se hizo una evaluación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) basada en la riqueza de especies de anfibios y reptiles que están albergando.

OBJETIVOS

- a) Obtener un listado de la herpetofauna presente o potencialmente presente en el estado de Guanajuato.
- b) Evaluar si existe un patrón de distribución de la riqueza herpetofauna en el área de estudio relacionado a la altitud.
- c) Evaluación de las Áreas Naturales Protegidas en el estado de Guanajuato con base en la riqueza potencial de la herpetofauna.

MÉTODO

Obtención de los registros

Aún cuando la delimitación al estado de Guanajuato no corresponde a un área natural, sino más bien política, se ha elegido así por cuestiones prácticas y porque la legislación de las Áreas Naturales Protegidas es independiente en cada entidad federativa. Sin embargo, para poder estimar de una manera más precisa la riqueza de las especies de herpetofauna en esta área, se amplió el área de estudio definiendo una zona de amortiguamiento de 100 km alrededor de los límites estatales de Guanajuato (Fig. 1), este polígono incluye parte de otros estados: Sur de San Luis Potosí, Querétaro completamente, Noroeste de Hidalgo y de México, Norte de Michoacán, y la porción Este de Aguascalientes y el Sur de Zacatecas (Fig. 1).

Se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura y en dos Colecciones Herpetológicas: la del Museo de Historia Natural “Alfredo Dugès”, de la Universidad de Guanajuato y la de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional, de las cuales se extrajeron todos los registros de la herpetofauna en el estado de Guanajuato; además se obtuvieron todos los registros de herpetofauna para el área redefinida, de la base de datos de Ochoa Ochoa y Flores-Villela (2006), misma que contiene registros vinculados a 34 colecciones científicas para el caso de nuestra área de estudio, dichas colecciones se enlistan en el Apéndice I. También se extrajeron todos los registros del trabajo de Dixon y Lemos (2010) del estado de Querétaro.

Todos los registros fueron concentrados en una base de datos, la cual fue homogeneizada y en ella se señalan todas aquellas especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010); en los casos en que los registros no contaban con coordenadas geográficas, pero que poseían la descripción de las localidades, estas se georeferenciaron con ayuda de BioGeomancer Workbench (Guralnick *et al.*, 2006).

Posteriormente se hicieron todas las actualizaciones taxonómicas, consultando diferentes fuentes de información (bibliografía y páginas web: Flores Villela y Canseco Márquez, 2004; Frost, 2011; Smith y Smith, 1976a, b; Uetz, 2011). Finalmente, se hizo la depuración geográfica de cada una las especies registradas, es decir, fueron descartados todos aquellos registros que estuvieran muy alejados de la distribución actual conocida de cada especie, misma que fue verificada con la información bibliográfica disponible.

Modelado de Nicho Ecológico

Dado que se cuenta con pocos registros en el área de estudio, y en general existen sesgos de muestreo, como el observado por Bojórquez-Tapia *et al.* (1994) en el cual las localidades de colecta están asociadas a las carreteras, se decidió emplear los modelos de nicho ecológico (MNE) que nos proporcionan una aproximación a la distribución potencial de cada una de las especies registradas en el área, siendo el Maxent una herramienta creada justo para contrarrestar dichos efectos (Ochoa Ochoa y Flores-Villela, 2006).

La matriz de datos, que consta de 7,295 registros únicos de herpetofauna, se corrió en Maxent, empleando 21 capas de variables climáticas y topográficas (Cuadro 1), todas las capas fueron obtenidas de World Clim database, y son el resultado de la interpolación de un conjunto de datos globales de clima (Hijmans *et al.*, 2005), a excepción de la última, que se obtuvo de la Global Land Cover 2000 (2003), esta última capa incluye información de vegetación, de cuerpos de agua y de áreas cultivadas, por mencionar algunos. Las 21 capas de variables ambientales y topográficas, se recortaron al tamaño aproximado del área de estudio: 18.962333 a 22.867483 N, y -103.737823 a -90.372817 W.

Se corrieron los modelados con los parámetros por *default* del programa, ya que con las pruebas hechas por Phillips y Dudík (2008), se ha corroborado que éstos dan como resultado una buena predicción de las distribuciones, y resultan muy eficaces para correr los modelados de una amplia gama de conjuntos de datos de sólo presencia; de tal manera que se obtuvo un modelo único para cada especie, en un formato de salida logística.

Los modelos obtenidos (en formato ascii) fueron editados con ayuda del programa ArcView v. 3.2 (ESRI, 1999), con el cual se importaron y se convirtieron a un formato grid, y tomando como línea de corte el valor de *10 percentil training presence logistic treshold*, se redefinieron los mapas individuales de presencia y ausencia de las especies; finalmente, se sumaron los mapas anteriores para determinar las áreas con mayor riqueza de especies, así como las áreas en las que se concentran las especies endémicas.

Para evaluar la correspondencia espacial entre las áreas con alta riqueza de especies anfibios y de reptiles tanto endémicos como no endémicos, se calculó una simple correlación (Sokal y Rohlf, 1995) entre estas variables, misma que fue calculada a nivel de píxel en ArcView v. 3.2.

Evaluación de las ANP's establecidas en Guanajuato

Tomando como base la capa de Áreas Naturales Protegidas disponible en CONABIO (Bezaury-Creel *et al.*, 2009) y el polígono de la RBSGG, se superpusieron los mapas de distribución potencial de las especies de anfibios y reptiles en el estado de Guanajuato, y se formaron matrices de presencia y ausencia para 18 de las 21 Áreas Naturales Protegidas y para la RBSGG, con lo que se estimó la riqueza de las mismas (las tres ANP's excluidas corresponden a parques ecológicos de superficies <337 Ha).

Distribución altitudinal de la herpetofauna en Guanajuato

La capa de altitud de World Clim se recortó al tamaño del estado de Guanajuato, con lo que se observó que las cotas de altitud en dicha área van desde los 669 a los 3300 msnm, con ello se establecieron 13 intervalos de altitud de aproximadamente 200m. Posteriormente, esta capa se combinó con cada una de las capas de presencia-ausencia de 118 especies de herpetofauna, con lo que para cada intervalo altitudinal se calculó el número de especies presentes, que finalmente fue graficado para poder observar el comportamiento de la distribución altitudinal de la riqueza en el área, y si este difiere entre las especies endémicas y las no endémicas.

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 22,553 registros de herpetofauna para el polígono de Guanajuato y los 100 km a la redonda, con un total de 184 especies, de estos, tan sólo 1,516 estaban dentro del polígono de Guanajuato, es decir, menos del 7% del total, y estaban constituidos por 81 especies. Del total de registros, sólo 7,295 fueron únicos, con los cuales, se hicieron los modelos para 118, ya que el resto contaba con menos de cinco registros.

Es importante mencionar que para ambos grupos biológicos, las variables climáticas que fueron de mayor importancia en el modelado de su nicho ecológico fueron: la temperatura y la precipitación estacionales, y la precipitación del mes más seco, aunque en diferente orden de importancia, ya que para los anfibios esta última fue la que tuvo un valor más alto y para los reptiles fue la precipitación estacional (Cuadro 2).

Para el estado de Guanajuato se registraron 25 especies de anfibios y 73 especies de reptiles, ya sea que estuvieran referidas en la literatura o en las bases de datos de colecciones científicas, sin embargo, a través de la obtención de los MNE, estas cifras se incrementaron considerablemente (*ca.* 29%), para el caso de los anfibios se predijo la presencia de 12 especies más, y en el caso de los reptiles de 16 especies, dando un total de 126 especies de herpetofauna para el estado de Guanajuato, de las cuales pudieron corroborarse 118 con los MNE, correspondiendo a nueve familias, 15 géneros y 37 especies de anfibios y a 10 familias, 40 géneros y 89 especies de reptiles (Cuadros 3 y 4). El 45.6% (58) de las especies de anfibios y de reptiles (15 y 44 respectivamente) predichas para el estado de Guanajuato se encuentran bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y 43 de ellas son consideradas endémicas a México (Cuadros 3 y 4).

Como resultado de la suma de las diferentes capas de distribución potencial de las especies en el estado de Guanajuato, se obtuvieron tres series de mapas: una de la riqueza del total de las especies registradas en el área, otra de las especies endémicas y otra de las especies no endémicas, haciéndose esto para: anfibios; reptiles; y anfibios y reptiles en conjunto (Figs. 3-11) en los que se observa que la mayor concentración de especies se localiza en las áreas que aún conservan parte de su vegetación natural, como el Cerro de los Amoles, la Sierra de los

Agustinos, los Cerros el Culiacán y la Gavia, la Sierra de Lobos, el Pinal del Zamorano y la Sierra Gorda de Guanajuato (Cuadro 5).

Evaluación de las ANP's establecidas en Guanajuato

Se observa que prácticamente todas las especies de herpetofauna se encuentran distribuidas en al menos alguna de las ANP's (95%; Cuadro 5), sin embargo, de otras como *Anaxyrus cognatus* y *Plestiodon callicephalus* (anfibios), y *Aspidoscelis guttatus*, *Oxybelis fulgidus*, *Pseudoficimia frontales* y *Thamnophis proximus* (reptiles), se cuenta sólo con registros puntuales únicos, para los cuales no se corrieron modelos o fueron predichas en áreas fuera de las ANP's, aunque ya han sido registradas para el estado.

En el Cuadro 5 también se puede ver como la RBSGG, registra cerca del 90% de las especies de herpetofauna total en el área (112), seguida del Pinal del Zamorano (66%), área que está situada al sur de la RBSGG, y aunque es considerablemente más pequeña que esta última, posee 82 especies de anfibios y reptiles, del mismo modo La Sierra de Lobos, ubicada en el extremo Oeste de Guanajuato, tiene registradas 81 especies (65%). A su vez, le siguen los Cerros el Culiacán y la Gavia (63%) y el Cerro de los Agustinos y el de los Amoles (56 y 57%, respectivamente). Contrastan con las 26 y 31 especies registradas en Las Musas y La Presa de Silva. La concentración de las especies endémicas predichas para el área también coincide con esta tendencia, dichas especies fueron predichas para las zonas con una mayor altitud (Figs. 4, 7 y 10).

Distribución altitudinal de la herpetofauna

Se establecieron 13 intervalos de altitud que van de los 669 a los 3300 msnm (Cuadro 6), observándose para los anfibios, que la curva formada entre las bandas altitudinales y las especies endémicas y las no endémicas (Fig. 12), difiere en la forma en que crece y decrece, sin embargo, en ambos casos las bandas altitudinales en que se concentra el mayor número de especies de anfibios, se concentran en las altitudes medias (1701-2500 m). En el caso de los reptiles, las curvas entre las especies endémicas y no endémicas también difieren (Fig. 13), pero de otra manera, ya que mientras para las especies no endémicas el mayor número de especies se encuentra entre los 1501-2100 m, las especies endémicas se encuentran concentradas a mayor altitud (1901-3100 m). A pesar de poseer diferencias en la forma general de la curva, en ambos casos la tendencia es la misma, ya que podemos observar que la curva presenta una forma de “joroba”, que ha sido documentada para otros grupos, y que implica que la mayor riqueza de

especies de anfibios y reptiles en el área se presenta de manera general en altitudes medias, en este caso de 1700 a 2500 m (Figs. 12 y 13), y va en orden decreciente conforme va aumentando la altura. Para el caso de las especies endémicas la tendencia difiere un poco, por un lado, para los reptiles, el descenso de especies después del pico más alto (2101-2700m), no es tan evidente como lo es para la especies no endémicas.

En el caso de las correlaciones obtenidas de la distribución de la riqueza entre los diferentes grupos, se observó que esta es más baja entre las especies endémicas y/o protegidas, y las que no están incluidas en esta categoría, que entre las especies de anfibios endémicos/protegidos y los reptiles endémicos/protegidos, cuya correlación es del 73%, mientras que para los anfibios endémicos/protegidos y anfibios no endémicos/protegidos esta correlación se ve disminuida, siendo de 52.6% (Cuadro 7).

DISCUSION

Aún cuando la riqueza herpetofaunística en el estado de Guanajuato representa apenas cerca del 10% de la herpetofauna reconocida hasta ahora en México, es necesario resaltar la importancia de conocerla, ya que esta incluye especies endémicas que por presentar distribuciones restringidas han sido categorizadas para su protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo anterior hace de esta región una prioridad para la conservación de las especies de estos grupos, además que este es parte del conocimiento que se requiere para la selección de áreas prioritarias para la conservación (Flores-Villela, 1993b), por lo que se espera que la información proporcionada en el presente estudio sea tomada en cuenta durante la planeación y la delimitación de las estrategias de conservación en el área.

De manera general se observó que la mayor concentración de riqueza de anfibios y reptiles en el estado (Figs. 4; Cuadro 6) se encuentra en las regiones de altitud media en el área (>1,700m), en donde la vegetación predominante es la de bosque de encino, misma que ha sido considerada importante por resguardar el 25.6 % de los vertebrados terrestres de Mesoamérica (Flores Villela y Gerez, 1994), además de la importancia de este tipo de vegetación por ser una zona de transición entre especies de zonas bajas y de zonas altas, fenómeno documentado para el caso de los anfibios y reptiles por Flores-Villela y Muñoz Alonso (1993), y por Ochoa Ochoa y Flores Villela (2006) y Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010), para los bosques de pino-encino.

