



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“Distribución potencial de lagartijas del género *Abronia*
(Squamata: Anguidae) en México y su conservación en áreas
protegidas”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G A

PRESENTA

ROCÍO DEL CARMEN PONCE REYES



DIRECTOR DE TESIS: DR. VÍCTOR HUGO REYNOSO ROSALES





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA

Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a Usted que hemos revisado el trabajo escrito:
"Distribución potencial de lagartijas del género *Abronia* (Squamata: Anguidae)
en México y su conservación en áreas protegidas".

realizado por ROCIO DEL CARMEN PONCE REYES con número de cuenta 09955432-1

quién cubrió los créditos de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario Dr. Victor Hugo Reynoso Rosales

Propietario Dr. Enrique Martínez Meyer

Propietario Dr. Victor Sánchez Cordero Davila

Suplente M. en C. Georgina Santos Barrera

Suplente Dra. Irene Goyenechea Meyer-Goyenechea

[Handwritten signatures and initials]

Consejo Departamental de Biología

[Handwritten signature]
M. en C. JUAN MANUEL RODRIGUEZ CHAVEZ



A mis padres, Camelita y Juanito con todo mi amor.
A mi Oso y a mi Manito.

A Norma

A Edgar

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Rosa del Carmen
Ponce Reyes

FECHA: 05-01-04

FIRMA: Rosa Ponce Reyes

"En los momentos de crisis, sólo la imaginación es más importante que el conocimiento."

Albert Einstein

Agradecimientos

Al Dr. Víctor Hugo Reynoso Rosales, quien dirigió este trabajo. Por todo su apoyo, confianza y dedicación.

Al Dr. Enríque Martínez-Meyer, por su ayuda (que fue mucha) y su paciencia.

Muy especialmente a los demás miembros del comité de Sinodales: la Dra. Irene Goyenechea Goyenechea Meyer, la M. en C. Georgina Santos Barrera, y el Dr. Víctor Sánchez-Cordero Dávila que amablemente leyeron mi trabajo y me hicieron comentarios acertados.

Así mismo, quiero agradecer a todos los curadores y técnicos de las colecciones herpetológicas que consulté, pues sin las facilidades que me brindaron no hubiera podido efectuar este proyecto. En especial al Sr. Armando Borgonio, técnico de la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles.

Al Dr. Jonathan A. Campbell y Thomas Bille, quienes me proporcionaron valiosa información acerca de las abronias.

A todos mis compañeros y amigos de la CNAR, sobretodo a Normita, Alex, Oscar, Nicolás, Wendolí, Euge y Ana.

La realización de esta tesis se llevó a cabo gracias a una beca de PROBETEL en el periodo de julio a diciembre del 2003.

Se agradece también la beca para apoyo a estudiantes de licenciatura otorgada por PAPIIT DGAPA-UNAM proyecto No. IN233602 pues este trabajo forma parte del proyecto titulado: "Diversidad y ecología de anfibios y reptiles en ambientes fraccionados en selva tropical perennifolia en la región del Istmo de Tehuantepec" durante los meses de abril a junio del 2003.

Para aquellos que si leyeron **toda** la tesis (y que creían que no iban a ser nombrados individualmente):

A Normita por su apoyo incondicional en todo momento, dentro y fuera de la CNAR. Gracias por tu sincera amistad y nunca voy a olvidar todo lo que hemos pasado juntas (desde nuestro primer día de clases en la Fac.).

A mi Coso que aunque ha estado a miles de kilómetros de distancia me ha apoyado en todo momento

A Checo por las clases de foto y las reveladas. También por las inolvidables conversaciones "levantaánimos". Además del los "juebebes" con Héctor.

Al "Sr. de los Chapulines" René Cerritos Flores, gran Maestro y amigo que influenció en gran medida mi gusto por los insectos, el cine y la fotografía ...

A mis primitos Hugo, Claudio y Claudia, y a mis tíos por el apoyo moral y técnico.

A Adriana (Pichi): mil gracias por estar ahí tooodos estos años

A Citlali y Andrea por las amenas charlas en el depa. No tienen idea de cuanto las extraño.

A la AMECBAUW (Asociación Mexicana Para el Estudio y Conservación de la Banda Warrior), asociación a la que desgraciadamente NO pertenezco, pero que admiro y respeto.

Al ya extinto Six-Pack (Norma, Diana, Miriam, Jacsani y Estrella) por todas las aventuras que pasamos y TODO lo que compartimos.

Índice	1
Resumen	2
Introducción	3
Antecedentes	6
Herpetofauna	6
Descripción de las lagartijas del género <i>Abronia</i>	7
Modelos de predicción de especies	15
Método	18
Obtención de datos	18
Elaboración de la base de datos	19
Obtención de los modelos mediante el algoritmo genético GARP	19
Resultados	22
Discusión	50
Limitaciones del método en este estudio	50
Datos y su calidad para elaborar modelos	52
Distribuciones individuales	53
Abronias y Áreas Naturales Protegidas (ANP)	56
Abronias y Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)	60
Medidas para la preservación de las abronias	61
Conclusiones	64
Literatura citada	66

Resumen

Las abronias mexicanas son lagartijas muy poco conocidas. Lo único que se ha publicado sobre ellas es su descripción y sus posibles relaciones filogenéticas. En este estudio se generaron modelos de distribución potencial de los nichos ecológicos de 17 especies de abronias a partir de las localidades de recolecta de los ejemplares depositados en colecciones científicas, utilizando el Algoritmo Genético para la Predicción de Conjuntos de Reglas, GARP, con el fin de estimar la distribución geográfica de las abronias en México, con base en la generación de modelos de nicho ecológico. A los modelos de distribución potencial se le sobrepusieron los polígonos de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y la de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) para la conservación de la biodiversidad para evaluar la protección legal a estas lagartijas. Se observa que la distribución de seis especies de abronias cae dentro del territorio de áreas naturales protegidas y 14 dentro de alguna región terrestre prioritaria para la conservación. Las especies cuya área de distribución cae dentro de algún ANP son: *A. taeniata*, *A. smithi*, *A. reidi*, *A. matudai*, *A. graminea*, *A. chiszari*; además, *A. martindelcampoi*, *A. fuscolabialis*, *A. deppii*, *A. oaxacae*, *A. mitchelli*, *A. lythrochila*, *A. bogerti*, *A. ornelasi* caen dentro de un RTP. Las seis primeras corresponden a las ANP y todas a las RTP. Las especies que no cuentan con protección alguna son *A. leurolepis*, *A. mixteca* y *A. ochoterenai*. De *A. ramirezi* no se tienen datos precisos que puedan indicar el grado de protección provista por las áreas naturales.

A través del uso del algoritmo genético GARP se puede contribuir al establecimiento de estrategias de manejo más precisas para las abronias en México, pues los modelos que se generan sirven para evaluar áreas críticas para la conservación. De esta forma se puede proponer la ampliación de las ANP ya establecidas o la creación de Santuarios que garanticen la protección a estas lagartijas. Además, servirán para enfocar los muestreos y disminuir los costos económicos y físicos de estudios posteriores.

Introducción

Es un hecho inapelable que la pérdida de diversidad biológica se debe en gran medida a la transformación de los hábitats naturales (Myers, 1991). En muchos casos, este detrimento es irrecuperable. La tasa de deforestación está en aumento, lo que provoca que la merma de especies pueda darse en un tiempo muy corto; por lo tanto, la extinción de una especie endémica o de un ecosistema geográficamente restringido, puede ocurrir en un lapso muy breve (Reaka-Kudla, 1997; Wilson, 1988).

México es uno de los países del mundo con mayor diversidad biológica (Mittermeier, 1988). De ahí, la urgencia de conservar su riqueza biológica (Toledo, 1988; Flores y Gerez, 1988). Para lograrlo se requiere del buen conocimiento de los recursos naturales regionales, lo que conlleva al estudio profundo de la diversidad, abundancia y distribución de la biota.

En cuanto a la herpetofauna mundial, México presenta aproximadamente el 9.8% del total (Flores-Villela, 1998). Pero la situación de los reptiles es crítica. Muchas especies, sobretodo las de distribución restringida y las endémicas para el país son particularmente desconocidas. Los reptiles mejor estudiados son aquellos que proporcionan un beneficio económico a corto plazo: las tortugas y los cocodrilos (Mittermeier y Carr, 1994). Sus productos han sido utilizados desde hace mucho tiempo en la industria peletera y alimenticia. Las iguanas (*Iguana iguana*, *Ctenosaura pectinata* y *C. similis*) y algunas tortugas (como *Dermatemys mawii* o *Rhinoclemmys sp.*) también se utilizan como alimento o mascotas. Para algunas especies se ha implementado el aprovechamiento sustentable por medio de criaderos y Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable (SEMARNAP, 1997). Pero estos no son los únicos

reptiles que se encuentran en peligro; entre ellos, por ejemplo, están los que son venenosos, como *Heloderma horridum*, *Agkistrodon bilineatus*, *Bothriechis aurifer* o los que se capturan con la finalidad de ser mascotas como *Boa constrictor*, *Ctenosaura hemilopha*, *Sauromalus asper*, *Phrynosoma asio* y *P. orbiculare*, entre muchos otros.

Es necesario adoptar estrategias globales de manejo que reduzcan el riesgo de extinción de especies en las que se incluya la protección del hábitat (Peterson, et al., 1993). Según Cree et al. (1994) una forma de proteger a los organismos de la sobreexplotación y de la devastación de su hábitat es mediante la instauración de Áreas Naturales Protegidas (ANP). Las ANP son lugares donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Estas áreas están sujetas al régimen previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y a los demás ordenamientos aplicables que ayudan a la preservación de las especies (CONABIO, 1998). Existen también las Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad (RTP) que corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y la presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación (Arriaga et al., 2000).

En este estudio se trabajó con las 18 especies mexicanas de lagartijas del género *Abronia*. Según Hudson et al. (2000) el factor más importantes que causa la desaparición de *Abronia*, es la devastación de su hábitat, pues muchas de las abronias

son endémicas de México y presentan una distribución restringida. Así mismo, algunas especies de abronias están sujetas a sobreexplotación para comercio como mascotas. Debido a esto se les considera dentro de la categoría de protección especial según la NOM-059-ECOL-2001. Una especie sujeta a protección especial es aquella que es usualmente utilizada por el hombre y su captura tiene limitaciones o vedas para su aprovechamiento al tener poblaciones reducidas, una distribución geográfica restringida o para propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de especies asociadas (SEMARNAT, 2002).

Este estudio tuvo como objetivo, primero, estimar la distribución geográfica de las abronias en México, con base en la generación de modelos de nicho ecológico, usando el Algoritmo Genético para la Predicción de Conjuntos de Reglas, GARP (por sus siglas en inglés). Posteriormente, se evaluó la representatividad de estas especies en el sistema Nacional de Áreas Protegidas y Regiones Terrestres Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad. Finalmente, se identificaron áreas que sería necesario considerar para asegurar la protección de todas las especies de *Abronia* además de proponer medidas para su conservación.

Antecedentes

Herpetofauna

Para el estudio de varios problemas de biogeografía y conservación, la herpetofauna es un grupo ideal debido a su riqueza y endemismo. Sin embargo, la herpetofauna del país entero está bajo fuertes presiones que han mermado sus poblaciones silvestres. La destrucción del hábitat, las actividades agropecuarias y la explotación desmedida de los recursos naturales han contribuido para llevar a muchas especies al borde de la extinción (SEMARNAP, 1997).

Los reptiles son organismos vulnerables a los cambios ambientales. Es decir, tienen poca tolerancia a cambios de factores climáticos y ecológicos extremos. La destrucción del hábitat representa una importante amenaza para la sobrevivencia de estos organismos (Flores-Villela, 1993). Los reptiles, junto con los anfibios, son el grupo de vertebrados menos conocidos en México, país excepcionalmente rico en especies de estos grupos (Flores-Villela, 1998). Esta alta diversidad biológica debe su origen a la accidentada topografía y heterogeneidad ambiental (Sarukhán, 1996).

Debido a la conjunción de diferentes características tanto topográficas como climatológicas surgen especies endémicas (Flores-Villela, 1993), es decir, exclusivas de un lugar (Peterson y Watson, 1998). Los organismos endémicos de una región son muy susceptibles a perturbaciones del hábitat, lo que los hace muy vulnerables a la extinción (Peterson y Watson, 1998) y críticos para la toma de decisiones de conservación (Peterson et al., 2000).

De las 693 especies de reptiles de México, 368 son endémicas, lo que representa un 53 % de la herpetofauna nacional (Flores-Villela, 1998). Un ejemplo de

reptiles endémicos son las lagartijas del género *Abronia*. De aproximadamente 30 especies, 18 son endémicas para México (Campbell, 1994; Chippindale, et al., 1998) y el resto de las especies se distribuye hasta el norte de Centroamérica (Campbell, 1984; Hudson et al., 2000).

Descripción de lagartijas del género *Abronia*

Los *Abronia* son reptiles que taxonómicamente pertenecen al orden Squamata y a la familia Anguillidae. Los ánguidos son de los reptiles menos conocidos de la herpetofauna centroamericana (Franzen y Haft, 1999). Las colectas de las abronias son escasas debido a su coloración críptica y a sus hábitos arbóreos relativamente inaccesibles (Campbell, 1982), lo que hace difícil encontrar ejemplares de este género en colecciones científicas.

Las abronias son lagartijas arborícolas y vivíparas (Hudson et al., 2000), con cola prensil. Presentan un patrón de coloración dorsal casi uniforme como verde o café-grisáceo. Sus extremidades son largas y están fuertemente desarrolladas en comparación con las de otros ánguidos. La característica osteológica más notable es su cráneo ancho y deprimido (Tihen, 1954).

Se distribuyen en hábitats montañosos cuya vegetación es bosque mesófilo de montaña o bosque de pino-encino, desde el noreste de México (Tamaulipas) hasta el norte de El Salvador y sur de Honduras y existen un alto número de especies en las montañas del sur de México (Oaxaca y Chiapas) y Guatemala (Campbell, 1984; Hudson et al., 2000). Aunque existe un grupo de especies (*Scopaeabronia*) que se

distribuye en bosques tropicales húmedos de tierras bajas menores a 1500 msnm (Campbell, 1994).

La mayoría de los bosques mesófilos de México presentan al menos una especie de *Abronia*, sugiriendo que fue un grupo con una distribución amplia cuyas poblaciones han especiado por cambios en las condiciones climáticas aunados al aislamiento de los bosques húmedos de tierras altas (Chippindale, et al., 1998). Actualmente su distribución es restringida, pues son relativamente intolerantes a altas temperaturas y ambientes secos (Campbell, 1982; Peterson y Nieto-Montes de Oca, 1996). La mayoría se encuentran en bosques de pino-encino o en bosques mesófilos de montaña (Campbell, 1994), ecosistemas que han sido muy afectados por actividades humanas. Debido a la fuerte tasa de deforestación y a la agricultura estos bosques están siendo altamente fragmentados, cada vez en mayor grado (Luna-Vega et al., 2000). La distribución de estos reptiles parece ser alopátrida, por lo tanto, los posibles casos de simpatría han sido detalladamente estudiados por Good y Schwenk (1985), Casas-Andreu y Smith (1990), Campbell y Frost (1993) y Peterson y Nieto-Montes de Oca (1996).

Según Campbell et al. (1998) las especies de *Abronia* se pueden agrupar en seis subgrupos aparentemente monofiléticos, basados en su morfología externa y osteología. Para México, las especies que se han reportado forman cinco de los seis subgrupos. Estos se listan a continuación ordenados según los grupos monofiléticos (Figura 1):

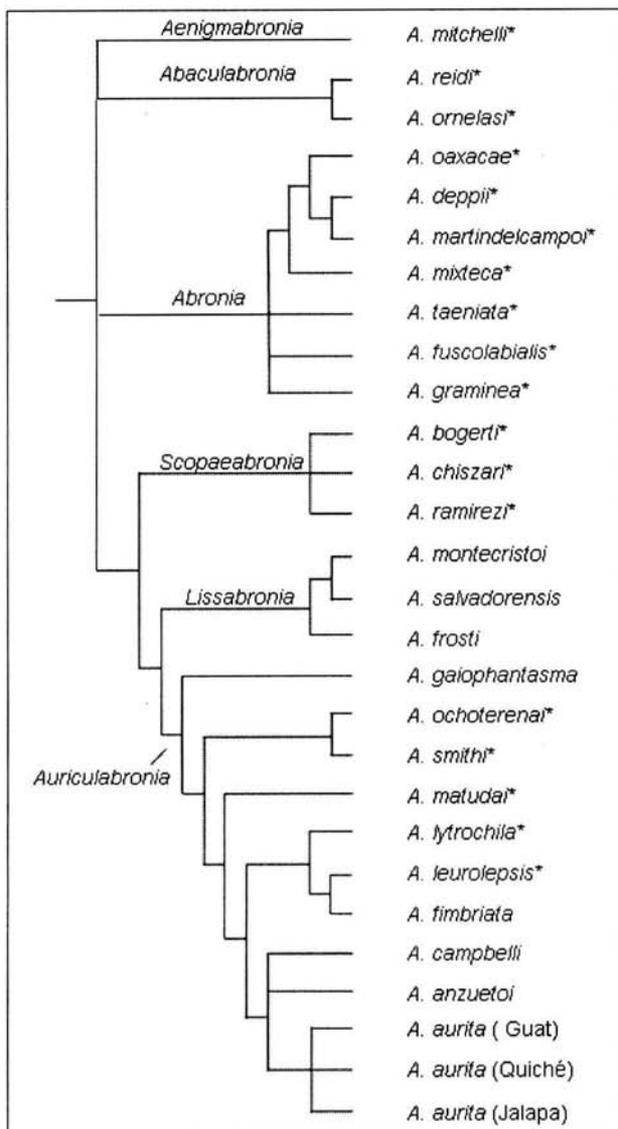


Figura 1. Cladograma que muestra las relaciones filogenéticas de *Abronia*, propuesto por Campbell y Frost (1993). Los taxones marcados (*) se distribuyen en México.