Estos patrones de distribución de riqueza se corresponden con los encontrados por Ochoa Ochoa (2006) para estos grupos a nivel nacional (México), que registra los valores más altos de riqueza y endemismo en las zonas templadas y de altitud media del país. Además, se encontró una alta correlación entre las áreas de riqueza de anfibios con las áreas de riqueza de reptiles (Cuadro 7), esta fue del 72.8%, a pesar de que los requerimientos ambientales de ambos grupos son diferentes, sin embargo, podrían ser que los factores abióticos que están determinando o influyendo en la distribución de estos son muy similares, lo que podría explicar en parte esta alta correlación, Ochoa Ochoa y Flores Villela (2006) encontraron también este patrón y ellos sugieren que esto podría deberse en gran medida al hecho de que por tradición son grupos que se recolectan al mismo tiempo y con los mismos métodos, lo que da como resultado que compartan un buen número de sitios de recolecta, y en consecuencia, sus distribuciones predichas

potencialmente coincidan en gran medida. Sin embargo, si observamos la correlación entre la distribución de riqueza entre los anfibios y los reptiles no endémicos, que es de 53.6%, esta es baja en comparación con la de los anfibios y reptiles endémicos, en los que se obtuvo una correlación del 73%, es decir, que a pesar de que muchos son los factores que podrían estar provocando un sesgo en las distribuciones obtenidas de estos grupos, con estas correlaciones se puede observar que sus distribuciones no coinciden del todo y que son diferenciales para las especies no endémicas y más parecidas entre las endémicas, lo que estaría hablando probablemente de una historia evolutiva compartida entre estas últimas.

Por otro lado, se observó que las tres variables climáticas más importantes durante el desarrollo de los modelos fueron las mismas para ambos grupos (precipitación del mes más seco, precipitación estacional y temperatura estacional) aunque en diferente orden (Cuadro 2), dichas variables también han sido registradas como las más importantes para estos grupos en los trabajos de May *et al.* (2011) y de Urbina-Cardona y Flores-Villela (2010), en los que en su mayoría resultaron ser las variables con más del 30% de la contribución al modelo. En el presente estudio para los anfibios las variables más importantes fueron aquellas relacionadas con la precipitación, siendo la precipitación del mes más seco la que posee un valor más alto, lo cual se encuentra estrechamente asociado a la dependencia de una parte del ciclo de vida de estos organismos con la presencia de cuerpos de agua, por otra parte, para los reptiles fue más importante la precipitación estacional, y otras variables como la temperatura mínima de los meses más fríos.

Como bien lo señalan Bojórquez-Tapia *et al.* (1995), el empleo de modelos predictivos optimiza la integración de la información biológica disponible para la conservación en el desarrollo de la planeación a nivel regional, en este caso, empleando Maxent como una herramienta para aproximarnos al conocimiento de la biodiversidad en la región y poder evaluar las ANP's establecidas, se observó que estas se encuentran en lugares estratégicos para la conservación de la herpetofauna, y de otros grupos de vertebrados, como las aves, para las cuales se han establecido dos AICAS (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves; Arizmendi y Márquez Valdelamar, 2000; CONABIO, 2012), una de ellas en la Laguna de Yuriria (Clave: C-65), y la otra en la Sierra de Santa Rosa (Clave: C-32), en ambas áreas también se observó una alta riqueza de herpetofauna, 55 especies para el caso de la primera, y 81 especies para la Sierra de Lobos, que corresponde a la parte norte de la Sierra de Santa Rosa. Hay que

señalar que estas últimas adiciones a la herpetofauna de Guanajuato son estimaciones de su potencial ocurrencia en el estado, obtenidas a través de los MNE, y que sería necesario hacer trabajo de campo para corroborar estos resultados, aunque el número de especies es muy parecido al que registraron Ochoa Ochoa y Flores-Villela (2006) de 115, quienes mencionan la escasez de registros en la entidad y la necesidad de contar con más inventarios.

Además, la Laguna de Yuriria es un área de importancia para la conservación de humedales y por ello fue denominada como área RAMSAR, debido a que es un remanente de lo que fue una gran red de humedales del altiplano mexicano, y desempeña una función hidrológica, biológica y ecológica significativa para el funcionamiento de la Cuenca del Río Lerma (RSIS, 2011).

Sin embargo, en el caso de la Sierra de Santa Rosa no se cuenta con un ANP que la incluya completamente, por lo que se sugiere la creación de una nueva ANP que incluya la Región Prioritaria Terrestre que abarca las Sierras de Santa Bárbara y de Santa Rosa propuesta por Arriaga *et al.* (2000; Fig. 7). En el caso de la flora, Martínez Cruz y Téllez Valdés (2004), señalan la importancia de la Sierra de Santa Rosa por poseer una gran diversidad florística y que no ha sido explorada por completo, esta incluye algunas especies amenazadas que están dentro de la NOM-059. Por otro lado Carranza González (2005) menciona que es un área en la que se han registrado algunas especies de plantas endémicas, principalmente cactáceas, agaváceas y crasuláceas, y propone la Sierra de Santa Bárbara como un área de importancia para la conservación, ya que resalta el hecho de que esta se encuentra aislada de las otras serranías cercanas, de tal manera que esto le confiere una particular importancia como refugio de las especies que ahí se presentan; mientras que Martínez Cruz *et al.* (2009), proponen que se establezcan estrategias de conservación adecuadas para el uso más sustentable de los encinares de la región, lo que ayudaría a conservar otras especies de fauna habitantes de esas zonas.

La RBSGG, fue el área con mayor número de especies de herpetofauna, lo que era de esperarse, ya que por una parte es el ANP de mayor extensión en el estado, y además podemos observar que presenta un gradiente altitudinal que va de los 500 a 3,000 msnm (Lugo-Hupb *et al.*, 2001). Esto da como resultado una rica diversidad de tipos de vegetación, debido en gran parte a lo accidentado del área, presentando fragmentos de bosques de coníferas, selva baja caducifolia, bosques mixtos, matorrales y pastizales, por mencionar algunos. Rzedowski y Galván (1996) señalan que en función de la diversidad vegetal para la porción noreste del estado: “*la Sierra Gorda da albergue a una flora que en muchos aspectos tiene más en común con la de San Luis*

Potosí y de Querétaro que con la propia de otras partes de Guanajuato”, además hablan de la existencia de plantas de diferentes afinidades geográficas en la Sierra Gorda (de la tierra caliente de muchas regiones de México; otras con distribución esencial a lo largo de la Sierra Madre Oriental; otras conocidas anteriormente de San Luis Potosí y/o áreas situadas más al norte; plantas distribuidas a lo largo de la zona chihuahuense; así como plantas endémicas del sector árido a semi-húmedo queretano-hidalguense con extensión al NE de Guanajuato), que están directamente relacionado con la riqueza de especies de anfibios y reptiles en dicha área. Carranza González (2005) propone dos áreas de importancia para la conservación de plantas que se encuentran incluidas en la actual RSGG.

Es importante señalar que aunque la mastofauna también había sido pobremente estudiada en esta región, y Guanajuato es el estado con menos publicaciones estatales de ella (Guevara *et al.*, 2001), como resultado de recientes exploraciones en los últimos años se han publicado nuevos registros de mamíferos en la Sierra Gorda de Guanajuato (Charre-Medellín *et al.*, 2012; Elizalde-Arellano *et al.*, 2010; Iglesias *et al.*, 2008; Magaña-Cota *et al.*, 2010), lo que pone de manifiesto que todavía hay regiones poco exploradas, y enfatiza la necesidad de llevar acabo más estudios al respecto.

La Sierra de Lobos, ubicada en el extremo Oeste de Guanajuato, tiene registradas 81 especies (65%), siendo esta área más homogénea en cuanto a vegetación que la RBSGG, ya que predominan los bosques de pino, bosques de encino, matorrales y pastizales. A su vez, los Cerros el Culiacán y la Gavia (63%) y el Sierra de los Agustinos y el de los Amoles (56 y 57%, respectivamente), en los que predominan la selva baja caducifolia y bosque de encino, así como algunas áreas dedicadas a la agricultura, también se registró un alto número de especies en comparación al resto de las ANP's, 79, 71 y 70, respectivamente, observándose que en el estado de Guanajuato la mayoría de las especies se encuentran concentradas en las zonas con mayor altitud que conservan buena parte de la vegetación natural, contrastando con las 26 y 31 especies registradas en Las Musas y La Presa de Silva, que son ANP's en las que predomina el suelo de uso agrícola, los pastizales y los matorrales. La concentración de las especies endémicas predichas para el área también coincide con esta tendencia, dichas especies fueron predichas para las zonas con una mayor altitud (Figs. 4, 7 y 10).

Recientemente se ha incrementado el interés en el estudio de los patrones altitudinales de riqueza (Grytnes y Romdal, 2008), en el presente estudio se observa que existe un patrón de

distribución de la herpetofauna en el área, que de manera general sigue esta forma de joroba, en la que las áreas con mayor concentración de especies se encuentra en las elevaciones medias, mientras que para los reptiles endémicos la tendencia es el aumento de riqueza conforme aumenta la elevación. Estos patrones ya se han observado con anterioridad tanto en la herpetofauna como en otros grupos (Brown, 2001; Kozak y Wiens, 2010; McCain, 2005; Sánchez Cordero, 2001), en gran medida estos patrones de distribución altitudinal son el resultado de una combinación de procesos ecológicos y evolutivos (Lomolino, 2001); muchos son los trabajos que se desarrollan actualmente para tratar de explicar estos patrones, entre ellos se sugiere que el muestreo diferencial podría estar produciéndolos, ya que las zonas bajas y por lo tanto más accesibles son las mejor exploradas. Sin embargo, trabajos como el de Sánchez Cordero (2001) en los que estos estudios se han basado con técnicas estandarizadas de recolecta para poder hacer comparativos los resultados, nos demuestran que en realidad existen dichos patrones y no es sólo efecto de sesgo.

Sin embargo, Mc Cain (2005) propone que estos patrones se deben en gran medida a diversos factores climáticos y específicos para cada grupo taxonómico. Otra posible explicación de la riqueza altitudinal es la teoría metabólica de ecología, para la cual McCain y Sanders (2010) hicieron un análisis con vertebrados ectodérmicos (anfibios y reptiles), y encontraron que más que la cinética de reacciones bioquímicas simples, por si sola, existen diferentes factores que interactúan para generar estos patrones, entre ellos, la historia evolutiva de estos grupos, el clima actual e histórico, las interacciones bióticas y el conservadurismo de nichos. Este último ha sido discutido por Kosak y Wiens (2010), quienes sugieren que si este patrón en forma de joroba es causado por el conservadurismo de nicho y el efecto de tiempo de especiación, los hábitats de mediana elevación deberían recibir prioridad especial para la conservación, ya que podrían albergar una gran diversidad de especies y una diversidad filogenética mayor al promedio por especie, ya que pueden ser particularmente susceptibles al rápido cambio climático de origen antropogénico.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, podemos decir que el empleo de algoritmos para la predicción de distribuciones potenciales, facilita el análisis y la obtención de un panorama general del estado de salud de los ecosistemas con base a la riqueza específica, y nos permite reconocer áreas con un fuerte potencial en cuanto a riqueza de especies para ser exploradas, además, la generación continua de conocimiento nos proporcionan más herramientas para la toma de decisiones en cuanto a la conservación de la biodiversidad.

En este trabajo se observó que a pesar de que el estado de Guanajuato cuenta con una riqueza relativamente baja de anfibios y reptiles (*ca.* 10%) en relación con la riqueza en México, la red de ANP's en el estado está protegiendo aparentemente dicha diversidad, sin embargo, se sugiere la creación o ampliación de la ANP que comprenda las Sierras de Santa Bárbara y de Santa Rosa, es decir, el polígono de la Región Terrestre Prioritaria identificada previamente en esta área, pues se cuenta con información suficiente para justificar la conservación de esta zona, con base en su composición florística (cactáceas, agaváceas, crasuláceas, encinares) y faunística (anfibios, reptiles, aves).

Es muy importante señalar que parte de las especies registradas para el estado de Guanajuato fueron producto de las distribuciones potenciales predichas por los MNE, y por lo tanto, sería conveniente desarrollar proyectos orientados al trabajo de campo para corroborar esta información.