Scopaeabronia (*A. bogerti*, *A. chiszari* y *A. ramirezi*). La distribución de los miembros de este grupo (Fig. 2) se encuentran tanto al este como al oeste del Istmo de Tehuantepec y en las costas del Pacífico y del Golfo de México. Viven en bosque tropical relativamente bajo (Campbell, 1994) entre los 360 y los 1400 m (Campbell y Frost, 1993; Smith y Smith, 1981; Tihen, 1954). Los miembros de este grupo se consideran como los ánguidos arborícolas neotropicales más representativos (Campbell, 1994).

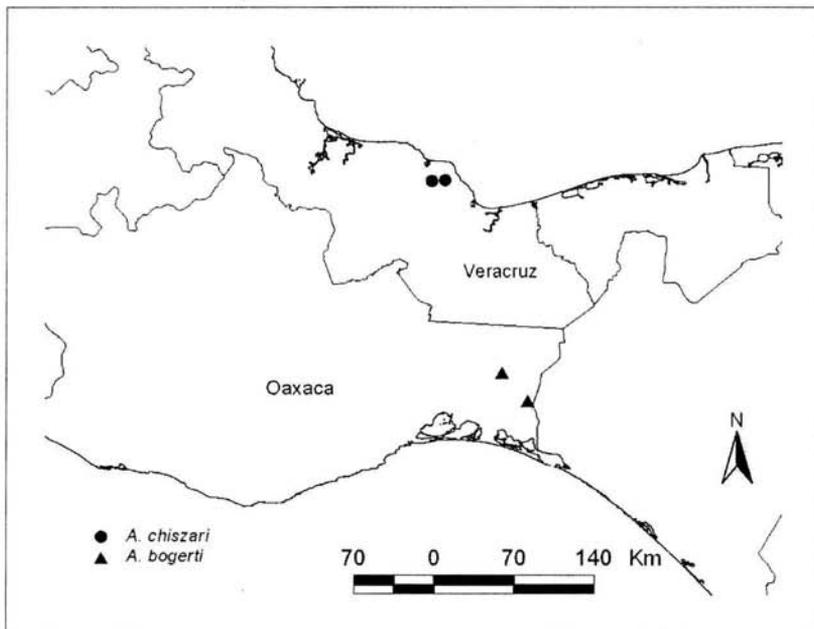


Figura 2. Localidades de presencia de *A. bogerti* y *A. chiszari*.

Abronia sensu stricto (*A. deppii*, *A. fuscolabialis*, *A. graminea*, *A. martindelcampoi*, *A. mixteca*, *A. oaxacae* y *A. taeniata*). Se distribuyen al norte y al oeste del Istmo de Tehuantepec, incluyendo la Sierra Madre Oriental (desde Tamaulipas hasta Oaxaca), la porción este del Eje Volcánico Transversal, en la Sierra

Madre del Sur y en las partes altas del centro de Oaxaca (Campbell y Frost, 1993) (Fig. 3-5).

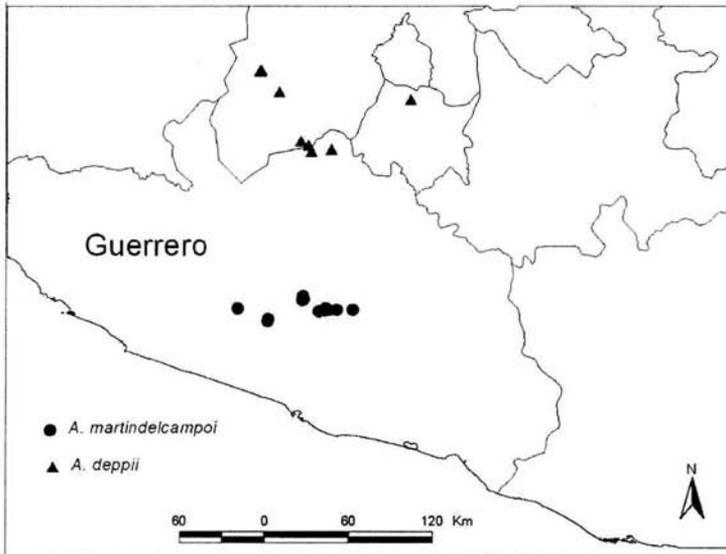


Figura 3. Localidades de presencia de *A. deppii* y *A. martindelcampoi*.

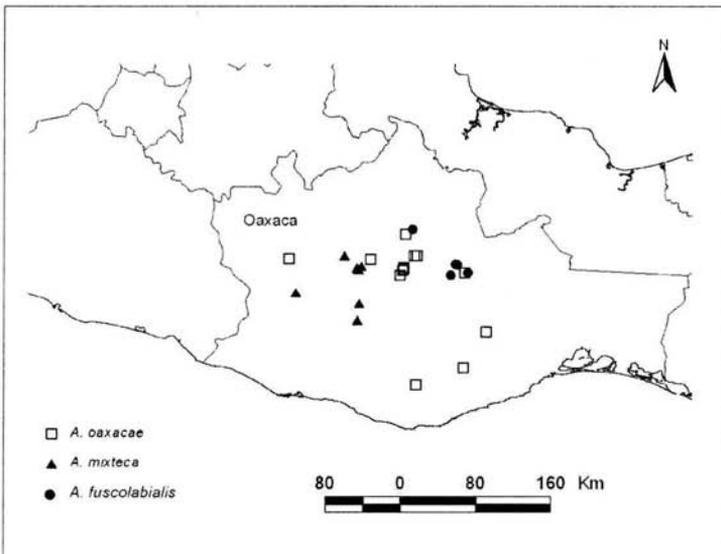


Figura 4. Localidades de presencia de *A. fuscolabialis*, *A. mixteca*, *A. oaxacae*.

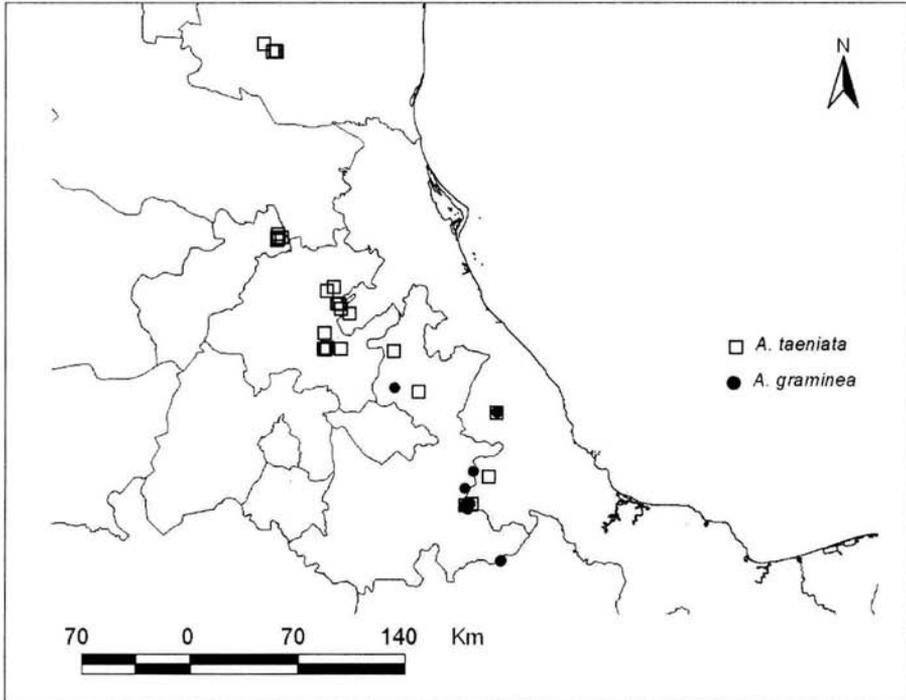


Figura 5. Localidades de presencia de *A. graminea* y *A. taeniata* .

Abaculabronia (*A. omelasi* y *A. reidi*). Se encuentran en las montañas a ambos lados de la depresión del Istmo de Tehuantepec (Fig.6). En Oaxaca, *A. omelasi* y *A. reidi* en la Sierra de los Tuxtlas (Campbell, 1994).

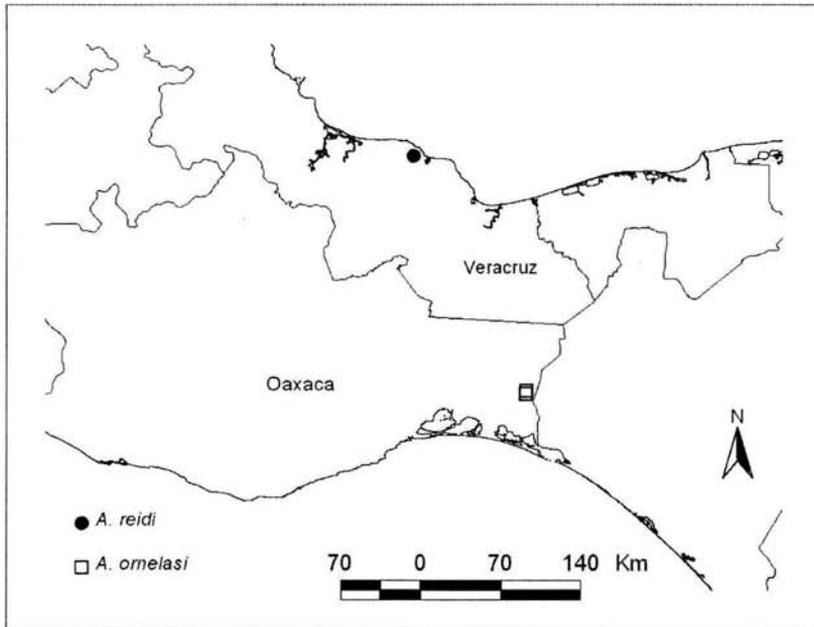


Figura 6. Localidades de presencia de *A. reidi* y *A. ornelasi*.

***Aenigmabronia* (*A. mitchelli*).** Se conoce del Cerro Pelón en la Sierra de Juárez, Oaxaca a 2750 msnm (Fig. 7). Habita en bosque mesófilo de montaña, separada geográfica y ecológicamente de otros miembros del género. Se describió a partir de un sólo ejemplar recolectado (Campbell, 1982). *A. mitchelli* a diferencia de las otras especies de abronias, posee dos escamas occipitales y una hilera de escamas entre las occipitales y la primera escama nucal transvernal.

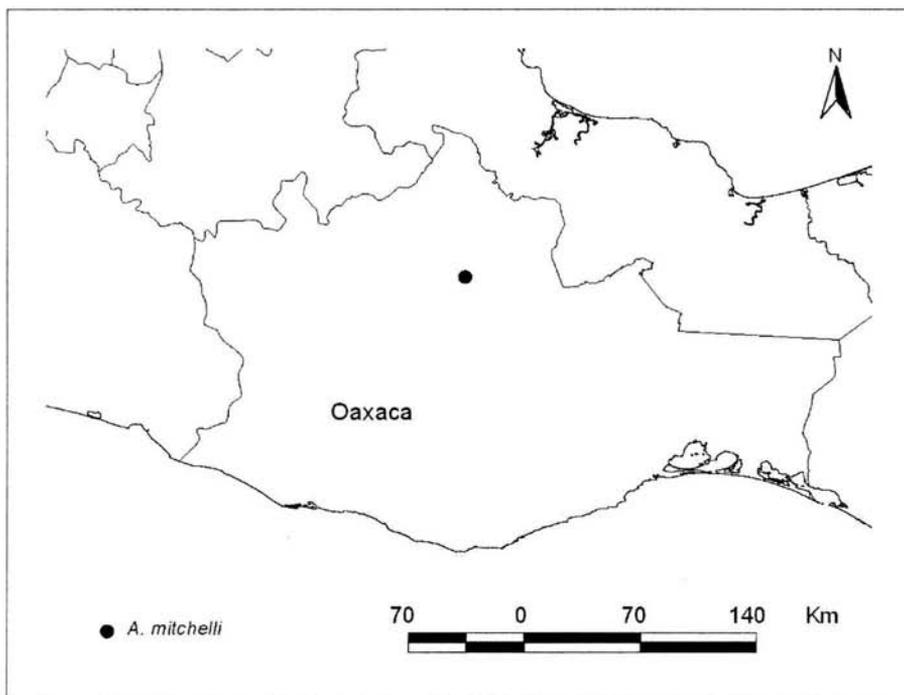


Figura 7. Localidad de presencia de *A. mitchelli*.

Auriculabronia (*A. leurolepis*, *A. lythrochila*, *A. matudai*, *A. ochoterenai* y *A. smithi*). Presentan escamas supraauriculares en forma de espinas. Habita en las partes altas de Chiapas y al este y sur del Istmo de Tehuantepec (Fig. 8), tanto en bosque mesófilo como en bosque de pino-encino (Chippindale et al., 1998).

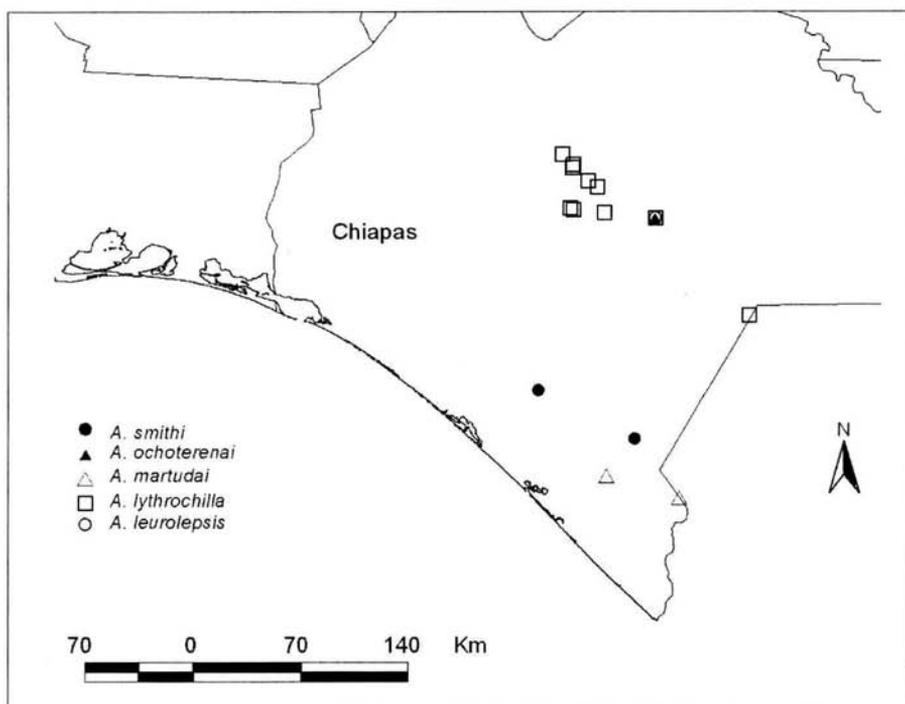


Figura 8. Localidades de presencia de *A. leurolepis*, *A. lythrochilla*, *A. martudai*, *A. ochoterenai* y *A. smithi*.

Modelaje de nichos ecológicos

Los modelos de predicción de la distribución de especies son herramientas computacionales que permiten predecir la extensión y ubicación de áreas que potencialmente pueden ser utilizadas por las especies como parte de su hábitat (Block y Brennan, 1993; Colchero-Aragón, 2001). Ya que modelan el nicho ecológico fundamental de una especie, que es un determinante crítico de su distribución (Mac

Arthur, 1972). En este trabajo se le llama nicho ecológico, definido en su sentido más amplio.

Dentro de los modelos predictivos, se encuentran los algoritmos genéticos. Uno de ellos es el Algoritmo Genético para la Predicción de Conjuntos de Reglas, *GARP* (*Genetic Algorithm for Rule- set Prediction*; Stockwell y Noble 1992, Stockwell y Peters, 1999). Que es un sistema de programas de alta computación que infiere un nicho ecológico con base en algoritmos computacionales múltiples en un ambiente de “aprendizaje” (Stockwell y Peters, 1999). Los algoritmos genéticos constituyen una clase de aplicaciones de inteligencia artificial inspirados en modelos de genética y evolución (Holland, 1975).