Finalmente, esta información podría cubrir tanto aspectos de distribución, biogeografía, y sistemática de estas especies, los cuales son urgentemente necesarios para que puedan contribuir a formulación de políticas de conservación (Flores-Villela, 1993b), ya que los sistemas montanos constituyen “hot spots” para la diversidad biológica, por lo que estudios biogeográficos mas extensos y detallados en el área podrían ser de mucha utilidad para la biología de la conservación (Lomolino, 2001)

LITERATURA CITADA

Arizmendi, M. del C. y L. Márquez Valdelamar (eds.). 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. CIPAMEX. México. 440 pp.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Bezaury-Creel, J. E., J. F. Torres, L. M. Ochoa-Ochoa, M. Castro-Campos y N. Moreno. 2009. Base de datos geográfica de Áreas Naturales Protegidas Estatales y del Distrito Federal de México, versión 2.0, Julio 31, 2009. Consultado en internet en:
www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

Bojórquez-Tapia, L. A., P. Balvanera y A. D. Cuarón. 1994. Biological inventories and computer data bases: their role in environmental assessments. *Environmental Management*, 18(5):775-785.

Bojórquez-Tapia, L. A., I. Azuara, E. Ezcurra, O. Flores-Villela. 1995. Identifying conservation priorities in Mexico through geographic information systems and modeling. *Ecological Applications*, 5(1):215-231.

Brown, J. H. 2001. Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 10(1):101-109.

Campos-Rodríguez, J. I., L. Chambert, M. del C. Díaz, R. Hernández-Árciga y F. Mendoza-Quijano. 2004a. Geographic distribution: *Lepidophyma occulor*. *Herpetological Review*, 35(3):288-289.

Campos-Rodríguez, J. I., L. Chambert, M. del C. Díaz, C. Elizalde-Arellano, J. C. López-Vidal, R. Hernández-Árciga, G. Santos-Barrera y F. Mendoza-Quijano. 2004b. Geographic distribution: *Leptodeira septentrionalis septentrionalis*. *Herpetological Review*, 35(3):292-293.

Campos-Rodríguez, J. I., B. Pérez-Valera, L. E. Evaristo-Aguilar y R. Hernández-Árciga. 2009a. Extensiones de distribución de los reptiles para el estado de Guanajuato, México. *Vertebrata Mexicana*, 22:13-16.

Campos-Rodríguez, J. I., C. Elizalde-Arellano, J. C. López-Vidal, G. F. Aguilar-Martínez, S. N. Ramos-Reyes y R. Hernández-Árciga. 2009b. Nuevos registros de anfibios y reptiles para

Guanajuato, procedentes de la Reserva de la Biosfera “Sierra Gorda de Guanajuato” y zonas adyacentes. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 25(2):269-282.

Campos-Rodríguez, J. I., B. Pérez-Valera, L. E. Evaristo-Aguilar, C. Elizalde-Arellano, J. C. López-Vidal y R. Hernández-Árciga. 2010. Registros notables de reptiles para Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81:203-204.

Carranza, E. 2001. Contribución al conocimiento de las plantas del género *Ipomoea* L. (Convolvulaceae) en el estado de Guanajuato, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo complementario*, 18:1-72.

Carranza González, E. 2005. Conocimiento actual de la flora y la diversidad vegetal del estado de Guanajuato, México. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo complementario*, 21:1-17.

Charre-Medellín, J. F., V. Sánchez-Cordero, G. Magaña-Cota, M. Álvarez-Jara, y F. Botello. 2012. Jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) in Guanajuato, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 57(1):117-118.

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. *Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4000 000*.

CONABIO. 2012. En línea: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>.

Dixon, J. R. y J. A. Lemos-Espinal. 2010. *Anfibios y Reptiles del Estado de Querétaro, México. Versión bilingüe (español/inglés)*, UNAM, 428 pp.

Dugès, A. 1868. Aperçu général sur la faune de Guanajuato (Mexique). *Bulletin de la Société Impériale Zoologique d'Acclimatation*, 2^a serie, 5:545-578.

Dugès, A. 1870. Consideraciones generales sobre la fauna de Guanajuato. *La Naturaleza*, 1^a serie, 1:314-318.

Dugès, A. 1895. Fauna del estado de Guanajuato. Pp. 297-304, in: *Memoria sobre la administración pública del estado de Guanajuato presentada al congreso del mismo por el C. Gobernador constitucional Lic. Joaquín Obregón González, el 1 de abril de 1895*. Imprenta y litografía de la Escuela IM Porfirio Díaz, Morelia, No. 251.

Elizalde-Arellano, C., J. C. López-Vidal, E. Q. Uhart, J. I. Campos-Rodríguez y R. Hernández-Árciga. 2010. Nuevos registros y extensiones de distribución de mamíferos para Guanajuato, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 26(1):73-98.

ESRI. 1999. *ArcView GIS 3.2*. Environmental Systems Research Institute, Inc. New York.

Flores-Villela, O. 1993a. Herpetofauna mexicana: lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. *Carnegie Museum of Natural History, Special Publication*, 17:1-73.

Flores-Villela, O. 1993b. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. Pp. 253=280, in: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution* (T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, eds.). Oxford University Press, Oxford, 812 pp.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 20(2):115-144.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 439 pp.

Flores-Villela, O. y A. Muñoz Alonso. 1993. Anfibios y reptiles. Pp. 411-442, *in: Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*, (I. Luna y J. Llorente, eds.). CONABIO-UNAM, Ediciones técnico científicas, México, 588 pp.

Flores-Villela, O., H. M. Smith y D. Chiszar. 2004. The history of herpetological exploration in México. *Bonner zoologische Beiträge*, 52(2003):311-335.

Frost, D. R. 2011. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 5.5. Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Global Land Cover 2000 database. European Commission, Joint Research Centre, 2003. <http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php>

Grytnes, J.-A. y T. S. Romdal. 2008. Using museum collections to estimate diversity patterns along geographical gradients. *Folia Geobotanica*, 43(3):357-359.

Guevara-Chumacero L. M., R. López-Wilchis y V. Sánchez-Cordero. 2001. 105 años de investigación mastozoológica en México (1890-1995): una revisión de sus enfoques y tendencias. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 83:35-72.

Günther, A. C. L. G. 1902. Reptilia and Batrachia, 1805-1902. In: *Biologia Centrali-Americana*: <http://www.sil.si.edu/digitalcollections/bca/resources.cfm>; (R. H. Porter, ed.), London.

Guralnick, R. P., J. Wiecek, R. Beaman, R. J. Hijmans & BioGeomancer Working Group. 2006. BioGeomancer: automated georeferencing to map the world's biodiversity data. *PLoS Biology*, 4(11):1908–1909.

Hijmans, R. J., S.E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones y A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25:1965-1978. (<http://www.worldclim.org>)

Iglesias, J., V. Sánchez-Cordero, G. Magaña-Cota, R. Bolaños, M. Aranda, R. Hernández y F. J. Botello. 2008. Noteworthy records of margay, *Leopardus wiedii* and ocelot, *Leopardus pardalis* in the state of Guanajuato, Mexico. *Mammalia*, 72(4):347-349.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2012. Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. 2011. México, 155 pp.

Kozak, K. H. y J. J. Wiens. 2010. Niche conservatism drives elevational diversity patterns in Appalachian salamanders. *The American Naturalist*, 176(1):40-54.

Lomolino, M. V. 2001. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 10(1):3-13.

Lugo-Hupb J., Vidal Zepeda, R., Fernández-Equiarte, A., Gallegos-García, A., Zavala-H, J. y otros. 2001. Hipsometría. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

McCain, C. M. 2005. Elevational gradients in diversity of small mammals. *Ecology*, 86(2):366-372.

McCain, C. M. & N. J. Sanders. 2010. Metabolic theory and elevational diversity of vertebrate ectotherms. *Ecology*, 91(2):601-609.

Magaña-Cota, G. E., J. F. Charre-Medellín, R. Hernández, J. Iglesias, B. Chávez-Galván, R. Bolaños, R. Cecaíra-Ricoy, V. Sánchez-Cordero y F. Botello. 2010. Primeros registros del murciélago vampiro de pata peluda (*Diphylla ecaudata*) para el estado de Guanajuato, México. *Therya*, 1(3):213=220.

Martínez Cruz, J. y O. Téllez-Valdés. 2004. Listado florístico de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 74:31-49.

Martínez Cruz, J., O. Téllez-Valdés y G. Ibarra-Manríquez. 2009. Estructura de los encinares de la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80:145-156.

May, S. E., K. A. Medley, S. A. Johnson y E. R. Hoffman. 2011. Combining genetic structure and ecological niche modeling to establish units of conservation: a case study of an imperiled salamander. *Biological Conservation*, 144:1441-1450.

Mendoza-Quijano, F., S. A. A. Mejenes-López, V. H. Reynoso-Rosales, M. A. Estrada Hernández y M. Rodríguez Blanco. 2001. Anfibios y reptiles de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato: cien años después. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 72(2):233-243.

Muñoz Alonso, L. A. 1988. Estudio herpetofaunístico del Parque Ecológico Estatal de Omiltemi, Mpio. de Chilpancingo, Guerrero. Tesis de licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 111 pp.

Ochoa Ochoa, L. M. 2006. Análisis de patrones de la herpetofauna de México. Tesis de Maestría (Ciencias Biológicas), Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 109 pp.

Ochoa Ochoa, L. M. y O. Flores-Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México, 211 pp.

Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190:231-259.

Phillips, S. J. y M. Dudík. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2):161-175.

Pough, F. H., R. M. Andrews, J. E. Cadle, M. L. Crump, A. H. Savitzky y K. D. Wells. 1998. *Herpetology*. Prentice Hall, 579 pp.

Ramsar Sites Information Service (RSIS). 2011. En línea: <http://www.wetlands.org/rsis/>.

Rzedowski, J. y R. Galván. 1996. Nota sobre la vegetación y la flora del noreste del estado de Guanajuato. *Flora del Bajío y de regiones adyacentes, Fascículo complementario*, 16:1-24.

Sánchez-Cordero, V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography*, 10(1):63-76.

Sánchez Luna, M. 2009. Análisis de la herpetofauna de tres áreas naturales protegidas ubicadas en los municipios de Yuriria y Moroleón, Guanajuato, México. Facultad de Agrobiología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, Tesis para obtener el título de Biólogo Agripecuario, 69 pp.

Sánchez-Luna, M., A. J. González-Hernández, E. Cabrera-Guzmán y V. H. Reynoso. 2009a. Geographic distribution: *Anolis nebulosus*. *Herpetological Review*, 40(4):450.

Sánchez-Luna, M., A. J. González-Hernández, E. Cabrera-Guzmán y V. H. Reynoso. 2009b. Geographic distribution: *Leptophis diplotropis*. *Herpetological Review*, 40(4):456.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 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. Diario Oficial, segunda sección, 30 de diciembre, pp. 1-78.0

Smith, H. M. y R. B. Smith. 1969. Early foundations of Mexican herpetology. University of Illinois Press, Urbana: 85 pp.

Smith, H. M. y R. B. Smith. 1976a. Synopsis of the herpetofauna of Mexico, vol. III: source analysis and index for Mexican reptiles. John Johnson, North Bennington, Vermont, 997 pp.

Smith, H. M. y R. B. Smith. 1976b. Synopsis of the herpetofauna of Mexico, vol. IV: source analysis and index for Mexican amphibians. John Johnson, North Bennington, Vermont, 260 pp.

Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1995. Biometry. W. H. Freeman, San Francisco, third edition.

Uetz, P. 2011. The reptile database, en línea: <http://www.tigr.org/reptiles/>

Urbina-Cardona, J. N. y O. Flores-Villela. 2010. Ecological-Niche Modeling and prioritization of Conservation-Area networks for mexican herpetofauna. *Conservation Biology*, 24(4):1031-104

Figuras

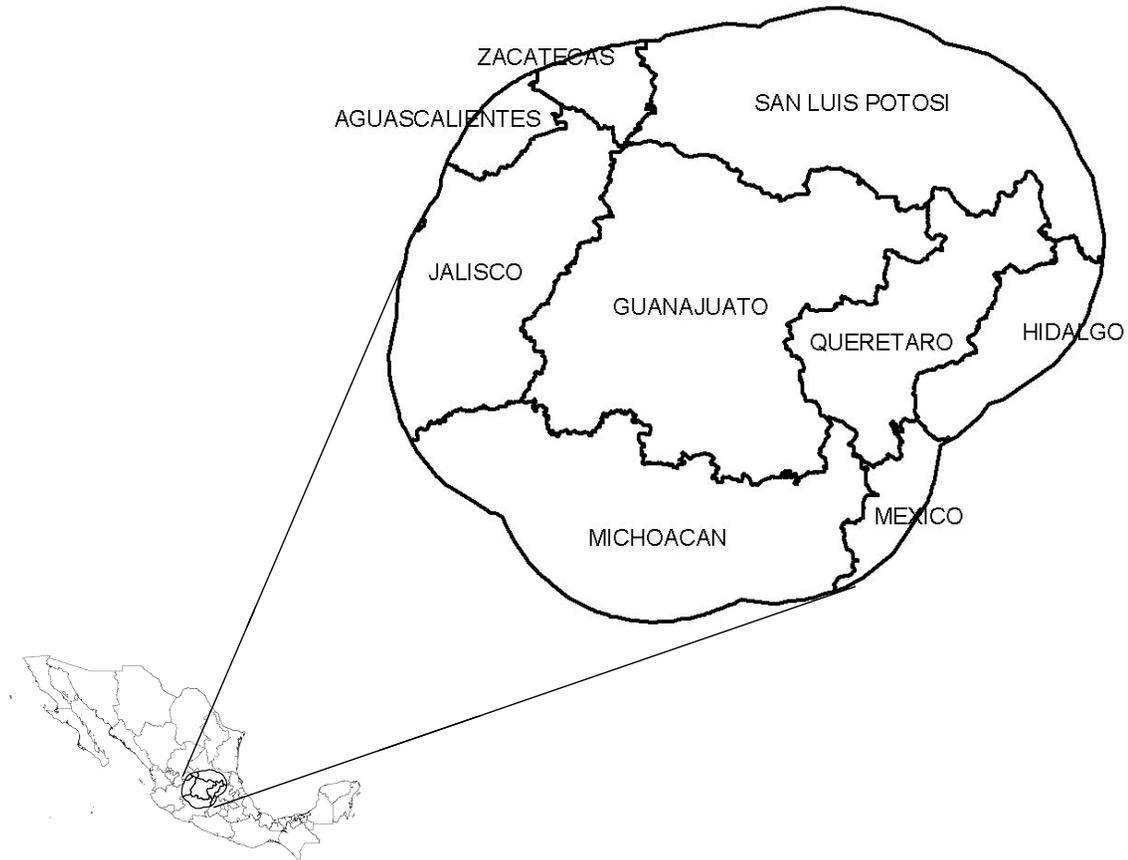


Figura 1. Área de estudio (Guanajuato + 100 km a la redonda)