El Algoritmo Genético para la Predicción de Conjuntos de Reglas funciona al combinar datos puntuales de presencia de la especie con variables ambientales y ecológicas que pueden limitar la capacidad de supervivencia de la especie (factores bióticos y abióticos: e. g. temperatura, precipitación, elevación, geología y vegetación, entre otros). Los datos de presencia son coordenadas referidas geográficamente (con longitud y latitud) de las localidades donde se ha registrado la especie de interés; esta información se obtiene generalmente de especímenes preservados en museos y/o herbarios (Funk et al., 1999; Soberón, 1999; Ponder et al., 2001; Stockwell y Peterson, 2002). Aunque las capas ambientales digitales representen variables que comúnmente influyen en las macrodistribuciones de las especies (Grinnell, 1917; Root, 1998; Brown y Lomolino, 1998), estas variables difícilmente capturan todas las dimensiones del nicho ecológico (Hutchinson, 1957). El modelo que resulta se proyecta en un mapa de

la región de estudio, mostrando la distribución geográfica potencial de las especies (Chen y Peterson, 2000; Peterson y Vieglais, 2001).

El GARP establece correlaciones no azarosas entre datos de presencia y ausencia de las especies y los valores de los parámetros ambientales usando diferentes tipos de reglas. Cada una de ellas emplea diferentes métodos para crear el modelo de predicción de especies, por eso tiene mayor exactitud al predecir las distribuciones que un método sencillo (Stockwell y Peters, 1999). Los modelos que predicen la distribución de las especies son actualmente una herramienta importante en la biogeografía (Kadmon y Heller, 1998; Yom-Tov y Kadmon, 1998; Walker, 1990; Wilson et al., 1992), ecología (Carpenter et al., 1993; Nicolls, 1989; Walker y Cocks, 1991;), conservación (Austin y Meyers, 1996; Corsi et al., 1999; Fleishman et al., 2001; Peterson et al., 1999), estudio de especies invasoras (Peterson y Vieglais, 2001) y especies plaga (Sánchez-Cordero y Martínez-Meyer, 2000).

Métodos

Obtención de datos

Los datos aquí presentados fueron obtenidos a partir de la consulta de las bases de datos y colecciones de siete museos de México y 28 del extranjero, además de los pocos registros que existen en la literatura (Bogert y Porter, 1967; Chippindale et al., 1998; Campbell, 1982; Campbell y Frost, 1993; Campbell, 1994; Good y Schwenk, 1985; Flores-Villela y Vogt, 1992; Flores-Villela y Sánchez, en prensa; Luna-Reyes, 2002); Peterson y Nieto-Montes, 1996; Bille, 2001).

Se revisaron los especímenes del género *Abronia*, capturados en la República Mexicana y que se encuentran depositados en las siguientes colecciones:

Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología, UNAM (**CNAR**), Colección Herpetológica del Sureste de México (**ECOSUR-SC**), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (**ENCB**), Instituto de Historia Natural de Chiapas (**IHN-CHIS**), Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Fac. de Ciencias, UNAM (**MZFC UNAM**), Colección Herpetológica de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (**UAEH**), Los Tuxtlas, Instituto de Biología, UNAM (**UNAMLT**), American Natural History Museum (**AMNH**), Colección Herpetológica de la Academia de Ciencias de California, EUA (**CAS**), la Sección de Anfibios y Reptiles del Museo Carnegie de Historia Natural (**CM**), Field Museum of Natural History (**FMHN**), Fort Worth Museum of Science and History (**FWMSH**), Universidad de Kansas (**KU**), Natural History Museum of Los Angeles County (**LACM**), Museum of Natural Science, Louisiana State University (**LSUMZ**), Museum of Comparative Zoology, Harvard University (**MCZ**), Colección de Vertebrados del Museo de Zoología de la Universidad de California - Berkeley, EUA

(MVZ), Museo de Historia Natural de San Diego (SDSNH), la Texas Cooperative Wildlife Collection (TCWC), Sección de Zoología del Museo de la Universidad de Colorado (UCM), University of Illinois Museum of Natural History (UIMNH), University of Michigan, Museum of Zoology (UMMZ), Smithsonian Nacional Museum of Natural History (USNM), Universidad de Texas en Arlington (UTA).

Elaboración de la base de datos

Se construyó una base de datos con la siguiente información: nombre de la colección, número clave de la colección, especie, estado, municipio y localidad donde fue capturado el organismo. Esta base de datos fue completada con las referencias geográficas en grados decimales de las localidades que se obtuvieron mediante *georef* (<http://georef.nhm.ku.edu>) y el gacetero *Calle* (www.calle.com). Las que no se obtuvieron de esta forma, se localizaron directamente mediante consultas a mapas. Los mapas de referencia utilizados fueron los que existen en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, <http://www.conabio.gob.mx>), realizados gracias al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, <http://www.inegi.gob.mx>).

Los registros de las especies se redujeron a combinaciones únicas de latitud y longitud para ser procesadas en GARP.

Obtención de los modelos mediante el algoritmo genético GARP

Mediante un "buffer" de 300 km de los puntos de ocurrencia, se limitaron los análisis de distribución a la región del país en donde se conoce la presencia del género. Esto

quiere decir que se excluyó la parte del país donde es bien sabido que no existen abronias, como el desierto del noroeste y la península de Yucatán.

Posteriormente, los datos se analizaron en Desktop GARP (<http://www.lifemapper.org/desktopgarp/Default.asp?Item=2&Lang=1>) para producir los modelos de nicho ecológico de las lagartijas del género *Abronia* en México. El Desktop GARP se programó para que con reglas atómicas, de rango, rango negativo y regresión logística realizara 100 modelos para cada especie con un límite de convergencia de 0.01 y máximo 1000 iteraciones. Se utilizó el 100% de los datos para generar los modelos. Las coberturas utilizadas fueron: edafológica (INIFAP y CONABIO, 1995), hidrogeológica (Marín y Torres-Ruata, 1990), de humedad del suelo (Maples-Vermeersch, 1992), de orientación de las pendientes (LP DAAC, 2003), de elevación (Lugo-Hubp y Aceves-Quezada, 1992), de pendientes (LP DAAC, 2003), índice topográfico de humedad (LP DAAC, 2003), isotermas (García y CONABIO, 1998a), isoyetas (García y CONABIO, 1998b), de temperatura media diaria anual (Vidal-Zepeda, 1990), temperatura mínima absoluta (García y CONABIO, 1998c), temperatura mínima promedio (García y CONABIO, 1998d), temperatura máxima absoluta (García y CONABIO, 1998e) y temperatura máxima promedio (García y CONABIO, 1998f).

De los 100 modelos se seleccionaron 20 con un error de omisión máximo del 20%; de éstos, se seleccionaron la mitad de los modelos que estuvieran más cerca de la mediana del área predicha, con el fin de reducir el error de comisión (Anderson et al., 2002). De esta forma se obtuvieron 10 modelos, que fueron combinados en ArcView (ver. 3.2) para obtener un mapa final de consenso de los modelos. De éste se

seleccionaron los píxeles de consenso estricto (en donde los 10 modelos predijeron la presencia de la especie), que representa un mapa conservador de la distribución de las condiciones ambientales potencialmente adecuadas para cada especie.

Para aproximar mejor la distribución geográfica de cada una de las especies, los mapas de consenso estricto de cada una de las especies fue limitado a las regiones biogeográficas en las que éstas han sido registradas. Esto implica dos supuestos: (1) que el mapa de regiones biogeográficas usado (CONABIO, 1997) representa adecuadamente las barreras biogeográficas que limitan la distribución geográfica de las especies de este grupo, y (2) que las especies analizadas están bien muestreadas (al menos existe un registro) a nivel de regiones biogeográficas. Por último, se elaboró un modelo con el mapa consenso de la distribución potencial de cada especie con la capa de las áreas naturales protegidas (CONANP, 2003) y otro con la de las regiones terrestres prioritarias (CONABIO, 2000).

Por último, se elaboró un modelo con el mapa consenso de la distribución potencial de cada especie con la capa de las áreas naturales protegidas (CONANP, 2003) y otro con la de las regiones terrestres prioritarias (CONABIO, 2000).

Resultados

El número de ejemplares por especie encontrados en las bases de datos de las colecciones consultadas fue variable (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de ejemplares por colección

<u>Colección</u>	<u>No. de ejemplares</u>
CNAR	27
ECOSUR	2
ENCB	17
IHN-CHIS	7
MZFC UNAM	66
UAEH	2
UNAMLT	1
AMNH	55
CAS	10
CM	4
FMHN	58
FWMSH	1
KU	11
LACM	2
LSUMZ	1
MCZ	4
MVZ	44
SDSNH	2
TCWC	14
UCM	7
UIMNH	7
UMMZ	50
USNM	4
UTA	82
Total	478

Para algunas especies no se encuentran más de seis ejemplares mientras que para otras hay más de 25 (Cuadro 2).

Cuadro 2 Relación del número de ejemplares registrados y de localidades únicas por especie.

Especie	Número de registros	Localidades únicas
<i>Abronia bogerti</i>	2	2
<i>Abronia chiszari</i>	2	2
<i>Abronia deppii</i>	30	9
<i>Abronia fuscolabialis</i>	5	5
<i>Abronia graminea</i>	103	17
<i>Abronia leurolepsis</i>	1	1
<i>Abronia lytrochilla</i>	15	10
<i>Abronia martindelcampoi</i>	31	16
<i>Abronia matudai</i>	4	2
<i>Abronia mitchelli</i>	1	1
<i>Abronia mixteca</i>	105	7
<i>Abronia oaxacae</i>	37	14
<i>Abronia ochoterenai</i>	3	1
<i>Abronia ornelasi</i>	8	2
<i>Abronia ramirezi</i>	1	0
<i>Abronia reidi</i>	1	1
<i>Abronia smithi</i>	9	2
<i>Abronia taeniata</i>	104	30
No identificadas	14	-
Total	478	122

Con el uso del GARP se obtuvieron los mapas consenso de distribución predicha para cada una de las especies. Los modelos se presentan a continuación ordenados conforme a los subgrupos taxonómicos propuestos por Campbell y Frost (1993). Por medio de puntos blancos se señalan las localidades de presencia conocidas de las especies. El gradiente de grises muestra el número de modelos que predicen presencia en determinado píxel consenso. Se presentan dos mapas por especie, uno que contiene los polígonos que denotan las áreas naturales protegidas (ANP) y otro con las regiones terrestres prioritarias para la conservación (RTP) propuestas por la CONABIO (2000).

Dentro del subgrupo *Scopaeabronia* *A. bogerti* y *A. chiszari* presentan una distribución potencial restringida, mientras que *A. ramirezi* no fue posible modelarla puesto que el único registro no cuenta con una localidad de recolecta precisa. El nicho

de *A. bogerti* se limita a la zona de los Chimalapas (Figura 9). Se observa también como ningún ANP se encuentra cerca de las localidades conocidas de distribución, área donde la mayoría de los modelos predicen presencia.

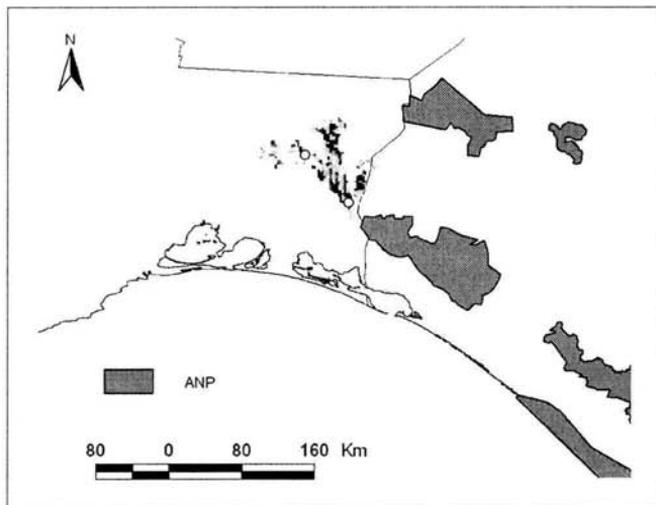


Figura 9. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. bogerti* con las ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

En cambio, al aplicar la capa de RTP para el caso de *A. bogerti* (Figura 10), se puede ver que donde se encuentran las localidades de presencia y la predicción más alta de los modelos, está englobado por la región prioritaria para la conservación denominada como la Selva Zoque-La Sepultura.

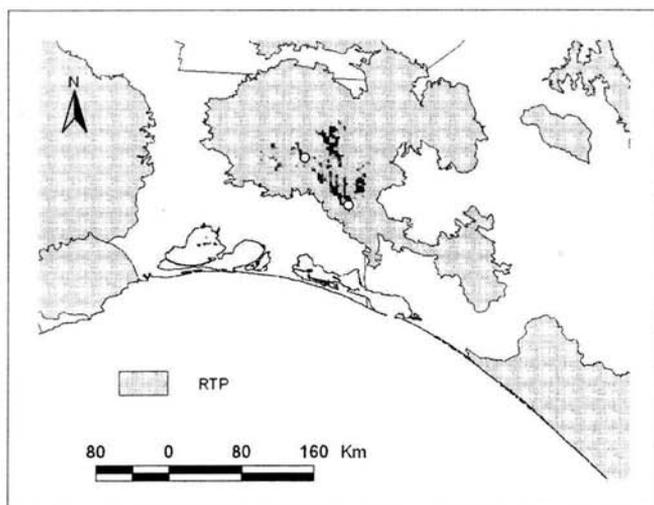


Figura 10. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. bogerti* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

El nicho ecológico de *A. chiszari* se encuentra en los Tuxtlas, también su distribución potencial se incluye dentro del área protegida de los Tuxtlas (Figura 11) y dentro de la RTP Sierra de Los Tuxtlas-Sierra del Ostión (Figura 12).

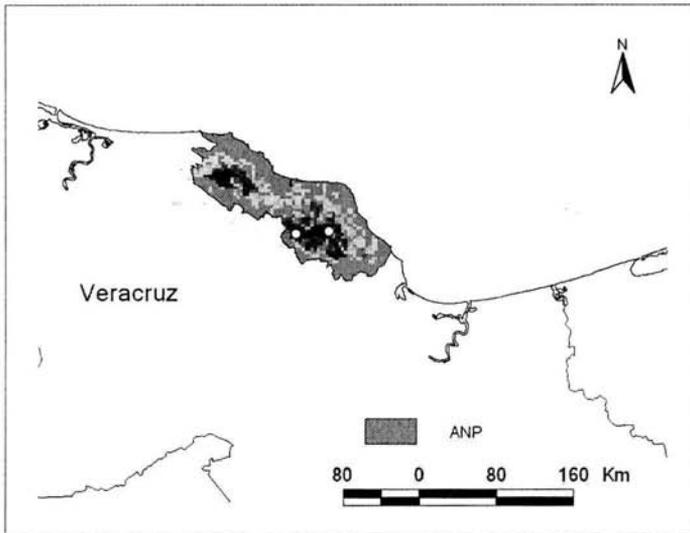


Figura 11. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. chiszari* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

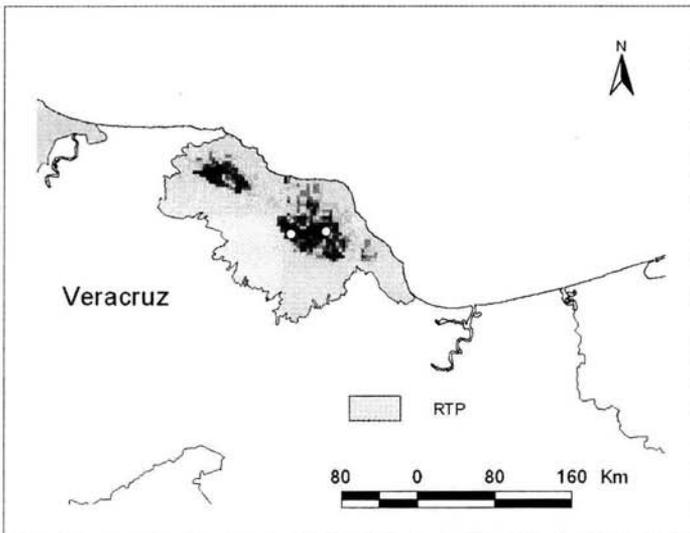


Figura 12. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. chiszari* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

En el subgrupo *Abronia sensu stricto* (Campbell y Frost, 1993) se encuentran las abronias con distribución más amplia. En Guerrero, se localizan *A. deppii*, hacia el norte del estado (Figura 13) y *A. martindelcampoi*, hacia la costa (Figura 15) separadas por la Cuenca del Balsas. Las ANP que se encuentran cerca de la distribución potencial de *A. deppii* (Figura 13) no las engloban.

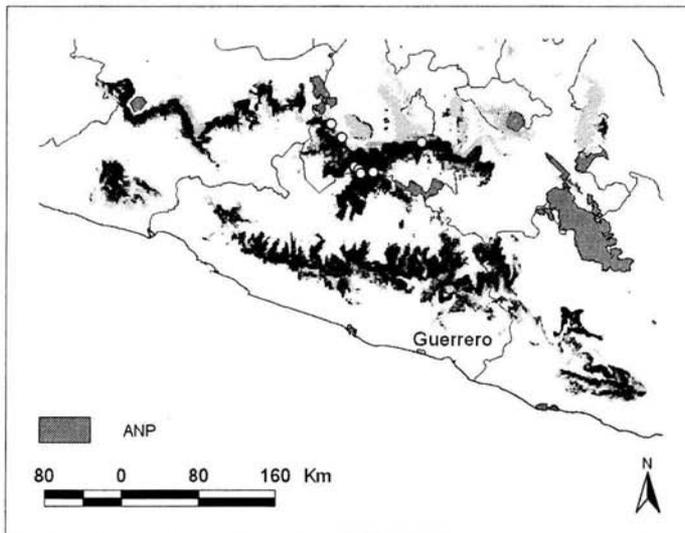


Figura 13. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. deppii* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

Algunas RTP si se encuentran en áreas donde un alto número de modelos predicen presencia de *A. deppii* (Figura 14), estas son la Sierra de Nanchititla, el Nevado de Toluca, la Sierra de Taxco-Huautla y el Ajusco-Chichinautzin.