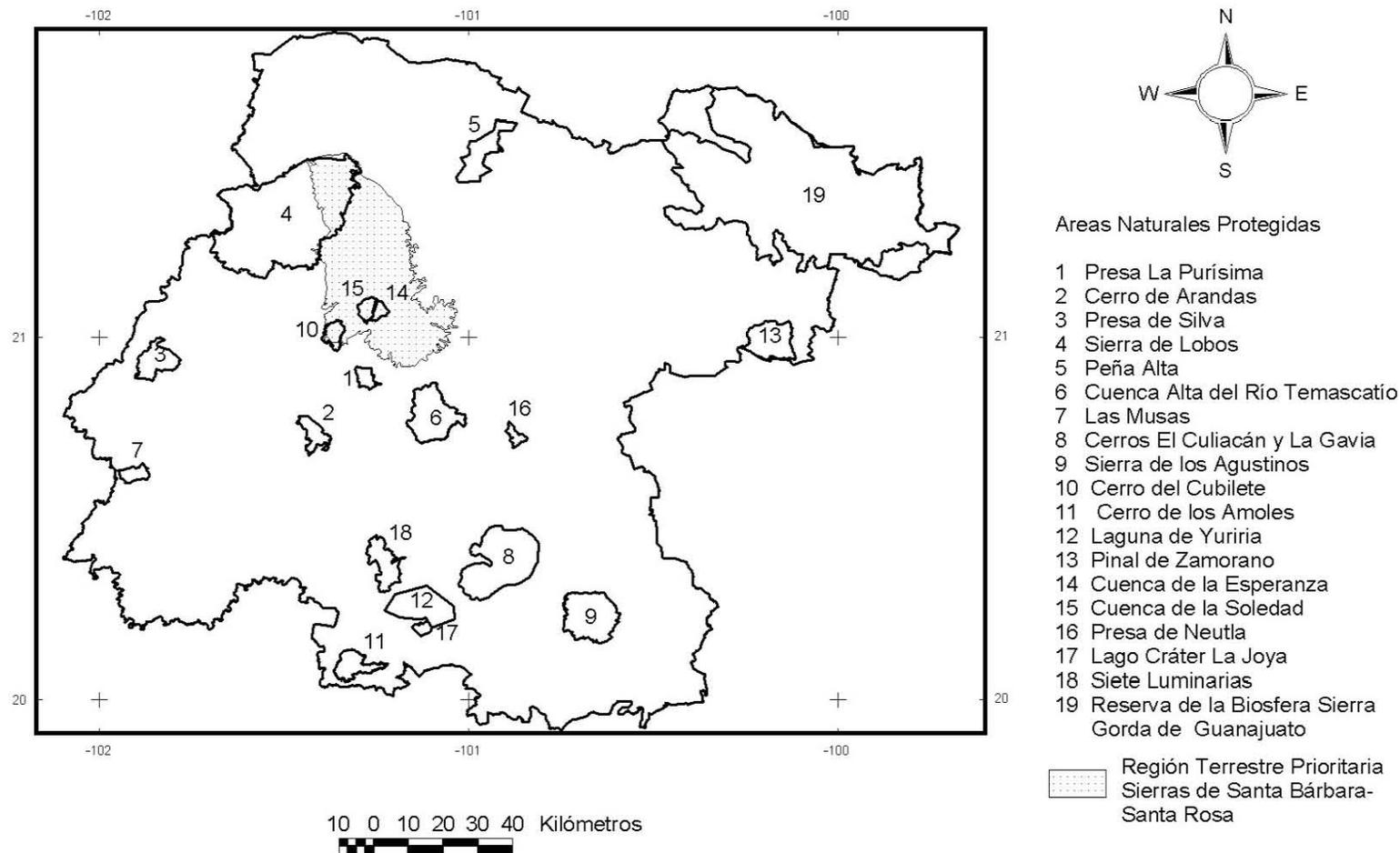


Figura 2. Áreas Naturales Protegidas (tomado de Bezaury Creel et al., 2009), Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato y Regiones Terrestres Prioritarias en el estado de Guanajuato (tomado de Arriaga et al., 2000).

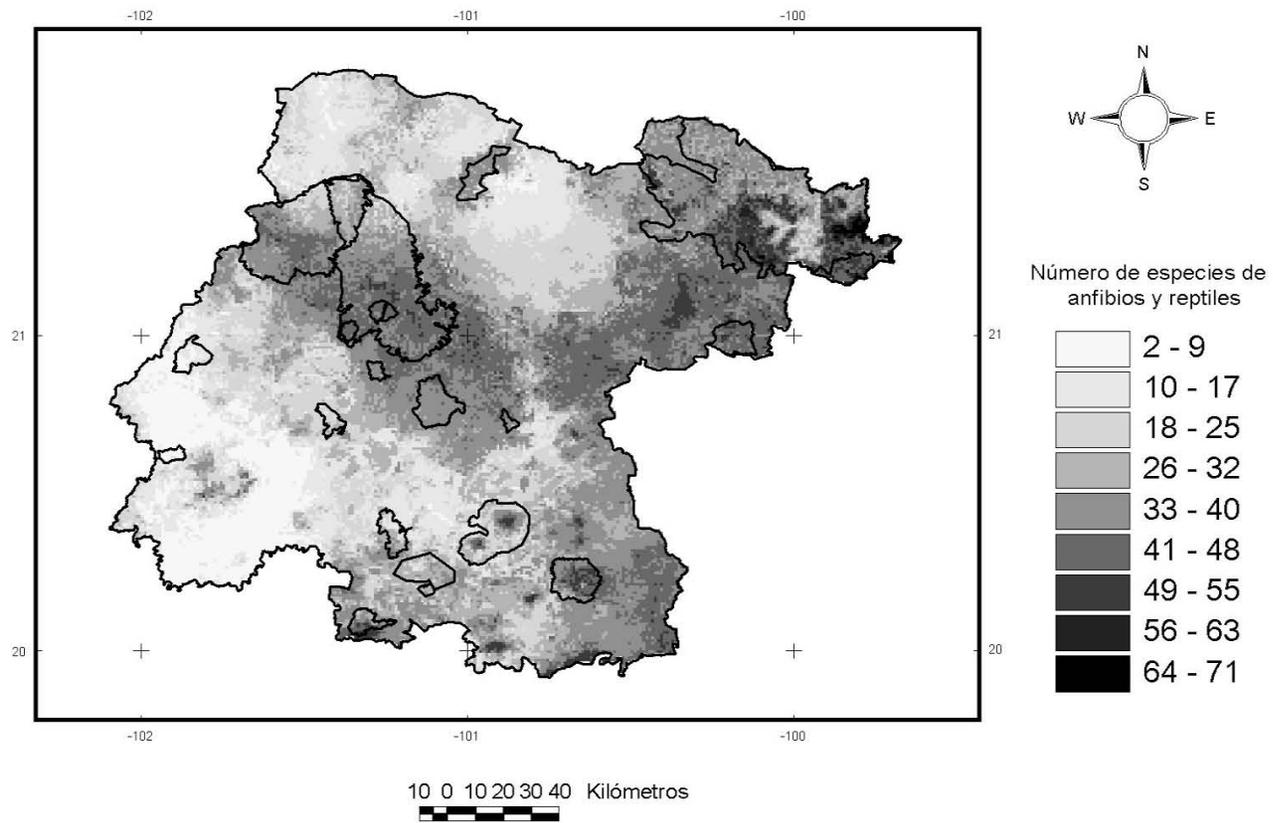


Figura 3. Distribucion y riqueza herpetofaunistica en el estado de Guanajuato.

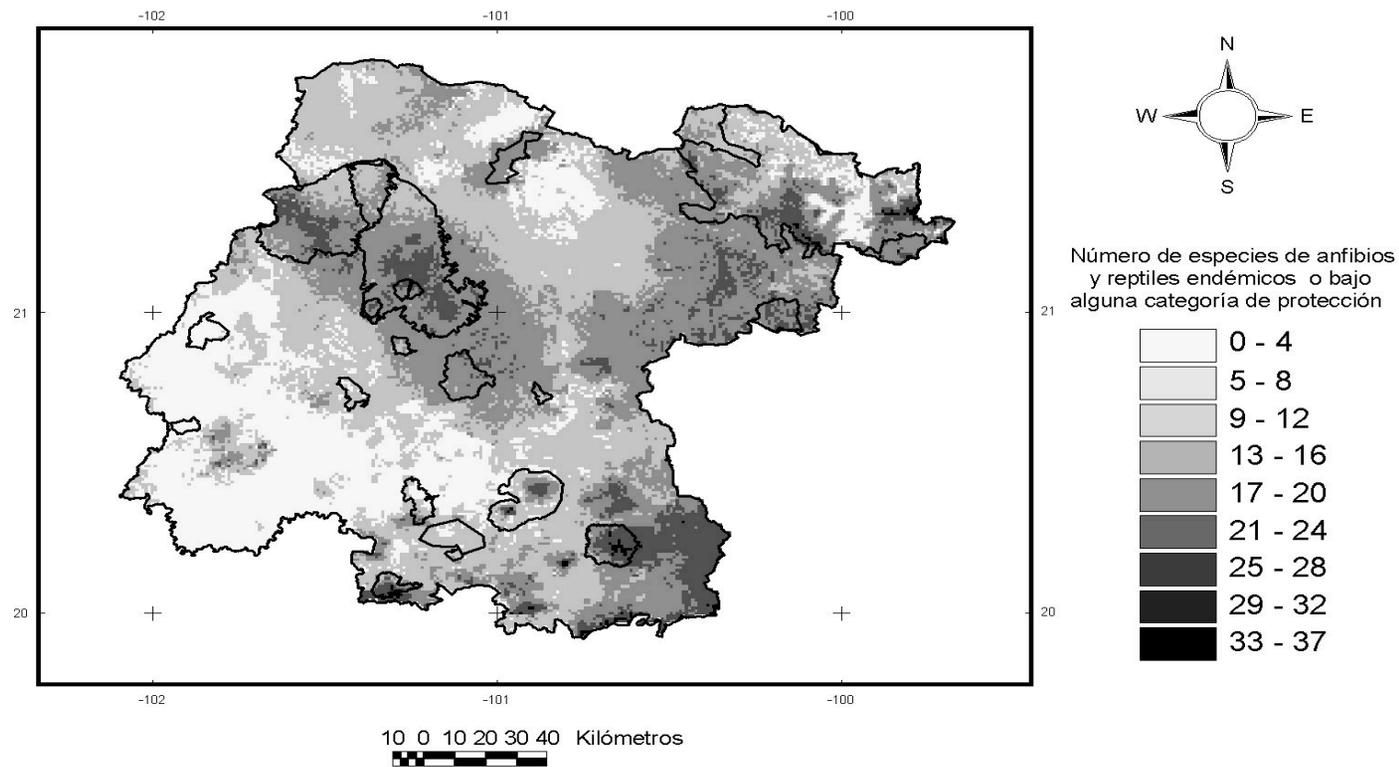


Figura 4. Distribución y riqueza herpetofaunística de especies endémicas o bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el estado de Guanajuato.