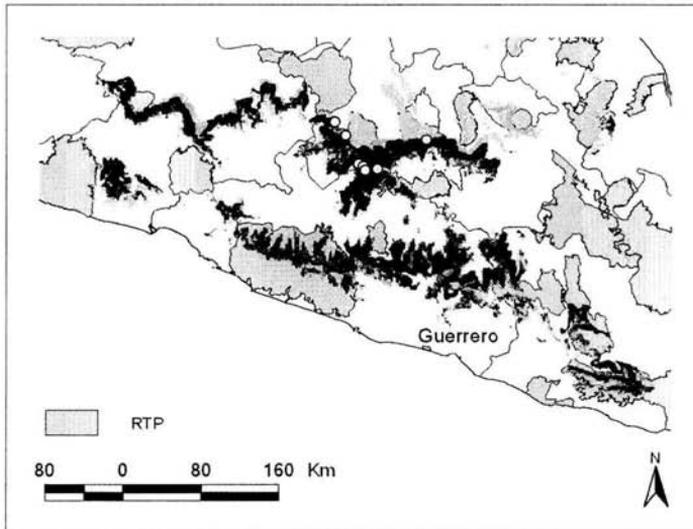


Figura 14. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. deppii* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP

El caso de *A. martindelcampoi* es muy semejante, pues ninguna de las ANP las protege (Figura 15). La única RTP que incluye dentro de su territorio a *A. martindelcampoi* es Sierra Madre del Sur de Guerrero (Figura 16).

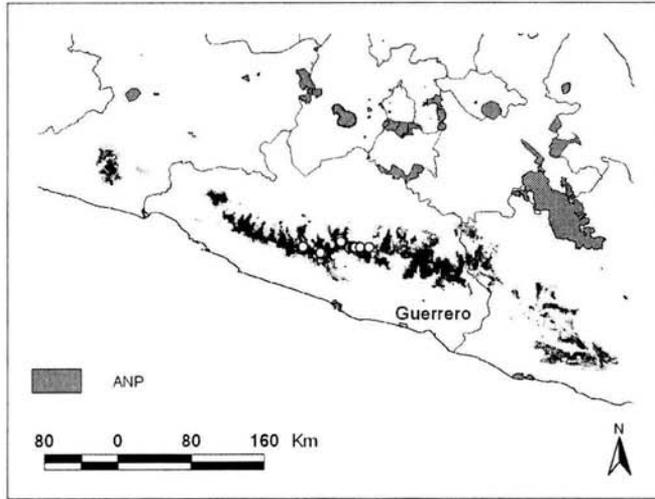


Figura 15. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. martindelcampoi* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

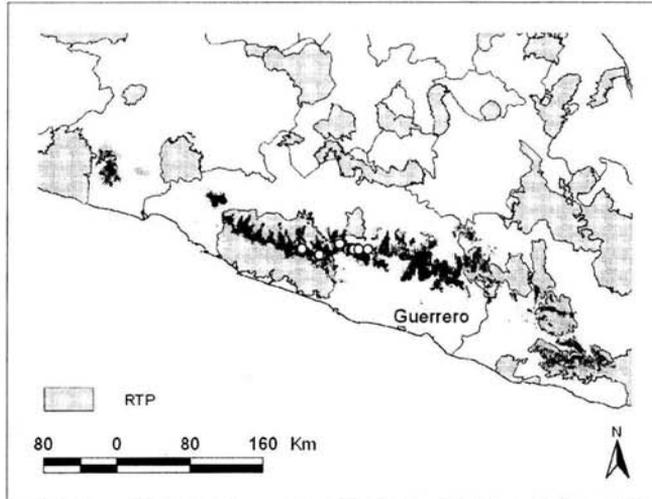


Figura 16. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. martindelcampoi* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

En Oaxaca se encuentran *A. fuscolabialis*, *A. mixteca* y *A. oaxacae*. En la provincia de las Sierras Orientales (Arriaga et al., 2000) se encuentra *A. fuscolabialis*. No existen ANP en las áreas de esta especie (Figura 17). La región Sierras del Norte de Oaxaca, una RTP de la CONABIO si incluye la distribución de las lagartijas de esta especie (Figura 18).

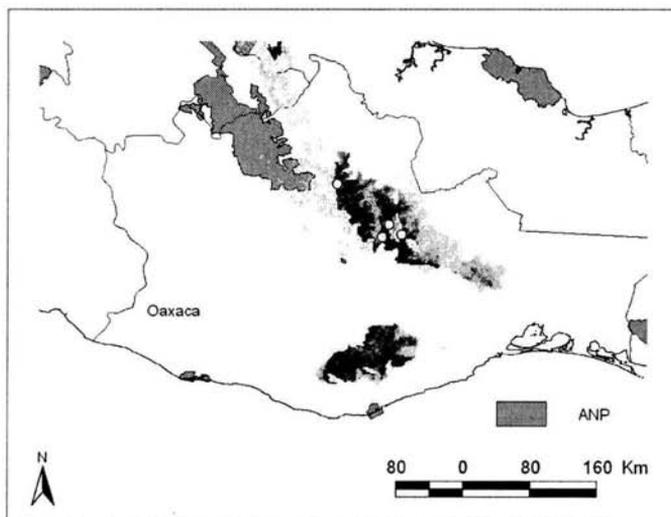


Figura 17. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. fuscolabialis* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

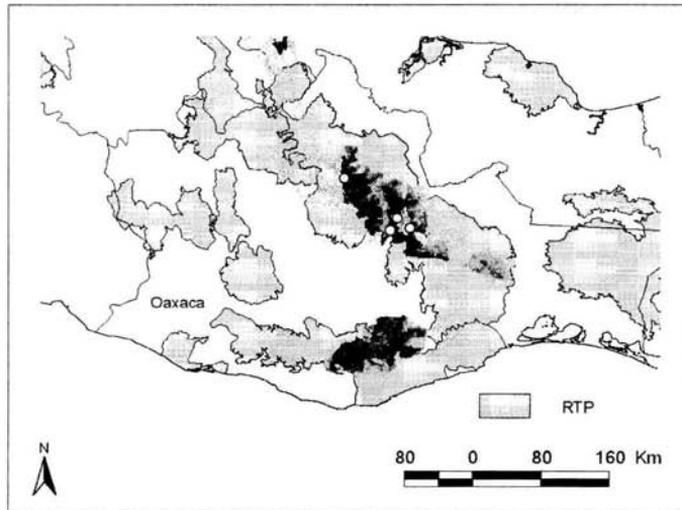


Figura 18. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. fuscolabialis* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP

La distribución de *A. mixteca* se predice para las provincias de la Mixteca Alta, la de las Sierras Centrales de Oaxaca y la de Sierras y Valles de Oaxaca (Figura 19). Ocurre algo semejante que con la distribución de *A. fuscolabialis*: no hay ANP (Figura 19) que las proteja.

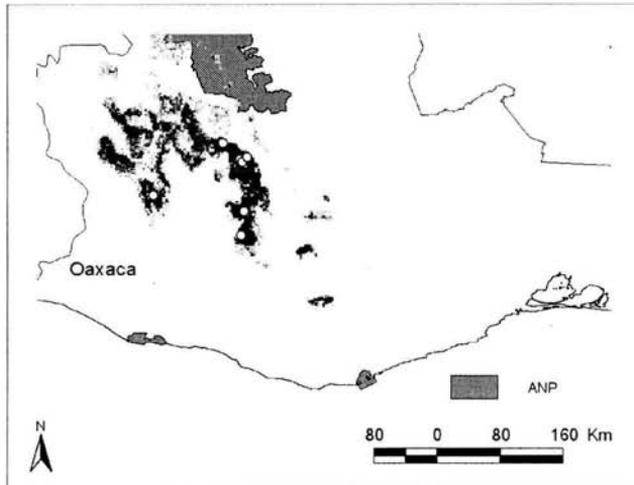


Figura 19. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. mixteca* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

Mientras que las RTP propuestas no se encuentran donde se han recolectado *A. mixteca*, aunque si donde los modelos predicen su presencia (Figura 20).

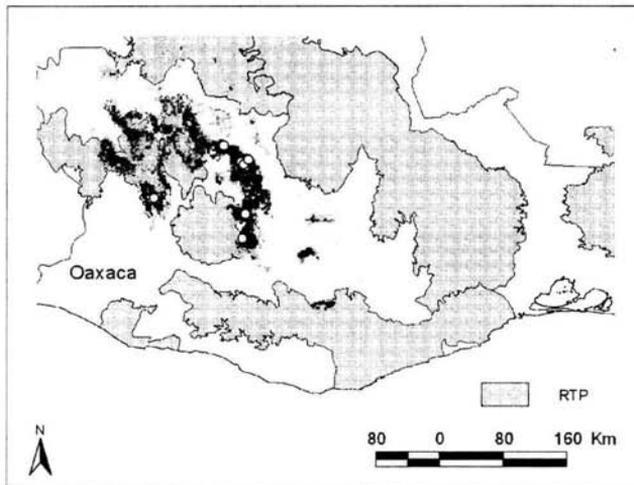


Figura 20. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. mixteca* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP

Según los modelos, *A. oaxacae* se puede encontrar en las siguientes provincias: en la Cordillera Costera del Sur, en las Sierras Centrales de Oaxaca, en las Sierras y Valles de Oaxaca, así como en las Sierras Orientales (Figura 21). El Valle de Tehuacan-Cuicatlán es un ANP que se encuentra donde se predice distribución potencial de *A. oaxacae* (Figura 21) mas no donde se sabe que existe.

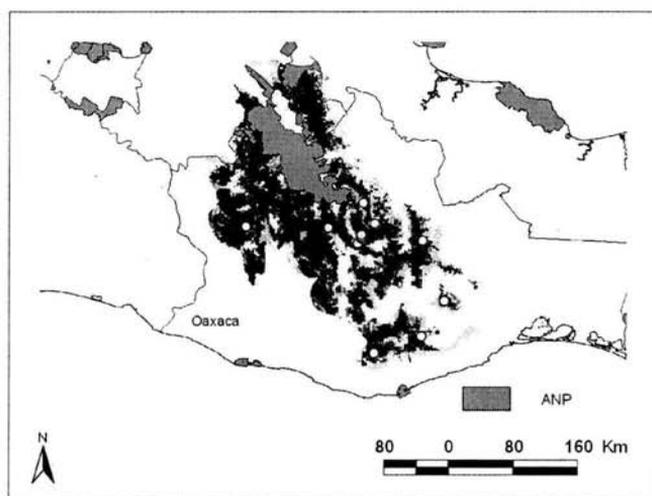


Figura 21. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. oaxacae* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

La Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe, es una RTP que si se encuentra en donde se predice presencia y que se han colectado ejemplares de *A. oaxacae* (Figura 22).

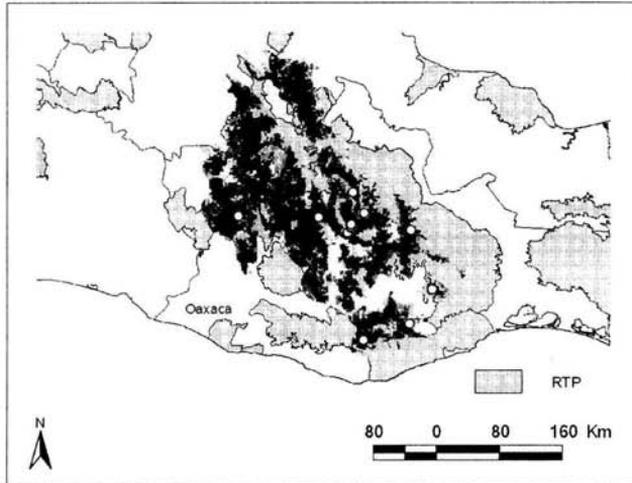


Figura 22. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. oaxacae* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP

Las *Abronia sensu stricto* con distribución más norteña, *A. graminea* (Figura 23) y *A. taeniata* (Figura 25). La distribución de ambas se predice para todo el centro de la República Mexicana.

A. graminea (Figura 23) se encuentra dentro de las ANP del Pico de Orizaba y el Cañón del Río Blanco y su distribución potencial abarca otras ANP, como la Malinche, la Barranca de Metztitlán, el Parque Nacional del Chico, el Nevado de Toluca, entre otras. Las RTP, Pico de Orizaba-Cofre de Perote y Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental incluyen las localidades de recolecta de esta especie (Figura 24).

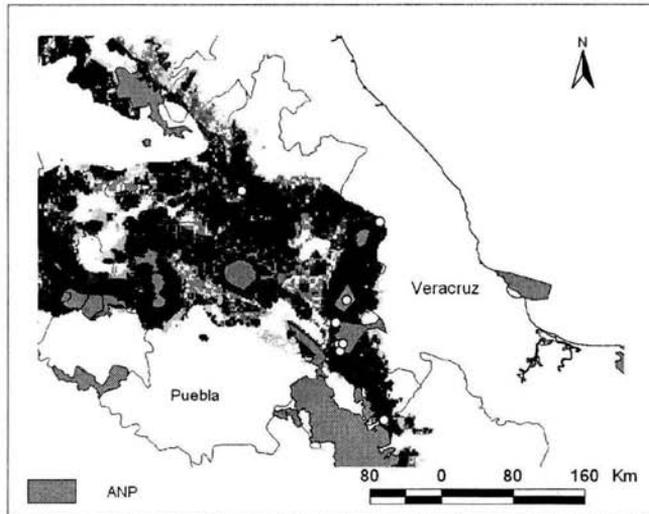


Figura 23. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. graminea* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

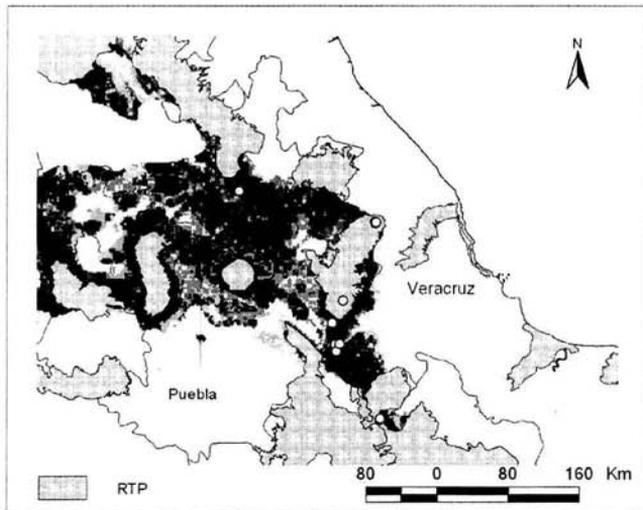


Figura 24. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. graminea* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

La distribución de *A. taeniata* es muy semejante a la de *A. graminea*. Las ANP que se encuentran donde se conoce la presencia de *A. taeniata* son el Chico, la Sierra Gorda y la Barranca de Metztitlán (Figura 25). El Cielo, la Sierra Gorda-río Moctezuma, los Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental y el Pico de Orizaba-Cofre de Perote son las RTP que se encuentran donde se han colectado ejemplares de *A. taeniata* (Figura 26).

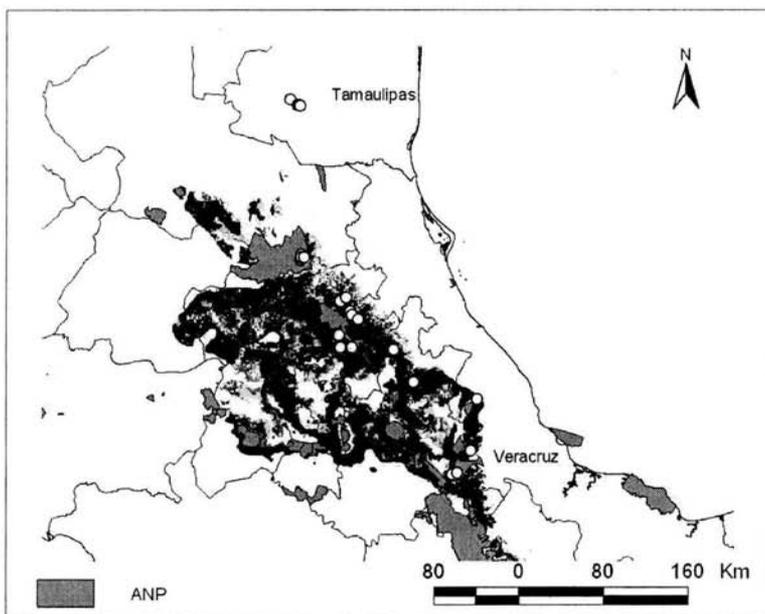


Figura 25. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. taeniata* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

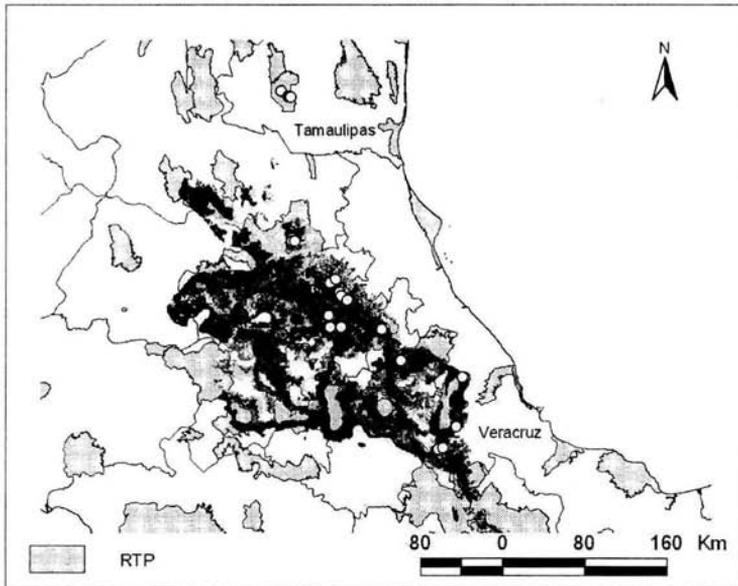


Figura 26. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. taeniata* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP

El subgénero *Aenigmabronia* está formado por una especie, *A. mitchelli* (Figura 27). La localidad de captura presenta características únicas, por lo que la distribución potencial se reduce a ese punto. En ese lugar no existen ANP (Figura 27) pero si una RTP, Sierras del Norte de Oaxaca (Figura 28).

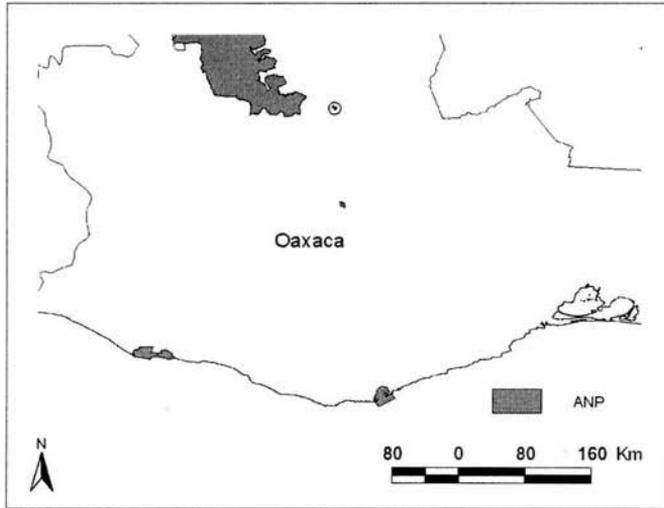


Figura 27. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. mitchelli* con ANP. El círculo representa la localidad conocida de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

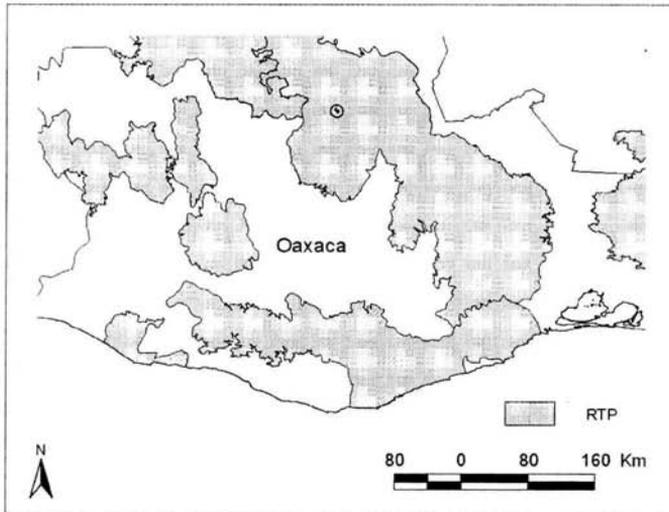


Figura 28. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. mitchelli* con las RTP para la conservación. El círculo representa la localidad conocida de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

El subgrupo *Abaculabronia* está conformado por *A. reidi* y *A. ornelasi*. La primera se encuentra en los Tuxtlas (Figura 29) y la segunda en la zona de los Chimalapas (Figura 31).

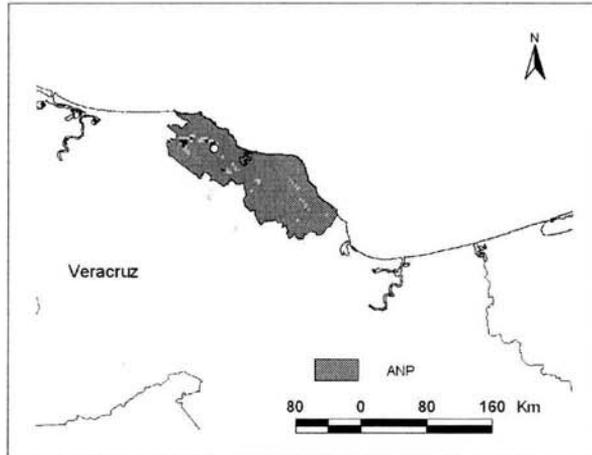


Figura 29. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. reidi* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

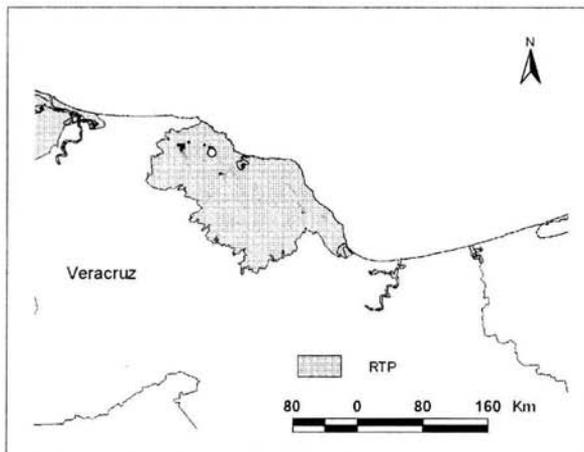


Figura 30. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. reidi* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

La distribución de *A. reidi* se encuentra englobada tanto por el ANP de los Tuxtlas (Figura 29) como por la RTP Sierra de Los Tuxtlas-Sierra del Ostión (Figura 30). El caso de *A. ornelasi* es muy semejante al de *A. bogerti*, pues se observa cómo ninguna de las ANP se encuentra cerca de las localidades conocidas de distribución, área donde la mayoría de los modelos predicen presencia (Figura 31).

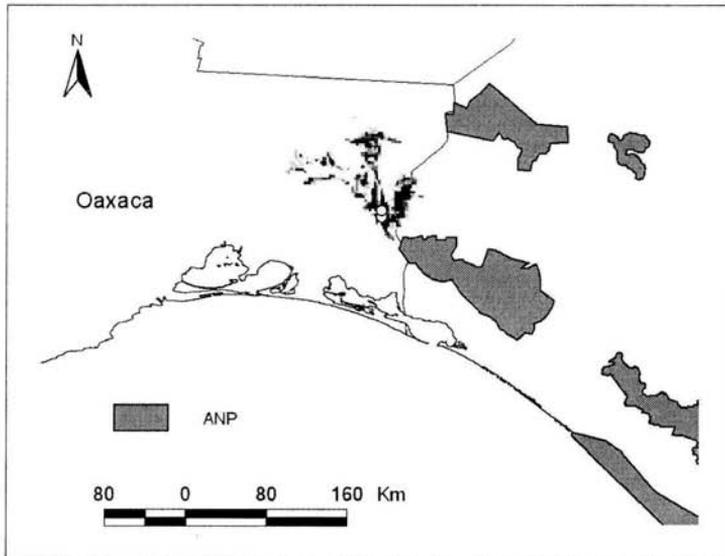


Figura 31. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. ornelasi* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

En cambio, al aplicar la capa de RTP para el caso de *A. ornelasi* (Figura 32), se puede ver que la región prioritaria para la conservación denominada como la Selva Zoque-La Sepultura no está donde se encuentran las localidades de presencia ni la predicción más alta de los modelos.

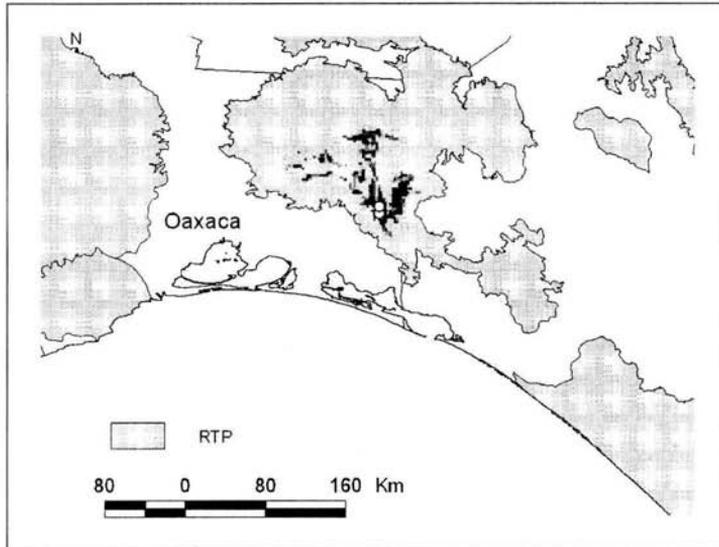


Figura 32. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. ornelasi* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP

Finalmente, *Auriculabronia* agrupa las abronias de Chiapas con algunas de Centroamérica. Las *Abronia* mexicanas *A. leurolepsis* (Figura 33) y *A. ochoterenai* (Figura 35) presentan la misma distribución, por lo tanto, éste es el único caso de distribución simpátrida que se reconoce para las lagartijas de este género. En esa zona no se encuentra ningún ANP ni tampoco se propusieron RTP (Figuras 34 y 36).

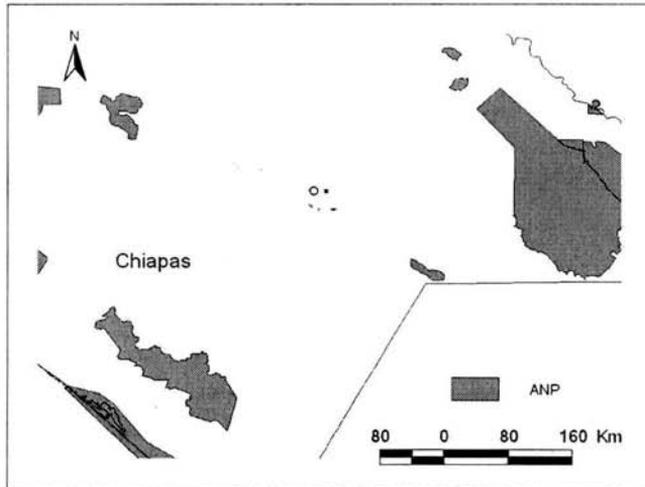


Figura 33. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. leurolepis* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

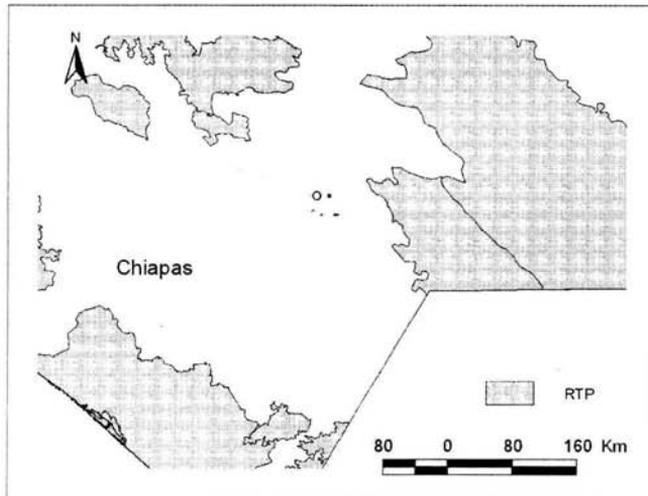


Figura 34. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. leurolepis* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP

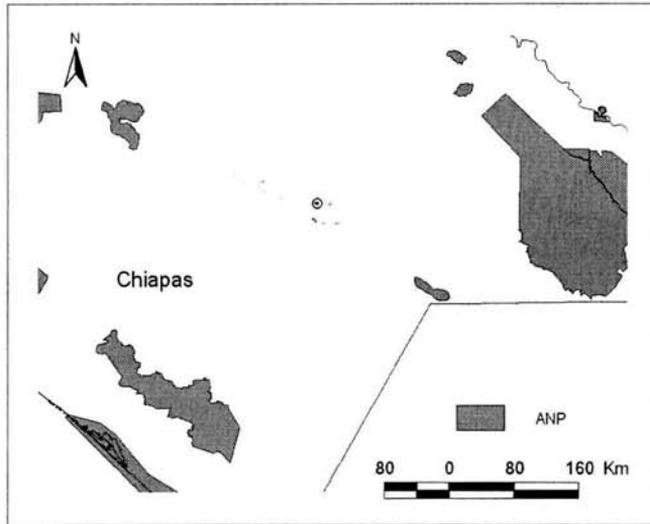


Figura 35. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. ochoterenai* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

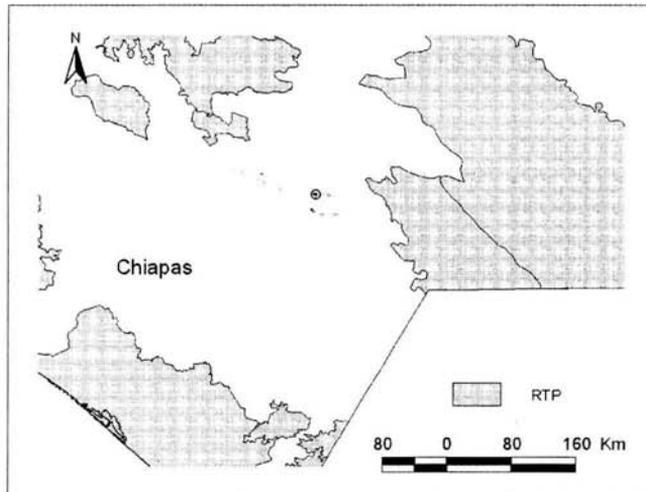


Figura 36. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. ochoterenai* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP

La distribución de *A. smithi* se predice para la provincia de Volcanes de la Costa Golfo Norte (Figura 37). El ANP que se encuentra donde se distribuye *A. smithi* es el Triunfo-la Encrucijada- Palo Blanco (Figura 37). También la RTP que incluye dentro de su área la distribución de esta lagartija se denomina de la misma forma, el Triunfo-la Encrucijada- Palo Blanco (Figura 38).

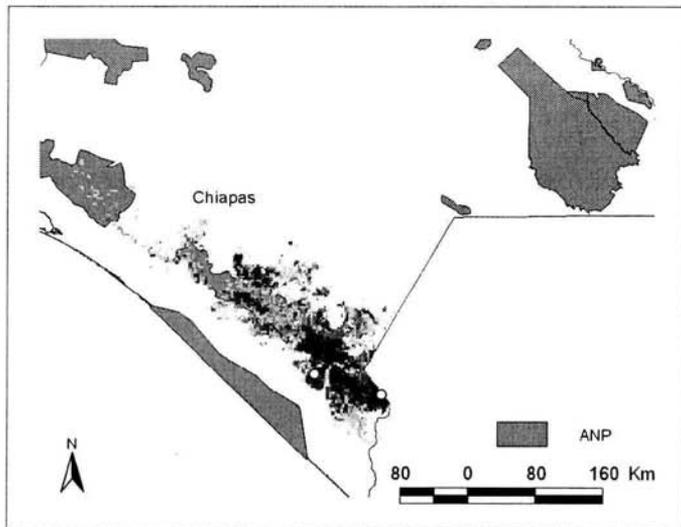


Figura 37. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. smithi* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

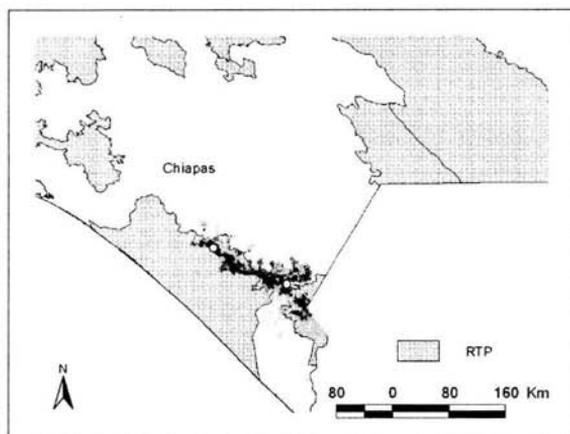


Figura 38. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. smithi* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

Los Altos de Chiapas resultaron un lugar que presenta las características adecuadas para la distribución de *A. lythrochila* (Figura 39). Pero ésta no se encuentra protegida por ningún ANP (Figura 39), tampoco hay RTP que se encuentren donde los modelos predicen presencia de *A. lythrochila* (Figura 40).