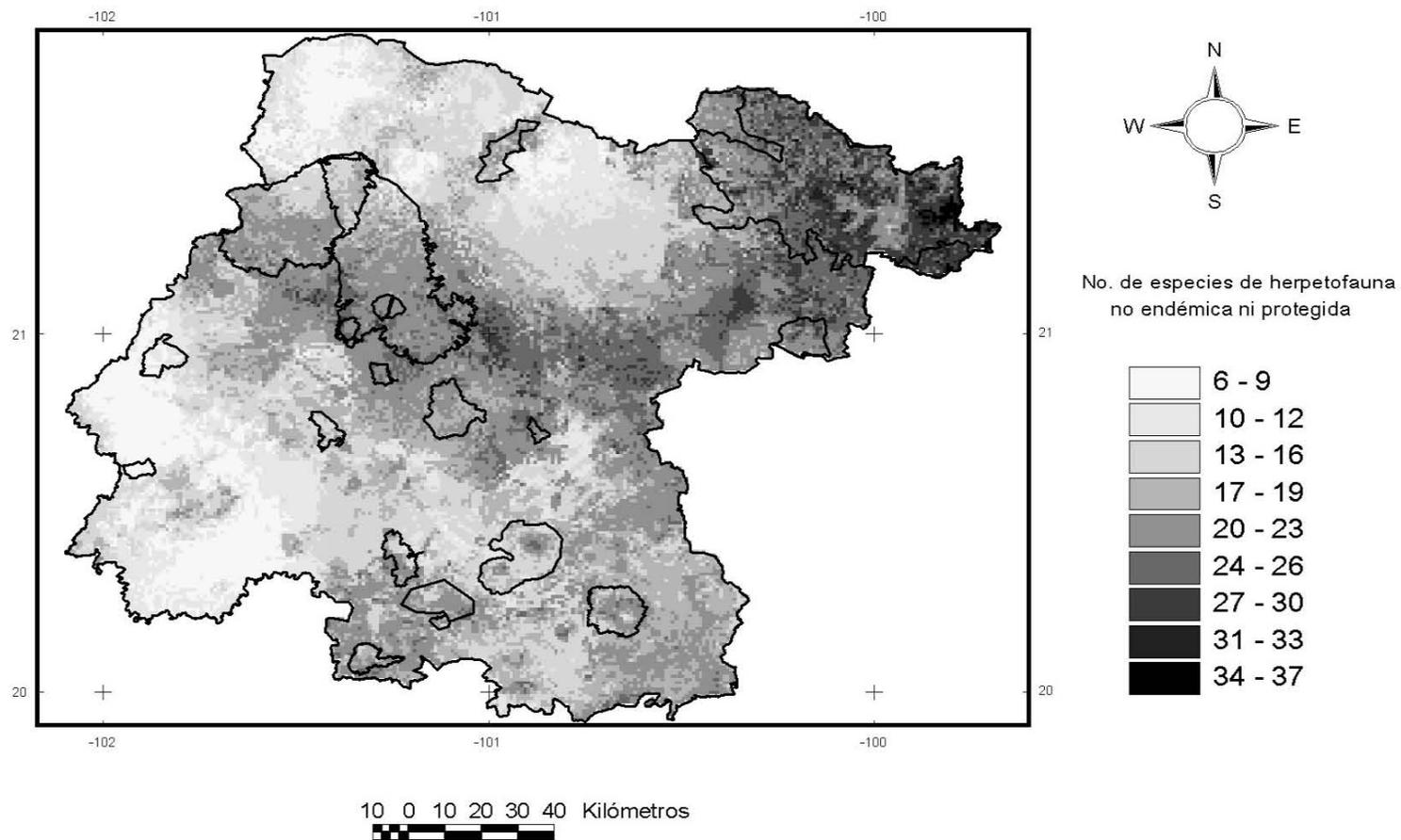


Figura 5. Distribución y riqueza herpetofaunística de especies no endémicas ni protegidos en el estado de Guanajuato.

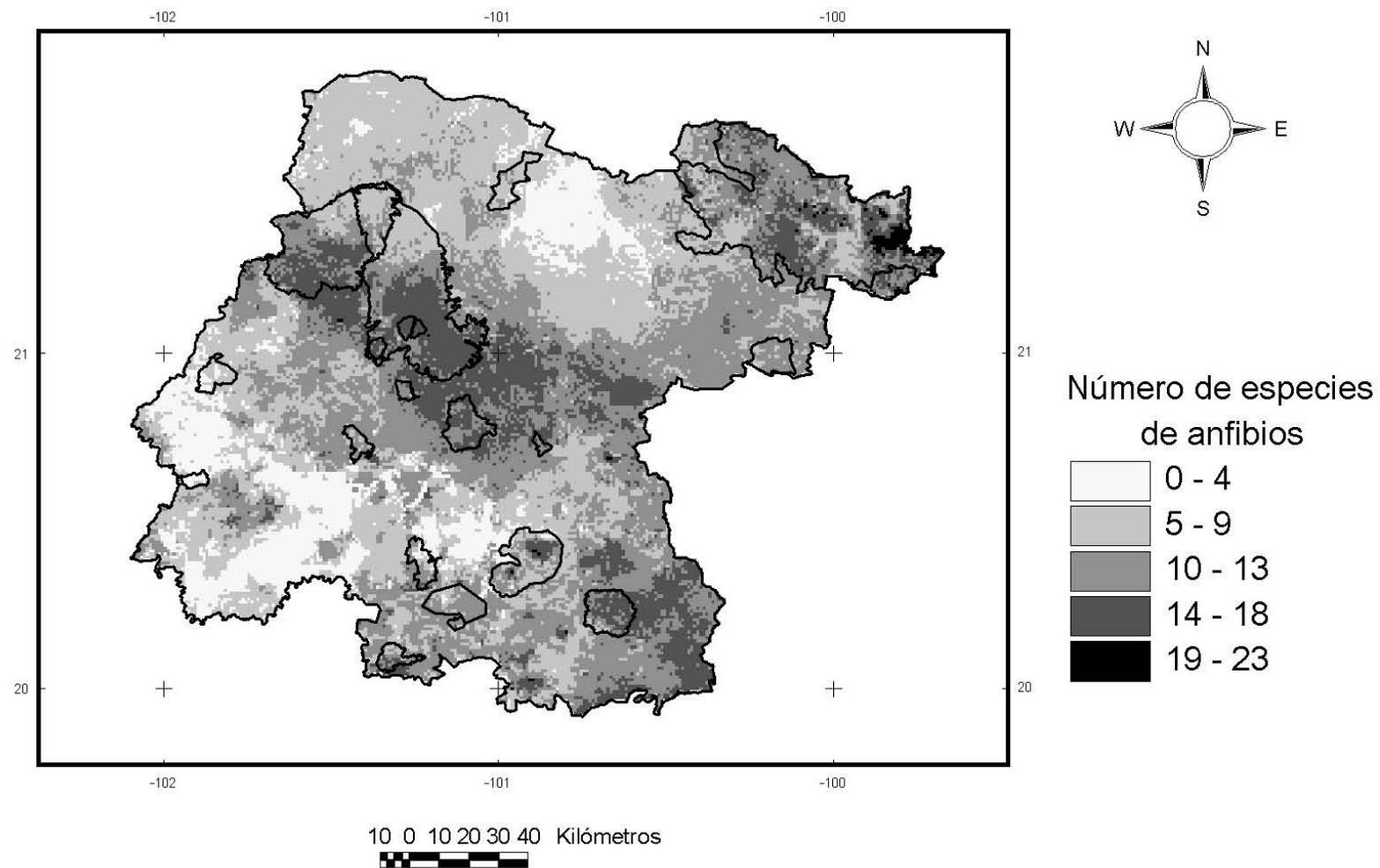


Figura 6. Distribución y riqueza de los anfibios en el estado de Guanajuato.

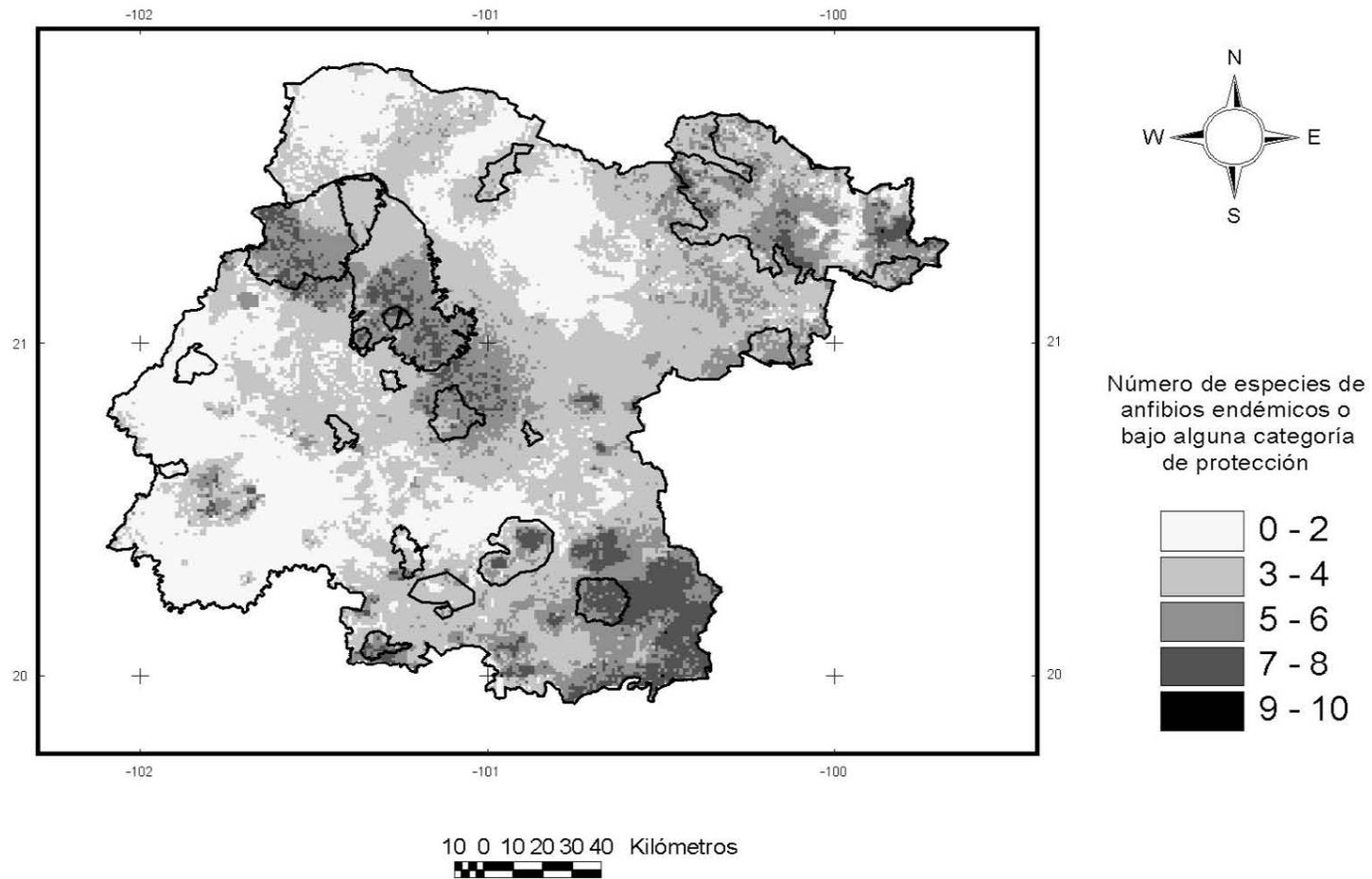


Figura 7. Distribución y riqueza de los anfibios endémicos a México o bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el estado de Guanajuato.

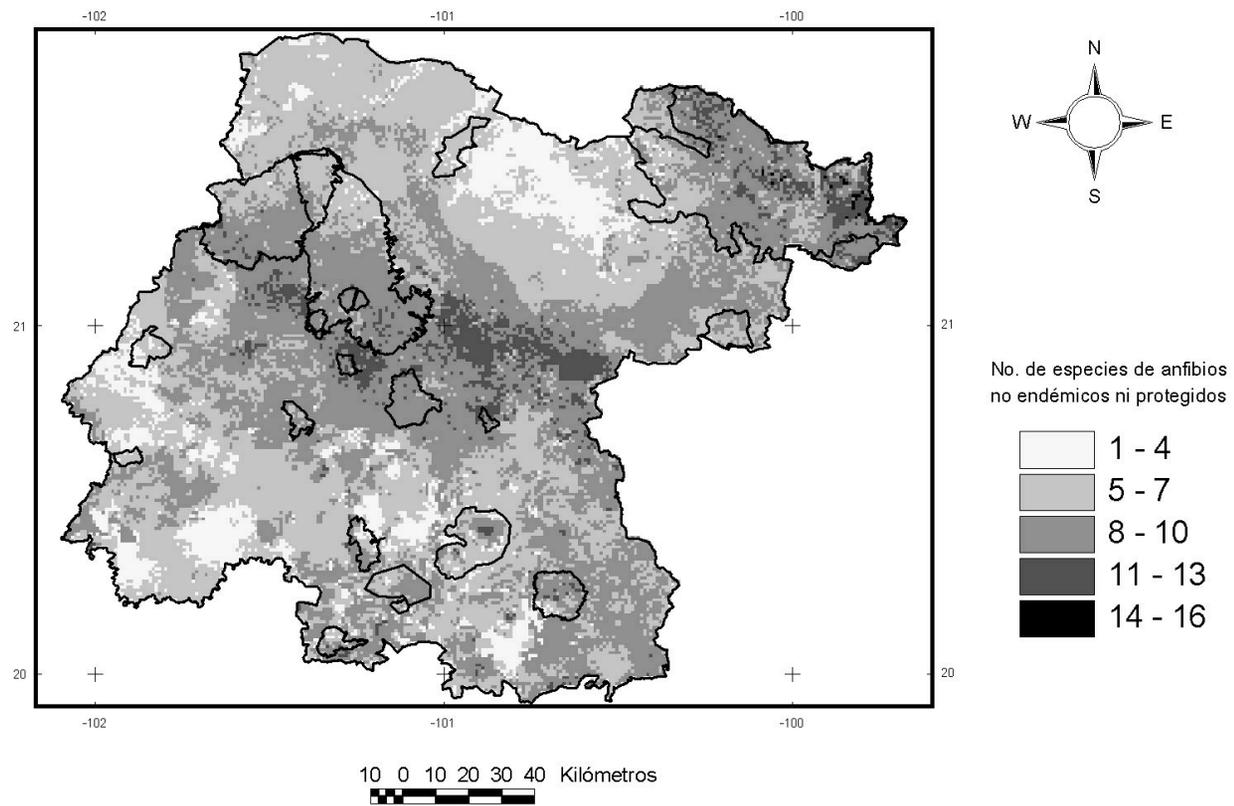


Figura 8. Distribución y riqueza de los anfibios no endémicos ni protegidos

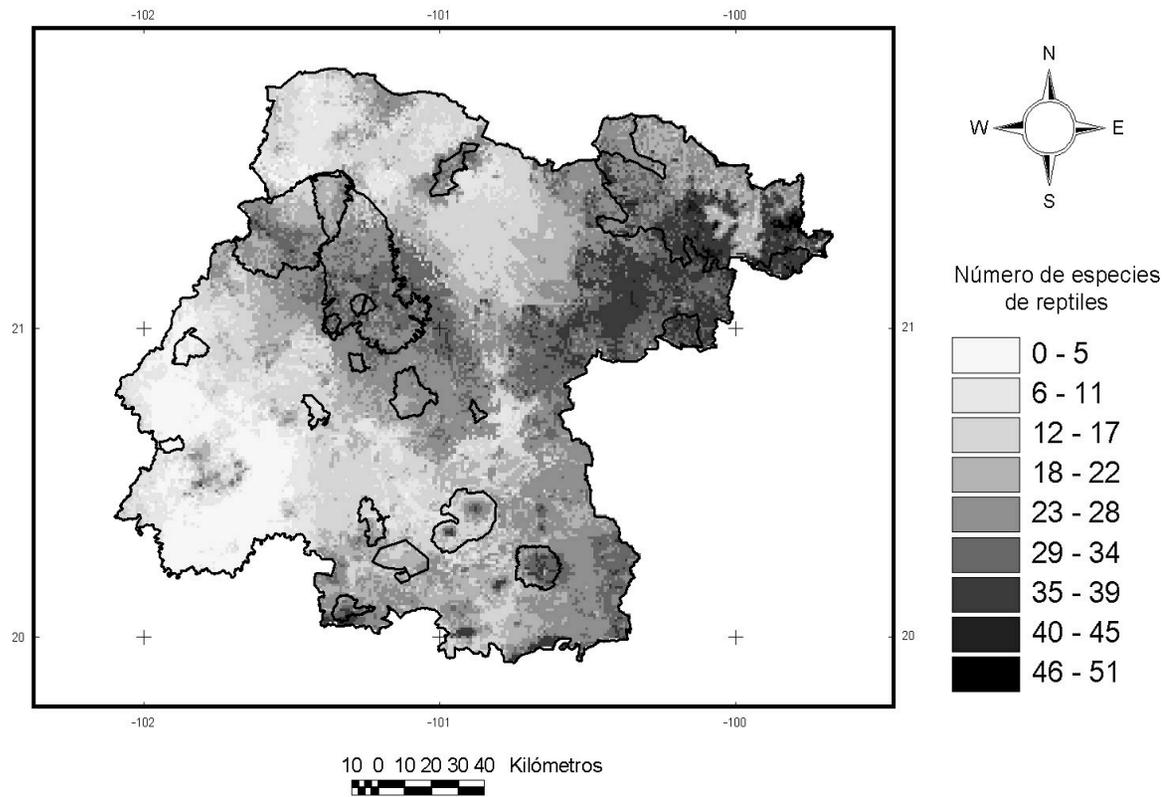


Figura 9. Distribución y riqueza de los reptiles en el estado de Guanajuato.

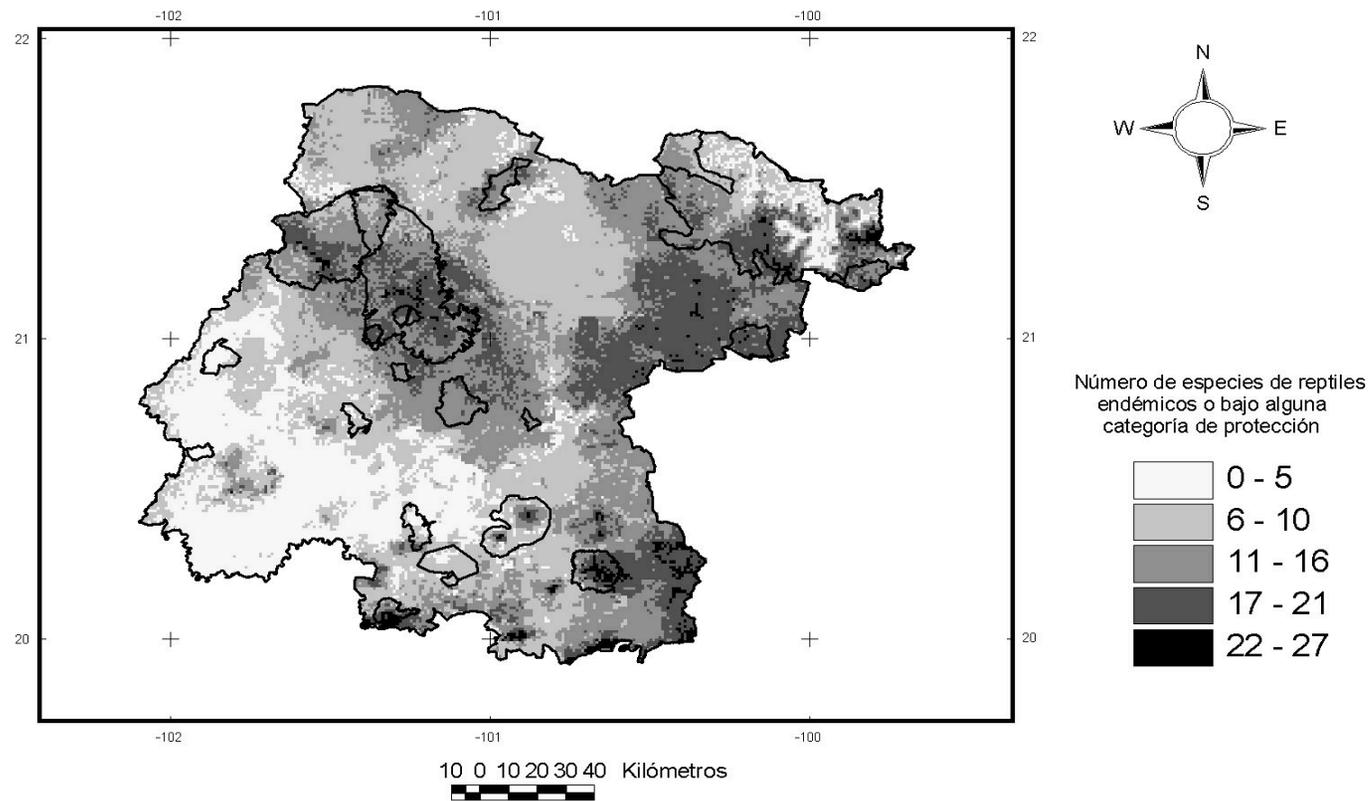


Figura 10. Distribucion y riqueza de los reptiles endémicos a México o bajo alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el estado de Guanajuato.

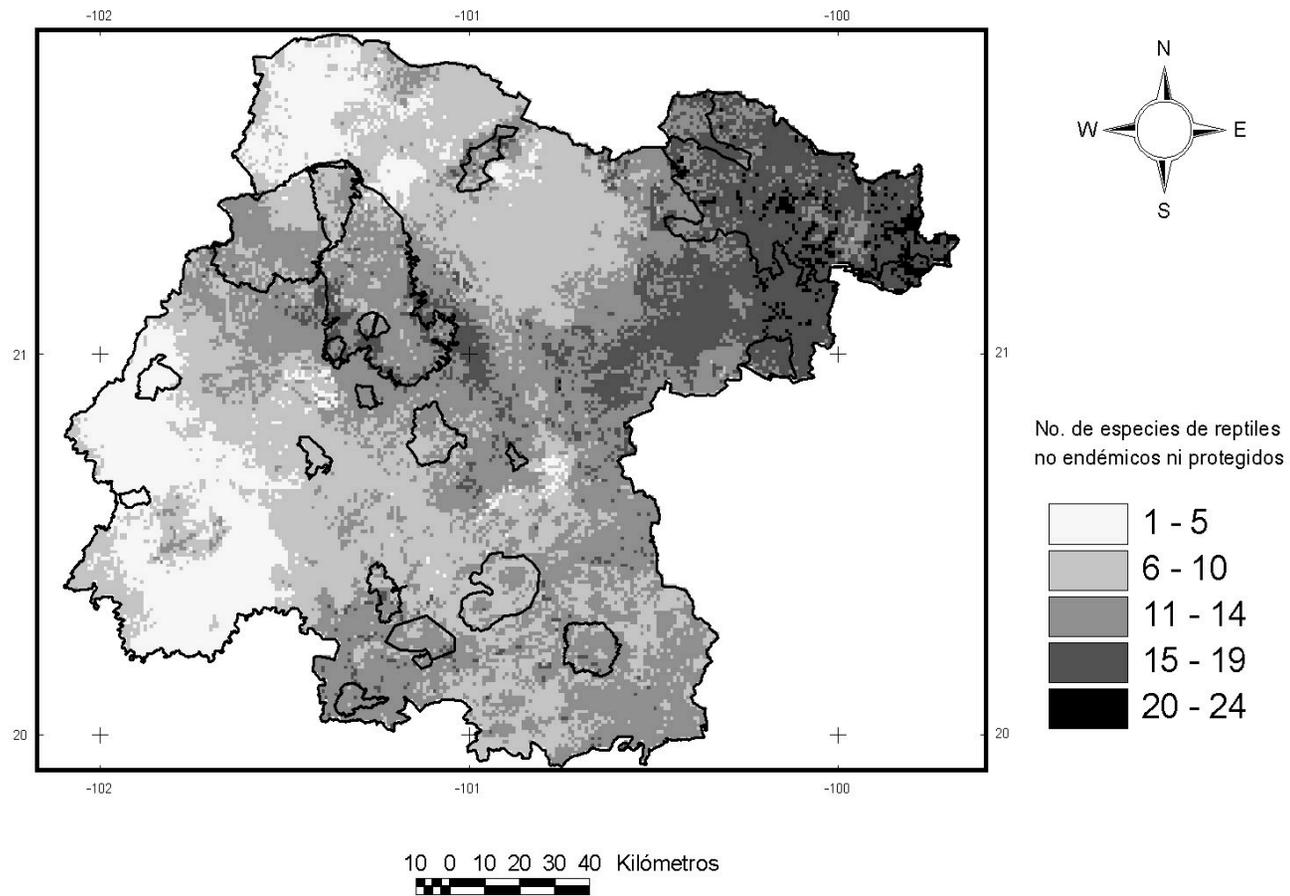


Figura 11. Distribución y riqueza de los reptiles no endémicos ni protegidos en el estado de Guanajuato

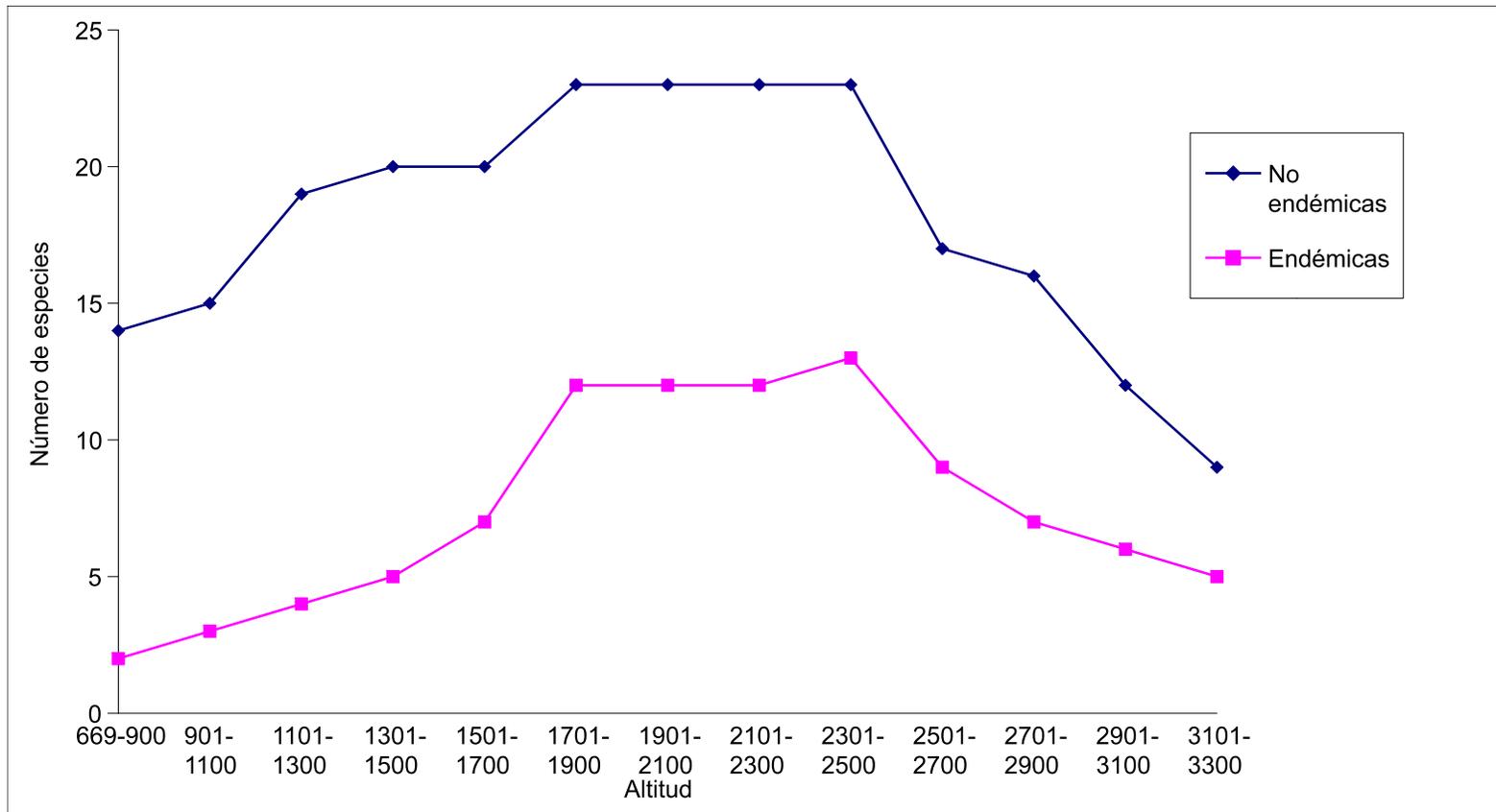


Figura 12. Gradiente altitudinal de riqueza de las especies endémicas y no endémicas de anfibios en Guanajuato.

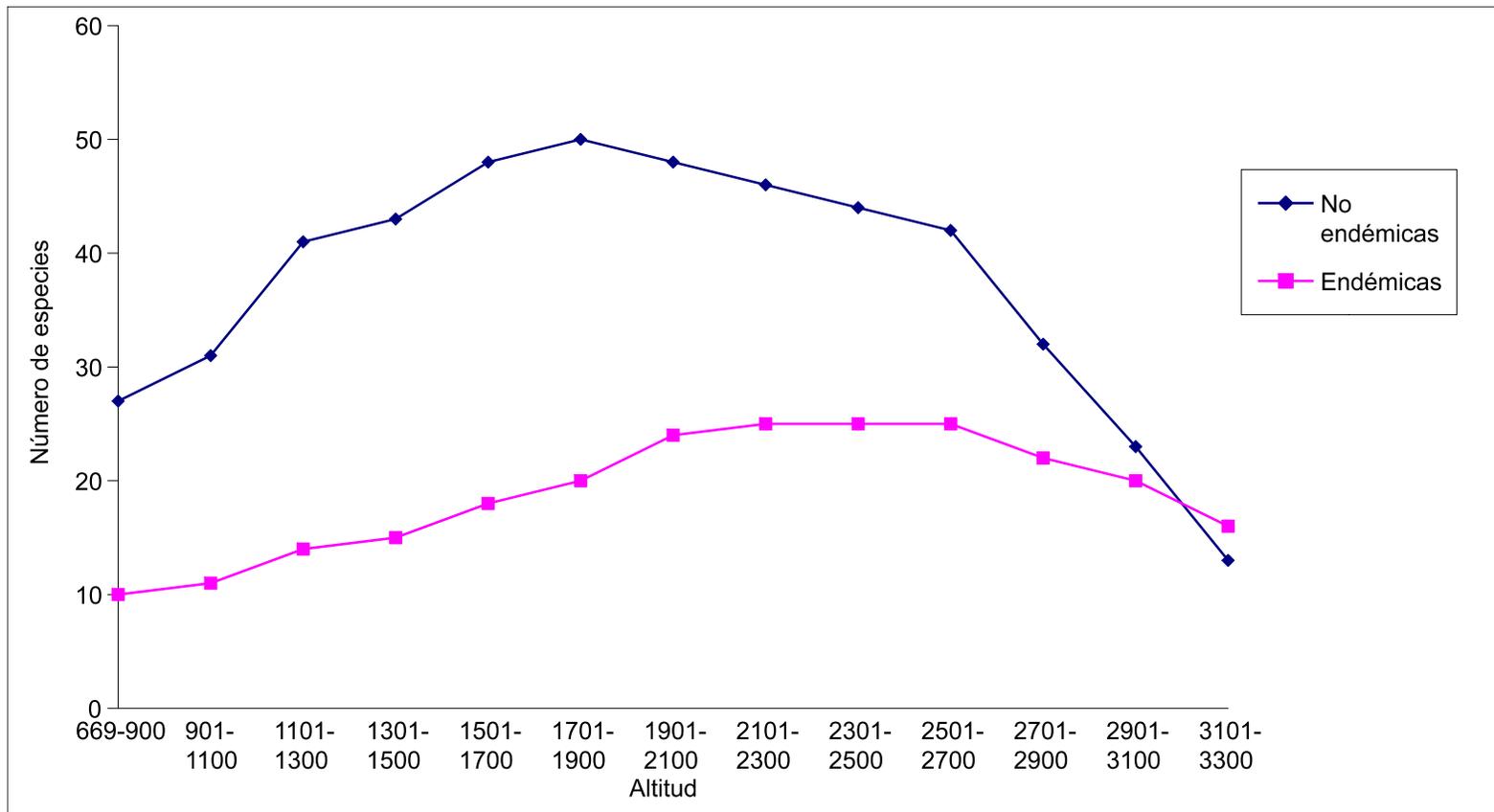


Figura 13. Gradiente altitudinal de riqueza de las especies endémicas y no endémicas de reptiles en Guanajuato.

Cuadros

Cuadro 1. Variables climáticas y topográficas empleadas para elaborar los modelos de nicho ecológico.

<i>Tipo de variable</i>	<i>Variable</i>
Climática, temperatura	Media anual
Climática, temperatura	Rango diurno promedio
Climática, temperatura	Isotermalidad
Climática, temperatura	Estacional
Climática, temperatura	Máxima de los meses más calurosos
Climática, temperatura	Mínima de los meses más fríos
Climática, temperatura	Rango anual
Climática, temperatura	Promedio del trimestre más lluvioso
Climática, temperatura	Promedio del trimestre más seco
Climática, temperatura	Promedio del trimestre más caluroso
Climática, temperatura	Promedio del trimestre más frío
Climática, precipitación	Anual
Climática, precipitación	Del mes más lluvioso
Climática, precipitación	Del mes más seco
Climática, precipitación	Estacional
Climática, precipitación	Promedio del trimestre más lluvioso
Climática, precipitación	Promedio del trimestre más seco
Climática, precipitación	Promedio del trimestre más caluroso
Climática, precipitación	Promedio del trimestre más frío
Topográfica	Altitud
Topográfica	Cobertura terrestre

Cuadro 2. Variables climáticas de mayor contribución relativa para los modelos producidos por Maxent.

Variable climática	Anfibios (%)	Reptiles (%)
Temperatura estacional	11.93	10.77
Temperatura mínima de los meses más fríos	5.18	7.78
Precipitación estacional	12.37	14.31
Precipitación del mes más seco	15.62	10.91
Precipitación anual	5.66	4.07
Promedio de la precipitación del trimestre más lluvioso	5.82	6.76

Cuadro 3. Herpetofauna en el estado de Guanajuato.

Clase	Orden	Familias (#)	Especies totales en Guanajuato (#)	Especies endémicas (#)	Especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (#)
Amphibia (37 spp.)	Anura	7	30	7	7
	Caudata	2	7	6	7
Reptilia (89 spp.)	Sauria	7	32	12	14
	Serpentes	3	54	17	27
	Testudines	1	3	1	3

Cuadro 4. Listado taxonómico de los anfibios y reptiles registrados para el estado de Guanajuato.

E: especies endémicas a México; **NOM:** especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, **A:** amenazada, **Pr:** protegida; **Gto.:** Guanajuato.

		NOM-059	E	registros puntuales en Gto.	en literatura para Gto.	predichos con Maxent para Gto.
AMPHIBIA						
ANURA						
Bufo	<i>Anaxyrus cognatus</i> (Say, 1823)					x
	<i>Anaxyrus compactilis</i> (Wiegmann, 1833)			x	x	x
	<i>Anaxyrus punctatus</i> (Baird y Girard, 1852)			x	x	x
	<i>Anaxyrus speciosus</i> (Girard, 1854)			x		x
	<i>Incilius nebulifer</i> (Girard, 1854)			x		x
	<i>Incilius occidentalis</i> (Camerano, 1879)			x	x	x
	<i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758)			x		x
Craugastor	<i>Craugastor augusti</i> (Dugès, 1879)			x	x	x
	<i>Craugastor decoratus</i> (Taylor, 1942)	Pr	x			x
	<i>Craugastor hobartsmithi</i> (Taylor, 1937)					x
	<i>Eleutherodactylus guttillatus</i> (Cope, 1879)			x	x	x
Eleutherodactylid	<i>Eleutherodactylus longipes</i> (Baird, 1859)					x
	<i>Eleutherodactylus nitidus</i> (Peters, 1869)			x	x	x
	<i>Eleutherodactylus verrucipes</i> (Cope, 1885)	Pr	x			x
Hylid	<i>Ecnomiohyla miotympanum</i> (Cope, 1863)			x	x	x
	<i>Hyla arenicolor</i> Cope, 1866			x	x	x
	<i>Hyla eximia</i> Baird, 1854			x	x	x
	<i>Hyla plicata</i> Brocchi, 1877	A	x			x
	<i>Smilisca baudinii</i> (Duméril y Bibron, 1841)			x	x	x
	<i>Smilisca fodiens</i> (Boulenger, 1882)			x		x
Microhylid	<i>Hypopachus variolosus</i> (Cope, 1866)			x		x
Ranid	<i>Lithobates berlandieri</i> (Baird, 1859)	Pr		x		x
	<i>Lithobates catesbeianus</i> (Shaw, 1802)			x		x
	<i>Lithobates dunni</i> (Zweifel, 1957)	Pr	x			x
	<i>Lithobates megapoda</i> (Taylor, 1942)	Pr	x	x		x
	<i>Lithobates montezumae</i> (Baird, 1854)	Pr	x	x	x	x
	<i>Lithobates neovolcanicus</i> (Hillis y Frost, 1985)	A	x	x		x
	<i>Lithobates spectabilis</i> (Hillis y Frost, 1985)					x
Scaphiopodid	<i>Scaphiopus couchi</i> Baird, 1854					x
	<i>Spea multiplicata</i> (Cope, 1863)			x	x	x
CAUDATA						
Ambystomatid	<i>Ambystoma amblycephalum</i> Taylor, 1940	Pr	x	x		x
	<i>Ambystoma ordinarium</i> Taylor, 1940	Pr	x			x
	<i>Ambystoma tigrinum</i> (Green, 1825)	Pr		x		x
	<i>Ambystoma velasci</i> (Dugès, 1888)	Pr	x	x		x

		NOM-059	E	registros puntuales en Gto.	en literatura para Gto.	predichos con Maxent para Gto.
Plethodontidae	<i>Chiropterotriton chondrostega</i> (Taylor, 1941)	Pr	x			x
	<i>Pseudoeurycea belli</i> (Gray, 1850)	A	x	x	x	x
	<i>Pseudoeurycea scandens</i> Walker, 1955	Pr	x			x
REPTILIA						
SQUAMATA						
SAURIA						
Anguidae	<i>Abronia taeniata</i> (Wiegmann, 1828)	Pr	x			x
	<i>Barisia imbricata</i> (Wiegmann, 1828)	Pr	x	x	x	x
Dibamidae	<i>Gerrhonotus infernalis</i> Baird, 1859			x	x	x
	<i>Gerrhonotus liocephalus</i> Wiegmann, 1828	Pr		x	x	x
	<i>Anelytropsis papillosus</i> Cope, 1885	A	x			x
Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata</i> Girard, 1851			x		x
	<i>Phrynosoma orbiculare</i> (Linnaeus, 1789)	A	x	x	x	x
	<i>Sceloporus aeneus</i> Wiegmann, 1828			x	x	x
	<i>Sceloporus dugesi</i> Bocourt, 1873			x	x	x
	<i>Sceloporus exsul</i> Dixon, Ketchersid y Lieb, 1972	A	x	x		x
	<i>Sceloporus grammicus</i> Wiegmann, 1828	Pr		x	x	x
	<i>Sceloporus horridus</i> Wiegmann, 1834				x	x
	<i>Sceloporus minor</i> Cope, 1885			x	x	x
	<i>Sceloporus parvus</i> Smith, 1934			x		x
	<i>Sceloporus scalaris</i> Wiegmann, 1828			x	x	x
	<i>Sceloporus spinosus</i> Wiegmann, 1828			x	x	x
	<i>Sceloporus torquatus</i> Wiegmann, 1828			x	x	x
	<i>Sceloporus variabilis</i> Wiegmann, 1834			x		x
	Polychridae	<i>Anolis nebulosus</i> (Wiegmann, 1834)			x	
<i>Anolis sericeus</i> Hallowell, 1856						x
Scincidae	<i>Plestiodon brevirostris</i> (Gunther, 1860)			x		x
	<i>Plestiodon callicephalus</i> (Bocourt, 1879)				x	no se hizo
	<i>Plestiodon copei</i> (Taylor, 1933)	Pr	x			x
	<i>Plestiodon dugesii</i> (Thominot, 1883)	Pr	x	x	x	x
	<i>Plestiodon lynxe</i> (Wiegmann, 1834)	Pr	x	x	x	x
Teiidae	<i>Scincella caudaequinae</i> (Smith, 1951)			x	x	x
	<i>Aspidoscelis costata</i> Cope, 1878	Pr	x	x		x
	<i>Aspidoscelis gularis</i> Beird y Girard, 1852			x		x
Xantusiidae	<i>Aspidoscelis guttatus</i> (Wiegmann, 1834)			x		no se hizo
	<i>Lepidophyma gaigeae</i> Mosauer, 1936	Pr	x			x
	<i>Lepidophyma occulor</i> Smith, 1942	Pr	x	x	x	x
	<i>Lepidophyma sylvaticum</i> Taylor, 1939	Pr	x			x
SERPENTES						
Colubridae	<i>Arizona elegans</i> Kennicott, 1859					x
	<i>Chersodromus rubriventris</i> (Taylor, 1949)	Pr	x	x		x
	<i>Coluber flagellum</i> Shaw, 1802	A		x		x
	<i>Coluber mentovarius</i> Duméril, Bibron y Duméril, 1854			x	x	x
	<i>Coluber schotti</i> (Baird y Girard, 1853)			x	x	x
	<i>Conopsis biserialis</i> Taylor y Smith, 1942	A	x	x		x

	NOM-059	E	registros puntuales en Gto.	en literatura para Gto.	predichos con Maxent para Gto.
<i>Crotalus ravus</i> Cope 1865	A	x	x		no se hizo
<i>Crotalus scutulatus</i> (Kennicott, 1861)	Pr		x		x
<i>Crotalus totonacus</i> Gloyd y Kauffeld, 1940					x
TESTUDINES					
Kinosternidae					
<i>Kinosternon hirtipes</i> Wagler, 1830	Pr		x	x	x
<i>Kinosternon integrum</i> Le Conte, 1824	Pr	x	x		x
<i>Kinosternon scorpioides</i> (Linnaeus, 1766)	Pr		x		x

Cuadro 5. Presencias y ausencias de las especies de herpetofauna en las Áreas Naturales Protegidas de Guanajuato.

1: Presa La Purísima; 2: Cerro de Arandas; 3: Presa de Silva; 4: Sierra de Lobos; 5: Peña Alta; 6: Cuenca Alta del Río Temascalí; 7: Las Musas; 8: Cerros El Culiacán y La Gavia; 9: Sierra de los Agustinos; 10: Cerro del Cubilete; 11: Cerro de los Amoles; 12: Laguna de Yuriria; 13: Pinal del Zamorano; 14: Cuenca de la Esperanza; 15: Cuenca de la Soledad; 16: Presa de Neutla; 17: Lago Cráter La Joya; 18: Siete Luminarias; 19: RBSGG; RTP 20: Región Terrestre Prioritaria, Sierras Santa Bárbara-Santa Rosa.

Especies	Áreas Naturales Protegidas																			RTP
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
<i>Anaxyrus cognatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anaxyrus compactilis</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Anaxyrus punctatus</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
<i>Anaxyrus speciosus</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Incilius nebulifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Incilius occidentalis</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Rhinella marina</i>	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Craugastor augusti</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Craugastor decoratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Craugastor hobartsmithi</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
<i>Eleutherodactylus guttillatus</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eleutherodactylus longipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Eleutherodactylus verrucipes</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ecnomihyla miotypanum</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1
<i>Hyla arenicolor</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hyla eximia</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hyla plicata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Smilisca baudinii</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
<i>Smilisca fodiens</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>Hypopachus variolosus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lithobates berlandieri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lithobates catesbeianus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lithobates dunni</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lithobates megapoda</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
<i>Lithobates montezumae</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lithobates spectabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Scaphiopus couchii</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Spea multiplicata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ambystoma amblycephalum</i>	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ambystoma ordinarium</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ambystoma tigrinum</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Ambystoma velasci</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Chiropterotriton</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Especies	Áreas Naturales Protegidas																			RTP
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
<i>chondrostega</i>																				
<i>Pseudoeurycea bellii</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Pseudoeurycea scandens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Abronia taeniata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Barisia imbricata</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Gerrhonotus infernalis</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Gerrhonotus liocephalus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Anelytropsis papillosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Holbrookia aproximans</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
<i>Sceloporus aeneus</i>	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sceloporus dugesii</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sceloporus exsul</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sceloporus grammicus</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sceloporus horridus</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sceloporus minor</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sceloporus parvus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1
<i>Sceloporus scalaris</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sceloporus spinosus</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sceloporus torquatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
<i>Sceloporus variabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Anolis nebulosus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Anolis sericeus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Plestiodon brevirostris</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Plestiodon callicephalus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Plestiodon copei</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1
<i>Plestiodon dugesii</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
<i>Plestiodon lynxe</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
<i>Scincella caudaequinae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Aspidoscelis costatus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Aspidoscelis gularis</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Aspidoscelis guttatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidophyma gaigeae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lepidophyma occulor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lepidophyma sylvaticum</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Arizona elegans</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Chersodromus rubriventris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Coluber flagellum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Coluber mentovarius</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Coluber schotti</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Conopsis biserialis</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Conopsis lineata</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
<i>Conopsis nasus</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Diadophis punctatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Drymarchon melanurus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Drymobius margaritiferus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Geophis latifrontalis</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Geophis petersii</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1

Especies	Áreas Naturales Protegidas																				RTP
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>Hypsiglena jani</i>	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Hypsiglena tanzeri</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	
<i>Lampropeltis mexicana</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	
<i>Lampropeltis triangulum</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Leptodeira annulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Leptodeira maculata</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Leptodeira septentrionalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Leptophis diplotropis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Nerodia rhombifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Oxybelis aeneus</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	
<i>Oxybelis fulgidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pantherophis emoryi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Pituophis deppei</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Pseudoficimia frontalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rhadinaea gaigeae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Salvadora bairdi</i>	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Salvadora grahamiae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Senticolis triaspis</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Storeria dekayi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Storeria hidalgoensis</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	
<i>Storeria storerioides</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
<i>Tantilla bocourti</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Tantilla rubra</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Thamnophis eques</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Thamnophis melanogaster</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Thamnophis proximus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Thamnophis scalaris</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
<i>Thamnophis scaliger</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
<i>Thamnophis sumichrasti</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Trimorphodon tau</i>	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Micrurus tener</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
<i>Crotalus aquilus</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Crotalus atrox</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Crotalus lepidus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Crotalus molossus</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Crotalus polystictus</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	
<i>Crotalus ravus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Crotalus scutulatus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Crotalus totonacus</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Kinosternon hirtipes</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Kinosternon integrum</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Kinosternon scorpioides</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	
No. Total de especies por ANP	48	45	31	81	54	65	26	79	71	61	70	55	82	62	64	56	55	64	112	75	
% del total en el área	38	36	25	65	43	52	21	63	57	49	56	44	66	50	51	45	44	51	90	60	

Cuadro 6. Riqueza en las diferentes bandas altitudinales (cada 200m).

Altitud	Endémicas		No endémicas		Total	
	Anfibios	Reptiles	Anfibios	Reptiles	Anfibios	Reptiles
669-900	2	10	14	27	16	37
901-1100	3	11	15	31	18	42
1101-1300	4	14	19	41	23	55
1301-1500	5	15	20	43	25	58
1501-1700	7	18	20	48	27	66
1701-1900	12	20	23	50	35	70
1901-2100	12	24	23	48	35	72
2101-2300	12	25	23	46	35	71
2301-2500	13	25	23	44	36	69
2501-2700	9	25	17	42	26	67
2701-2900	7	22	16	32	23	54
2901-3100	6	20	12	23	18	43
3101-3300	5	16	9	13	14	29

Cuadro 7. Matriz de correlación entre la riqueza de anfibios y reptiles totales en Guanajuato.

Así como endémicos y no endémicos, en donde: Anf: anfibios, Rep: reptiles, Herp: anfibios y reptiles en conjunto, Gto: especies totales, es decir, endémicas y no endémicas, NE: especies no endémicas, E: especies endémicas o bajo alguna categoría de protección.

	Anf_Gto	Rep_Gto	Anf_NE	Rep_NE	Anf_E	Rep_E	Herp_Gto	Herp_NE	Herp_E
Anf_Gto	1								
Rep_Gto	0.728	1							
Anf_NE	0.899	0.581	1						
Rep_NE	0.620	0.908	0.536	1					
Anf_E	0.844	0.766	0.526	0.550	1				
Rep_E	0.700	0.904	0.517	0.642	0.730	1			
Herp_Gto	0.865	0.973	0.724	0.870	0.797	0.894	1		
Herp_NE	0.803	0.895	0.779	0.946	0.609	0.674	0.922	1	
Herp_E	0.789	0.897	0.552	0.653	0.861	0.976	0.918	0.695	1

Apéndice I. Colecciones de las que se obtuvieron los registros.

Bell Museum of Natural History, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota; American Museum of Natural History, New York; Brigham Young University, Monte L. Bean Life Science Museum, Provo, UTA; California Academy of Sciences, San Francisco, California; Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh, Pennsylvania; California Academy of Science, specimens received from Stanford University, Palo Alto, California; Colección Nacional de Anfibios y Reptiles [formerly Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Departamento de Zoología], Mexico City; Cornell University Museum of Vertebrates, Ithaca, New York; Florida Museum of Natural History, University of Florida, Gainesville, Florida; Louisiana Museum of Natural History [formerly Louisiana State University, Museum of Zoology (-1999)], Baton Rouge, Louisiana; Milwaukee Public Museum, Vertebrate Zoology, Milwaukee, Wisconsin; Museo Civico di Storia Naturale "Giacomo Doria", Genova; Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, México; Museum of Comparative Zoology, Harvard University, Cambridge, Massachusetts; Museum of Vertebrate Zoology, University of California at Berkeley, California; National Museum of Natural History, Smithsonian Institution [formerly United States National Museum], Department of Vertebrate Zoology, Washington D.C.; Natural History Museum [formerly British Museum (Natural History)], London; Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, California; Royal Ontario Museum, Department of Natural History, Toronto, Ontario; San Diego Society of Natural History, San Diego Natural History Museum, Balboa Park, San Diego, California; Sangmyung University [formerly Sangmyung Women's University], College of Natural Sciences, Life Science, Seoul; also as SMWU, EWNHM; Strecker Museum [moved to Mayborn Museum Complex], Baylor University, Waco, Texas; Sul Ross State University, Alpine, Texas; Texas Cooperative Wildlife Collection, Texas A&M University, College Station, Texas; Texas Natural History Collections, Texas Natural Science Center, Texas Memorial Museum, University of Texas at Austin, Austin, Texas; University of Arizona, Department of Ecology and Evolutionary Biology, Tucson, Arizona; also as UA; University of Colorado Museum of Natural History, Boulder, Colorado; University of Illinois Museum of Natural History, Urbana, Illinois; University of Kansas Natural History Museum, Lawrence, Kansas; University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor, Michigan; University of Oklahoma, Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History [formerly Stovall Museum], Norman, Oklahoma; University of Texas at Arlington, Department of Biology, Texas; University of Texas at El Paso, Department of Biological Sciences and Centennial Museum, Laboratory for Environmental Biology [formerly Museum of Arid Land Biology (MALB), Texas Western College], El Paso, Texas; Yale University, Peabody Museum of Natural History, New Haven, Connecticut; also as BOC.