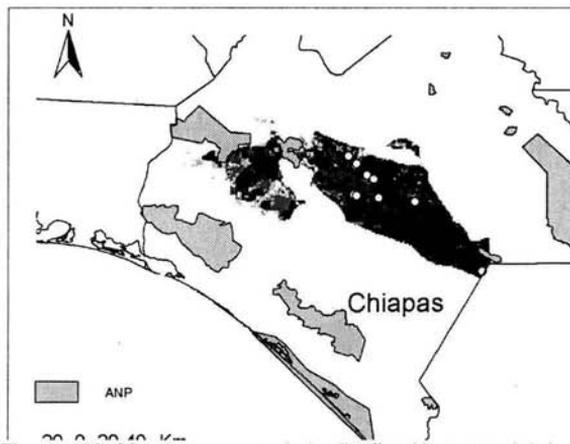


Figura 39. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. lythrochila* con ANP. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las ANP.

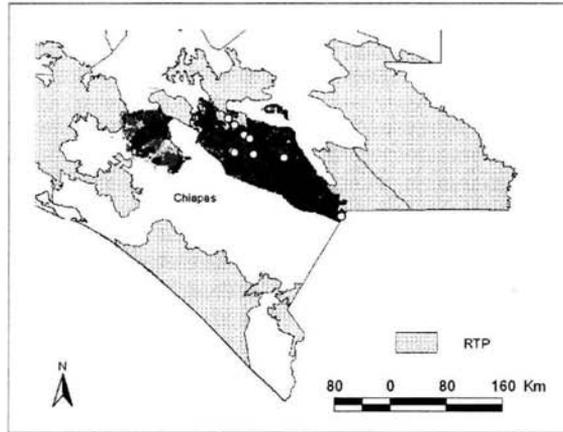


Figura 40. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. lythrochila* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

Abronia matudai se predice que se distribuye en las provincias de los Volcanes de la Costa Golfo Norte y en las Sierras del Sur de Chiapas (Figura 41). Tampoco la distribución conocida de esta lagartija se encuentra protegida por ningún ANP, pero si se encuentra donde los modelos predicen presencia (Figura 41). La RTP El Triunfo-la Encrucijada- Palo Blanco se encuentra en una zona donde los modelos predicen la distribución de *A. matudai* (Figura 42).

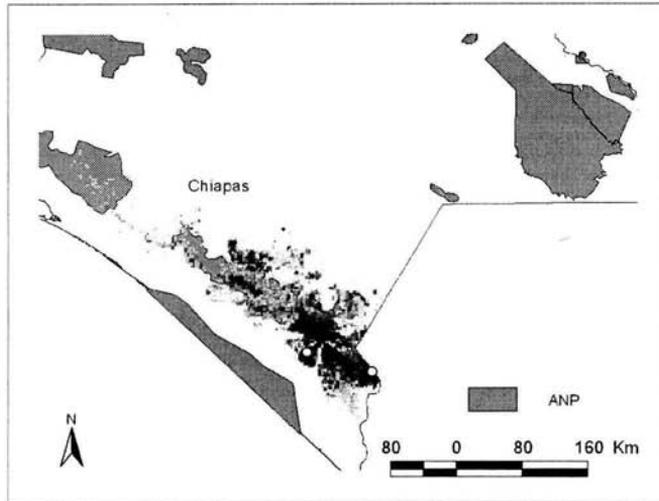


Figura 41. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. matudai* con las áreas naturales protegidas. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las áreas naturales protegidas.

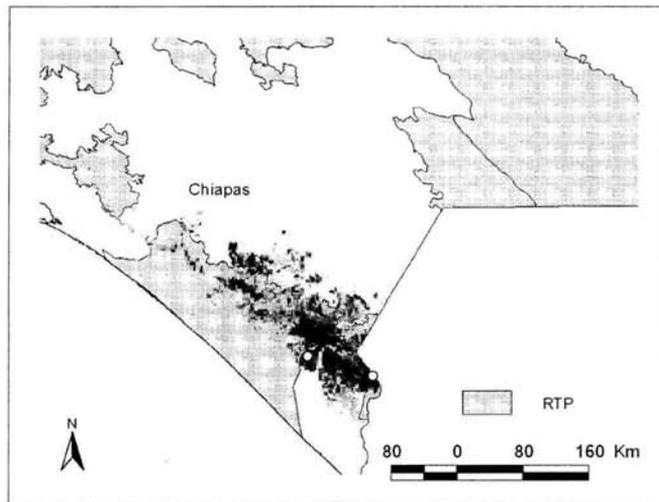


Figura 42. Mapa consenso de la distribución potencial de *A. matudai* con las RTP para la conservación. Los círculos representan las localidades conocidas de presencia, las áreas sombreadas en gris son las RTP.

Resumiendo, las especies cuyas localidades de recolecta que se encuentran protegidas por un ANP o una RTP se condensan en el cuadro 3 y en el cuadro 4 muestra los modelos para cada especie que predicen presencia en ANP o RTP.

Cuadro 3. Especies de abronias cuyos puntos de recolecta conocidos se localizan en un ANP o RTP en México.

Especie	ANP	RTP
<i>Abronia bogerti</i>	-	Selva Zoque-La Sepultura
<i>Abronia chiszari</i>	Los Tuxtlas	Sierra de los Tuxtlas-Laguna del Ostión
<i>Abronia deppii</i>	El Tepozteco	Nevado de Toluca Sierra de Taxco-Huautla Ajusco-Chichinautzin
<i>Abronia fuscolabialis</i>	-	Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe
<i>Abronia graminea</i>	Pico de Orizaba Cañón del Río Blanco	Pico de Orizaba-Cofre de Perote
<i>Abronia leurolepsis</i>	-	-
<i>Abronia lytrochila</i>	-	Un poco en Huitepec-Tzontehuitz
<i>Abronia martindelcampoi</i>	-	Sierra Madre del Sur de Guerrero
<i>Abronia matudai</i>	Volcán Tacaná	Tacanán-Boquerón
<i>Abronia mitchelli</i>	-	Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe
<i>Abronia mixteca</i>	-	El Tlacuache
<i>Abronia oaxacae</i>	-	Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe Sierra Trique-Mixteca Sierra del Sur y costa de Oaxaca
<i>Abronia ochoterenai</i>	-	-
<i>Abronia ornelasi</i>	-	Selva Zoque-La Sepultura
<i>Abronia ramirezi</i>	-	-
<i>Abronia reidi</i>	Los Tuxtlas	Sierra de los Tuxtlas-Laguna del Ostión
<i>Abronia smithi</i>	El Triunfo	El Triunfo- La Encrucijada-Palo Blanco El Mozotal
<i>Abronia taeniata</i>	La Sierra Gorda El Chico Cañón del Río Blanco	El Cielo La Sierra Gorda-Río Moctezuma Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental Pico de Orizaba-Cofre de Perote

Cuadro 4. Modelos de distribución potencial de especies de abronias que se localizan en un ANP o RTP en México.

Especie	ANP	RTP
<i>Abronia bogerti</i>	La Sepultura	Selva Zoque-La Sepultura
<i>Abronia chiszari</i>	Los Tuxtlas	Sierra de los Tuxtlas-Laguna del Ostión
<i>Abronia deppii</i>	Corredor biológico del Chichinautzin El Tepozteco	Nevado de Toluca Sierra de Taxco-Huautla Ajusco-Chichinautzin Cañón del Zopilote Sierra Madre del Sur de Guerrero
<i>Abronia fuscolabialis</i>	-	Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe
<i>Abronia graminea</i>	Pico de Orizaba Cañón del Río Blanco Cofre de Perote	Pico de Orizaba-Cofre de Perote Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental
<i>Abronia leurolepsis</i>	-	-
<i>Abronia lytrochila</i>	-	Un poco en Huitepec-Tzontehuitz
<i>Abronia martindelcampoi</i>	-	Sierra Madre del Sur de Guerrero
<i>Abronia matudai</i>	Volcán Tacaná	Tacaná-Boquerón El Triunfo- La Encrucijada-Palo Blanco
<i>Abronia mitchelli</i>	-	Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe
<i>Abronia mixteca</i>	-	Sierra Trique-Mixteca El Tlacuache
<i>Abronia oaxacae</i>	Tehuacán-Cuicatlán	Sierra del Norte de Oaxaca-Mixe Sierra Trique-Mixteca Sierra del Sur y costa de Oaxaca
<i>Abronia ochoterenai</i>	-	-
<i>Abronia ornelasii</i>	La Sepultura	Selva Zoque-La Sepultura
<i>Abronia ramirezi</i>	-	-
<i>Abronia reidi</i>	Los Tuxtlas	Sierra de los Tuxtlas-Laguna del Ostión
<i>Abronia smithi</i>	El Triunfo	El Triunfo- La Encrucijada-Palo Blanco El Mozotal El Cielo
<i>Abronia taeniata</i>	Sierra Gorda Barranca de Meztlán El Chico Cañón del Río Blanco Cofre de Perote	La Sierra Gorda-Río Moctezuma Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental Pico de Orizaba-Cofre de Perote

Discusión

Varios autores (Noss, 1983; Pulliam y Dunning, 1997; Lloyd y Palmer, 1998; Carroll et al., 1999; Manel et al., 1999; Cowley et al., 2000) explican que mediante el nicho ecológico de un taxón se pueden explicar sus patrones distribucionales, relacionando las condiciones ambientales con las localidades de recolecta conocidas. Para facilitar este proceso se han desarrollado nuevos algoritmos y herramientas informáticas. Como los que generan distribuciones potenciales basadas en un conjunto de registros individuales de una especie y las relacionan con las condiciones ambientales presentes en dichas localidades (Carroll et al., 1999; Manel et al., 1999; Cowley et al., 2000).

La construcción de mapas precisos con la distribución de las especies, llenando huecos de conocimiento y muestreo, aumenta enormemente las posibilidades de análisis e interpretación en biogeografía, ya que permite hacerse una idea de los orígenes históricos, de las relaciones con otras especies y de la habilidad potencial para colonizar que tienen las especies estudiadas (Peterson et al., 2002).

Limitaciones del método en este estudio

Se recomienda tener al menos cinco registros de localidades de recolecta diferentes para elevar la exactitud de la estimación predictiva de los modelos (Peterson *com. per.*). A pesar de esto, se construyeron los modelos para cada una de las especies. En los modelos de nichos potenciales generados a partir de los datos de presencia (Figuras 9-42) se observa que para las especies con menos de cinco localidades de recolecta muy pocos predijeron presencia fuera de los lugares de captura. Cabe mencionar, que el hecho de que un modelo prediga la presencia de una especie, no

indica que en ese lugar esté presente; sino que allí se encuentran las condiciones ambientales adecuadas para encontrarla. Esto obedece a que las especies generalmente no ocupan la totalidad de su nicho ecológico (Hutchinson, 1957), debido a que existen factores determinantes que no es posible modelar todavía; por ejemplo, la competencia interespecífica y las barreras biogeográficas. La sobrepredicción de los modelos puede deberse a diferentes causas: históricas, biológicas o a efectos del método. Dentro de las causas históricas se encuentran los efectos de dispersión, vicarianza y/o extinción. Se habla de dispersión cuando los organismos se alejan de los sitios de agrupamiento, que generalmente es donde anidan; cruzando barreras geográficas, la vicarianza se da al dividir una población por alguna barrera geográfica, dando como resultado especiación de ambas partes, y la extinción puede ser causada por que las especies no fueron capaces de adaptarse al estrés biótico y climático al que estaban expuestas. La competencia es una causa biológica que puede modificar la distribución de las especies debido a que los recursos del hábitat son inadecuados para soportar a dos especies, evitando que ambas compartan su nicho. Los efectos del método también inciden en la sobrepredicción de los modelos por muestreos inadecuados, pues al muestrear únicamente en carreteras y caminos quedan muchas áreas sin un conocimiento preciso acerca de los organismos que habitan en lugares más alejados (Karl et al., 2002). Además, dependiendo de la escala del análisis, las especies no necesariamente se encontrarán en todos los macro o microhábitats dentro de un píxel del mapa del modelo de distribución potencial. Si el tamaño del píxel es mayor al del microhábitat se sobrepredicen áreas de distribución (Anderson et al, 2003).

Datos y su calidad para elaborar modelos

Se tienen muy pocos registros de lagartijas del género *Abronia* en museos y colecciones científicas. Se han colectado poco, tal vez debido a sus hábitos crípticos, a sus bajas densidades poblacionales o a que no se han realizado colectas específicas de abronias. De las 38 colecciones científicas consultadas, solamente en 25 de ellas hubo ejemplares de estas lagartijas. El total de especímenes de abronias en museos y colecciones mexicanas fue de 122, mientras que en Estados Unidos de América asciende a 356, dando un total de 478 ejemplares colectados (Cuadro 1). Lo anterior, denota que en nuestro país, existen más estudios sobre herpetofauna generados por extranjeros que por mexicanos. Además, la mayoría de las especies de *Abronia* han sido descritas por extranjeros (e. g. Campbell, 1982, 1984, 1994; Campbell et al., 1998; Tihen, 1954). Varias especies se conocen únicamente a partir del ejemplar tipo del que fueron descritos (*A. leurolepsis*, *A. mitchelli*, *A. ochoterenai*, *A. reidi* y *A. ramirezi*), lo que puede provocar dudas sobre la validez de la especie, o si sólo son variaciones morfológicas de otra, sobretodo en situaciones de posible simpatria. Se sabe que las abronias presentan generalmente distribuciones alopátricas (Bogert y Porter, 1967; Good, 1988), y las regiones de posible simpatria se encuentran en áreas que han sido pobremente estudiadas. Además, se conocen muy pocas localidades de recolecta de la mayoría de especies de abronias, dificultando la discusión acerca de los límites ecológicos de estas especies. Los posibles casos de simpatria se discutirán individualmente más adelante.

En cuanto a la calidad de los datos, algunos de ellos provienen de colecciones antiguas, por lo tanto, fue imposible ubicar en un mapa el registro específico de las localidades a las que se refieren. En otras ocasiones, no se especificaba la localidad donde fue recolectada (como es el caso de *A. ramirezi*, que solamente se conoce el nombre del cerro en que fue colectada en el municipio de Jiquipilas, Chiapas). Estos ejemplares no se utilizaron para la elaboración del presente trabajo pues no presentan información detallada. Para la mayoría de las especies fue insuficiente el número de ejemplares recolectados o de observaciones fidedignas (Cuadro 2).

Los registros obtenidos se incluyeron en una base de datos para analizarlos de una forma sistematizada. Desgraciadamente, esta información no proviene de un inventario extensivo y completo de un esfuerzo específico para recolectar abronias. Además, Bojórquez-Tapia et al. (1994) y Navarro-Sigüenza (1998) han comprobado que las colectas tienden a estar sesgadas a las localidades cercanas a las carreteras y brechas así como a las ciudades.

Distribuciones individuales

La distribución mejor conocida es la de *A. taeniata*, de la que se conocen al menos 30 localidades únicas de recolecta en bosques de coníferas y encinos. Se localiza entre los 1000-2000 msnm. Cercana a ella, se encuentra *A. graminea* que se distribuye también en bosques de coníferas y encinos, pero a mayores alturas (entre 2000-2743 msnm). A la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología de la UNAM han llegado muchos ejemplares de diferentes estadíos de ambas especies

provenientes de decomisos que no cuentan con la información respectiva a su lugar de captura, lo que hace a estos ejemplares inútiles para este estudio.

Abronia deppii fue recientemente dividida en dos especies: *A. deppii* para el norte y *A. martindelcampoi* para el sur de Guerrero (Flores-Villela y Sánchez, en prensa). Ambas especies se distribuyen en alturas similares (de los 2000-2800 msnm) y en el mismo tipo de vegetación (bosque de coníferas y encinos y bosque tropical caducifolio). Se descarta la simpatría entre estas especies debido a que el río Balsas actúa como una barrera geográfica que separa ambas poblaciones. En Oaxaca, se encuentran *A. fuscolabialis* y *A. mitchelli*, que Good y Schwenk (1985) proponen como simpátridas a pesar de la diferencia de altitud de las localidades tipo. La primera se encuentra a 2300 msnm y la segunda a 2700 msnm y posiblemente comparten un hábitat similar al encontrarse ambas en Cerro Pelón. Bogert y Porter (1967) y Campbell y Frost (1993) aseguran que la composición florística, así como la humedad y la temperatura del bosque de la Sierra de Juárez puede variar dramáticamente en distancias cortas. Para descartar simpatría entre las especies anteriores, Campbell y Frost (1993) argumenta que especies herpetofaunísticas que habitan elevaciones mayores a 1200 msnm de la Sierra de Juárez se restringen a pequeñas zonas altitudinales, aunque estas pueden ser relativamente abundantes dentro de estas.

En el clado *Scopeabronia* Campbell y Frost (1993) agrupan a *A. bogerti* y *A. chiszari* debido a sus caracteres morfológicos. Ambas se distribuyen en bosque tropical perennifolio, la primera entre los 762-1372 msnm en Cerro Baúl, Oaxaca y la segunda entre los 360-1300 msnm en el Volcán de Santa Martha, en los Tuxtlas, Veracruz. Por otra parte, agrupan a *A. ornelasi* y *A. reidi* en el clado *Auriculabronia*. Las distribuciones

de estas lagartijas, son similares a las de *Scopeabronia* pues *A. ornelasi* se ha recolectado en Cerro Baúl, Oaxaca entre los 1500-1600 msnm, pero en bosque mesófilo montaña, y *A. reidi* se ha encontrado a 1637 msnm en el cráter del Volcán de San Martín en la Sierra de los Tuxtlas, Veracruz, también en bosque mesófilo montaña. Es interesante notar que especies filogenéticamente cercanas, como *A. bogerti* y *A. chiszari*, por un lado, y *A. ornelasi* y *A. reidi*., por el otro, no lo sean geográficamente; y que las especies que componen los dos subgéneros se encuentren en aparente simpatria. Está en discusión la posible coexistencia en simpatria de dos especies de abronias con características ecológicas muy similares. Sin embargo, las especies que están en supuesta simpatria pertenecen a subgéneros diferentes y posiblemente cada una de ellas tenga características propias que les permitan explotar nichos distintos dentro de una misma área. Así, *A. bogerti* y *A. ornelasi* difieren distribucionalmente en altitud y por ende en tipo de vegetación, pero *A. chiszari* y *A. reidi*, se ubican en diferentes montañas aunque separadas entre si por tan solo 20 km.

Los ejemplares de *A. ochoterenai*, *A. leurolepis* y *A. lythrochila* de Chiapas se consideraron como una sola especie hasta 1963 (Casas-Andreu y Smith, 1990). La mejor representada es *A. lythrochila* que se encuentra en bosques de coníferas y encino. *A. ochoterenai* y *A. leurolepis* forman el único caso aceptado de simpatria de abronias en México. Esta asociación es realmente dudosa ya que ambas especies se conocen a partir de un sólo ejemplar y no hay certeza sobre su localidad tipo, Santa Rosa, Comitán, Chiapas. El problema radica en la existencia de dos localidades con el nombre de Santa Rosa en el municipio de Comitán y los datos de recolecta de cada ejemplar no especifican en cual de las dos fueron capturadas (Casas-Andreu y Smith,

1990). Los casos de simpatria son conflictivos, ya que especies cercanamente relacionadas y morfológicamente semejantes comparten comúnmente requerimientos ecológicos, lo que reduce la probabilidad de coexistencia (Darwin, 1859; Mac Arthur, 1972).

Abronias y Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Distribuciones conocidas. Solamente siete de las 18 especies de abronias cuentan con el resguardo documentado de al menos un ANP (Cuadro 3). Estas son *A. chiszari*, *A. deppii*, *A. graminea*, *A. matudai*, *A. reidi*, *A. smithi* y *A. taeniata*.

Al ser los Tuxtlas una Reserva de la Biosfera con más del 67% de su territorio conservado (Challenger, 1998), eleva la protección potencial de los organismos que viven en ella. Ahí se localizan dos especies de abronias: *A. chiszari* y *A. reidi*. La primera se distribuye en el Volcán de Santa Martha y la segunda en el Volcán de San Martín. Por lo contrario, a pesar de que *A. graminea* se ha encontrado en los Parques Nacionales Pico de Orizaba y Cañón del Río Blanco su protección no se encuentra garantizada. Estos lugares, aunque pertenecen a la categoría de ANP, están altamente devastados por actividades humanas tales como el cambio de uso de suelo por ganadería y agricultura, asentamientos humanos irregulares y anárquicos, incendios forestales, cacería furtiva, sobrepastoreo, tala clandestina, plagas y enfermedades forestales (Vargas- Márquez, 1997). La situación en Cañón del Río Blanco es muy grave ya que el río Blanco se considera junto con el río Coatzacoalcos uno de los más contaminados del mundo por la actividad industrial (IMEP, 1994). Por su parte, el Pico de Orizaba no cuenta con un Director del Parque que coordine las actividades con

estricto apego al Decreto y a la Legislación aplicable. El futuro que ofrecen estos dos parques a la conservación de las especies que albergan ofrece un panorama realmente deplorable que hace notar que en la región existe un grave problema socioeconómico y cultural. Es importante que este problema se resuelva de alguna manera y a muy corto plazo para poder conservar lo que aún queda de vegetación primaria y que permita el reestablecimiento de las poblaciones de animales nativas. Para *A. deppii*, la situación tampoco es favorable aunque se conozca su presencia en el Parque Nacional El Tepozteco. En este lugar, hay una gran afluencia de turistas lo que da como resultado mucha contaminación tanto por ruido como por basura. En la parte menos visitada y más arbolada del parque, no existe un adecuado manejo forestal, hay erosión de los suelos en algunas partes, cacería furtiva, desmontes para cambio de uso del suelo para agricultura, ganadería, y sobrepastoreo (Vargas- Márquez, 1997). Esto sin contar la construcción de un parque vacacional y un campo de golf dentro del mismo.

La Reserva de la Biosfera del Volcán Tacaná, decretada en enero del 2003 incluye en su territorio a *A. matudai*. Esta es un área importante pues mantiene un rico reservorio de especies que muestran la intensa relación que existió en el pasado con las tierras altas de Centroamérica y la región septentrional de los Andes (Diario Oficial, 28 de enero, 2003).

Las localidades de recolecta de *A. smithi* coinciden con la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Esta reserva presenta una situación semejante a la del Volcán Tacaná ya que se considera una zona de alto endemismo y un refugio primario del Pleistoceno con gran diversidad. La problemática que presentan ambas reservas son: incendios forestales, tala en el área de amortiguamiento, prácticas agrícolas inadecuadas,

extensión de la frontera agropecuaria, cacería de subsistencia, cultivo de estupefacientes y asentamientos humanos irregulares.

Finalmente, *A. taeniata*, se encuentra en La Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Querétaro, sitio sumamente importante pues es la ecorregión más diversa de México. También se encuentra en los Parques Nacionales El Chico, Hidalgo, lugar devastado por el pastoreo, la extracción de leña, hongos y materiales pétreos (Camarillo y Casas-Andreu, 2001) y en el Cañón del Río Blanco cuya problemática se explicó anteriormente.

Modelos. Los modelos de distribución potencial predijeron la presencia de abronias en algunas ANP (cuadro 4) aun cuando los puntos de recolecta no coincidieran. Así sucedió con *A. bogerti* y *A. ornelasi*, cuyas distribuciones potenciales coincidieron con el área de la Sepultura. En esta reserva se carece de estudios que revelen conocimiento sobre la distribución de las especies que la habitan.

Los modelos de *A. deppii*, predicen su presencia en el Nevado de Toluca y en la Sierra de Huautla. El primero se encuentra en una situación crítica, ya que en 1991 se reportó que el 75% del bosque había sido talado y se extinguieron cinco especies de animales (Vargas- Márquez, 1997). El Valle de Tehuacán-Cuicatlán coincide con algunas áreas de distribución predictivas de *A. oaxacae*; sin embargo, excluye los puntos de colecta conocidos. La distribución potencial de *A. graminea* cae dentro del territorio de las siguientes ANP: Cofre de Perote, la Malinche, el Xicotencatl, en el Iztaccíhuatl-Popocatepetl, en Zoquiapan, en el corredor biológico Chichinautzin, en las Lagunas de Zempoala, en el Ajusco y en el Nevado de Toluca. Mientras que la distribución potencial de *A. taeniata* se localiza en las siguientes ANP: El Potosí, las

Cumbres de Monterrey y el Citatorio. Estas dos especies comparten sitios de distribución potencial: El Parque Nacional El Chico, la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, El Cañón del Río Blanco, el Pico de Orizaba y la Sierra Gorda.

Especies no incluidas o predichas en ninguna ANP. Hubo especies que ni sus distribuciones conocidas ni los modelos predijeron su presencia dentro de algún ANP. Estas fueron *A. martindelcampoi*, *A. fuscolabialis*, *A. mitchelli*, *A. leurolepsis* y *A. ochoterenai*. En estas especies se tiene que poner mayor énfasis en su protección pues son organismos muy vulnerables a desaparecer. La creación de áreas de conservación en áreas conocidas de distribución de las especies, es una manera de evitarse la extinción de las mismas. *A. fuscolabialis* y *A. mitchelli* se encuentran en una zona de Oaxaca muy diversa, que no cuenta con un ANP que resguarde a sus habitantes. Es inminente la creación de un área protegida en esta zona de la Sierra de Juárez. Al conservar a *A. ochoterenai* y *A. leurolepsis*, se asegura la sobrevivencia de los únicos miembros de la familia Anguillidae que son simpátridas, con lo que posteriormente se pueden generar más estudios sobre biogeografía.

ANP con más de una especie de abronias. Se presentaron así mismo áreas naturales protegidas que contuvieron a más de una especie de abronias. Estas fueron Los Tuxtlas que incluye en su territorio a *A. chiszari* y *A. reidi*, y el Cañón del Río Blanco en la que se encuentran *A. graminea* y *A. taeniata*. Al ser los Tuxtlas una reserva de la biosfera bien conservada, existe la posibilidad de que las abronias que la habitan mantengan poblaciones viables y perdurables. El caso contrario se da en el Parque Nacional Cañón del Río Blanco. Aunque dentro de su territorio se distribuyen

dos especies de *Abronia*, su futuro es incierto. Ya que esta reserva presenta muchos problemas por falta de legislación, como se explicó anteriormente.

ANP con mas de una especie de abronias predicha. A su vez existen ANP que presentaron las predicciones de la distribución para más de una especie de *Abronia*. Estas fueron: Los Tuxtlas, Cofre de Perote y La Sepultura.

El caso de los Tuxtlas ya fue expuesto; en esta reserva se distribuyen *A. chiszari* y *A. reidi*. En el Parque Nacional Cofre de Perote se encuentran *A. graminea* y *A. taeniata*. Es demostrativo que en la actualidad la tercera parte del Parque Nacional Cofre de Perote se ocupe para el cultivo de la papa, mientras que el resto es una zona de pastoreo libre (Vargas- Márquez, 1997) y de extracción de madera dado el impedimento legal para establecer un manejo adecuado dentro de los Parques Nacionales. En la reserva de la Biosfera de la Sepultura se predice la presencia de *A. bogerti* y *A. ornelasi*. Esta reserva carece de conocimiento acerca de la diversidad que presenta. Su problemática principal modificación de su entorno por deforestación y altas tasas de erosión.

Abronias y Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Distribuciones conocidas. De todas las especies de *Abronia* que se distribuyen en México, 15 se encuentran dentro de alguna región terrestre prioritaria para la conservación (Cuadro 3). Estas áreas tienen características físicas y bióticas que favorecen condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. Indican regiones en las que es necesario invertir mayores esfuerzos de investigación (Arriaga et al., 2000) y promover su conformación como ANP. Algunas de

estas regiones son extensiones de ANP, es decir, dentro de la RTP se encuentra el ANP. Tal es el caso del ANP Los Tuxtlas que se encuentra dentro del RTP Sierra de los Tuxtlas-Laguna del Ostión, región donde se localizan *A. chiszari* y *A. reidi*. En la Selva Zoque-La Sepultura se encuentran *A. bogerti* y *A. ornelasi* y esta región incluye a las ANP el Ocote y la Sepultura. Esta zona es poco conocida en reptiles pero con alto endemismo y diversidad de árboles y con una de las mayores diversidades de mamíferos en México (Challenger, 1998).

A. fuscolabialis, *A. oaxacae* y *A. mitchelli* se localizan dentro de la RTP Sierra Norte de Oaxaca-Mixe, que es una región importante por la gran diversidad de ambientes interconectados debido a su compleja fisiografía. Existe poca fragmentación y se presentan los bosques mesófilos de mayor tamaño y mejor conservados de México. En El Triunfo-La Encrucijada-Palo Blanco, RTP chiapaneca, podrían encontrar protección dos especies, *A. matudai* y *A. smithi*. Esta es una región prioritaria ya que es un refugio de las aves migratorias acuáticas y es un lugar con grandes endemismos de orquídeas, aves y reptiles.

Modelos. Casi todos los modelos de distribución potencial predicen que la abronias se encuentran incluidas en alguna RTP, a excepción de los modelos de *A. leurolepsis*, *A. ochoterenai* y *A. ramirezi*. Esto quiere decir que si estas regiones se protegen mediante la Legislación y se convierten en ANP, las posibilidades de conservar a estas especies aumentan. Para *A. ramirezi*, no se puede concluir nada concreto pues debido a que no se pudo georreferenciar, no se pudo generar un modelo predictivo.

Medidas para la preservación de las abronias

Los modelos de predicción para las lagartijas del género *Abronia* sirven para evaluar áreas críticas para la conservación. De esta manera proponer la ampliación de las ANP ya establecidas o la creación de Santuarios que garanticen la protección a estas lagartijas. Además servirán para enfocar los muestreos y disminuir los costos económicos y físicos de estudios posteriores. Es decir, si se conocen las localidades donde hay grandes posibilidades de encontrar a estos organismos, se facilita el trabajo de campo y se pueden hacer muestreos más completos.

Para contrarrestar el deterioro de la biodiversidad se necesita un plan estratégico, estableciendo prioridades. Un recurso insustituible que responde preguntas sobre los efectos causados por la deforestación en la riqueza de las especies o en la abundancia relativa es la investigación (Corn y Bury, 1989). Hacen falta estudios ecológicos, etológicos y demográficos para desarrollar mejores estrategias para la conservación de anfibios y reptiles. Los dos primeros con el fin de diseñar mejores reservas para las especies en mayor peligro y su reproducción en cautiverio (Zimmermann y Bierregaard, 1986), mientras que el tercero es útil para determinar si una población es viable. También se necesitan inventarios herpetofaunísticos en muchas áreas del mundo, sobretodo en áreas naturales protegidas para conocer la situación actual de los reptiles. En México, no existen publicaciones con los listados herpetofaunísticos de muchas de las ANP.

Otro recurso actualmente utilizado como medida para la preservación de algunos organismos es el ecoturismo usando especies bandera. La especie bandera puede ser algún reptil, como es el caso de las tortugas gigantes de las Galápagos; esto con el

debido cuidado de no afectar negativamente la biodiversidad. Se pueden crear santuarios, que son áreas con una riqueza de flora o fauna considerable o por la presencia de especies, subespecies o hábitat con distribución restringida. En los santuarios sólo se permiten actividades de investigación, recreación y educación ambiental compatibles con la naturaleza y características del área (CONANP, 1988). Hudson et al. (2000) proponen considerar a las lagartijas del género *Abronia* como especie bandera. Con lo que aumentaría la protección no sólo de estas lagartijas sino también de otras especies asociadas a bosques mesófilos de montaña, como orquídeas, bromelias y helechos arborescentes, y a bosques de pino-encino que también son ecosistemas muy amenazados.

El uso sustentable de las especies silvestres crea oportunidades para aprovechar en forma legal y viable la vida silvestre. Para ello, se han creado las Unidades para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS). Las UMAS se establecen en áreas rurales permitiendo proteger la vida silvestre y su hábitat, y abren oportunidades que generan ingresos a través del aprovechamiento racional sin dañar las poblaciones de plantas y animales. Existen varios tipos de aprovechamiento en UMAS entre los que destacan la reproducción y conservación de las especies y sus hábitats; las labores de educación ambiental e investigación y las unidades de producción de ejemplares, productos y subproductos que pueden ser incorporados a los diferentes circuitos del mercado legal para su comercialización y aprovechamiento. Un ejemplo son los criaderos de iguana verde (*Iguana iguana*) que permiten el uso de algunos individuos como mascota por ejemplo, impidiendo que sus poblaciones declinen. La creación de UMAS de *Abronia* es una

alternativa que se pretende llevar a cabo y que puede presentar resultados positivos. Su objetivo principal es mantener viables las poblaciones de abronias y a su vez obtener un beneficio económico.

Dentro de la educación ambiental se pueden manejar campañas para evitar que los lugareños capturen a estas lagartijas para venderlas como mascotas y también a cuidar los bosques y sus recursos. Es necesario enfocar esfuerzos a conservar el hábitat que queda y a asegurar que sea ocupado por la especie, en este caso las abronias. Aunque no se conoce claramente el área de distribución de muchas especies de este género, los modelos muestran la existencia de hábitat potencial disponible.

Conclusión

A través del uso del algoritmo genético GARP se puede contribuir al conocimiento de la distribución de las abronias en México y darnos una visión más clara para establecer estrategias de conservación de estos reptiles. Sin embargo, es imperante verificar la presencia de abronias en aquellas áreas donde los modelos las predicen. Este estudio señala los pasos con los cuales se puede utilizar GARP para modelar distribuciones en reptiles con el fin de evaluar el grado de protección que presentan especies individuales.

La distribución de algunas especies de abronias cae dentro del territorio de áreas naturales protegidas y de regiones prioritarias para la conservación. Las especies cuya área de distribución cae dentro de alguna de las zonas antes mencionadas son: *A. taeniata*, *A. smithi*, *A. reidi*, *A. matudai*, *A. graminea*, *A. chiszari*, *A. martindelcampoi*, *A. fuscolabialis*, *A. deppii*, *A. oaxacae*, *A. mitchelli*, *A. lythrochila*, *A. bogerti* y *A. ornelasi*. No se puede evaluar la protección de las áreas naturales a cada una de las especies con la calidad y cantidad de datos obtenidos, pues en muchos casos la información recavada fue insuficiente.

Es necesario adoptar estrategias globales de manejo que reduzcan el riesgo de extinción de especies en las que se incluyan: la protección del hábitat mediante la ampliación o creación de Áreas Naturales Protegidas y Santuarios, la investigación de las funciones ecológicas de las especies en riesgo; así como un mejor monitoreo biológico.

Los modelos de predicción para las lagartijas del género *Abronia* sirven para evaluar áreas críticas para la conservación. De esta manera proponer la ampliación de

las ANP ya establecidas o la creación de Santuarios que garanticen la protección a estas lagartijas. Además servirán para enfocar los muestreos y disminuir los costos económicos y físicos de estudios posteriores. Es decir, si se conocen las localidades donde hay grandes posibilidades de encontrar a estos organismos, se facilita el trabajo de campo y se pueden hacer muestreos más completos.

Literatura citada

- Anderson, R. P., A. T., Peterson y M. Gómez-Laverde. 2002. Using niche-based GIS modeling to test geographic predictions of competitive exclusion and competitive release in South American pocket mice. *Oikos*, 98:3-16.
- Anderson, R. P., D. Lew y A. T. Peterson. 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modeling*, 162: 211-232.
- ArcView, versión 3.2. 1998. ESRI.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Austin, M. P. y J. A. Meyers. 1996. Current approaches to modeling the environmental niche of five *Eucalyptus*: implication for management of forest biodiversity. *Forest Ecology and Management*, 85: 95-106.
- Bille, T. 2001. Ein zweites Exemplar von *Abronia bogerti* Tihen, 1954 aus Oaxaca, Mexiko, mit Bemerkungen zur Variation der Art (Sauria: Anguidae). *Salamandra*, 37: 205-210.
- Block, W. M. y L. A. Brennan. 1993. The habitat concept in ornithology. *Current Ornithologist*, 11: 35-91.
- Bojórquez-Tapia, L. A., P. Balvanera y A. D. Cuarón. 1994. Environmental auditing. Biological inventories and computer data bases: Their role in environmental assessments. *Environmental Management*, 18: 775-785.

- Bogert, C. y A. Porter. 1967. A new species of *Abronia* (Sauria: Anguidae) from the Sierra Madre del Sur of Oaxaca, Mexico. *American Museum Novitates*, 2273: 1-21.
- Brown, J. H. y M. V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Sinauer Associates, EUA. 691 pp.
- Camarillo, J. L. y G. Casas-Andreu. 2001. Anfibios y Reptilres del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*, 72: 105-123.
- Campbell, J. A. 1982. A new species of *Abronia* (Sauria, Anguidae) from the Sierra Juarez, Oaxaca, Mexico. *Herpetologica*, 38: 355-361.
- Campbell, J. A. 1984. A new species of *Abronia* (Sauria, Anguidae) with comments on the herpetogeography of the highlands of southern Mexico. *Herpetologica*, 40: 373-381.
- Campbell, J. A. 1994. A new species of elongate *Abronia* (Squamata: Anguidae) from Chiapas, Mexico. *Herpetologica*, 50: 1-7.
- Campbell, J. A. y D. R. Frost. 1993. Anguid lizards of the genus *Abronia*: Revisionary notes on the species of nuclear Central America and adjacent Mexico, descriptions of four additional species, with a phylogenetic hypotesis for the genus and an identification key. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 216: 1-121.
- Campbell, J. A., M. Sasa, M. Acevedo, y J. R. Mendelson. 1998. A new species of *Abronia* (Squamata: Anguidae) from the high Cuchamatanes of Guatemala. *Herpetologica*, 54: 221- 234.

- Carpenter, G., A. N. Gillison, y J. Winter. 1993. DOMAIN: a flexible modelling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity and Conservation*, 2: 667-680.
- Carroll, C., W. J. Zielinski y R. F. Noss. 1999. Using presence-absence data to build and test spatial habitat models for the fisher in the Klamath Region, USA. *Conservation Biology*, 13: 1344-1359.
- Casas-Andreu, G. y H. Smith. 1990. Historia nomenclatural y status taxonómico de *Abronia ochoterenai* y *Abronia lythrochila* (Lacertilia: Anguidae), con una clave de identificación para el grupo *Aurita*. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 61: 317- 326.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 847pp.
- Chen, G. J. y A. T. Peterson. 2000. A new technique for predicting distribution of terrestrial vertebrates using inferential modeling. *Zoological Research*, 21: 231-237.
- Chippindale, P., L. Ammerman y J. Campbell. 1998. Molecular approaches to phylogeny of *Abronia* (Anguidae: Gerrhonotinae), with emphasis on relationships in subgenus *Auriculabronia*. *Copeia*, 4: 883- 892.
- Colchero-Aragón, F. C. 2001. Análisis de la distribución del berrendo (*Antilocapra americana*) en México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 341 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1:1 000 000. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2003. Áreas Naturales Protegidas federales de México. Escala 1:1 000 000. México.
- Corn, P. S. y R. B. Bury. 1989. Logging in western Oregon: responses of headwater habitats and stream amphibians. *Forest Ecology and Management*, 29:39-57.
- Corsi, F., E. Dupre y L. Boitani. 1999. A large-scale model of wolf distribution in Italy for conservation planning. *Conservation Biology*, 13: 150-159.
- Cowley, M. J. R., R. J. Wilson, J. L. León-Cortés, D. Gutiérrez, C. R. Bulman y C. D. Thomas. 2000. Habitat based statistical models for predicting the spatial distribution of the butterflies and day-flying moths in a fragmented landscape. *Journal of Applied Ecology*, 37: 60-72.
- Cree, A., C. H. Daugherty, D. R. Towns y B. Blanchard. 1994. The contribution of captive management to the conservation of tuatara (*Sphenodon*) in New Zealand. Pp. 377-385, en: Murphy, J.B., K. Adler, J.T. Collind (Eds.) *Captive Management and conservation of amphibians an reptiles*, Ithaca. Nueva York.

- Darwin, C. 1859. El origen de las especies (versión en español). Edit Porrúa, México, 1989.
- Diario Oficial de la Federación, 28 de enero de 2003, México.
- Fleishman, E., R. Mac Nally, J. P. Fay y D. D. Murphy. 2001. Modeling and predicting species occurrences using broad-scale environmental variables: an example with butterflies of the Great Basin. *Conservation Biology*, 15: 1674-1685.
- Flores-Villela, O. 1993. Riqueza de los anfibios y reptiles. *Ciencias*. No. Especial, 7: 33-42.
- Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: distribución y endemismo. Pp. 251 –278, en Ramamoorthy, T. P., Bye, A. Lot y J. Fa, (Eds.) *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*, Instituto de Biología, UNAM, México D. F.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1988. Conservación en México: síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. INIREB –Conservación Internacional, México. 302 pp.
- Flores-Villela, O. y R. Vogt, 1992. *Abronia chiszari* (Reptilia, Anguidae), a second specimen from the “Los Tuxtlas” Region, Veracruz, México. *Herpetological Review*, 23: 41-42.
- Flores-Villela, O. y O. Sánchez. En prensa. A new species of *Abronia* (Squamata: Anguidae) from the Sierra Madre del Sur of Guerrero, México, with comments on *Abronia deppii*. *Journal of Herpetology*.

- Franzen, M. y J. Haft. 1999. Range extension and morphological variation in *Abronia gaiophantasma* Campbell and Frost (Sauria: Anguidae). Caribbean Journal of Sciences, 35: 151-153.
- Funk, V. A., M. F. Zermoglio y N. Nasir. 1999. Testing the use of specimen collection data and Gis in biodiversity exploration and conservation decision making in Guyana. Biodiversity and Conservation, 8: 727-751.
- García, E. y CONABIO. 1998a. Isotermas Medias Anuales. Escala 1:1 000 000, México.
- García, E. y CONABIO. 1998b. Precipitación Total Anual. Escala 1: 1 000 000. México.
- García, E. y CONABIO. 1998c. Temperaturas mínima absoluta. Escala 1:1 000 000. México.
- García, E. y CONABIO. 1998d. Temperaturas mínima promedio. Escala 1:1 000 000. México.
- García, E. y CONABIO. 1998e. Temperaturas máxima absoluta. Escala 1:1 000 000. México.
- García, E. y CONABIO. 1998f. Temperaturas máxima promedio. Escala 1:1 000 000. México.
- Good, D. A. 1998. Phylogenetic relationships among gerrhontine lizards. University of California Publications of Zoology, 121:138.
- Good, D. y K. Schwenk. 1985. A new species of *Abronia* (Lacertilia: Anguidae) from Oaxaca, Mexico. Copeia, 1:135-141.

- Grinnell, J. 1917. Field test of theories concerning distributional control. *American Naturalist*, 51: 115-128.
- Holland, J. H. 1975. *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An introductory analysis with applications to biology, Control and Artificial Intelligence*. University of Michigan Press, Ann Arbor, 183 pp.
- Hudson, R., C. Guichard, O. Flores-Villela y S. Ellis. 2000. Conservación, asesoramiento y manejo planificado para lagartijas *Abronia*. Informe de proceso CAMP. pp. 50.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biology*, 22: 415-427.
- Instituto Mexicano de Estudios Políticos, A. C. 1994. Estudio Sociopolítico del Parque Nacional Cañón del Río Blanco, Estado de Veracruz. SARH
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1995. Mapa edafológico. Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.
- Kadmon, R. y J. Heller. 1998. Modeling faunal responses to climatic gradients with GIS: land snails as a case study. *Journal of Biogeography*, 25: 527-539.
- Karl, J., W., P. J. Heglund, E. O. Garton, J. M. Scott, N. M. Wright y R. L. Hutto. 2000. Sensitivity of species-habitat relationship model performance to factors of scale. *Ecology Applications*, 10: 1690-1705.
- Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC). 2003. U.S. Geological Survey's. EROS Data Center.

- Lugo-Hubp, J. y F. Aceves-Quezada. 1992. El relieve como atractivo natural. En: "Estado de los componentes naturales del medio ambiente" V.2.1 Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM, México
- Luna-Reyes, R. y R. Vidal-López. 2002. Ejemplares tipo de la colección herpetológica del Instituto de Historia Natural y Ecología de Chiapas, México. Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana, 10: 10-11.
- Luna-Vega, I., O. Alcántara, J. J. Morrone y D. Espinosa. 2000. Track analysis conservation priorities in the cloud forest of Hidalgo, Mexico. Diversity and distributions, 6: 137-143.
- Lloyd P. y A. R. Palmer. 1998. Abiotic factors as predictors of distribution in southern African Bulbuls. Auk, 115: 404-411.
- Mac Arthur, R. H. 1972. Geographical Ecology: Patterns in the distribution of species. Harper and Row, EUA. 269 pp.
- Manel, L., T. M. Brooks y S. L. Pimm. 1999. Relative risk of extinction of passerine birds on continents and islands. Nature, 399: 258-261.
- Maples - Vermeersch M. 1992, Regímenes de humedad del suelo. En Hidrogeografía IV.6.2 Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México
- Marín-C, S. y C. Torres- Ruata, 1990, Hidrogeología. IV. 6. 3. Atlas Nacional de México. Vol. II Escala 1: 4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Meffe, G. K. y C. R. Carroll. 1997. The species in conservation. Pp. 57-86, en: Meffe, G.K. y C. R. Carroll (Eds). Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates. Massachusetts.

- Mittermeier, R. A. 1988. Primate diversity and the tropical forest. Pp.145-154. En Wilson, E. O. (Ed). Biodiversity. National Academy Press, Washington.
- Mittermeier, R. A. y J. L. Carr, 1994. Conservation of reptiles and amphibians: a global perspective. Pp. 27-35, en: Murphy, J.B., K. Adler, J.T. Collind (Eds.) Captive Management and conservation of amphibians an reptiles, Ithaca. Nueva York.
- Myers, N. 1991. Tropical deforestation: the latest situation. BioScience, 41:282.
- Navarro-Sigüenza A. G. 1998. Distribución geográfica y ecología de la avifauna del estado de Guerrero, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 182 pp.
- Nix, H. A. 1986. A biogeography analysis of Australian elapid snakes. Australian Flora Fauna Series, 8: 4-15.
- Noss, R. F. 1983. A regional landscape approach to maintain diversity. BioScience, 33: 700-706.
- Peterson, A. T. y A. Nieto-Montes de Oca. 1996. Sympatry in *Abronia* (Squamata: Anguillidae) and the problem of Mario del Toro Avilés' specimens. Journal of Herpetology, 30: 260-262.
- Peterson, A. T. y D. Watson. 1998. Problems with areal definitions of endemism: the effects of spatial scaling. Diversity and Distributions, 4: 198-194.
- Peterson, A. T. y D. A. Vieglais. 2001. Predicting species invasions using ecological niche modeling: new approaches from bioinformatics attack a pressing problem. BioScience, 51: 363-371.

- Peterson, A. T., J. Soberón, y V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 258: 1265-1267.
- Peterson, A. T., A. G. Navarro-Sigüenza y H. Benítez Díaz. 1998. The need for continued scientific collecting; a geographic analysis of Mexican bird specimens. *Ibis*, 140: 288-294.
- Peterson, A. T., S. Egbert, V. Sánchez-Cordero y K. Price. 2000. Geographic analysis of conservation priority: endemic birds and mammals in Veracruz, Mexico. *Biological Conservation*, 93: 85-94.
- Peterson, A. T., L. G. Ball y K. P. Cohoon. 2002. Predicting distributions of Mexican birds using ecological niche modeling methods. *Ibis*, 144: E27-E32.
- Peterson, A. T., O. Flores-Villela, L. S. Paniagua, J. E. Llorente-Bousquet, M. A. Luis-Martínez, A. Navarro-Sigüenza, M. G. Torres-Chávez e I. Vargas-Fernández. 1993. Conservation priorities in Mexico: moving up in the world. *Biodiversity Letters*, 1: 33-38.
- Ponder, W. F., G. A. Carter, P. Flemons y R. R. Chapman. 2001. Evaluation of museum collection data for use in biodiversity assessment. *Conservation Biology*, 15: 648-657.
- Pulliam, H. R. y J. B. Dunning. 1997. Demographic processes: population dynamics on heterogeneous landscapes. Pp. 203-232, en: Meffe, G.K. y C. R. Carroll. (Eds). *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates. Massachusetts.
- Reaka-Kudla, M. 1997. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. Pp. 83-108, en Reaka-Kudla, M., D., E. Wilson y E.O. Wilson (Eds),

Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources. Joseph Henry Press. Washington, D.C.

- Root, T. 1998. Environmental factors associated with avian distributional boundaries. *Journal of Biogeography*, 15: 489-505.
- Rzedowski, J. 1990. "Vegetación Potencial". IV.8.2. Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México
- Sánchez-Cordero, V. y E. Martínez-Meyer. 2000. Museum specimen data predict crop damage by tropical rodents. *PNAS*, 97: 7074-7077.
- Sarukhán, J. 1996. Diversidad biológica y cultural. *Investigación y Desarrollo*, 38: 1-7.
- SEMARNAP. 1997. Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural 1997-2000. SEMARNAP, México. 207 p.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Diario Oficial de la Federación, p. 1-11 y Anexo informativo II. Anfibios y Reptiles. 6 de marzo de 2002, 69 p.
- Smith, H. M. y R. B Smith, 1981. Another epiphytic alligator lizard (*Abronia*) from Mexico. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*, 17: 51-60.
- Soberón, J. 1999. Linking biodiversity information sources. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 291.
- Stockwell, D. R. B. e I. R. Noble. 1992. Induction of sets of rules from animal distribution data: a robust and informative method of data analysis. *Mathematics and Computers in Simulation*, 33: 385-390.

- Stockwell, D. R. B. y D. Peters. 1999. The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science*, 13:143-158.
- Stockwell, D.R.B. y A. T. Peterson, 2002. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modeling*, 148: 1-13.
- Tihen, J. A. 1954. Gerrhonotine lizards recently added to the American Museum Collection, with further revisions of the genus *Abronia*. *American Museum Novitates*, 1687: 1-26.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y desarrollo*. 14: 17-30.
- Vargas-Márquez, F. 1997. Parques Nacionales de México. Volumen I. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 343 p.
- Vargas-Márquez, F. 1997. Parques Nacionales de México. Volumen II. Instituto Nacional de Ecología. México, D. F. 268 p.
- Vidal-Zepeda, R. 1990. Temperatura media anual en "Temperatura media", IV.4.4. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Walker, P. A. 1990. Modeling wildlife distributions using a geographic information system: kangaroos in relation to climate. *Journal of Biogeography*, 17: 279-289.
- Walker, P. A. y K. D. Cocks, 1991. HABITAT: a procedure for modeling a disjoint environmental envelope for a plant or animal species. *Global Ecology and Biodiversity Letters*, 1: 108-118.

- Williams, P. H., C. R. Margules y D. W. Hilbert. 2002. Data requirements and data sources for biodiversity priority area selection. *Journal of Bioscience*, 27: 327-338.
- Wilson, E.O. 1988. *Biodiversity*. National Academy Press, Nueva York. 521 p.
- Wilson, J. B., G. L. Rapson, M. T. Sykes, A. J. Watkins y P. A. Williams. 1992. Distributions and climatic correlations of some exotic species along roadsides in South Island, New Zealand. *Journal of Biogeography*, 19: 183-194.
- Yom-Tov, Y. y R. Kadmon. 1998. Analysis of the distribution of insectivorous bats in Israel. *Diversity and Distributions*, 4: 63-70.
- Zimmerman, B. L. y R. O. Bierregaard, Jr. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography with an example from Amazonia. *Journal of Biogeography*, 13: 133-143.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA