



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Patrones geográficos de la diversidad del género *Aspidoscelis*
(Fitzinger, 1843) (Reptilia: Teiidae) en México

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

OSCAR CHAVEZ CALZADA



DIRECTOR DE TESIS:
DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA

ASESOR DE TESIS:
M. EN C. GENARO MONTAÑO ARIAS

Ciudad de México, Octubre 2016



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.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México un segundo hogar por mucho tiempo, desde el primer día en el Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco donde aprendí muchas cosas tanto dentro como fuera de sus aulas, hasta el día de hoy en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza la cual me ha permitido formarme tanto profesionalmente como una mejor persona.

A mi director de tesis Dr. David Nahúm Espinoza Organista por el apoyo, los comentarios, y enseñanzas de las cuales he aprendido tanto y han sido de mucha ayuda.

Al M. en C. Genaro Montaña Arias por sus consejos, apoyo y herramientas que facilitaron la realización de este trabajo.

A mis sinodales Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández, Dr. Manuel Feria y M. en C. María Beatriz Martínez Rosales que con sus comentarios, observaciones y sugerencias han enriquecido esta tesis para ser mejor.

A los compañeros de laboratorio L3PA que han compartido algún comentario y consejos para mejorar esta tesis.

*Somos lo que hacemos día a día
de modo que la excelencia
no es un acto
sino un hábito.*

Aristóteles

DEDICATORIA

A mi papá y mamá por brindarme su apoyo incondicional, buscando lo mejor para mí, son un ejemplo a seguir de humildad y fortaleza, su esfuerzo y dedicación siempre lo estaré eternamente agradecido, espero poder recompensarlo algún día, eso y más merecen.

A mis hermanos Juan, Norma, Eduardo y Laura que cuento con ellos en toda ocasión haciéndome sentir que no estoy solo, sus consejos son la guía para tratar de ser una mejor persona.

A mi tía Soledad por abrirme constantemente las puertas de su casa y al cual considero como otro hogar, gracias por el apoyo, confianza y cariño que me ha brindado desde siempre.

A mi tía Socorro y mi tío Ignacio que con su plática y consejo me han brindado apoyo y motivación para seguir adelante.

A mis primos Monse, David, Karen, Alonso, Diana, José Carlos y Karina, con los cuales he compartido momentos buenos y malos, risas y lágrimas innumerables momentos son los vividos de los cuales tendré un recuerdo eternamente porque más que primos siempre seremos amigos.

A mi familia en general que ha mostrado su apoyo y cariño con sus consejos y pláticas.

A mis amigos Cesar y Dani que aparte de compartir clases compartimos una amistad con momentos de diversión y ratos agradables desde el primer día que los conocí.

En especial a esa persona que siempre estuvo con su cariño y apoyo dándome un consejo y a veces hasta un regaño que desde donde este sé que va estar orgullosa.

*Siempre es el momento
apropiado para hacer lo
que es correcto*

Martín Luther King

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. MARCO TEORICO	2
3.1 Escalas de la biodiversidad	2
3.2 Modelos de distribución espacial	5
3.3 Los reptiles en México	6
3.4 Descripción del género <i>Aspidoscelis</i> (Fitzinger, 1843)	8
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS.....	10
5.1 Objetivo General.....	10
5.2 Objetivos particulares.....	10
6. MÉTODO	10
6.1 Obtención de datos	10
6.2 Depuración de datos.....	11
6.3 Modelación Espacial de la diversidad del género <i>Aspidoscelis</i>	12
6.4 Modelos de distribución potencial	12
7. RESULTADOS.....	14
7.1 Base de datos.....	14
7.2 Diversidad del género <i>Aspidoscelis</i> en México.....	16
7.3 Distribución Potencial del género <i>Aspidocelis</i> en México.....	21
8. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
8.1 Base de datos.....	42
8.2 Diversidad del género <i>Aspidoscelis</i> en México.....	43
8.3 Distribución Potencial del género <i>Aspidocelis</i> en México.....	45
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	45
<i>Aspidoscelis communis</i>	46
<i>Aspidoscelis costata</i>	46
<i>Aspidoscelis cozumelae</i>	47
<i>Aspidoscelis deppii</i>	47

<i>Aspidoscelis exsanguis</i>	48
<i>Aspidoscelis gularis</i>	48
<i>Aspidoscelis guttata</i>	49
<i>Aspidoscelis hyperythra</i>	49
<i>Aspidoscelis inornata</i>	50
<i>Aspidoscelis lineattissima</i>	50
<i>Aspidoscelis mexicana</i>	51
<i>Aspidoscelis motaguae</i>	51
<i>Aspidoscelis sonora</i>	51
<i>Aspidoscelis tessellata</i>	52
<i>Aspidoscelis tigris</i>	52
<i>Aspidoscelis uniparens</i>	53
9. CONCLUSIONES.....	55
10. LITERATURA CITADA	56
Anexo I	66
Anexo II	83
Anexo III.....	92
Anexo IV.....	101

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

Cuadro 1. Especies del género <i>Aspidoscelis</i> utilizadas.....	11
Cuadro 2. Variables ambientales utilizadas para los modelos de distribución potencial	13
Cuadro 3. Número de registros por especie.....	16
Cuadro 4. Variables apropiadas para la elaboración de los Modelos de Distribución Potencial para cada una de las especies Especies del género <i>Aspidoscelis</i> utilizadas	22
Cuadro 5. Clasificación de los Modelos Distribución Potencial con base en el valor del Área Bajo la Curva (AUC)	23

FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Distribución conocida de las especies del género <i>Aspidoscelis</i> en México.....	15
--	----

Figura 2. Mapa de riqueza del género <i>Aspidoscelis</i> en México.....	17
Figura 3. Mapa con la diversidad beta del género <i>Aspidoscelis</i> en México.....	17
Figura 4. Mapa de endemismo ecológico del género <i>Aspidoscelis</i> en México	18
Figura 5. Clúster de similitud entre las celdas de área del género <i>Aspidoscelis</i>	18
Figura 6. Mapa de similitud entre las celdas de área del género <i>Aspidoscelis</i>	19
Figura 7. Gráfica de acumulación de especies basadas en estimadores de abundancia .	20
Figura 8. Gráfica de acumulación de especies basadas en estimadores de incidencia ...	20
Figura 9. Gráfica del estimador Chao 2 sobre la situación del inventario del género <i>Aspidoscelis</i>	21
Figura 10. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis angusticeps</i>	24
Figura 11. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis communis</i>	24
Figura 12. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis costata</i>	25
Figura 13. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis cozumelae</i>	25
Figura 14. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis guttata</i>	26
Figura 15. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis deppii</i>	26
Figura 16. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis gularis</i>	27
Figura 17. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis hyperythra</i>	27
Figura 18. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis exsanguis</i>	28
Figura 19. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis inornata</i>	28
Figura 20. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis lineattissima</i>	29
Figura 21. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis mexicana</i>	29
Figura 22. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis motaguae</i>	30
Figura 23. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis sonora</i>	30
Figura 24. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis tessellata</i>	31
Figura 25. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis tigris</i>	31
Figura 26. Distribución Potencial para la especie <i>Aspidoscelis uniparens</i>	32
Figura 27. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis angusticeps</i>	32
Figura 28. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis communis</i>	33
Figura 29. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis costata</i>	33
Figura 30. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis cozumelae</i>	34

Figura 31. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis deppii</i>	34
Figura 32. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis exsanguis</i>	35
Figura 33. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis gularis</i>	35
Figura 34. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis guttata</i>	36
Figura 35. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis hyperythra</i>	36
Figura 36. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis inornata</i>	37
Figura 37. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis lineattissima</i>	37
Figura 38. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis mexicana</i>	38
Figura 39. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis motaguae</i>	38
Figura 40. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis sonora</i>	39
Figura 41. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis tesselata</i>	39
Figura 42. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis tigris</i>	40
Figura 43. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie <i>Aspidoscelis uniparens</i>	40
Figura 44. . Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 de <i>Aspidoscelis</i> en México.....	41

1. RESUMEN

En México se han descrito aproximadamente 864 especies de reptiles, colocándolo como el segundo país más rico en herpetofauna a nivel mundial, de las cuales 417 son lagartijas. *Aspidoscelis* es uno de los géneros más diversos, con el 5.5% en cuanto a la diversidad de especies de lagartijas en México. Sin embargo, su distribución ha sido pobremente estudiada. Los cambios y alteraciones en los hábitats naturales promovidos por el cambio de uso de suelo (factores antropogénicos) y temperatura (cambio climático global) han generado actualmente cambios en las distribuciones y disminución en las poblaciones.

Este trabajo tiene como objetivo elaborar modelos de distribución espacial con la finalidad de conocer sus áreas de distribución y el arreglo total que presenta la diversidad del género *Aspidoscelis*. Se reconocieron los patrones geográficos de la diversidad de *Aspidoscelis* (Riqueza de especies, diversidad beta, endemismo, distribución potencial) utilizando bases de datos en línea de acceso libre (GBIF), de las cuales se obtuvieron datos de presencia para 17 especies. Con los datos depurados y la ayuda del programa *Biodiverse* se realizaron mapas de la riqueza de especies y del endemismo para todo México. Los datos depurados se utilizaron a su vez para determinar el área de distribución potencial de cada una de las especies mediante el programa *Maxent* y editados con ArcMap 10.1.

Los modelos de distribución potencial mostraron con una buena predicción las áreas de mayor probabilidad de presencia de las especies, que en conjunto muestran una distribución bastante amplia en territorio mexicano, con excepción de las Grandes Serranías. La mayoría de las especies coinciden con las provincias herpetofaunísticas Mexicana del Oeste, Desierto Chihuahuense, Sierra Madre Occidental y parte del Eje Neovolcánico áreas que presentaron también la mayor riqueza de especies.

2. INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica de México ha sido ampliamente reconocida, particularmente por el número de especies de vertebrados y plantas que habitan su territorio (Rzedowski 1978, 1998; Flores-Villela & Gerez 1994; Mittermeier *et al.*, 1997; Ceballos *et al.*, 2002).

Se han descrito 2,692 especies de peces considerando dulceacuícolas, estuarinas y marinas (Espinosa *et al.*, 1999). De éstas, 271 son endémicas. Se estima que la cifra para México puede aumentar a 2,729 especies (Contreras-Balderas *et al.*, 2008). Existen 361 especies de anfibios (ranas, sapos y salamandras) y 864 de reptiles, de los cuales 417 son lagartijas, 393 serpientes, 48 tortugas, tres anfibénidos y tres cocodrilos, (Flores-Villela & García-Vázquez, 2013). En México existen 1,096 especies de aves descritas, de las cuales al menos 125 son endémicas, mientras que en el mundo hay poco más de 9,000 (Navarro & Gordillo, 2006). En el mundo se han descrito más de 4,000 especies de mamíferos (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005, 2008). La cifra de mamíferos terrestres presentes en México es de 488 especies, de las cuales 164 son endémicas; si se suman las 47 de mamíferos marinos tenemos 535 en total.

Una de las características más conspicuas de la biodiversidad es que no se distribuye de manera homogénea. Por eso, los patrones espaciales de la diversidad de especies y los procesos asociados a los mismos han sido objeto de estudio desde hace mucho tiempo y desde diferentes escalas y enfoques, tales como la ecología de comunidades (Krebs 1978; Begon *et al.*, 1990), la biogeografía (Rapoport, 1975; Pielou, 1979; Simberloff, 1983; Murguía, 2005) y más recientemente desde la perspectiva de la macroecología (Brown, 1995; Gaston & Blackburn, 2000), e integrando varios enfoques (Magurran, 1988; Rosenzweig, 1995). El denominador común en todos estos estudios subyace en el conocimiento de las áreas de distribución de las especies y su arreglo espacial.

3. MARCO TEORICO

3.1 Escalas de la biodiversidad

Uno de los indicadores de la diversidad biológica más ampliamente estudiado es el número de especies que habitan una región específica (Gaston, 1996). El número de especies de un taxón superior presentes en una localidad se conoce como diversidad alfa (α). Esta definición asume que existe cierta “homogeneidad” en la localidad, de manera que α es la riqueza biológica en un determinado hábitat (Whittaker, 1960, 1972).

Obviamente, la escala local depende del taxón en cuestión y puede ser una unidad de centímetros cúbicos, para bacterias, o de kilómetros cuadrados, para vertebrados (Whittaker *et al.*, 2001). Sin embargo, la diversidad α se ha definido sólo como el número de especies que habitan un espacio, sin considerar los procesos que subyacen, que incluso pueden operar a escalas regionales (Loreau, 2000). La definición de diversidad (α) también supone un concepto de temporalidad, ya que las especies que se han registrado en una región cualquiera están referidas a un periodo relativamente corto en el cual las condiciones del hábitat han permanecido relativamente estables. Así, el concepto de diversidad α implica una consideración sobre la predominancia de factores locales (ecológicos) “relativamente homogéneos” sobre los factores biogeográficos o evolutivos, o entorno a la heterogeneidad intrínseca a grandes regiones espaciales, en la determinación del número de especies. La riqueza de especies de un conjunto de localidades (el “pool” de especies a escala regional) es la diversidad gamma (γ), es decir, representa la diversidad global de un conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje (Halffter & Moreno, 2005).

Esta definición depende de la selección del área de estudio. El factor por el que la riqueza de especies de una región excede a la riqueza de especies promedio ($\underline{\alpha}$) de las localidades en dicha región fue definida por Whittaker (1960) como la diversidad beta (β_w), es decir,

$$\beta_w = \gamma/\underline{\alpha}$$

Los conceptos de diversidad α , β y γ se han extendido a diferentes escalas y, en la práctica, los términos local y regional se usan en sentido relativo, de modo que la diversidad α es la riqueza a una escala de resolución más fina que la diversidad γ ; mientras que la diversidad β es la relación entre el número de especies en una región y el promedio de las diversidades α de las localidades que contiene dicha región, y es además el indicador que refleja la heterogeneidad ecológica entre las diferentes subunidades de la región.

La diversidad β se ha usado para referir diversos conceptos muy relacionados, como recambio espacial en composición de especies (Koleff, 2002), diferenciación de dos ensambles de especies (Mourelle & Ezcurra, 1997; Pineda *et al.*, 2005), para identificar zonas de transición (Williams, 1996) y escalamiento de la diversidad (Rodríguez, 2006), entre otros. Como consecuencia de esta variedad de conceptos a los que se refiere β , varios autores han desarrollado diferentes métodos y medidas para evaluar este componente de la diversidad (véanse revisiones recientes en Koleff *et al.*, 2003b; Koleff, 2005), pero básicamente todos los métodos implican la definición de una región subdividida, más o menos arbitrariamente, en subregiones (sub-áreas, muestras o localidades); no obstante, al comparar las diversidades α de dos localidades, idealmente

deben usarse áreas del mismo tamaño, considerando la conocida relación especies-área (descrita por Arrhenius en 1921, conocida como SAR, del inglés Species Area Relationship, (Harte & Kinzing 1997).

La diversidad α promedio y el componente β de la diversidad regional son dos cantidades altamente informativas, que se ven afectadas por diferentes conjuntos de factores (Schmida & Wilson, 1985; Cornell & Lawton, 1992; Rodríguez *et al.*, 2003), que no necesariamente se correlacionan entre sí (Orme *et al.*, 2005), pero que estrictamente no podemos separar ya que interactúan a diferentes escalas (Koleff, 2002).

Por otra parte, se ha demostrado matemáticamente que β_w representa el inverso de la proporción del área de la región que en promedio habitan las especies (Routledge, 1977; Rodríguez *et al.*, 2003; Soberón *et al.*, 2005). Esta relación implica que una región con valores altos de β_w es aquella donde las especies ocupan, en promedio, extensiones menores de la región considerada.

Sin embargo, la medición de la riqueza en regiones extensas o con *taxa* diversos requiere de mucha inversión en esfuerzo de muestreo para obtener inventarios completos. Por lo tanto, se han desarrollado métodos de estimación de la riqueza a través de métodos de sustitución utilizando grupos indicadores o métodos de muestreo (Gaston, 1996; Gotelli & Colwell, 2001). Los métodos de estimación basados en muestras pueden ser por extrapolación a partir de curvas de acumulación de especies, o por uso de estimadores paramétricos y estimadores no paramétricos.

La estimación de la riqueza utilizando métodos no paramétricos proviene de la adaptación de los métodos de captura-recaptura, ya que la probabilidad de captura varía entre individuos en una población, así como la abundancia de las especies varía en un ensamble de especies. Los estimadores no paramétricos utilizan datos de incidencia (presencia-ausencia) o datos de abundancia de especies, y se enfocan en las especies poco abundantes o raras, o sea, las que se presentan solamente en una (*uniques*) o dos (*duplicates*) muestras, o que tienen uno (*singletons*) o dos (*doubletons*) individuos en el conjunto de muestras (Colwell & Coddington, 1994; Moreno, 2001). Entre las ventajas del uso de los métodos no paramétricos está que estos estimadores tienen un sesgo menor que la extrapolación basada en una curva de acumulación de especies (Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001) y que requieren menor cantidad de datos que los métodos paramétricos (Brose, 2002). Entre los estimadores no paramétricos se encuentra el Chao₂ (variante de Chao₁), que utiliza datos de incidencia, toma en cuenta la distribución de las especies entre las muestras y es recomendable para muestras pequeñas (Moreno, 2001). El estimador de Jackknife de primer orden (*Jackknife*₁) se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra y Jackknife del segundo orden (*Jackknife*₂) es similar a su homólogo, sólo con la adición de considerar también el

número de especies en dos muestras (Magurran, 2004). *ACE* (abundance-based coverage estimator) e *ICE* (incidence-based coverage estimator) son estimadores que utilizan datos de abundancia o frecuencia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas (Colwell *et al.*, 2004). El estimador *ACE* utiliza para las estimaciones diez o menos individuos por muestra, el *ICE* utiliza especies encontradas en diez o menos muestras (Lee y Chao, 1994).

Biodiverse es un programa de computo desarrollado para analizar diferentes patrones espaciales de una amplia gama de índices de biodiversidad tales como la riqueza de especies, el endemismo (Crisp *et al.*, 2001, Laffan & Crisp, 2003), diversidad genética (Bickford *et al.*, 2004), diversidad filogenética (Faith, 1992), endemismo filogenético (Rosauer *et al.*, 2009), recambio de especies (Whittaker, 1960), así como las correlaciones de estos patrones con el medio ambiente y otras condiciones relacionadas (Bickford & Laffan, 2006, Ferrier *et al.*, 2007).

3.2 Modelos de distribución espacial

Una forma de estudiar la distribución de las especies es realizando modelos de distribución espacial (*MDE*). Dichos modelos están basados en el concepto de nicho ecológico, y surgen mediante el establecimiento de relaciones entre la distribución conocida de una especie (indicador de las condiciones que le permiten mantener una población viable) y un grupo de variables independientes o ambientales (Peterson, 2001; Milesi & López, 2005).

Los MDE son modelos empíricos que relacionan puntos de presencia o abundancias conocidos con variables climáticas, mediante algoritmos matemáticos que extrapolan la información de los registros de campo, donde no se cuenta con datos de presencia (Guisan & Zimmermann, 2000). Estas relaciones pueden ser visualizadas y manipuladas en un sistema de información geográfica (SIG). Las respuestas de salida son mapas que predicen la localización de hábitats adecuados para que determinada especie se encuentre en ellos (Raxworthy *et al.*, 2003; Guisan & Thuiller, 2005; Sánchez-Cordero *et al.*, 2005).

A la fecha se han desarrollado varios algoritmos o modelos estadísticos que son utilizados para hacer este tipo de predicciones. Sin embargo, son dos los que resaltan por el grado de eficacia al momento de construir los modelos: Genetic Algorithm for Rule-set Prediction, GARP (Stockwell y Peters, 1999) y Maximum Entropy, MAXENT (Phillips *et al.*, 2006). Ambos se distinguen de otros algoritmos por tener un mejor ajuste entre la información conocida y la predicción, al momento de generar modelos a partir de datos

sólo de presencia (Elith *et al.*, 2006). Al evaluar ambos algoritmos, se ha encontrado que la tendencia de GARP es a sobre-predecir la distribución, mientras que MAXENT, tiende a sobre-ajustar la misma (Hernández, *et al.*, 2006; Elith *et al.*, 2006). Sin embargo, se ha señalado que MAXENT es el algoritmo que construye modelos más certeros, además de que también provee de resultados que identifican el rol de cada una de las variables ambientales en el modelo generado (Hernández, *et al.*, 2006; Pearson *et al.*, 2007; Ortega-Huerta & Peterson, 2008).

MAXENT es un método de inteligencia artificial que construye los MDE utilizando la distribución de la máxima entropía para encontrar las condiciones más similares en donde se ha registrado una especie. Este método toma como referencia la información ambiental (coberturas climáticas) de dichos registros y el resultado que se obtiene es un mapa de pixeles donde se define la probabilidad de la distribución: pixeles con valores altos de esta probabilidad se traducen como el conjunto de características ambientales (o del tipo que se utilizaron para construir el modelo) ideales para que la especie pueda estar presente (Phillips *et al.*, 2006).

Por sí solos, los mapas generados bajo este tipo de algoritmos no representan la mejor propuesta de distribución de una especie; existen ocasiones en que necesitan ser refinados bajo algún criterio, sobre todo, cuando en la construcción de los modelos no se utiliza toda la información disponible en los formatos que se requieren, por ejemplo: provincias biogeográficas o tipos de vegetación (Martínez-Meyer *et al.*, 2006).

La construcción de modelos de distribución espacial como una herramienta para aproximarse a conocer la biodiversidad, resulta bastante útil, cuando se tienen pocos registros que den una idea de la distribución de las especies involucradas (Pineda & Lobo, 2009).

3.3 Los reptiles en México

Los primeros vertebrados perfectamente adaptados a vivir en ambientes de tierra emergida fueron los reptiles, que aparecieron a mediados del periodo Carbonífero, presentando dos grandes modificaciones con respecto a los anfibios: presencia de piel seca y queratinizada para evitar la pérdida de agua, y la independencia reproductiva del agua, gracias a la presencia de un huevo que puede ser depositado fuera de esta, ya que este contaba con una cáscara impermeable y en el cual apareció el amnios el cual cumple la función del medio líquido (Fernandez-Álamo, 2007).

Debido a que existe mucho desacuerdo en cómo clasificar a los grupos mayores de reptiles, se ha propuesto no asignarles categoría linneana. Los grupos que se reconocen son Testudines o Chelonia (tortugas), Lepidosauria o Squamata (tuataras, anfisbenias,

lagartijas, serpientes), Archosauria (cocodrilos, aves y otros grupos fósiles) (Pough *et al.*, 2004).

Los reptiles mexicanos se han estudiado por lo menos desde tiempos de la colonia (Flores-Villela, 1993). Pero es hasta después de que México se independizó de España que se inició el estudio formal de este grupo. No obstante, en el “Systema Naturae” de Linneo se registran varias especies de reptiles mexicanos, 13 de ellas aún son aceptadas actualmente.

En México se encuentran 864 especies de reptiles, de las cuales 417 son lagartijas, 393 serpientes, tres anfisbénidos, tres cocodrilos y 48 tortugas. Estas especies se incluyen en 159 géneros y 40 familias que representan el 8.7% de los reptiles del mundo. La familia de lagartijas con mayor riqueza de especies es Phrynosomatidae (15.9% del total de especies en México) y en serpientes es Colubridae (15.3%). Mientras que los géneros más diversos son *Sceloporus* (10.5%), *Aspidoscelis* (5.5%), *Anolis* (4.7%) y *Crotalus* (3.7%) (Flores-Villela & García-Vázquez, 2013). La proporción de la fauna de reptiles que habita en el país es sobresaliente, ya que se distribuyen en México el 44.9% de las familias de reptiles del mundo, y el 14% de los géneros de este grupo. Además, más de la mitad de estas especies son endémicas al país.

Hay un elevado porcentaje de endemismos entre los reptiles que habitan en México. No obstante, no todas las familias de este grupo tienen especies endémicas del país. Los porcentajes de endemismo más altos a nivel de especie se encuentran en cuatro familias de lagartijas: Anguidae (87.7%), Xenosauridae (87.5%), Phyllodactylidae (81.25%) y Xantusiidae (80.7%), (Flores-Villela & García-Vázquez, 2013).

La distribución de las especies a nivel estatal está pobremente estudiada, pues muchas de las herpetofaunas estatales se publicaron en el siglo pasado (Flores-Villela & Pérez-Mendoza, 2006). Llama la atención que, de los tres estados con mayor número de especies de reptiles, Oaxaca (262 especies), Chiapas (220) y Veracruz (200), no se ha publicado una herpetofauna estatal. De Chiapas se conoce un trabajo sobre reptiles y de Oaxaca se han publicado listas de especies, mientras que para Veracruz existe una lista de especies y una guía de la herpetofauna, aunque esta última no incluye a todas las especies presentes en el estado. Los estados más ricos en especies de reptiles coinciden en lo general, con los que tienen el mayor esfuerzo de recolecta: Veracruz, Chiapas y Oaxaca, en orden ascendente (Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, 2006). Los estados con una fauna de reptiles menos diversa son: Tlaxcala (36 especies), Distrito Federal (39) y Guanajuato (43). De estos estados, se han publicado algunos trabajos para Tlaxcala (Fernández *et al.*, 2006), para el Valle de México y serranías del sur del Distrito Federal (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009; Uribe-Peña *et al.*, 1999) y para Guanajuato (Dugès, 1890, 1895). De los estados con menos riqueza, dos de ellos coinciden con los estados menos recolectados (Tlaxcala y

Guanajuato); mientras que en el Distrito Federal se ha hecho considerablemente más esfuerzo de recolecta, ya que hay más del doble de registros en colecciones (Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, 2006).

La alta diversidad de especies ha motivado a realizar diversos trabajos de sistemática, biogeografía, ecología y a continuar con el inventario de reptiles a nivel regional y/o estatal en México (Ramírez-Bautista, 1994; Ramírez-Bautista & Nieto-Montes de Oca, 1997; Uribe-Peña *et al.*, 1999; Ramírez-Bautista & Moreno, 2006). Estos autores muestran la riqueza, diversidad y patrones de distribución de los reptiles de ambientes tropicales, templados y áridos de México.

3.4 Descripción del género *Aspidoscelis* (Fitzinger, 1843)

La familia *Teiidae* se distribuye únicamente en el Continente Americano, desde el Norte de Estados Unidos a través de México, América Central y del Sur, hasta Argentina (Reeder *et al.*, 2002). Esta familia incluye especies de ambientes tropicales, subtropicales y de zonas templadas. Se encuentra formada por 10 géneros: *Ameiva*, *Aspidoscelis*, *Cnemidophorus*, *Callopistes*, *Crocodylurus*, *Dricodon*, *Dracena*, *Kentropyx*, *Teius* y *Tupinambis* que comúnmente se conocen como “macroteiidos”. *Callopistes*, *Crocodylurus*, *Dricodon*, *Dracena*, *Kentropyx*, *Teius* y *Tupinambis* se restringen exclusivamente a Sudamérica, mientras que *Cnemidophorus* se encuentra también en las Indias Orientales y *Ameiva* alcanza Centro y Sudamérica (Krause, 1985).

Debido a que el género *Cnemidophorus* resultó ser un grupo parafilético, se originaron cambios nomenclaturales que dieron paso al surgimiento del género *Aspidoscelis* (Fitzinger, 1843) (del griego *aspido*= escudo y *scelis*=patas); el cual está conformado por alrededor de 87 taxones, y muchos de los cuales se consideran subespecies, debido a la incertidumbre que hay entre ellos (Reeder *et al.*, 2002). El género *Aspidoscelis* está compuesto por especies gonocóricas y partenogénicas, pertenecientes a los grupos *cozumela*, *deppii*, *sexlineata*, *tesselata*, y *tigris*, y su distribución incluye ambientes tropicales y templados de Estados Unidos de América ($\pm 45^\circ$ N, *A. tigris*, Stebbins, 1966), a través de México y Centroamérica, hasta Costa Rica, ($\pm 10^\circ$ N; *A. deppii*; Savage, 2002). Sus poblaciones se encuentran entre altitudes que oscilan entre el nivel del mar (Wright & Vitt, 1993) y los 2650 msnm (Sánchez-Herrera, 1980). En México se distribuyen 45 taxones pertenecientes a este género (Liner, 2007).

Las especies de *Aspidoscelis* son de hábitos diurnos, con preferencia por los lugares abiertos, de cuerpo alargado, fusiforme con cola larga como adaptación a los hábitos locomotores terrestres; son heliotérmicas, con un modo de forrajeo activo y de reproducción ovípara (Vitt & Pianka, 2004). La temperatura ambiental, influye en su

reproducción (Burkholder & Walker, 1973), desempeño locomotor (Asplund, 1970), captura y asimilación de alimento (Anderson, 1993) y regulación de temperatura corporal (Pianka, 1970). La precipitación, a su vez afecta la disponibilidad de recursos (Pianka, 1970), el tipo de suelo interviene en la localización de sitios de anidamiento (Trauth, 1983), y la vegetación determina el uso del hábitat y periodos de actividad (Gienger *et al.*, 2002). Estas lagartijas presentan una de las temperaturas corporales más altas registradas para los saurios (40°C) (Colli *et al.*, 2003; Pianka & Vitt, 2003), la cual es muy similar entre las especies del género (Soulé, 1963; Schall, 1977; Stevens, 1982; Dias & Rocha, 2004), aun cuando habitan regiones con condiciones climáticas diferentes (Bogert, 1949). Por esta razón, se considera que la temperatura corporal alta y constante de estas especies es parte de un complejo de características que están ligadas al linaje del grupo y al forrajeo activo y quizás el alcanzar y mantener estas temperaturas en latitudes y altitudes elevadas sea una de las razones que explique la baja diversidad de *Aspidoscelis* en estas regiones (Vitt & Pianka, 2004).

4. JUSTIFICACIÓN

Los reptiles, al igual que muchos otros grupos de organismos, están amenazados por diferentes actividades antrópicas. Un estudio (Böhm *et al.*, 2013) encaminado a evaluar el estado de conservación de los reptiles a nivel mundial destacó que dentro de los grupos de tortugas y lagartijas existe la mayor proporción de especies en peligro y críticamente amenazadas: 8.8% de las especies de lagartijas analizadas y 30.4% de las especies de tortugas. En la región Neotropical, en la que la porción sur de México, habita el 8.7% de las especies analizadas, en las mismas condiciones de sobrevivencia mencionadas. En la región Neártica, que comprende parte de la porción norte de México, el 6.3% de las especies tienen problemas graves de conservación (Böhm *et al.*, 2013). Las dos principales causas que afectan la sobrevivencia de los reptiles, tanto en el mundo como en México, son: pérdida de hábitat y uso por el hombre. Estas amenazas ya han sido identificadas para especies mexicanas y analizadas (Lazcano-Barrero *et al.*, 1986).

Entre las lagartijas, el género *Aspidoscelis* es de los más diversos en México (5.5%) (Flores-Villela & García Vázquez, 2013). Sin embargo, la distribución de este género ha sido poco estudiado, lo cual nos lleva a generar modelos de distribución espacial para establecer los sitios donde habitan las especies del género *Aspidoscelis*, para poder delimitar áreas que ayuden a la conservación de estas especies y evitar la pérdida y extinción de éstas.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Analizar los patrones geográficos de la diversidad y distribución de distintas especies de lagartijas del género *Aspidoscelis*, a lo largo de México.

5.2 Objetivos particulares

- Reconocer patrones de riqueza de especies (alfa, gamma y beta) y endemismo del género *Aspidoscelis* en México.
- Generar modelos de distribución potencial de especies del género *Aspidoscelis*.
- Reconocer los patrones de distribución espacial de especies del género *Aspidoscelis* a lo largo de la República Mexicana.

6. MÉTODO

6.1 Obtención de datos

Los datos de las especies del género *Aspidoscelis* (Cuadro 1) con los que se realizó el estudio fueron descargados de la base de datos en línea, GBIF (<http://www.gbif.org>), los cuales se obtuvieron en formato *csv* (valores separados por comas), a partir de la base en formato Darwin Core.

Cuadro 1. Especies del género <i>Aspidoscelis</i> utilizadas
• <i>Aspidoscelis angusticeps</i> (Cope, 1878)
• <i>Aspidoscelis communis</i> (Cope, 1878)
• <i>Aspidoscelis costata</i> (Cope, 1878)
• <i>Aspidoscelis cozumelae</i> (Gadow, 1906)
• <i>Aspidoscelis deppii</i> (Wiegmann, 1834)
• <i>Aspidoscelis exsanguis</i> (Lowe, 1956)
• <i>Aspidoscelis gularis</i> (Baird & Girard, 1852)
• <i>Aspidoscelis guttata</i> (Wiegmann, 1834)
• <i>Aspidoscelis hyperythra</i> (Cope, 1864)
• <i>Aspidoscelis inornata</i> (Baird, 1859)
• <i>Aspidoscelis lineattissima</i> (Cope, 1878)
• <i>Aspidoscelis mexicana</i> (Peters, 1869)
• <i>Aspidoscelis motaguae</i> (Sackett, 1941)
• <i>Aspidoscelis sonora</i> (Lowe & Wright, 1964)
• <i>Aspidoscelis tessellata</i> (Say, 1823)
• <i>Aspidoscelis tigris</i> (Baird & Girard, 1852)
• <i>Aspidoscelis uniparens</i> (Wright & Lowe, 1965)

6.2 Depuración de datos.

Una vez con la base de datos integrada, se realizó la depuración de datos que pudiesen generar redundancia o incongruencia de la información y, por lo tanto, dificultar o modificar el resultado del trabajo. Los campos con los cuales se depuró y se trabajó la base de datos fueron: género, especie y coordenadas geográficas (latitud y longitud). Éstas deben encontrarse como grados y decimales de grado, eliminando la duplicidad de coordenadas con la finalidad de evitar redundancia y reduciendo a una sola combinación de coordenadas asociada a la misma localidad. Para la depuración nomenclatural se revisaron los nombres de cada especie contra la lista de nombres aceptados incluidos en la Reptile database (<http://www.reptile-database.org>). Ya con los campos depurados y revisados (nombre validado de la especie, longitud y latitud), a la base de datos se le aplicó un análisis de autocorrelación espacial de un kilómetro con el programa ArcGis 10.1. (Análisis espacial), con el fin de reconocer ‘nubes’ de registros con datos ambientales idénticos para evitar sesgo en la generación de modelos.

6.3 Modelación Espacial de la diversidad del género *Aspidoscelis*

Los patrones riqueza, diversidad beta y endemismo se realizaron con el Programa *Biodiverse* (Laffan *et al.*, 2010), el cual muestra un modelo espacial en celdas desplegadas mediante un gradiente de colores, según los indicadores seleccionados para cada caso. También se realizó un Clúster que evalúa la disimilitud entre las especies con base en el índice de similitud de Sorensen (uno menos el coeficiente) y presenta un mapa de celdas donde se exhibe la relación de las especies dependiendo su área de distribución. Los resultados se superpusieron sobre la capa con los límites de los Estados de la República Mexicana, y se guardaron en formato JPEG.

La diversidad total del género en México (diversidad gamma) se analizó usando estimadores no paramétricos mediante la construcción de curvas de acumulación de especies del género *Aspidoscelis* que tienen ocurrencia en México, usando el programa *EstimateS* (Colwell, 2006). Las estimaciones no paramétricas son importantes ya que permiten evaluar la diversidad que se encuentra en una zona por medio de estimadores que tienen un fundamento matemático (Moreno, 2001), con base en la proporción de especies raras. Cuando el análisis se realiza sobre una matriz de abundancias, se consideran como especies raras a aquellas que se están representadas por sólo un individuo (singltons) o dos (doubletons), como en $Chao_1$, $Jack_1$ y Boostarp. Cuando el análisis se realiza a partir de una matriz de incidencia (presencia-ausencia), se consideran especies raras a aquellas presentes en sólo una muestra (Uniques) o en dos (Duplicates), como lo hacen los estimadores $Chao_2$ y $Jack_2$.

6.4 Modelos de distribución potencial

Los modelos de distribución potencial de las especies fueron generados con el algoritmo de máxima entropía Maxent (Phillips, Anderson, & Schapire, 2006). Se utilizaron únicamente datos de presencia (Hernández *et al.*, 2006; Elith *et al.*, 2006; Phillips *et al.*, 2006; Ortega-Huerta & Peterson, 2008) y se modelaron aquellas especies con número de registros mayor o igual a 5, ya que es el número mínimo sugerido para construir los modelos (Phillips *et al.*, 2006).

Las coberturas bioclimáticas que se utilizaron, fueron aquellas propuestas por Hijmans y colaboradores (2005), mismas que están disponibles en línea en la página electrónica de WorldClim (<http://www.worldclim.org>). Estas coberturas poseen una resolución cercana a 0.833 Km de longitud por 0.833 Km de latitud (píxeles de medio minuto por medio minuto de latitud y longitud), representan distintas medidas de temperatura y precipitación a nivel mundial y pueden ser visualizadas en algún programa que manipule datos espaciales, programas informáticos o sistemas de información

geográfica, ArcView por ejemplo (Phillips *et al.*, 2006; Elith *et al.*, 2006). Para los modelos de predicción de utilizaron 19 variables ambientales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables ambientales utilizados para los modelos de distribución potencial.	
Abreviación	Descripción
1. TPA	Temperatura promedio anual (°C)
2. ODT	Oscilación diurna de la temperatura (°C)
3. ISO	Isotermalidad (°C)
4. EDT	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación, en %)
5. TMPPC	Temperatura máxima promedio del periodo más cálido (°C)
6. TPPF	Temperatura mínima promedio del periodo más frío (°C)
7. OAT	Oscilación anual de la temperatura (°C)
8. TPCLL	Temperatura promedio del cuatrimestre más lluvioso (°C)
9. TPCS	Temperatura promedio del cuatrimestre más seco (°C)
10. TPCC	Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido (°C)
11. TPCF	Temperatura promedio del cuatrimestre más frío (°C)
12. PA	Precipitación anual (mm)
13. PPLL	Precipitación del periodo más lluvioso (mm)
14. PPS	Precipitación del periodo más seco (mm)
15. EP	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación, en %)
16. PCLL	Precipitación del cuatrimestre más lluvioso (mm)
17. PCS	Precipitación del cuatrimestre más seco (mm)
18. PCC	Precipitación del cuatrimestre más cálido (mm)
19. PCF	Precipitación del cuatrimestre más frío (mm).

Se corrió un modelo de entrenamiento para cada especie utilizando las 19 variables. El modelo se configuró utilizando el 20% de los datos de cada especie para la evaluación del modelo. Para las especies con un número de registros mayor a 20 registros se consideró la configuración predeterminada por el programa. Por otro lado, las especies con registros menor a 20 se estableció la configuración aplicando 10 réplicas, utilizando como método de re-muestreo Bootstrap para ambos casos, se seleccionó la opción Jackknife que determina la contribución relativa de cada variable a los modelos generados. Los resultados son expresados con una medida conocida llamada “ganancia”, esta información es de suma importancia para evidenciar los requerimientos ecológicos de cada especie.

De acuerdo con la gráfica de Jackknife, la tabla de contribución de cada variable al modelo (tomada de los resultados del modelo de prueba) y una prueba de correlación Pearson (realizada con el programa IBM SPSS Statistics 21) para las 19 variables se hizo una discriminación de las variables que contribuyen más al modelo y no estén correlacionadas con las demás variables.

El modelo ajustado se corrió con las variables óptimas para cada especie además de la configuración del modelo de prueba. Los modelos generan una curva ROC/AUC (acrónimo del término en inglés: Area Under the Curve) el cual evalúa la habilidad predictiva de los modelos de distribución generados por medio de un gráfico, indicando el área bajo la curva (AUC), la cual representa la relación entre el porcentaje de presencia correctamente predicha (sensibilidad) y, uno menos el porcentaje de ausencias correctamente predichas (especificidad). El AUC mide la capacidad del modelo para clasificar correctamente a una especie como presente o ausente (Hanley & McNeil, 1982). De acuerdo con Araujo & Guisan (2006), una guía general para la clasificación de la precisión del modelo tomando en cuenta el AUC es: 0.50-0.60 = insuficiente; 0.60-0.70 = pobre; 0.70-0.80 = promedio; 0.80-0.90 = bueno; 0.90-1 = excelente; esto para establecer que tan satisfactorio es el modelo y que los modelos no son generados por azar.

Los archivos con la distribución potencial de cada especie generados por Maxent fueron subidos en la plataforma de ArcMap 10.1, en la cual se muestran la probabilidad de ocurrencia en diferentes gradientes de color y se generaron los mapas binarios del modelo recortado de distribución potencial. En este recorte se muestran valores de 0 (ausente) y 1 (presente) tomando en cuenta el umbral de corte del percentil 10 de los puntos de entrenamiento (10 percentile training presence).

7. RESULTADOS

7.1 Base de datos

Se obtuvieron 40,110 registros de bases de datos en GBIF para 17 especies del género *Aspidoscelis* (Anexo I). Estos registros se depuraron para generar una base de datos con 1831 registros eliminando la sinonimia, actualizando nombres científicos validados con la Reptile Database, suprimiendo la redundancia en cuanto a las coordenadas y la autocorrelación espacial y cumplieron la condición de número de registros para poder trabajarla con los programas para la generación de los Modelos de Distribución (Cuadro 3). Con los registros de cada especie se obtuvo el Área de Distribución Geográfica Conocida (Figura 1).

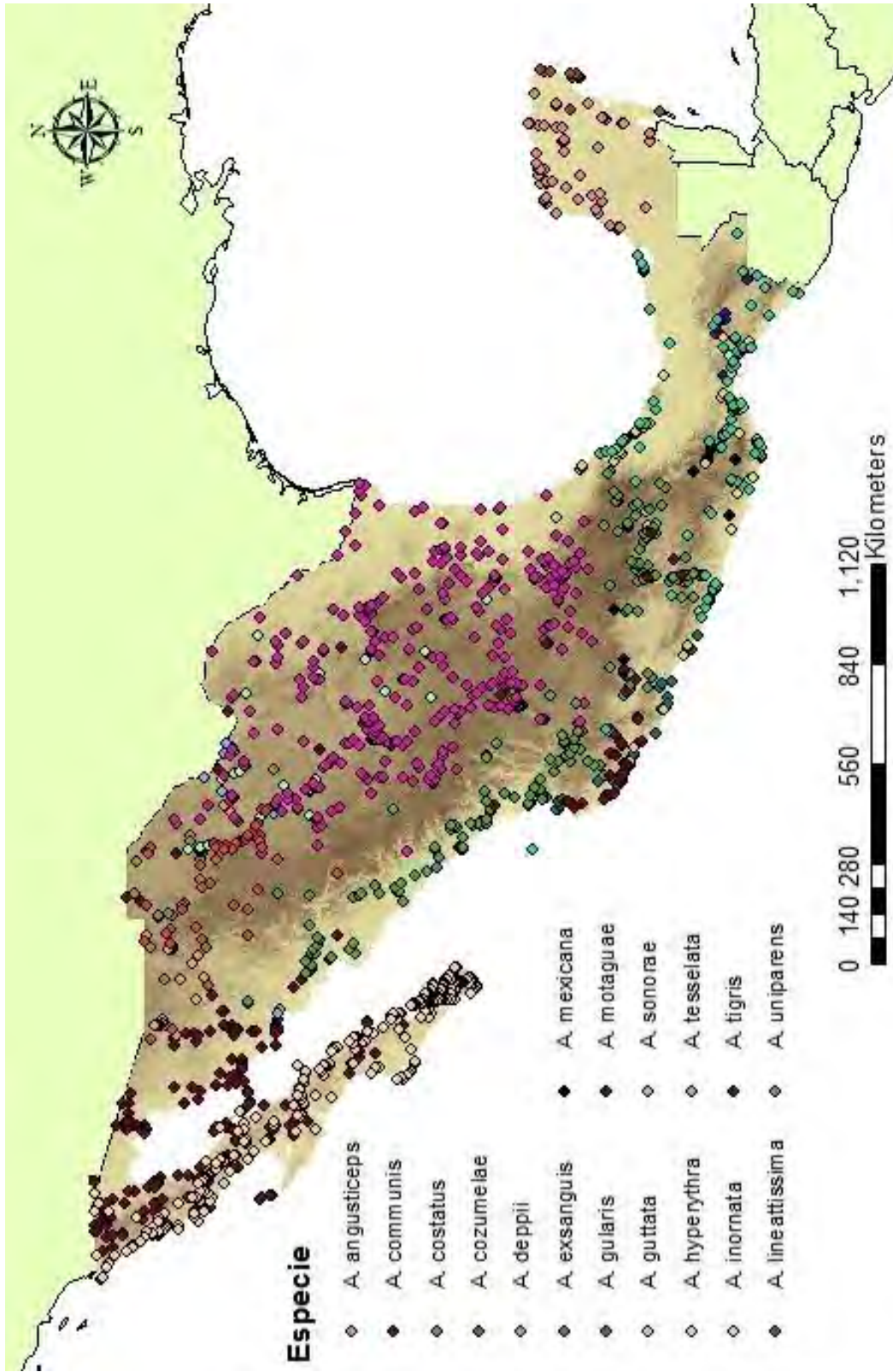


Figura 1. Distribución conocida de las especies del género *Aspidoscelis* en México.

Cuadro 3. Número de registros por especies.			
ESPECIES	Registro obtenidos	Registros sin duplicados y atípicos	Registros sin autocorrelación
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	783	73	64
<i>Aspidoscelis communis</i>	329	40	37
<i>Aspidoscelis costata</i>	347	192	170
<i>Aspidoscelis cozumelae</i>	309	24	17
<i>Aspidoscelis deppii</i>	2090	125	116
<i>Aspidoscelis exsanguis</i>	2677	42	37
<i>Aspidoscelis gularis</i>	4864	454	387
<i>Aspidoscelis guttata</i>	784	120	105
<i>Aspidoscelis hyperythra</i>	3256	332	276
<i>Aspidoscelis inornata</i>	1869	63	58
<i>Aspidoscelis lineattissima</i>	561	105	91
<i>Aspidoscelis mexicana</i>	118	19	15
<i>Aspidoscelis motaguae</i>	525	23	17
<i>Aspidoscelis sonora</i>	3131	31	28
<i>Aspidoscelis tessellata</i>	2356	22	18
<i>Aspidoscelis tigris</i>	13872	428	364
<i>Aspidoscelis uniparens</i>	2239	34	31
TOTAL	40110	2127	1831

7. 2 Diversidad del género *Aspidoscelis* en México

Con la base de datos depurada de cada una de las especies y con el programa *Biodiverse* (Laffan *et al.*, 2010) se obtuvieron mapas de celdas de medio grado por medio con un umbral de colores que representa la escala que expresan la variación geográfica de la riqueza de especies (Figura 2), la diversidad beta (Figura 3), y el endemismo (Figura 4). El fenograma (Figura 5) muestra la disimilitud entre especies agrupando aquellas que presentan una similitud en la composición taxonómica de las especies de *Aspidoscelis*, los grupos de celdas similares se nombraron por su ubicación espacial (Figura 6).

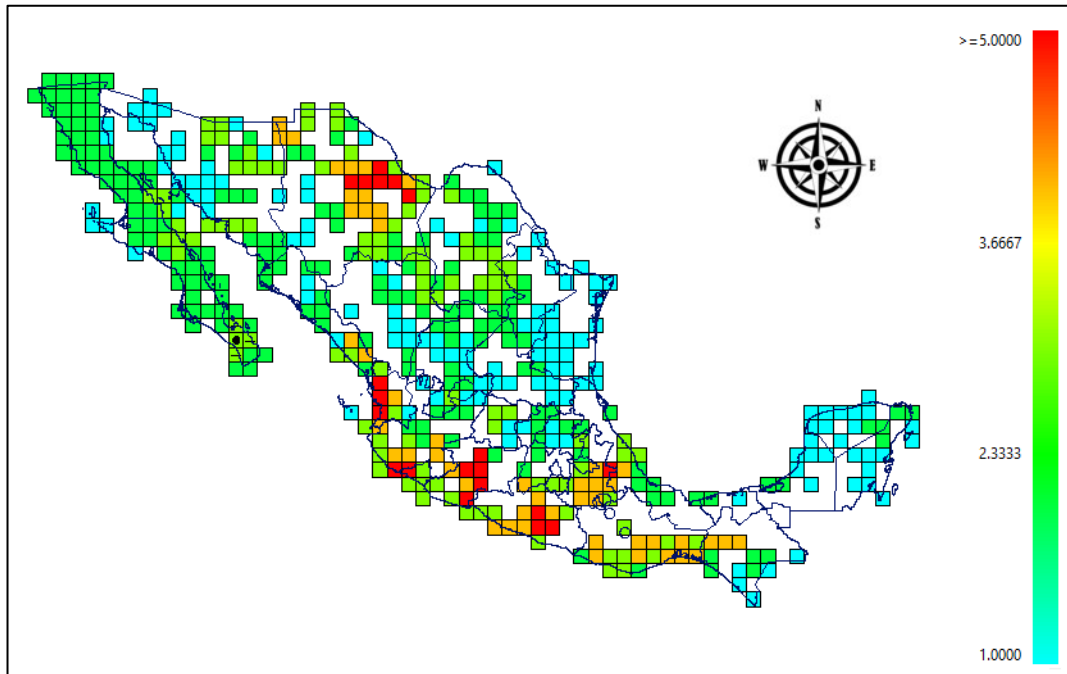


Figura 2. Variación geográfica de la riqueza de especies del género *Aspidoscelis* en México. Las escalas de colores de las celdas indican una variación desde 1 especie (celda azul) hasta más de 5 (celda roja)

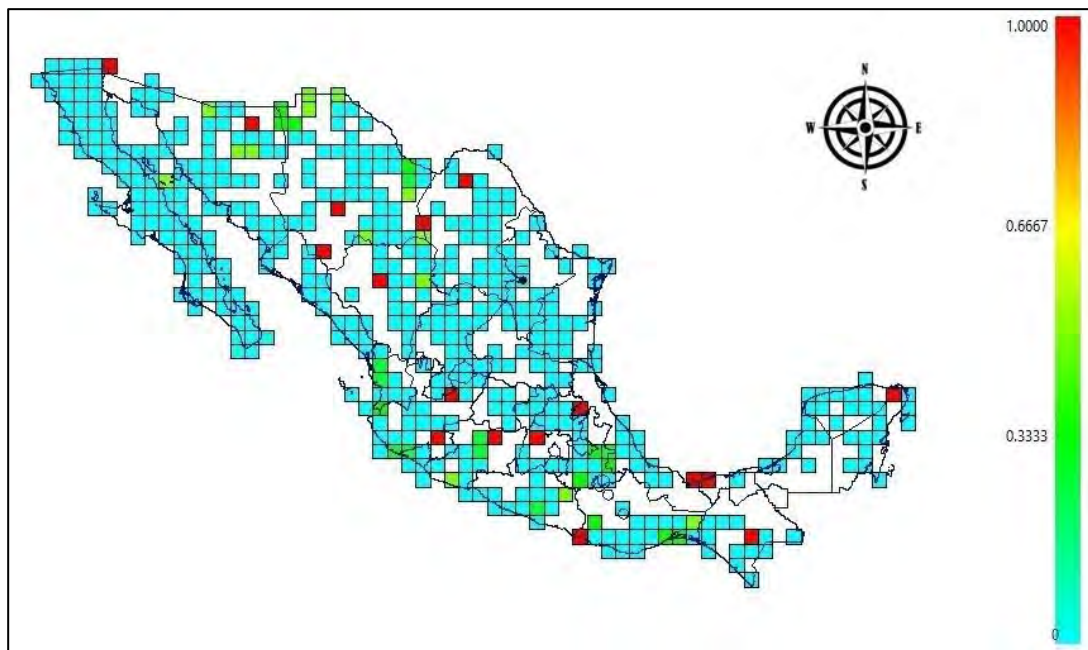


Figura 3. Diversidad beta del género *Aspidoscelis* en México. Las celdas de color rojo muestra la zona donde las especies son diferentes

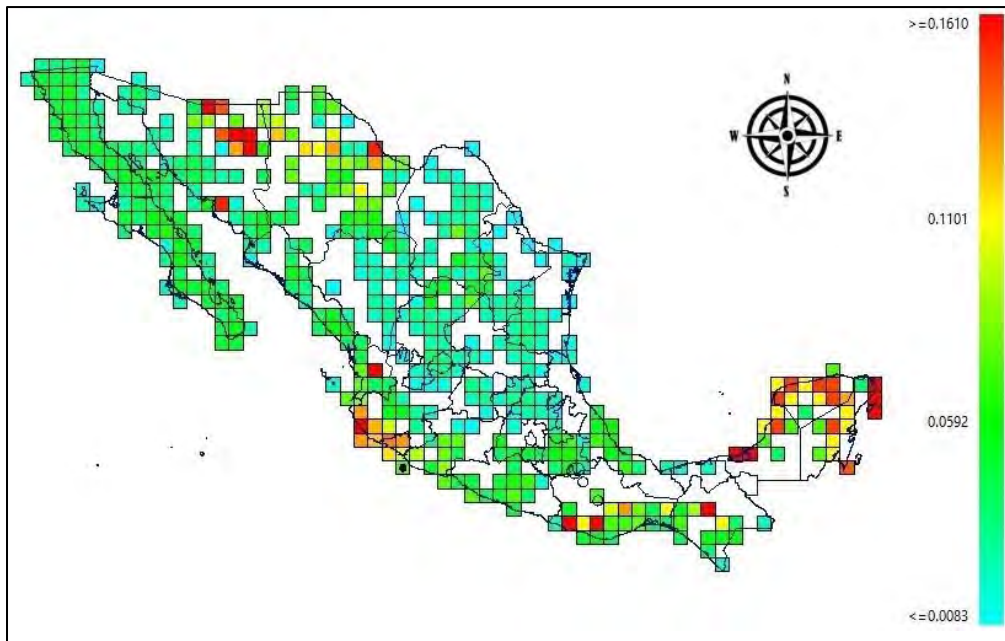


Figura 4. Variación geográfica del endemismo del género *Aspidoscelis* en México.

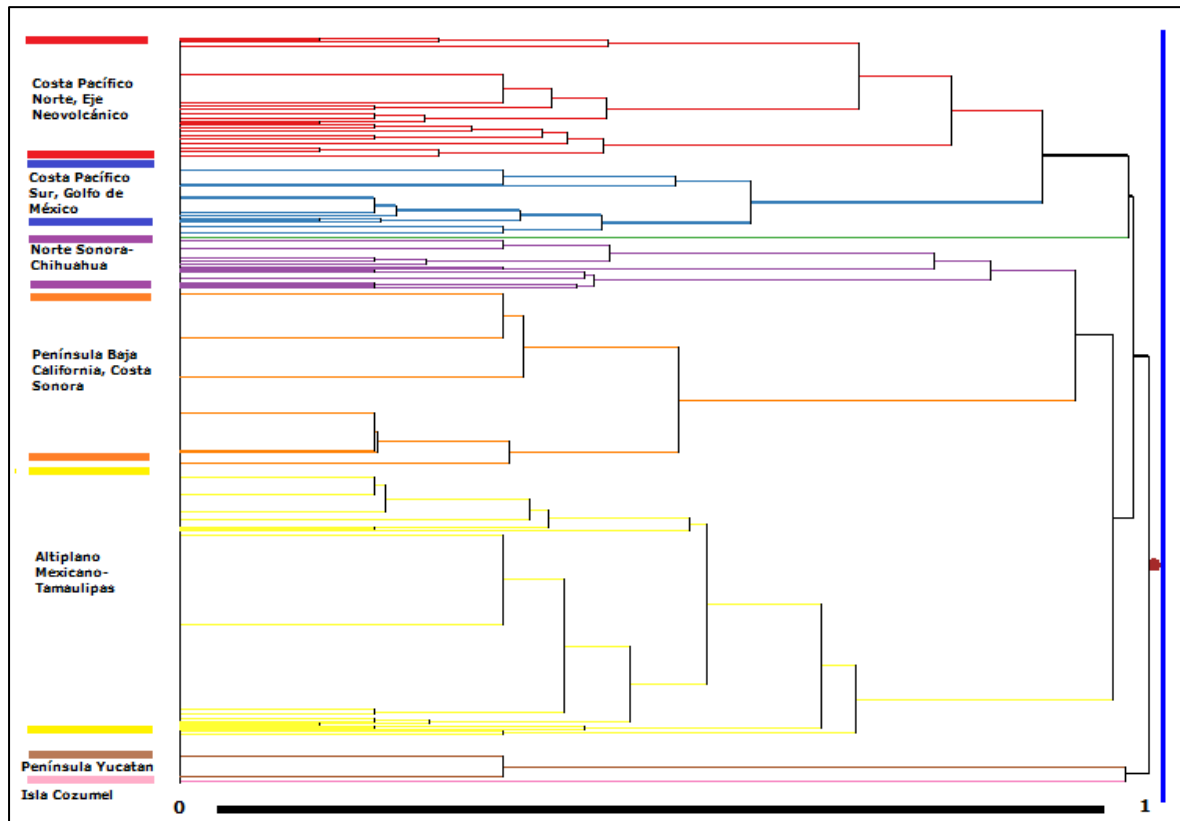


Figura 5. Fenograma construido con el coeficiente de similitud de Sorensen, entre celdas de 0.5 x 0.5 grados.

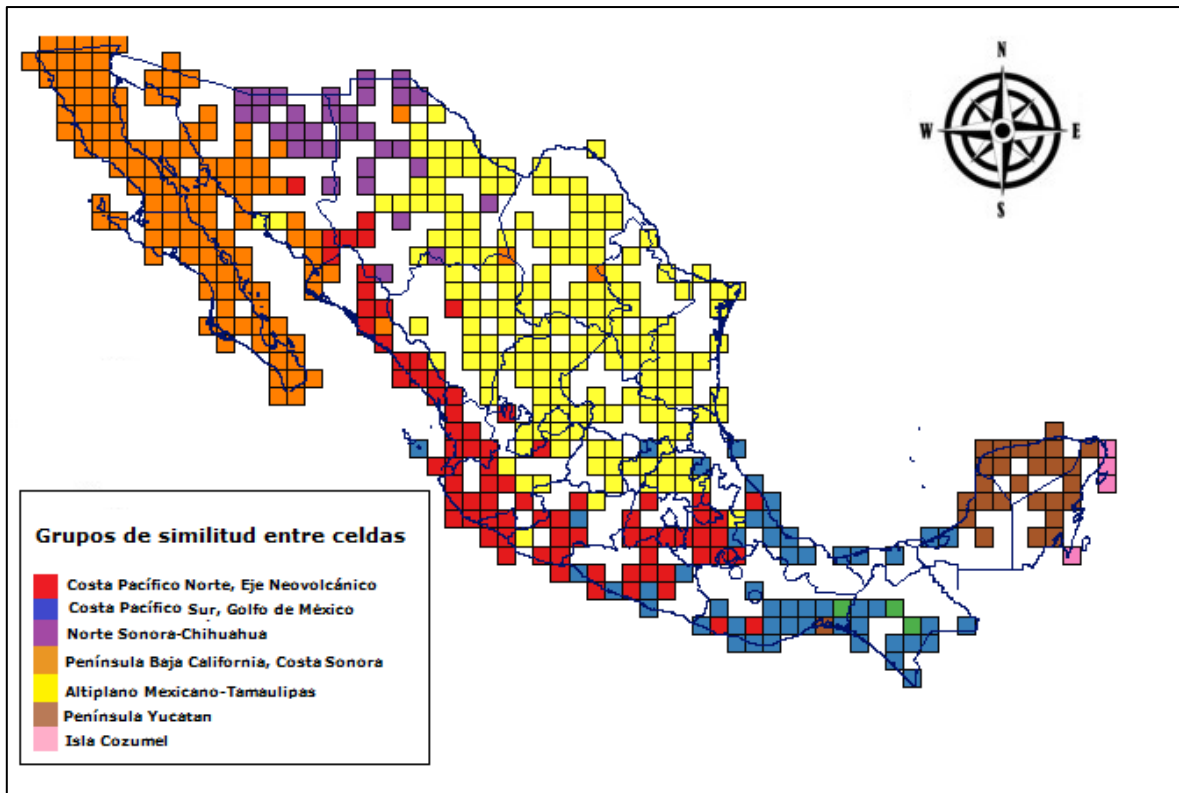


Figura 6. Grupos de similitud entre las celdas de área del género *Aspidoscelis*, según el fenograma de la figura 5.

La diversidad total del género se calculó mediante estimadores no paramétricos construyendo curvas de acumulación de especies basados en estimadores de abundancia (Figura 7) e incidencia (Figura 8). También se graficó mediante el estimador Chao₂ con sus límites superior e inferior la situación en la que se encuentra el inventario para la base de datos obtenida de *Aspidoscelis* (Figura 9).

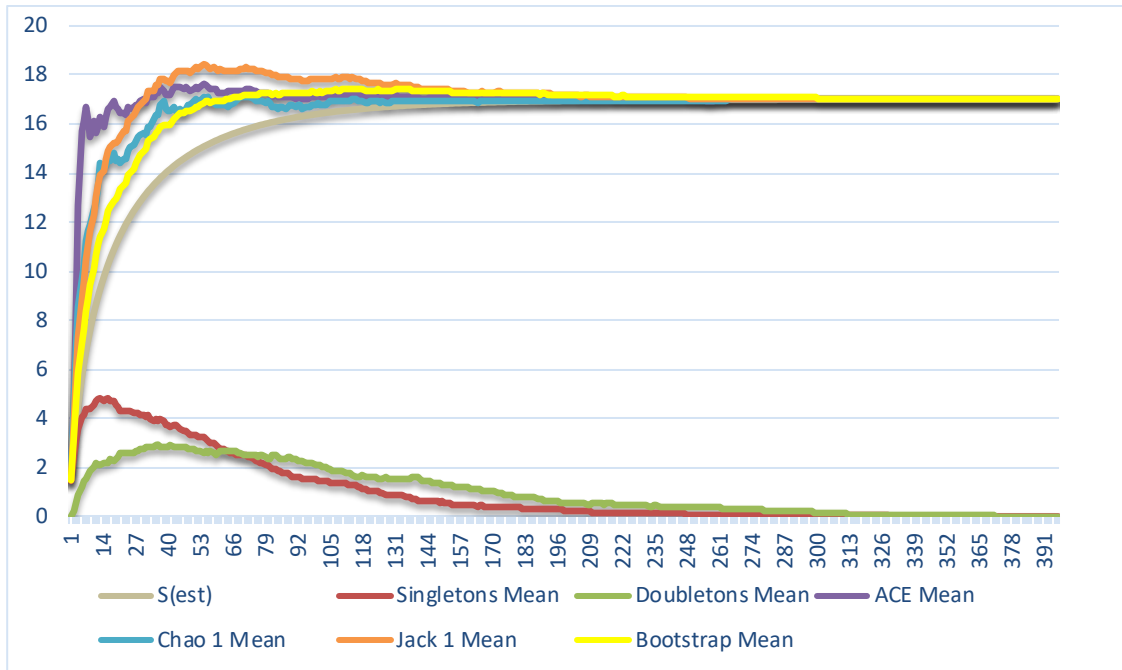


Figura 7. Curvas de acumulación de especies basadas en estimadores de abundancia.

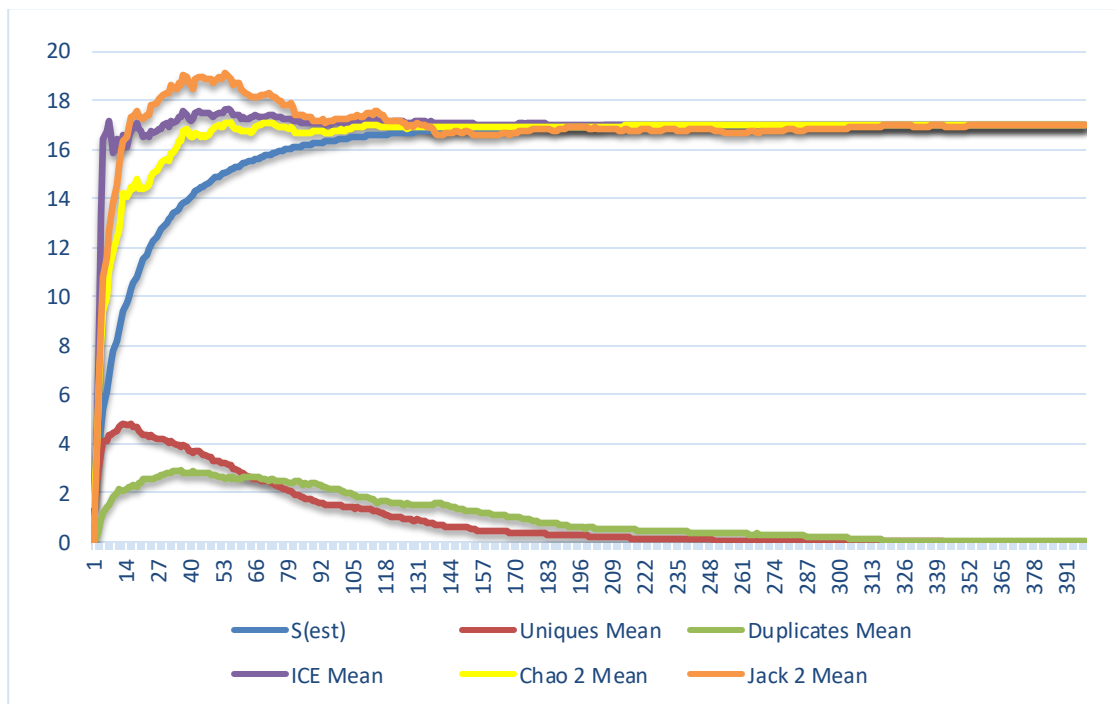


Figura 8. Curvas de acumulación de especies basadas en estimadores de incidencia.

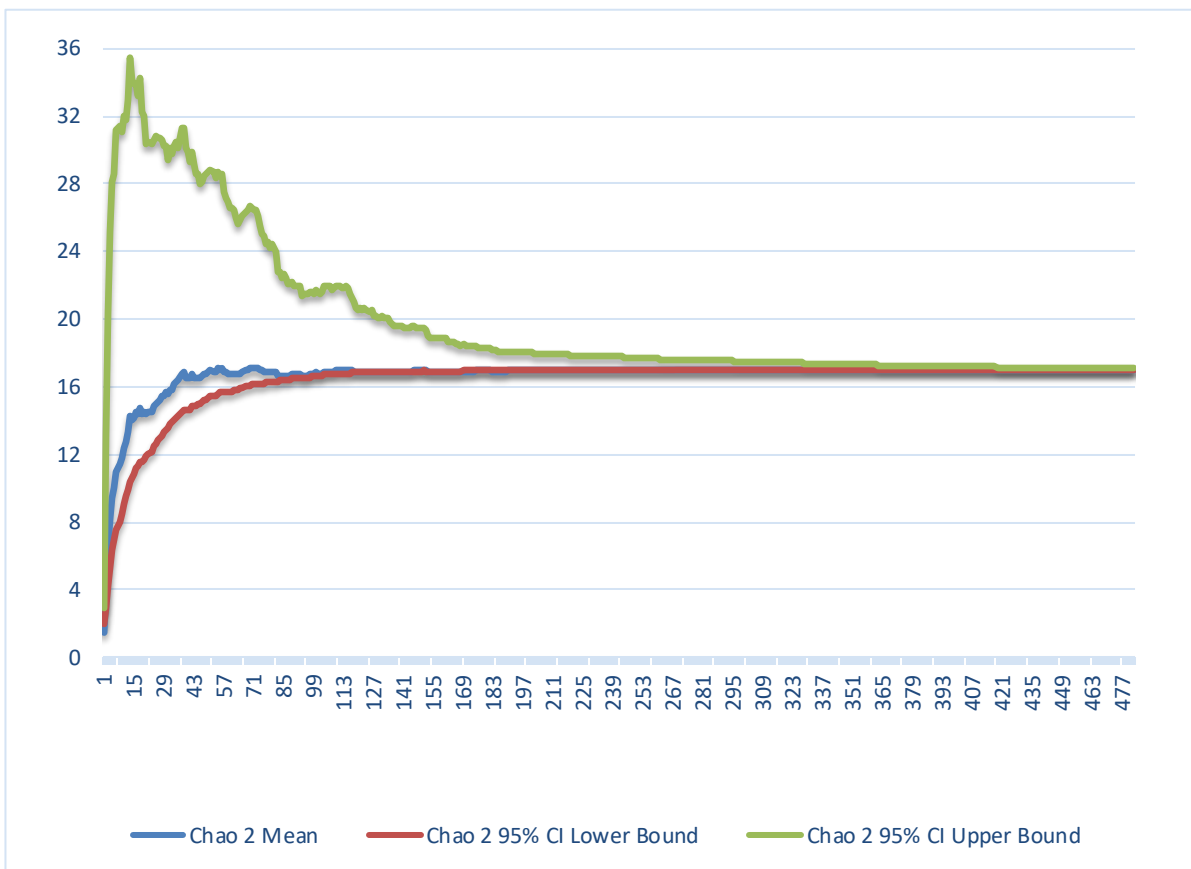


Figura 9. Curva de acumulación de especies obtenido con el estimador Chao₂ sobre la situación del inventario del genero *Aspidoscelis*.

7. 3 Distribución Potencial del género *Aspidocelis* en México

Para cada especie se obtuvo la gráfica de Jacknife, la tabla de contribución de cada variable (Anexo II) y una vez elaborada la prueba de correlación de Pearson se prosiguió a realizar la selección de variables ambientales más contribuyentes y significativas para desarrollar el modelo ajustado de cada especie (Cuadro 4).

Los modelos ajustados obtenidos fueron evaluados con ayuda de la curva ROC/AUC (Anexo III) donde los valores del área bajo la curva (AUC) permiten verificar la fidelidad de los modelos de Distribución Potencial (Cuadro 5).

Cuadro 4. Variables apropiadas para la elaboración de los Modelos de Distribución Potencial para cada una de las especies.																			
ESPECIES	TPA	ODT	ISO	EDT	TMPC	TPPF	OAT	TPCLL	TPCS	TPCC	TPCF	PA	PPLL	PPS	EP	PCLL	PCS	PCC	PCF
<i>A. angusticeps</i>								X	X		X						X		
<i>A. communis</i>								X											X
<i>A. costata</i>		X						X											X
<i>A. cozumelae</i>								X											X
<i>A. deppii</i>						X	X								X				
<i>A. exsanguis</i>	X	X					X												
<i>A. gularis</i>					X														X
<i>A. guttata</i>											X								X
<i>A. hyperythra</i>															X				X
<i>A. inornata</i>			X								X		X						
<i>A. lineattissima</i>	X							X											
<i>A. mexicana</i>					X	X	X			X						X	X		
<i>A. motaguae</i>		X						X				X					X		
<i>A. sonorae</i>		X		X			X				X								X
<i>A. tessellata</i>					X								X						X
<i>A. tigris</i>									X		X								
<i>A. uniparens</i>	X			X		X				X	X								

Cuadro 5. Clasificación de los Modelos de Distribución Potencial (MDE) con base en el valor del Área Bajo la Curva (AUC).

ESPECIES	AUC ENTRENAMIENTO	AUC DESVIACION ESTANDAR	CLASIFICACION
<i>A. angusticeps</i>	0.792	0.0594	Promedio
<i>A. communis</i>	0.862	0.138	Bueno
<i>A. costata</i>	0.803	0.044	Bueno
<i>A. cozumelae</i>	0.949	0.042	Excelente
<i>A. deppii</i>	0.811	0.042	Bueno
<i>A. exsanguis</i>	0.832	0.081	Bueno
<i>A. gularis</i>	0.735	0.030	Promedio
<i>A. guttata</i>	0.859	0.026	Bueno
<i>A. hyperythra</i>	0.817	0.036	Bueno
<i>A. inornata</i>	0.737	0.077	Promedio
<i>A. lineatissima</i>	0.914	0.035	Excelente
<i>A. mexicana</i>	0.805	0.076	Bueno
<i>A. motaguae</i>	0.891	0.036	Bueno
<i>A. sonorae</i>	0.961	0.143	Excelente
<i>A. tessellata</i>	0.969	0.009	Excelente
<i>A. tigris</i>	0.799	0.026	Promedio
<i>A. uniparens</i>	0.951	0.048	Excelente

Se obtuvieron 17 modelos de distribución potencial uno por especie donde se muestran los diferentes umbrales dependiendo de la probabilidad de ocurrencia de la especie (Figura 10-26). Estos 17 modelos fueron recortados con base en el umbral de corte del percentil 10 para los datos de prueba donde muestra solo el área de presencia y ausencia (Figura 27-43). Al final se realizó un mapa con la suma de todas las áreas de presencia de las especies del género *Aspidoscelis* para conocer la distribución espacial que tiene en México donde las zonas con mayor saturación de color es donde se traslapan un número mayor de especies (Figura 44).

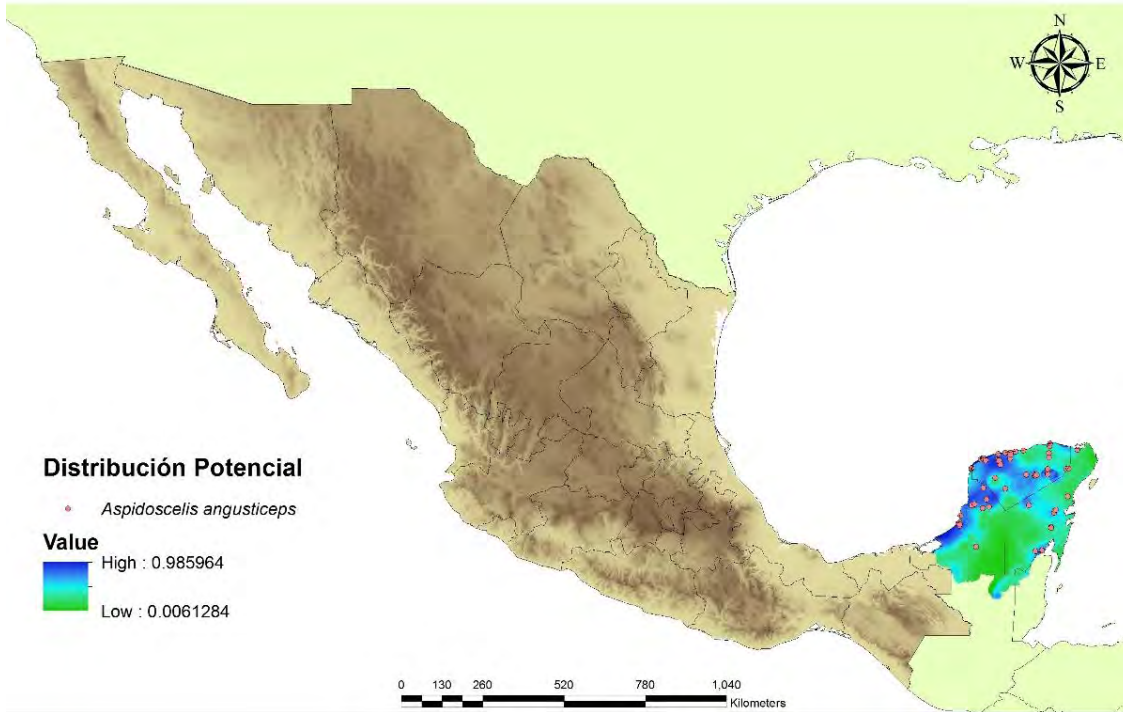


Figura 10. Distribución potencial de *Aspidoscelis angusticeps*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad

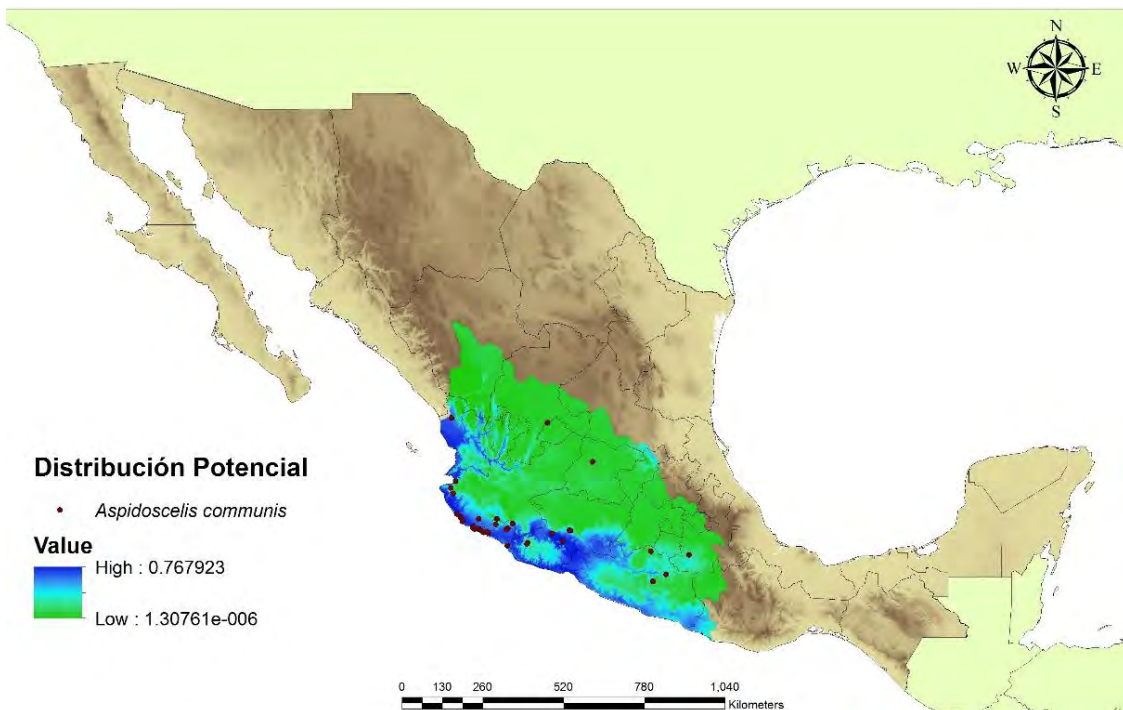


Figura 11. Distribución potencial de *Aspidoscelis communis*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

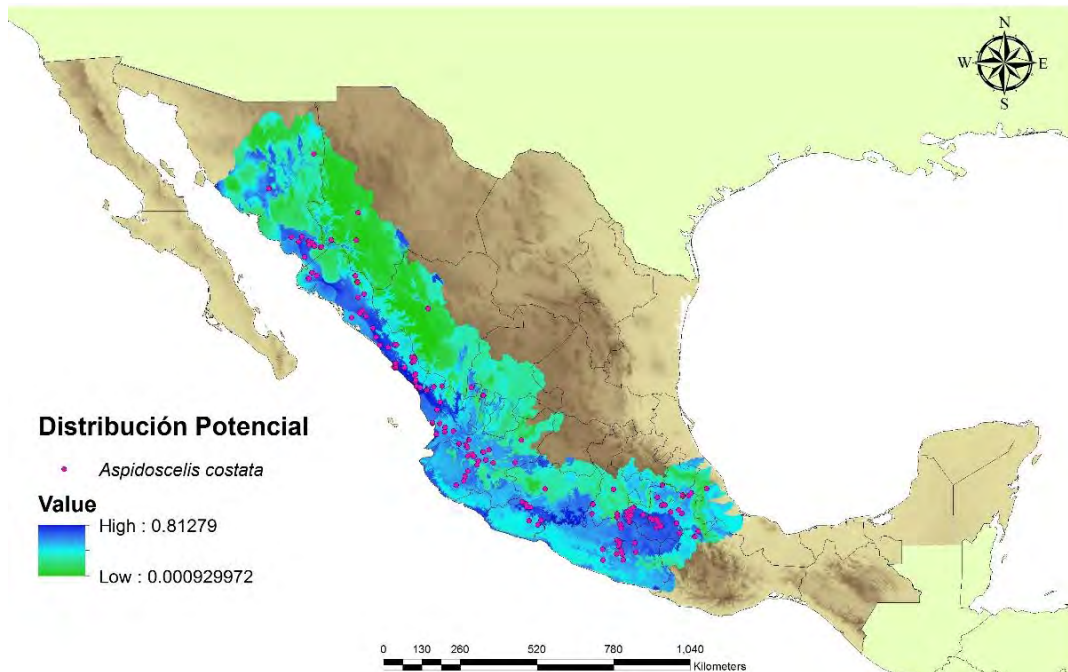


Figura 12. Distribución potencial de *Aspidoscelis costata*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

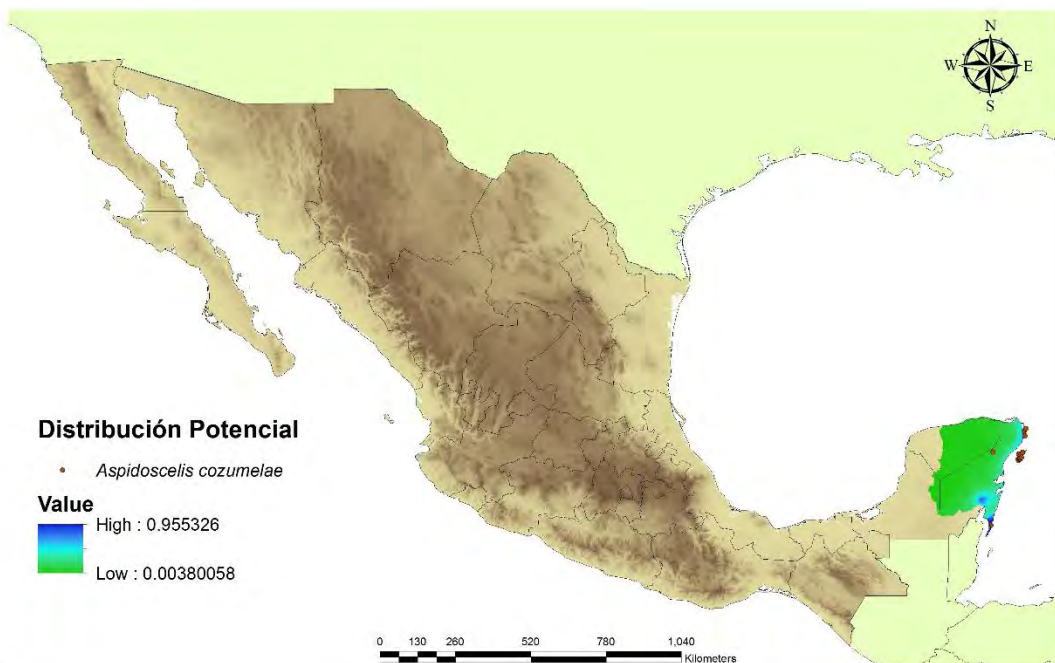


Figura 13. Distribución potencial de *Aspidoscelis cozumelae*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

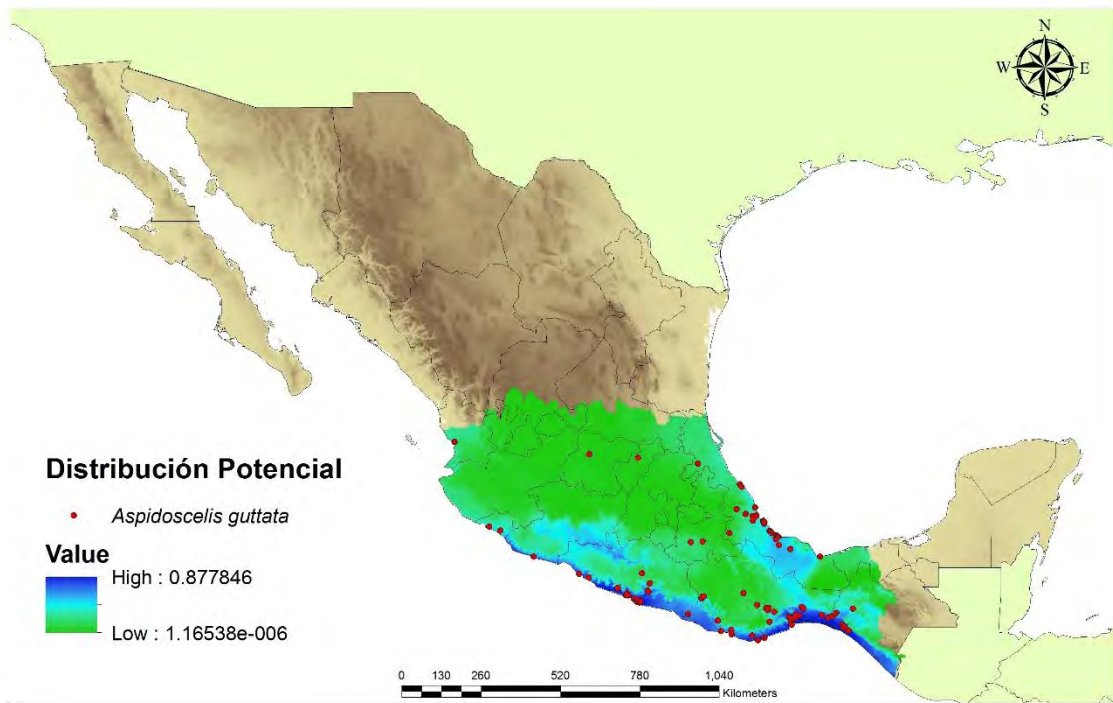


Figura 14. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis guttata*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

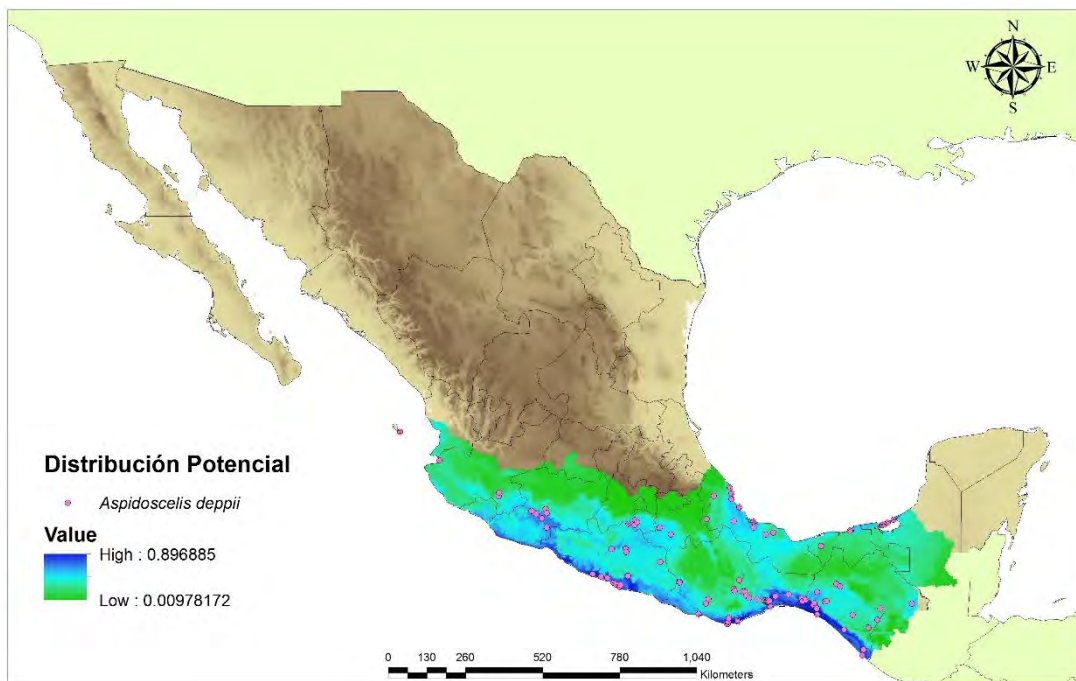


Figura 15. Distribución potencial de *Aspidoscelis deppii*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

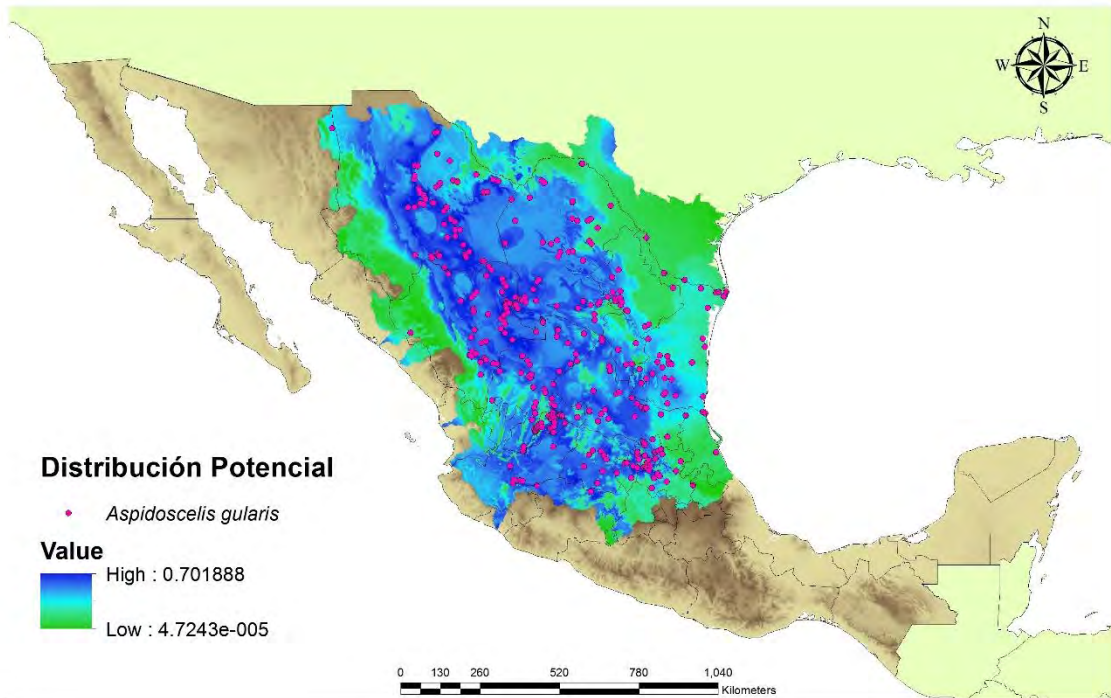


Figura 16. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis gularis*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

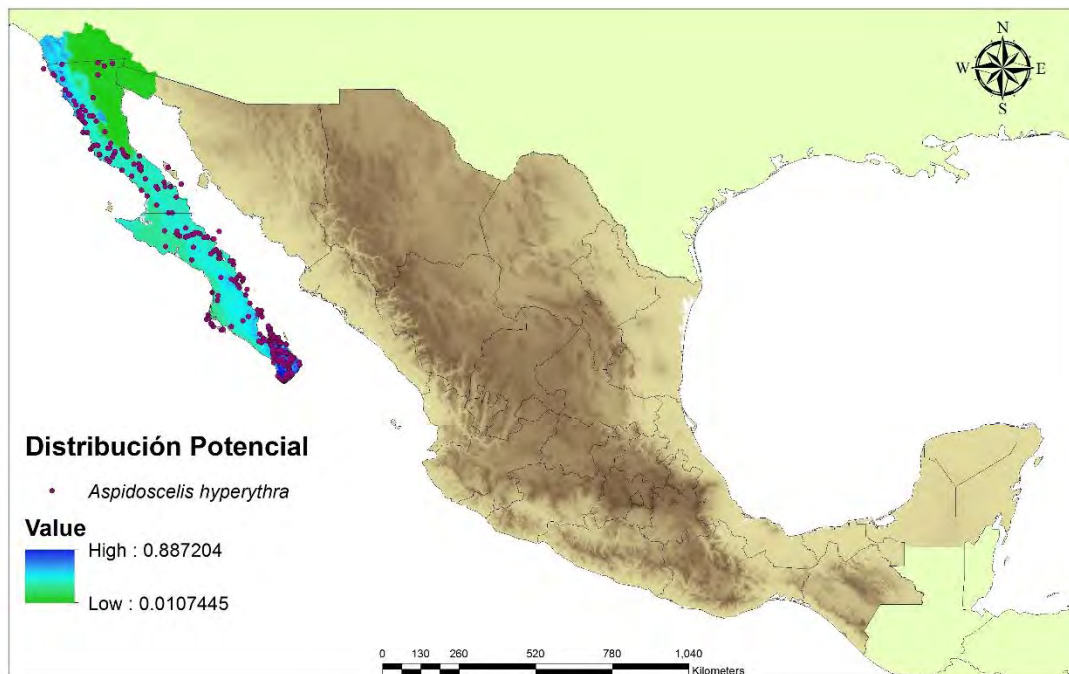


Figura 17. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis hyperythra*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

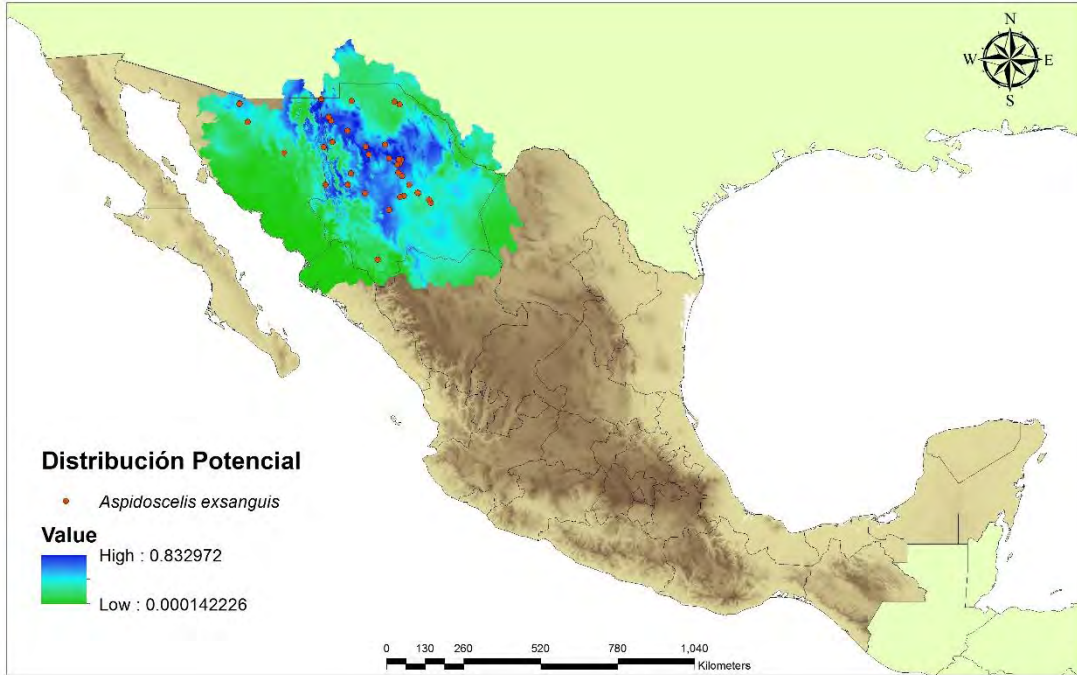


Figura 18. Distribución potencial de *Aspidoscelis exsanguis*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

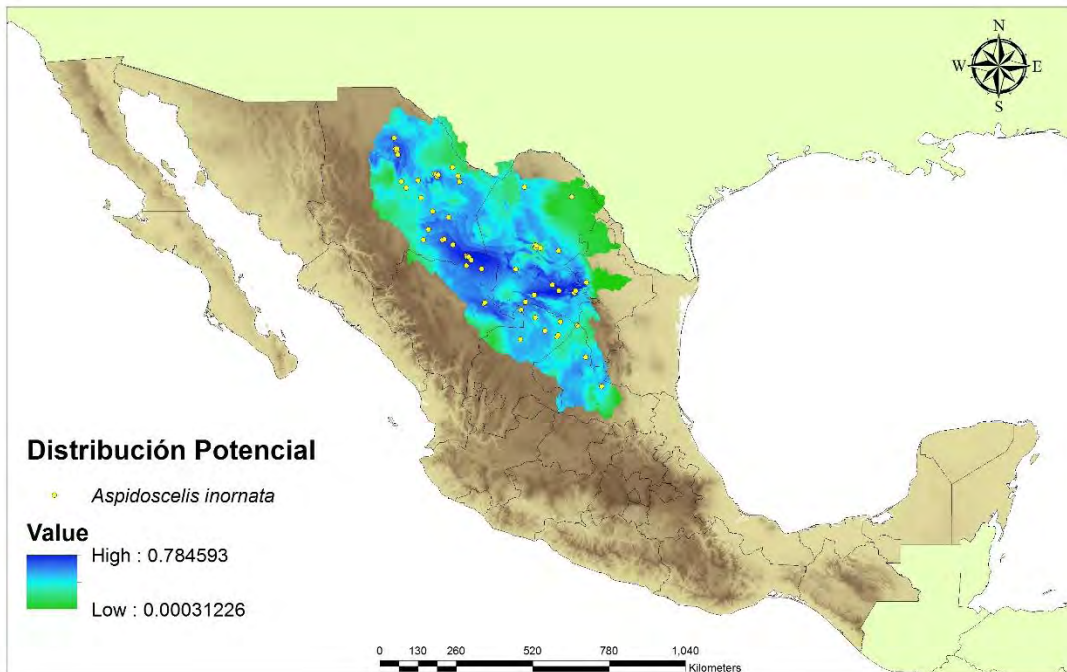


Figura 19. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis inornata*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

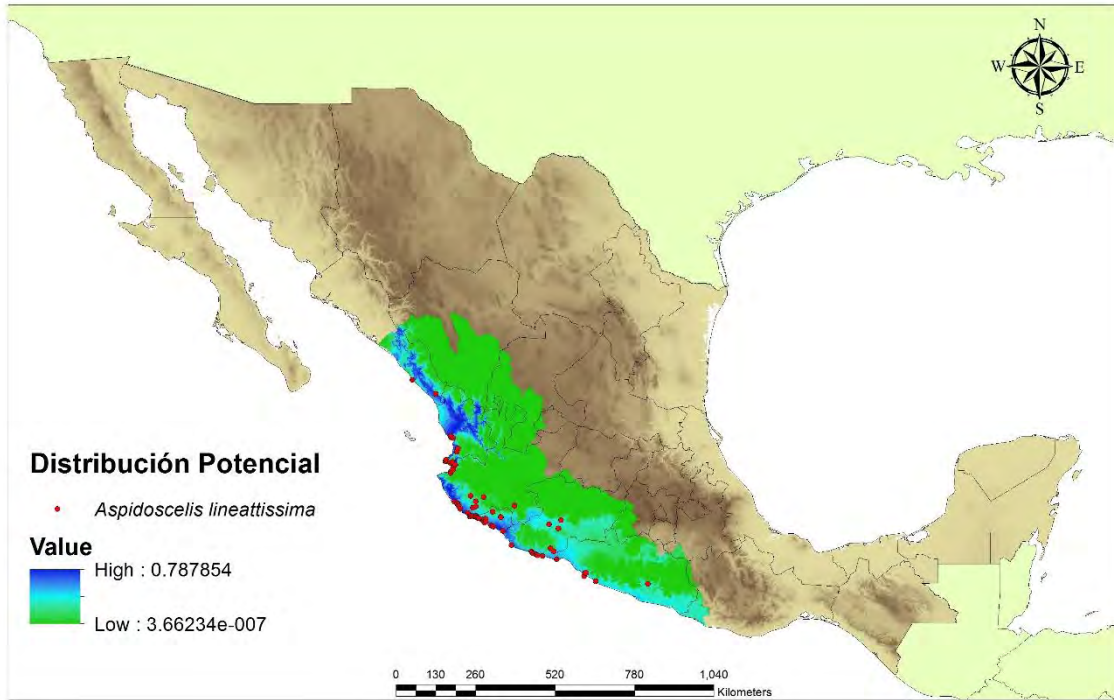


Figura 20. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis lineattissima*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

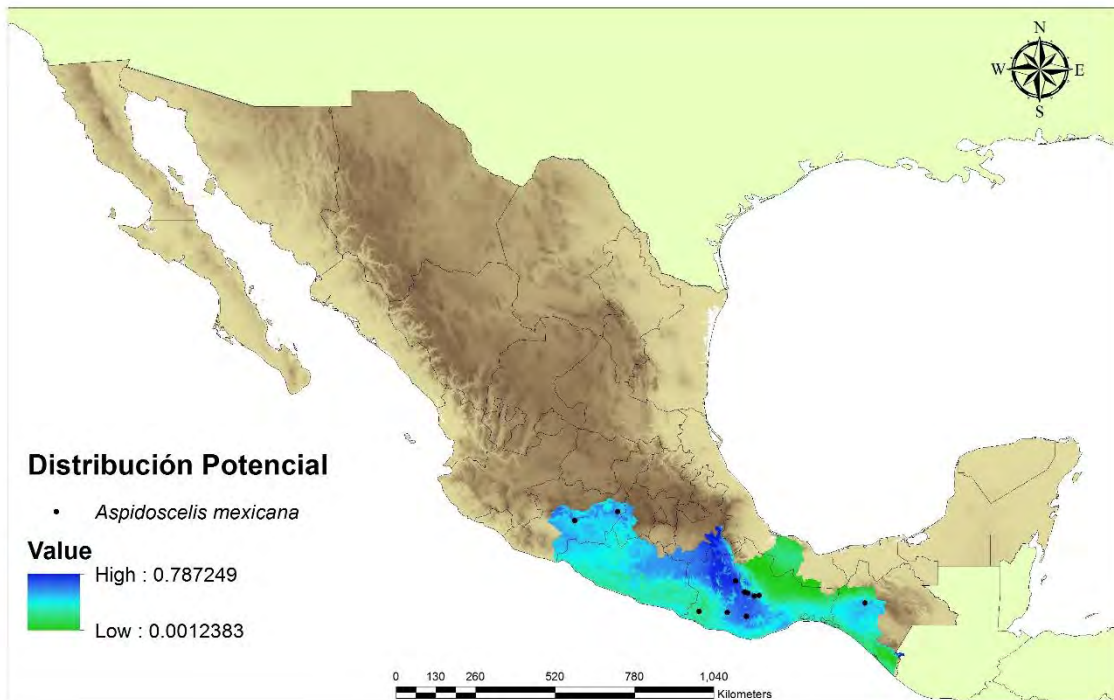


Figura 21. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis mexicana*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

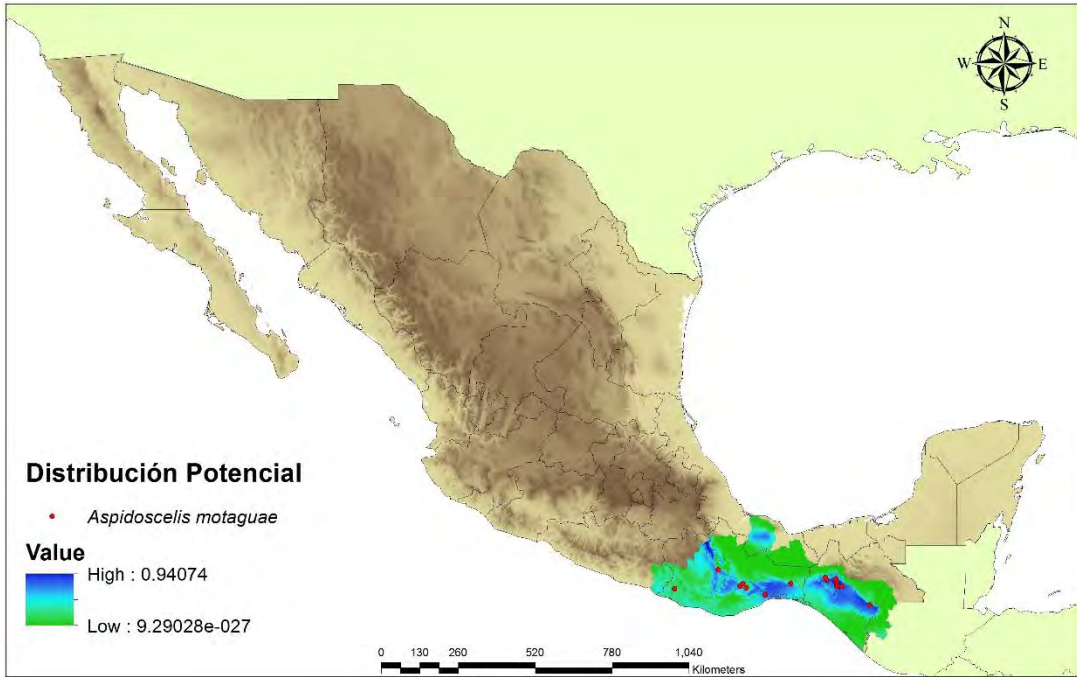


Figura 22. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis motaguae*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

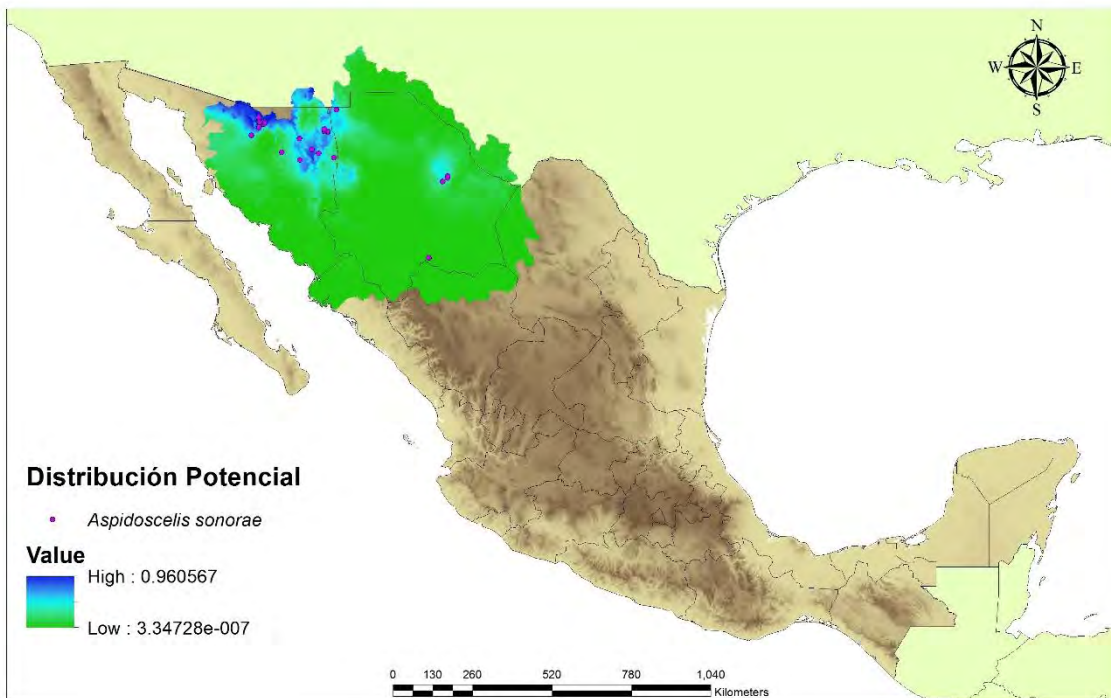


Figura 23. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis sonorae*. La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

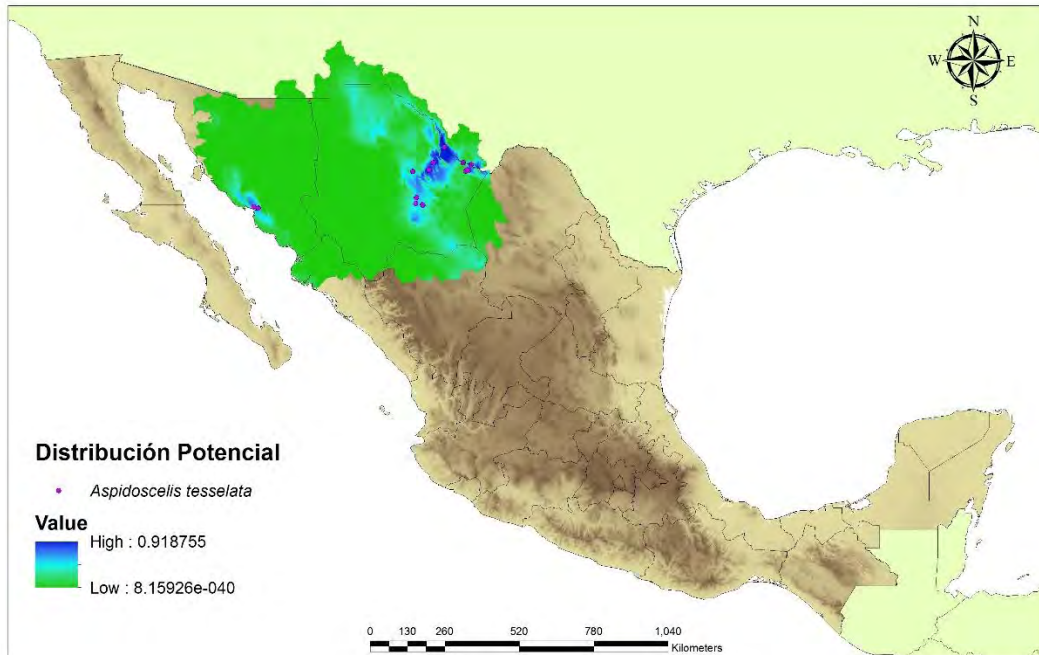


Figura 24. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis tessellata*. La probabilidad de ocurrencia de la especies es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

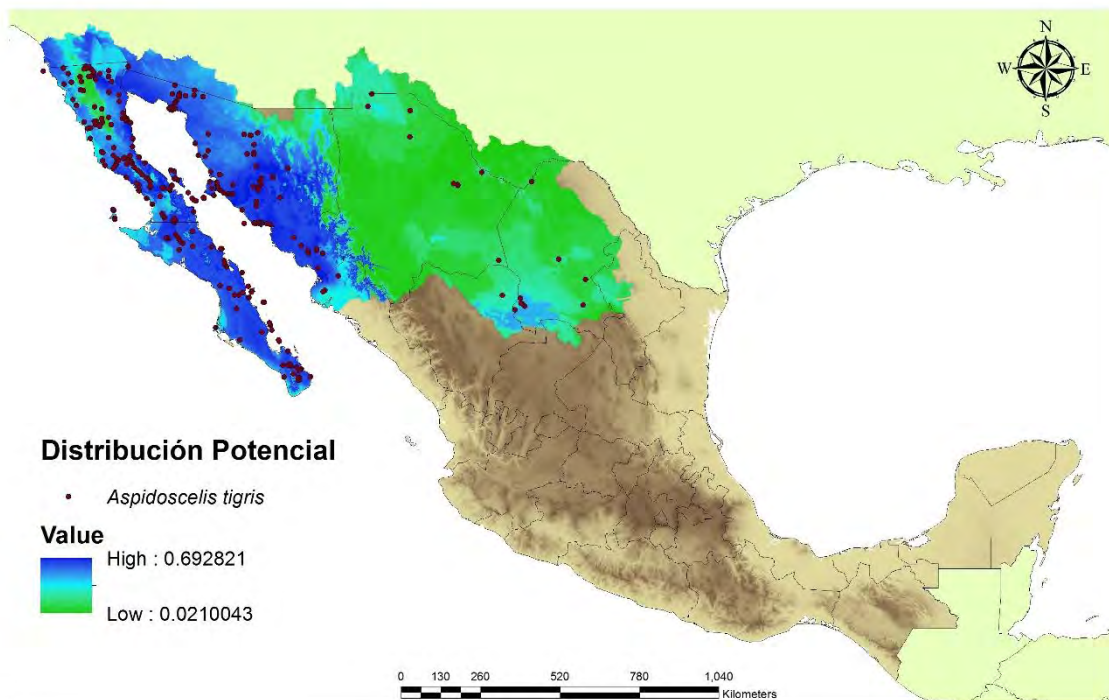


Figura 25. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis tigris*. La probabilidad de ocurrencia de la especies es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

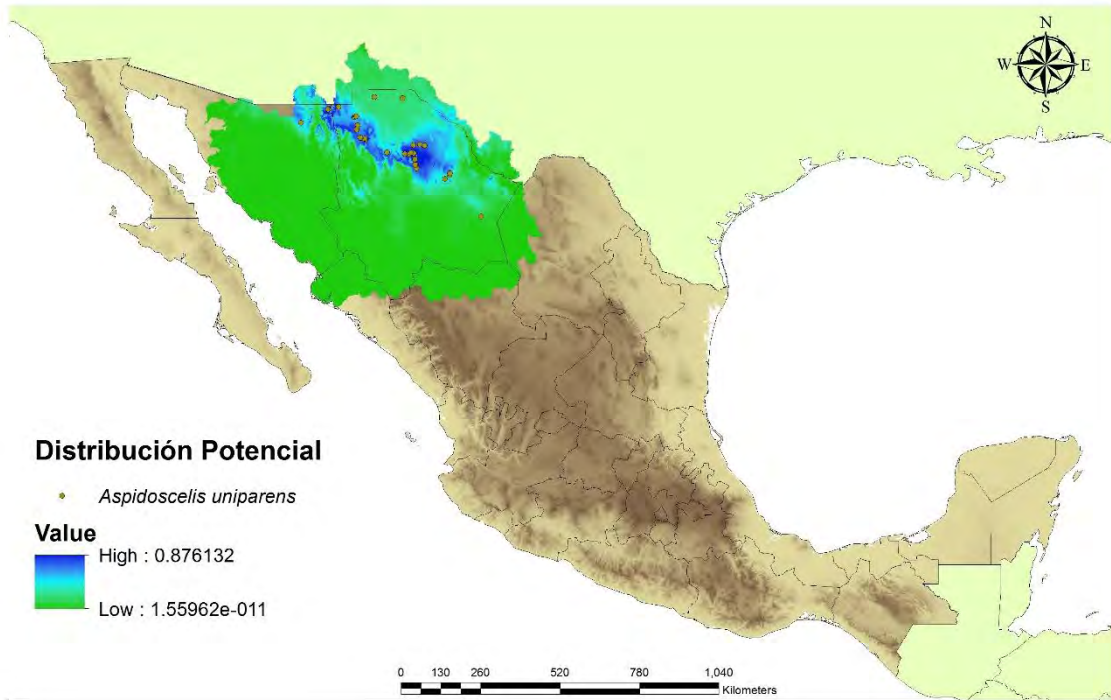


Figura 26. Distribución Potencial para la especie *Aspidoscelis uniparens* La probabilidad de ocurrencia de la especie es marcada por la escala de colores donde el tono más intenso de azul es la mayor probabilidad.

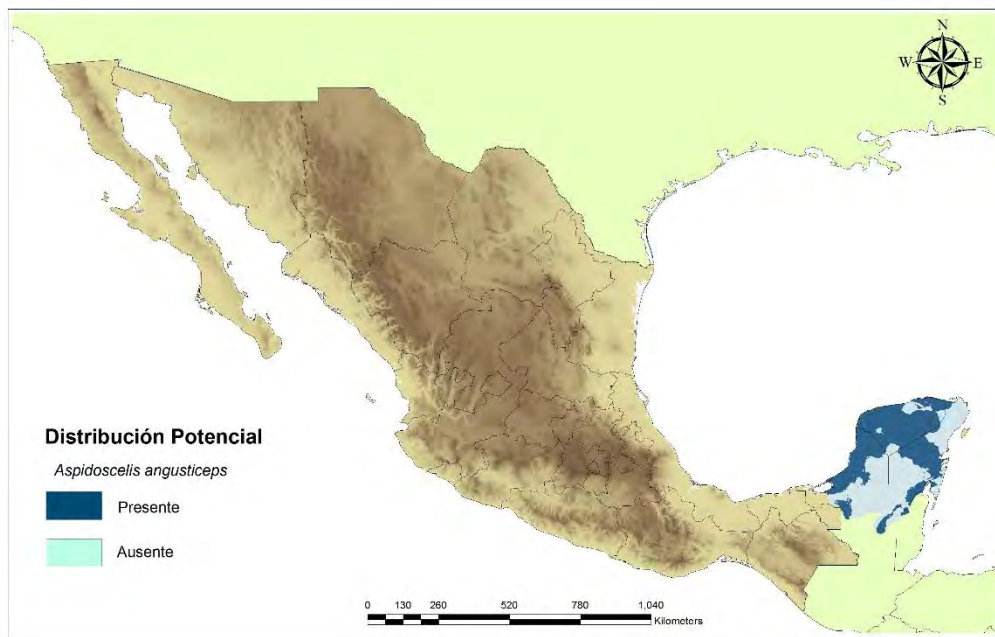


Figura 27. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis angusticeps*. La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

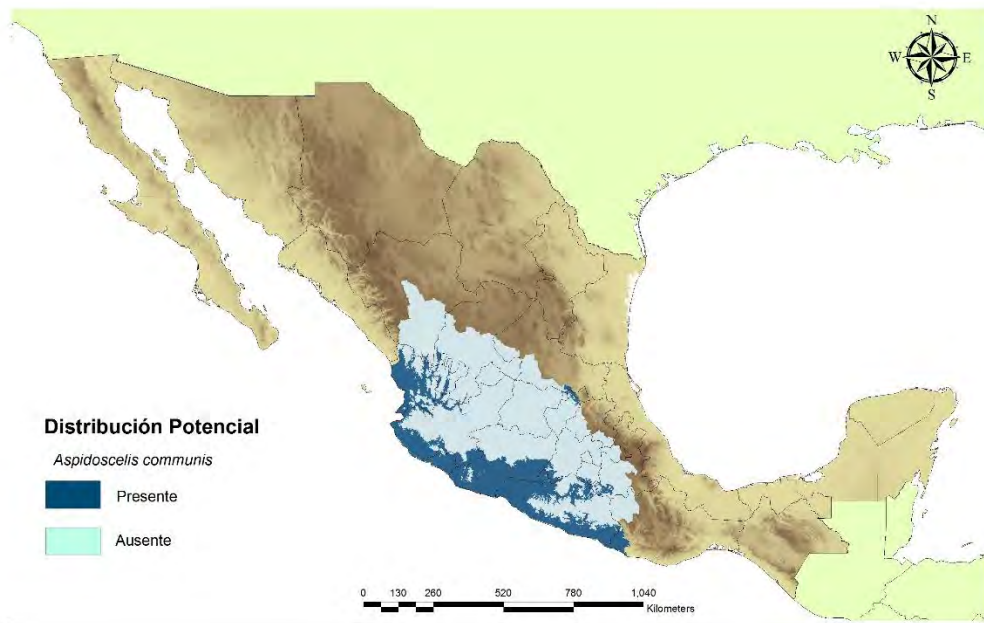


Figura 28. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis communis*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro



Figura 29. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis costata*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro



Figura 30. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis cozumelae*. La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

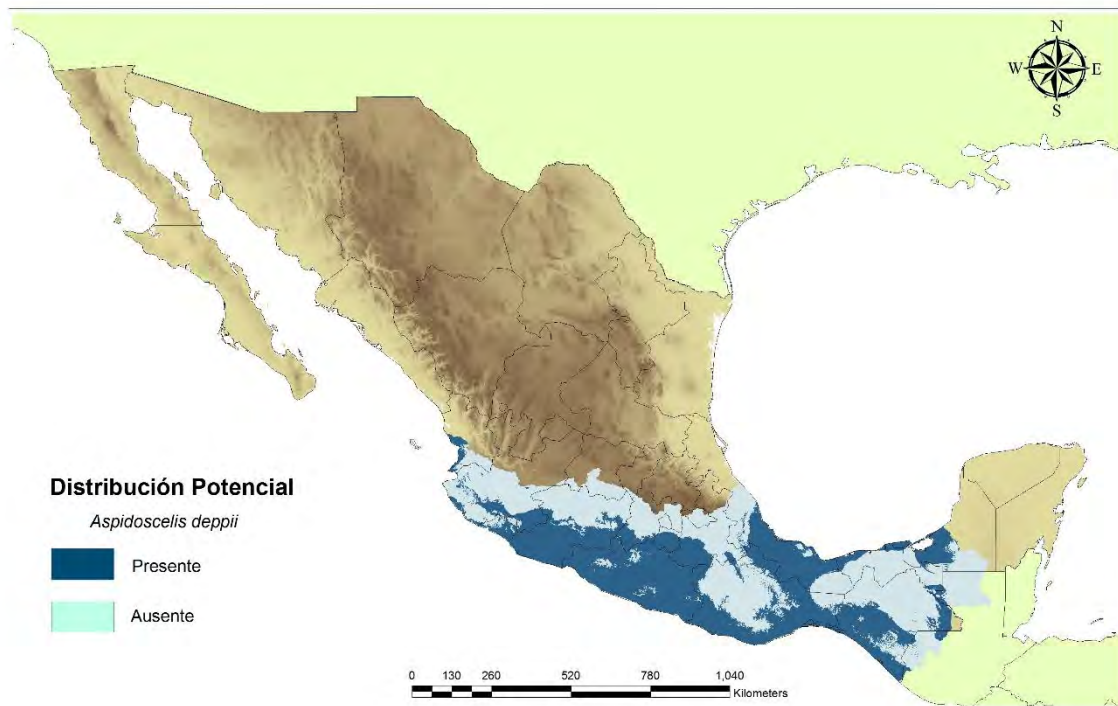


Figura 31. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis deppii*. La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

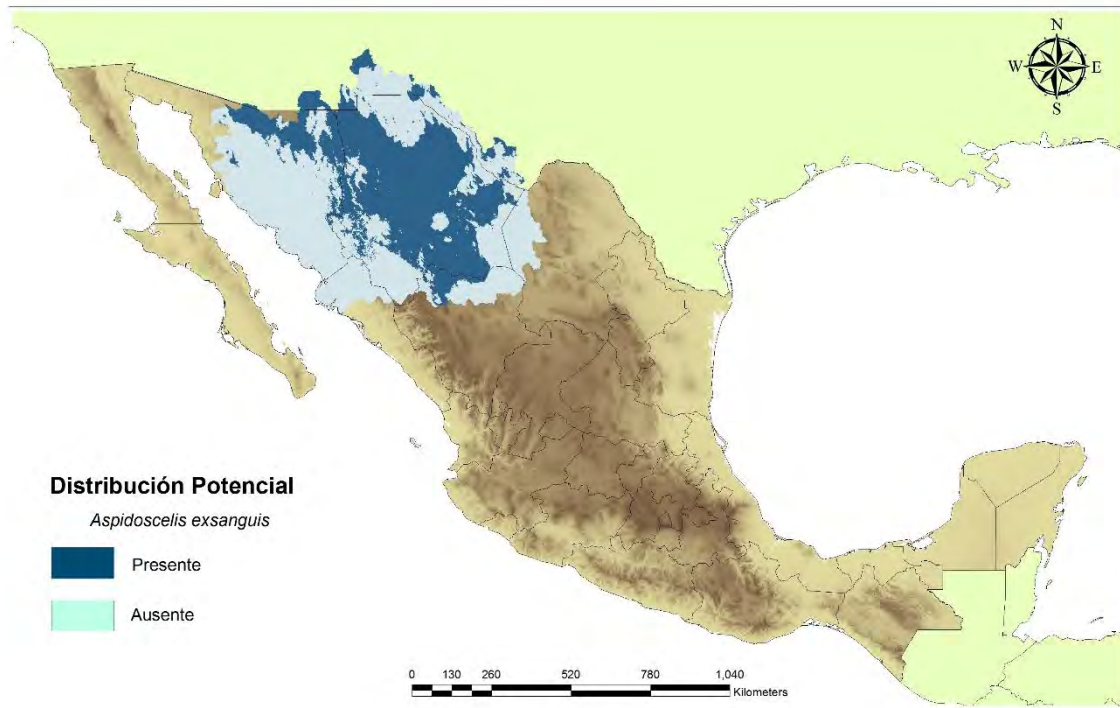


Figura 32. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis exsanguis*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

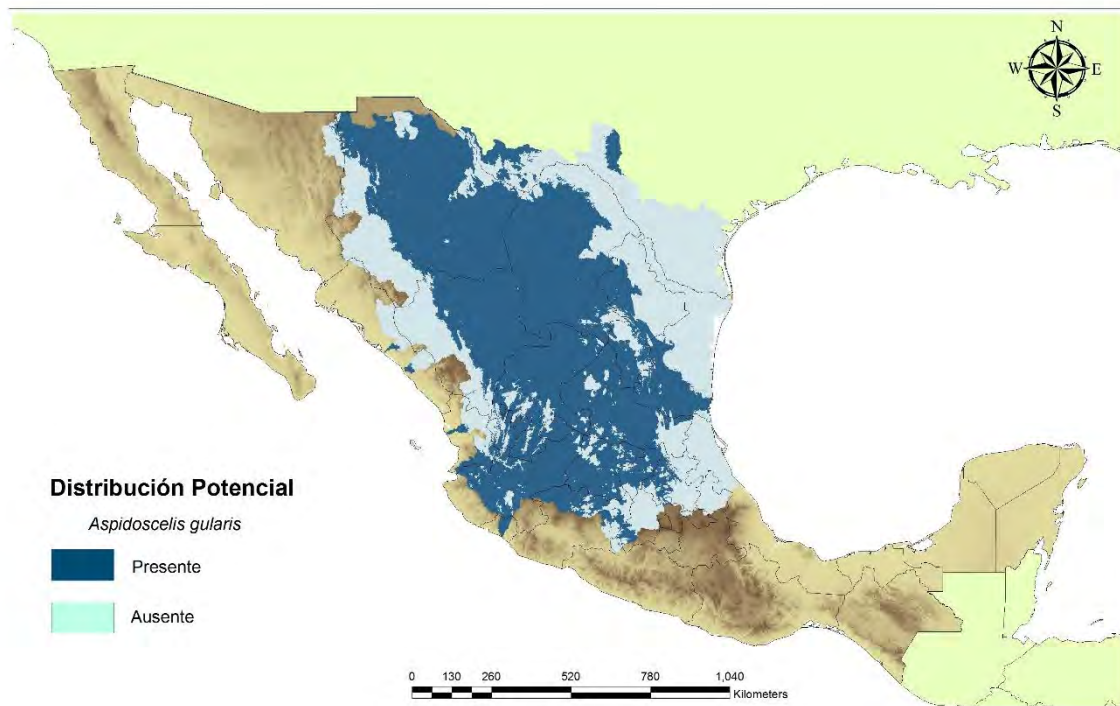


Figura 33. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis gularis*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

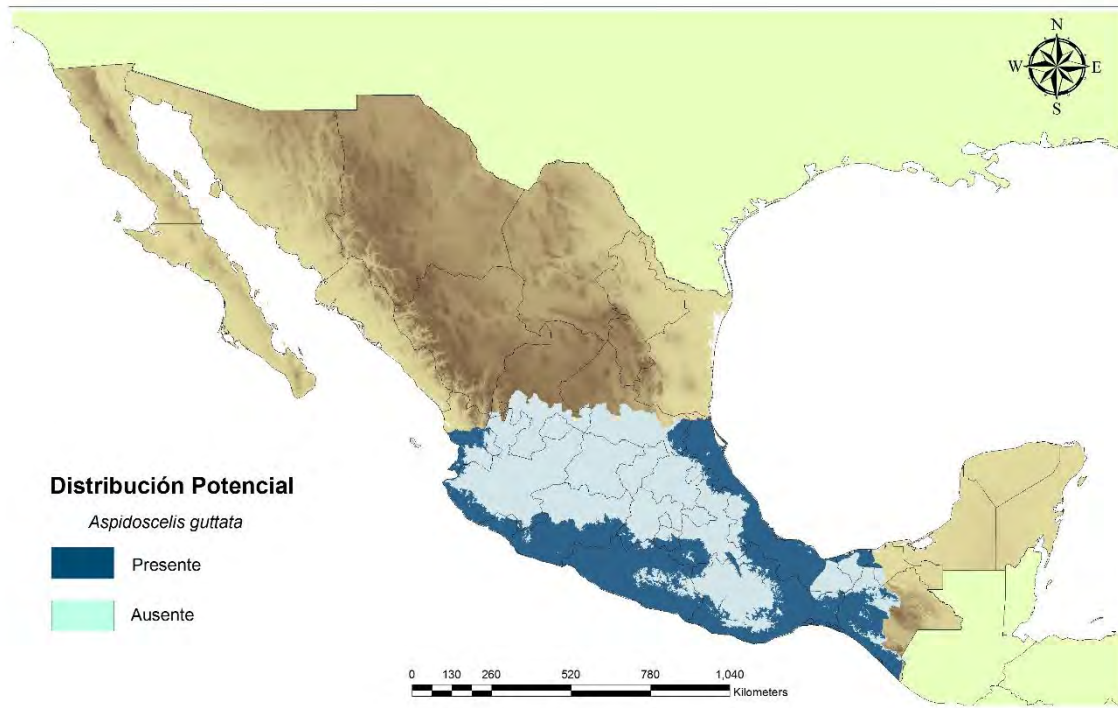


Figura 34. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidozelis guttata*. La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

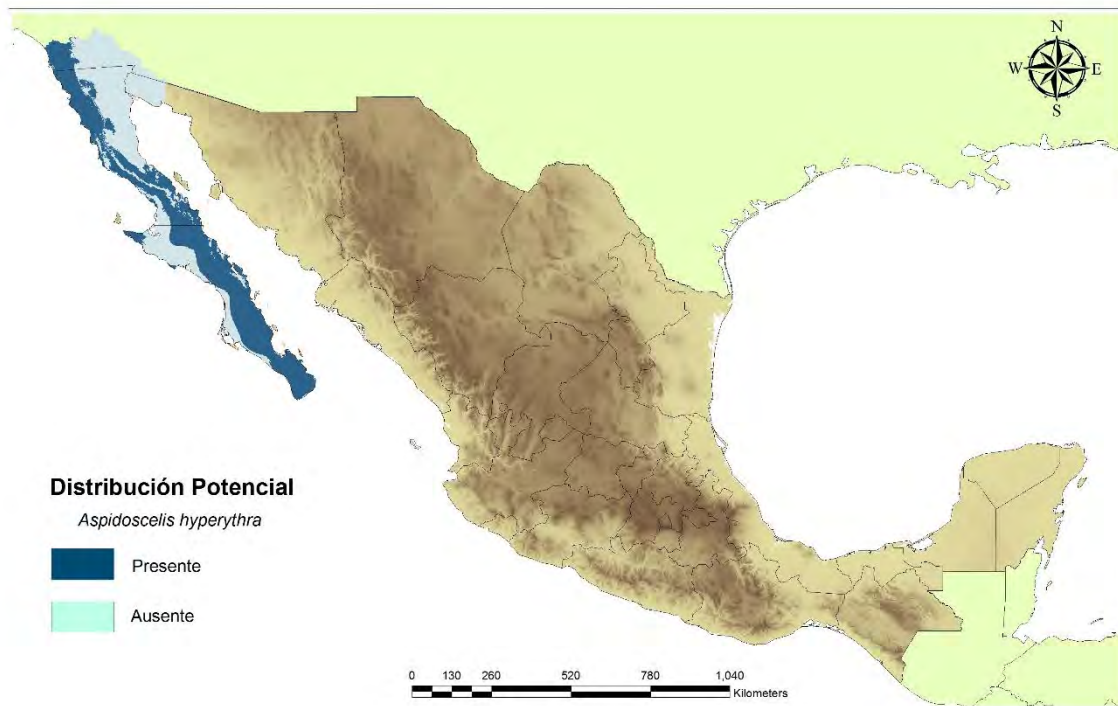


Figura 35. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidozelis hyperythra*. La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

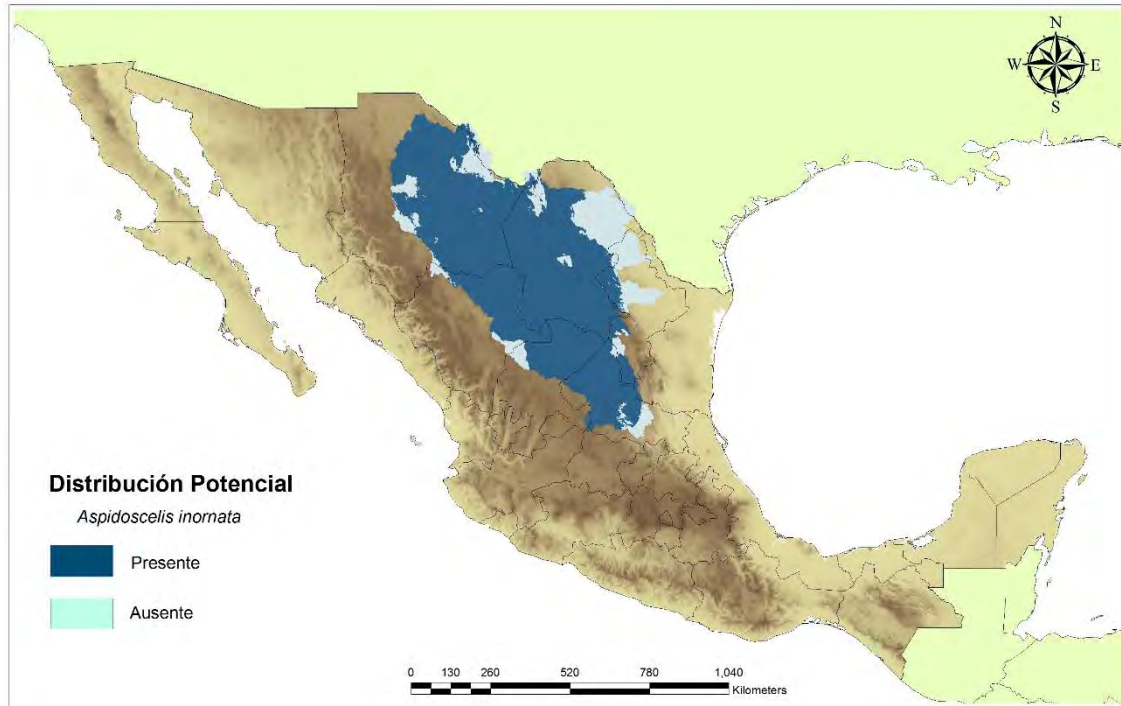


Figura 36. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis inornata*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

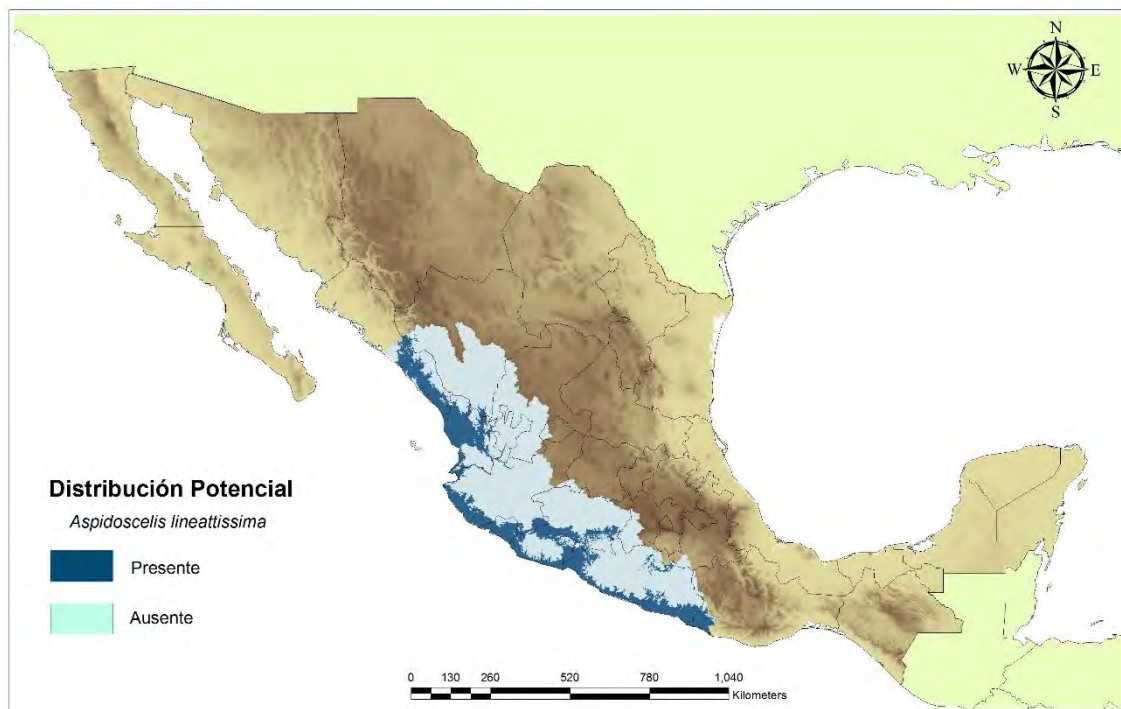


Figura 37. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis lineattissima*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

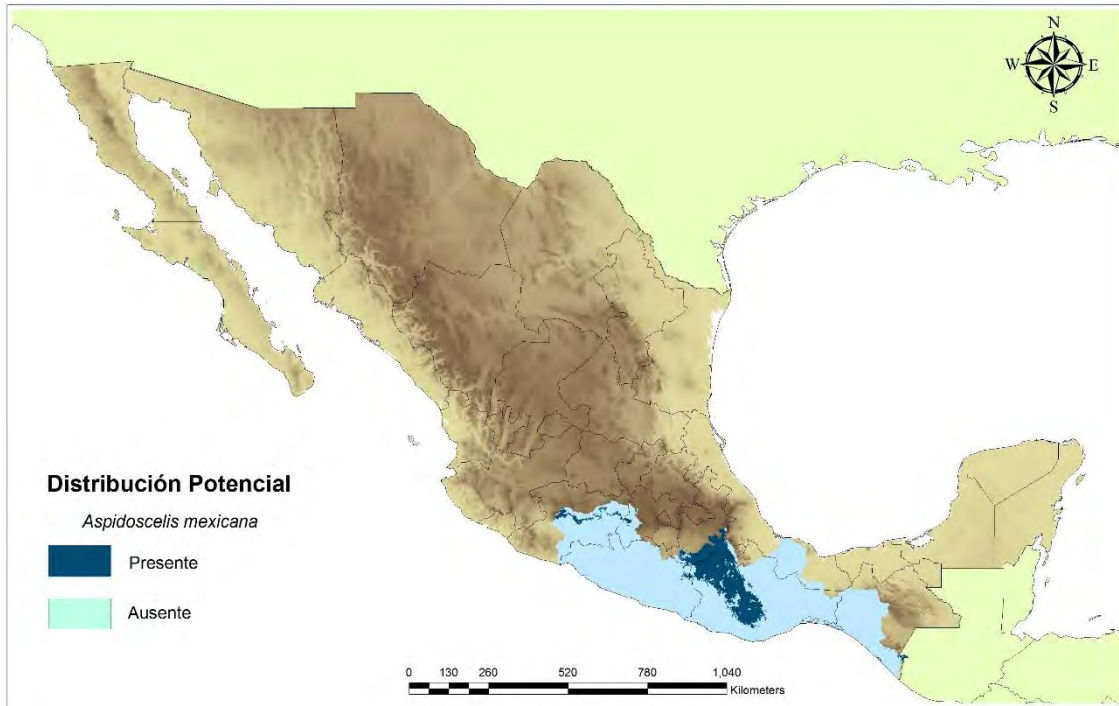


Figura 38. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis mexicana*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

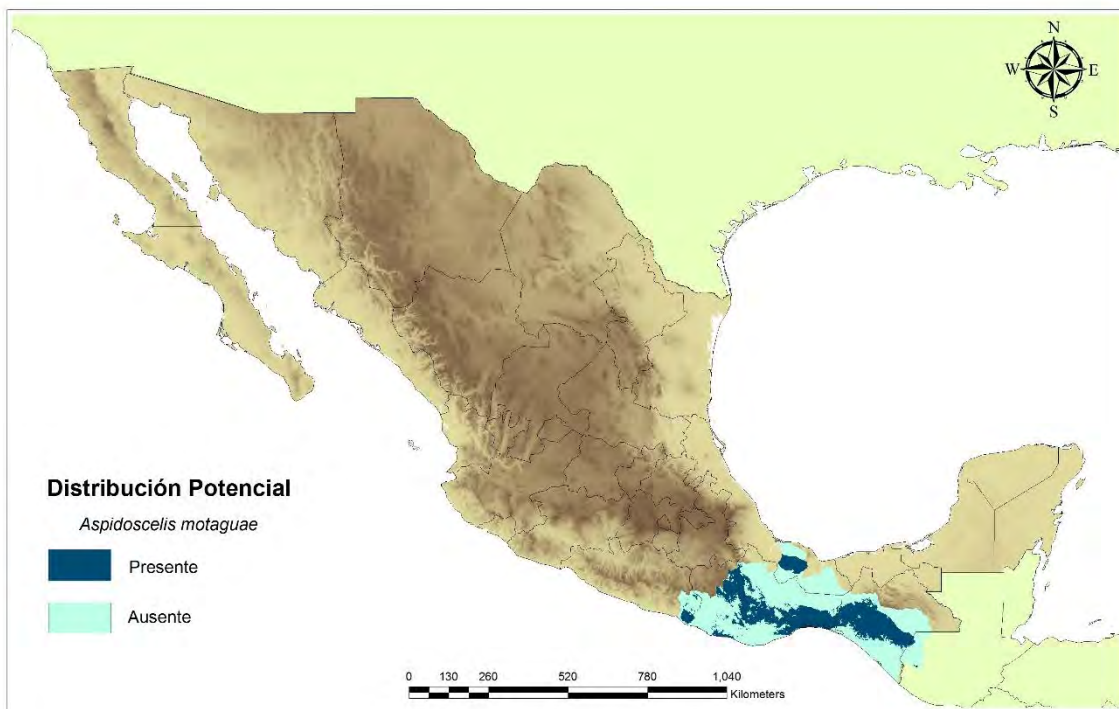


Figura 39. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis motaguae*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

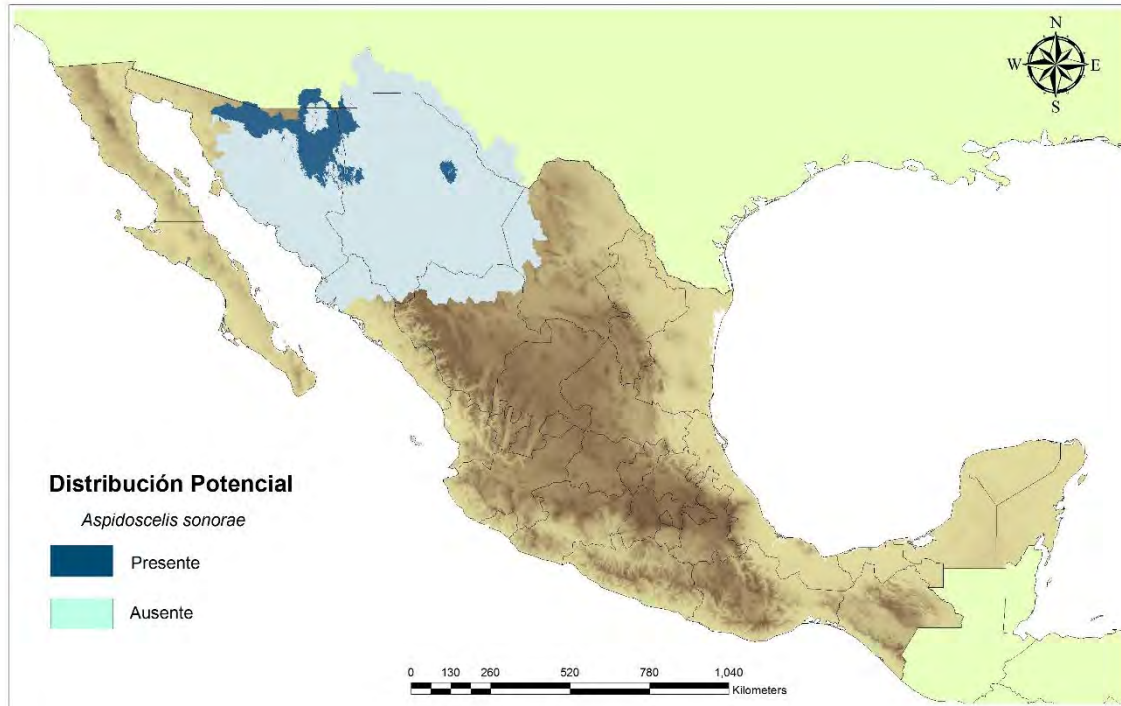


Figura 40. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis sonorensis*. La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

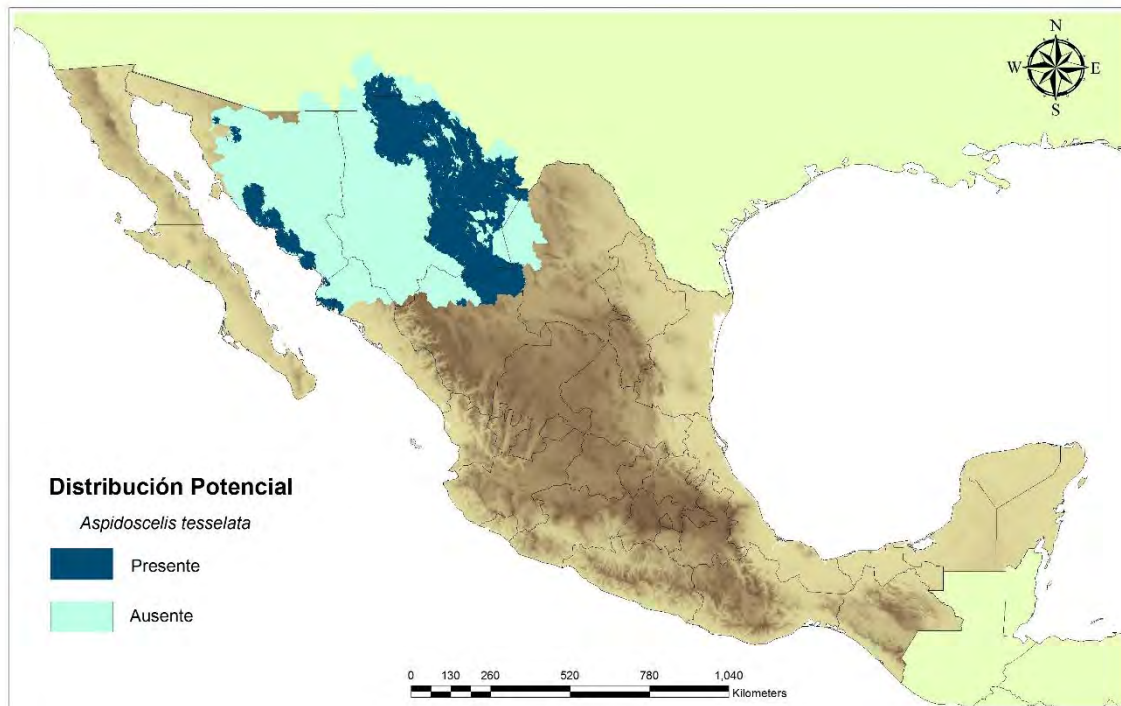


Figura 41. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidoscelis tessellata*. La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

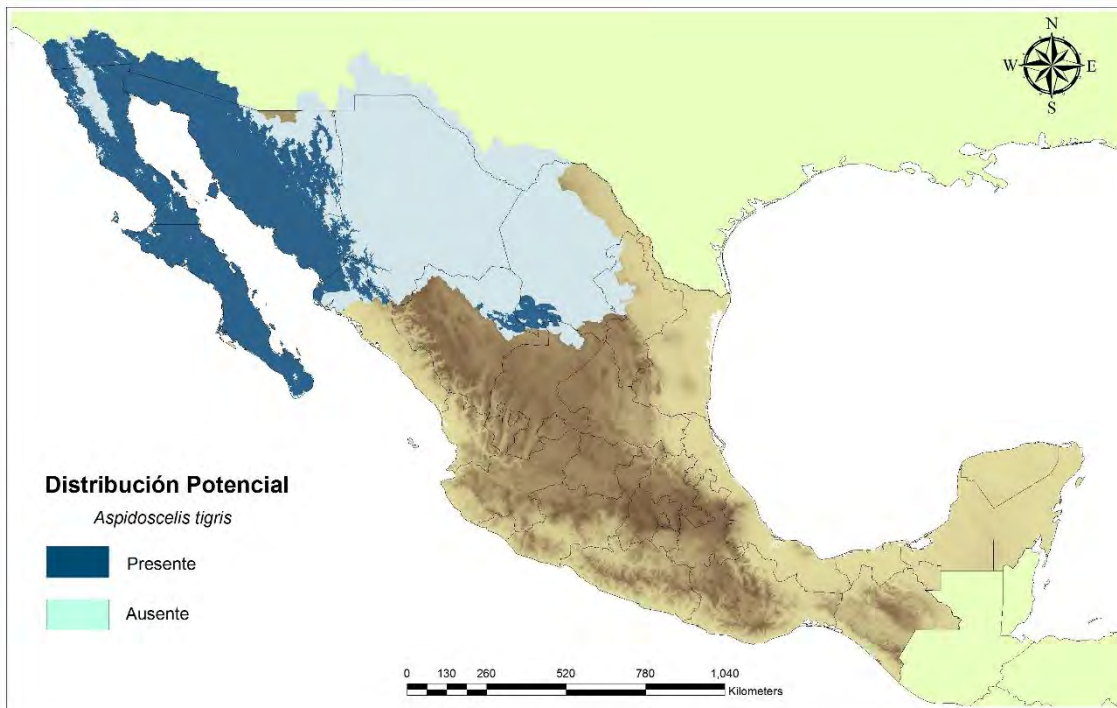


Figura 42. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidozelis tigris*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

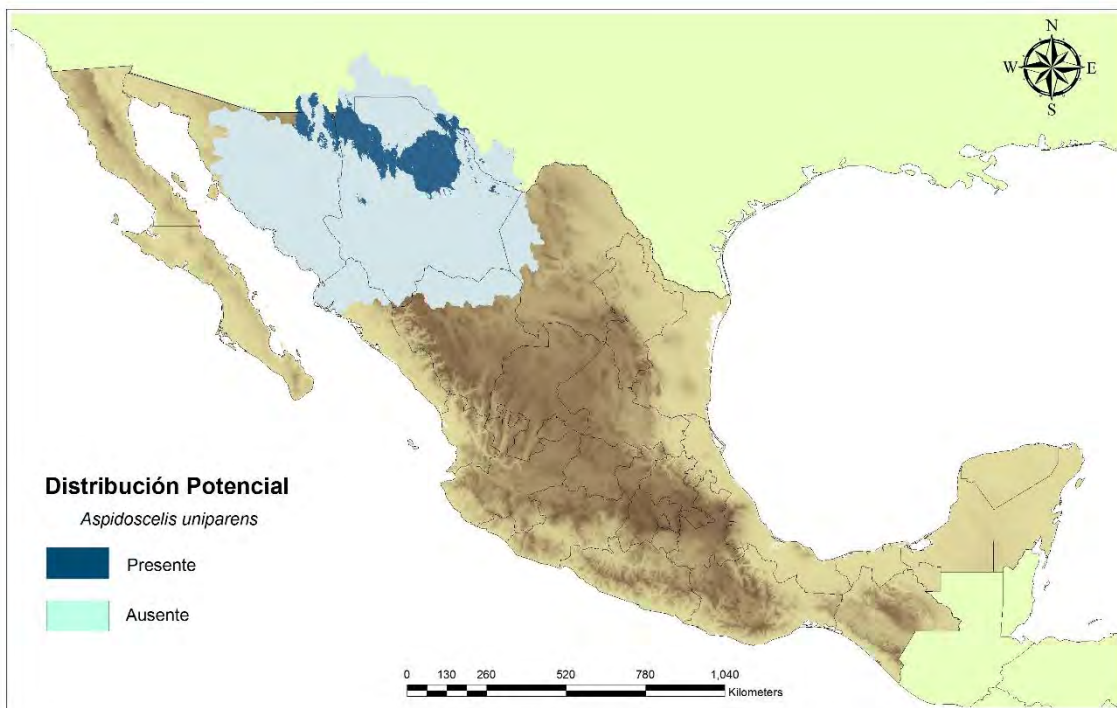


Figura 43. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 para la especie *Aspidozelis uniparens*. . La zona de presencia de la especie se muestra en color azul oscuro

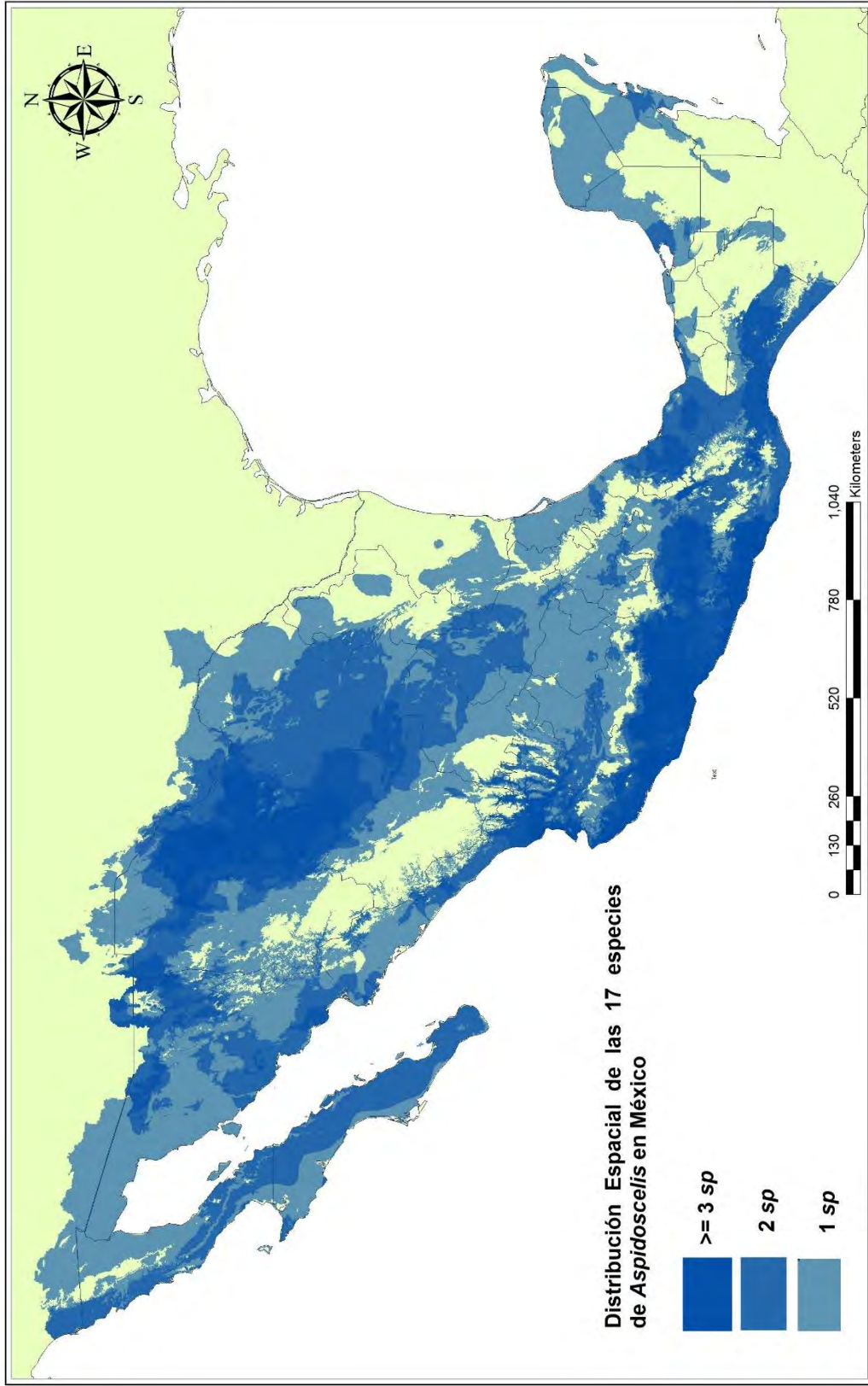


Figura 44. Distribución Potencial con base en el umbral del percentil 10 de *Aspidoscelis* en México.

8. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1 Base de datos

A pesar de contar 40,110 registros obtenidos de la base de datos de GBIF se recabaron solo 1831 esto para 17 especies (Cuadro 3) esto representa menos del 10 % de la cantidad total. Las causas de que los registros sean tan pocos en comparación con los obtenidos de GBIF se debe a la existencia de registros que solo contienen el nombre de la especie y la fecha de cuando se observaron, existen localidades muy muestreadas para una especie o carecen de datos de georreferenciación (coordenadas o localidad). Varela y colaboradores en 2014 mencionan los beneficios y los inconvenientes de las bases de datos de acceso libre (GBIF) y los posibles sesgos que existen en tener datos de mala calidad para la elaboración de Modelos de Distribución.

Las especies con un gran número de registros coinciden con las que poseen un mayor número de subespecies y las cuales su registro se consideró a nivel de especie, tal es el caso de *A. tigris* (364 registros), *A. gularis* (387 registros) y *A. hyperythra* (276 registros).

El mapa de la distribución conocida para México (Figura 1), muestra las zonas de ocurrencia de las especies donde *Aspidoscelis* tienen una distribución muy amplia que abarcan desde la parte norte del país con especies procedentes de Estados Unidos, especies que se distribuyen exclusivamente en México, y otras que comienza su distribución en el territorio mexicano y se extienden hasta Centroamérica. Dentro de México su distribución no cuenta con presencia en zonas altas más allá de los 2800 msnm ya que su distribución altitudinal va desde el nivel del mar hasta los 2650 msnm (Sánchez-Herrera, 1980, Wright & Vitt, 1993) esto principalmente se debe a la temperatura corporal que alcanzan (40°C) (Colli *et al.*, 2003; Pianka & Vitt, 2003), por lo cual en estas áreas los registros son nulos para *Aspidoscelis*. Especies como *Aspidoscelis tigris*, *A. hyperythra*, *A. deppii*, y *A. cozumelae* tienen presencia en islas, aunque algunos registros para estas especies en islas son discriminados ya que las coberturas climáticas como WorldClim (<http://www.worldclim.org>) no tienen cobertura para ellas y al trabajar los Modelos de Distribución en Maxent marca un error ya que considera los registros fuera de la zona de cobertura.

8.2 Diversidad del género *Aspidoscelis* en México

El mapa de la variación de la riqueza de especies de *Aspidoscelis* (Figura 2) muestra como valor máximo cinco especies por celda. El patrón espacial de riqueza que presentan las celdas con el número mayor de especies se encuentra hacia la línea de Costa del Pacífico desde el estado de Sinaloa hasta el de Chiapas. La zona del desierto de Chihuahua también muestra un área con gran riqueza de especies. Para los reptiles de México en general, se exhibe un patrón espacial de riqueza hacia las zonas costeras principalmente las zonas de Veracruz, Oaxaca, y Chiapas (Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, 2006), estos patrones coinciden para *Aspidoscelis* en las zonas costeras del Pacífico donde la riqueza de especies es mayor que en otras zonas.

La concordancia que hay entre los patrones de riqueza de especies mantiene una ligera relación esto debido a la riqueza del género *Aspidoscelis* en México, el segundo más diverso (5.5%) solo rebasado por *Sceloporus* (10.5%), (Flores-Villela & García-Vázquez, 2013).

La diversidad beta (Figura 3) muestra el recambio de especies. Las celdas en color rojo son aquellas donde las especies son totalmente diferentes a las que existen alrededor. *Aspidoscelis* presenta 17 puntos de recambio de especies a lo largo de México. En el norte del país los puntos de recambio (7) son en la zona de al este de Mexicali, norte de Hermosillo, al sur en la capital de Chihuahua, los límites de Chihuahua y Sinaloa (Guadalupe y Calvo, Chihuahua), límites Chihuahua y Coahuila (Bolsón de Mapimí), al este del Área Natural Protegida Maderas del Carmen (Coahuila) y al norte de la capital de Durango. En el centro se encuentran 5 puntos de recambio en los estados de Jalisco, cercano a Tepetitlan de Morelos y el siguiente en Ciudad Guzmán. En Michoacán se encuentra cercano a Morelia, en el Estado de México entre Atlacomulco y Villa del Carbón, para Veracruz se sitúa en Ixhuatlán de Madero. Y las últimas al sur en Oaxaca en Santiago Tepextla, en Chiapas cercano Comitán de Domínguez, dentro de los límites de Veracruz y Tabasco existen dos celdas continuas esto para las zonas de Coatzacoalcos y Minatitlán llegando hasta Tecolutilla en Tabasco y la última en Quintana Roo al oeste de Cancún.

El mapa de endemismo (Figura 4) muestra las celdas donde existen especies que presentan endemismo donde el valor máximo de endemismo es (≥ 0.1610). Las áreas donde existen una alta tasa de endemismo se sitúan al sur en la Península de Yucatán, siendo la parte norte de Quintana Roo y la isla de Cozumel las que presentan estas condiciones; en la parte norte de los estados de Sonora y Chihuahua existen también celdas que marcan una alta tasa de endemismo; los estados de Oaxaca y Chiapas también muestran un índice alto de endemismo, Oaxaca exhibe este índice en la zona de costa muy cerca de los límites de Guerrero y Chiapas hacia su parte media del estado cerca de lo

que es Tuxtla Gutiérrez y San Cristóbal de la Casas. Por último la zona costera de los estados de Jalisco y Colima evidencian este alto índice de endemismo para las especies de *Aspidoscelis*. La mayoría de las zonas con un alto índice de endemismo corresponde con especies con una distribución restringida y que tiene un nombre común de acuerdo el área que habitan. Estos son los casos de *A. angusticeps* (Huico yucateco), *A. cozumelae* (Huico de la isla de Cozumel), *A. lineatissima* (Huico de líneas de Jalisco), *A. communis* (Huico moteado gigante de la costa de Jalisco), *A. exsanguis* (Huico pinto de Chihuahua) y *A. sonorae* (Huico manchado de Sonora). El endemismo de *Aspidoscelis* (Figura 4) coincide con las zonas que ha sido reportado en trabajos anteriores como el de Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, (2006) donde ubican de manera general el endemismo de la herpetofauna mexicana en el Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y la costa del Pacífico.

El análisis del clúster muestra la relación que tienen las especies con base en su área de distribución (Figura 5) de manera paralela esta información se analizó mediante un mapa de celdas que representa el clúster y la relación de similitud entre las celdas (Figura 6). Este mapa nos expresa 7 áreas de similitud. Al norte de México se expresa una área en toda la Península Baja California y la costa de Sonora, al sur la península de Yucatán también presentan una similitud a excepción de la zona de la isla de Cozumel donde expresa un área diferente al resto de la península de Yucatán, Las costas del Pacífico se dividen en dos áreas similares la primera que parte de la zona de costa de Sinaloa hacia el sur hasta Guerrero y después se adentra al centro del país por los estados de Morelos, Puebla, Tlaxcala y el Estado de México. La siguiente área de similitud corre hacia el sur de las costas del Pacífico comenzando en Guerrero siguiendo por Oaxaca y Chiapas, esta área mantiene una relación con las costas del Golfo de México en la zona de Veracruz y Tabasco.

La parte noreste hacia el centro de México presenta similitud esto en los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí, Hidalgo, Guanajuato, Querétaro, Zacatecas, Aguascalientes, Durango y Chihuahua. Por último se presenta un área hacia el Noreste de Sonora y la parte de Noroeste de Chihuahua.

La diversidad total calculada con el programa EstimateS (Colwell, 2006) utilizando estimadores no paramétricos, mostró que la gráfica de acumulación de especies con base en la abundancia (Figura 7) presentan una asíntota definida para los estimadores ACE, Jackknife₁, Chao₁ y Bootstrap, entretanto las curvas de singletons y doubletons presentan decaimiento. La gráfica de acumulación de especies con base en la incidencia (Figura 8) los estimadores ICE, Jackknife₂, Chao₂, muestran un comportamiento particular al inicio y finalizan con una asíntota definida entretanto las curvas de uniques y duplicates presentan un decaimiento. Los estimadores más robustos o adecuados según lo propuesto por Chazdon y colaboradores (1998) y Gotelli & Colwell, (2001) son aquellos

que presentan una tasa de crecimiento inicial alta y una asíntota definida; en el caso de los estimadores basados en abundancia los más adecuados son ACE y Jackknife₁, para el caso de incidencia son ICE y Jackknife₂. Bootstrap muestra un comportamiento más parecido al comportamiento de la curva para las especies estimadas.

Para ambos casos, las gráficas de acumulación de especies basadas en abundancia e incidencia los valores de los estimadores son mayores que las especies estimadas por lo cual se esperaría que existieran algunas especies más por descubrir; Flores Villela & García Vázquez, en 2013 señalan que existen varias especies nuevas para México que están por describirse, entre las cuales se encuentra *Aspidoscelis*. Los estimadores señalados como los indicados depende del grupo de organismos a trabajar ya que varios autores señalan distintos comportamientos de los estimadores (González *et al.*, 2010). Walther & Moore (2005) revisaron 14 estudios en los que se comparaba el desempeño de varios estimadores, y concluyeron que la riqueza observada es generalmente el peor, mientras que los estimadores de Chao y los de tipo Jackknife (1 y 2), son generalmente los que mejor se comportan.

Las gráficas del estimador Chao₂ (Figura 9) muestran las curvas de acumulación del estimador con sus límites inferior y superior, estas curvas representan la calidad del inventario para la base de datos obtenida de *Aspidoscelis*, es decir, estiman la cantidad de especies que pudieran encontrarse. Al comienzo de los muestreos se estima que pueden encontrarse hasta 36 especies y 10 como mínimo, siguiendo con los muestreos al final las curvas parecen juntarse en las 17 especies por lo cual solo se esperaría encontrar de una a dos especies más. El trabajo realizado para estimar la diversidad del género se contempló con las ocurrencias obtenidas de base de datos en línea y no tiene todas las especies registradas para México; sin embargo, Chazdon y colaboradores. (1998) señala que los estimadores ICE y Chao₂ son menos sensibles a la agregación por lo cual al sumar las especies sin ocurrencias en este trabajo, Chao₂ al final estimaría lo mismo que al inventarió solo faltarían una a dos especies para el género *Aspidoscelis*.

8. 3 Distribución Potencial del género *Aspidocelis* en México

Aspidoscelis angusticeps

El modelo de distribución generado para *A. angusticeps* una vez seleccionadas las variables óptimas para su elaboración (TPCLL, TPCS, TPCF, PCS) indica que las condiciones favorables para la distribución de la especie se encuentran con una alta probabilidad en la costa de Campeche, parte de la costa y centro de Yucatán y menor probabilidad hacia el estado de Quintana Roo (Figura 10), una vez realizado el corte en base al umbral del

percentil 10 para los puntos de entrenamiento (Figura 27) observamos que la especie puede estar presente principalmente en Yucatán, las costas de Campeche y el centro y sur de Quintana Roo.

El modelo fue valido por medio de la curva ROC/AUC que indica la robustez, el valor del área bajo la curva de la muestra de entrenamiento para *A. angusticeps* es 0.792 (Anexo III, Grafica 1), con base a lo indicado por Araújo & Guisan (2006) el modelo entra en la clasificación de promedio.

Lee (1996) cita a *A. angusticeps* en la península de Yucatán, en trabajos más recientes Wilson & Johnson (2010) señalan la especie como endémica de la península de Yucatán con una distribución más o menos continua hacia la parte norte de la península.

Aspidoscelis communis

La distribución potencial de acuerdo al modelo obtenido una vez elaborado con las variables más adecuadas (TPCLL y PCF) podemos observar que para *A. communis* presenta una alta probabilidad en la costa del Pacifico desde de Nayarit hasta los límites de los estados de Guerrero y Oaxaca, y disminuye esta probabilidad hacia el interior del país. *A. communis* en Michoacán y sus límites con Guerrero presenta alta probabilidad de ocurrencia hasta el centro de dichos estados, en Colima presenta en su totalidad una alta probabilidad de encontrarse (Figura 11). El modelo con el umbral del percentil 10 (Figura 28) observamos que la alta probabilidad de ocurrencia coincide con el área de presencia para la especie *A. communis*.

La validación de este modelo con ayuda de la curva ROC/AUC muestra que el valor del área de la curva de la muestra de entrenamiento 0.862 (Anexo III, Grafica 5), puede clasificarse en la categoría de un modelo bueno según el criterio de Araújo & Guisan (2006).

La literatura reporta la distribución de *Aspidoscelis communis* en los estados Jalisco, Colima, Guerrero, Michoacán, Nayarit y Morelos (Uetz, 2015)

Aspidoscelis costata

A. costata presentó un modelo de distribución ajustado con las variables adecuadas (ODT, TPCLL, PCF) donde podemos observar una distribución muy amplia que abarca desde de Sonora hasta los límites de Oaxaca, Veracruz y Guerrero. Existe una alta probabilidad principalmente en la zona de costa de Sinaloa, Nayarit, Jalisco y en el centro de Sonora Estados como Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Puebla, Estado de México, Morelos, Distrito Federal, Puebla y Tlaxcala presentan una probabilidad media de encontrar esta

especies. Durango y Zacatecas se tiene una probabilidad de media a baja (Figura 12). El mapa de presencia con base en el umbral del percentil 10 (Figura 29) presenta mayor detalle de los estados con presencia para *A. costata* siendo Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero, Morelos donde toda su extensión puede encontrarse esta especie. La robustez del modelo entra en la clasificación de bueno con base en el valor del área bajo la curva para la muestra de entrenamiento obtenido de la curva ROC/AUC siendo este valor 0.803 (Anexo III, Grafica 2).

Información obtenida del portal de internet EncicloVida de Conabio cita los estados donde sea reportado en literatura las ocurrencias de *A. costata* siendo Chihuahua, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala, y Veracruz los estados de la distribución de esta especie.

Aspidoscelis cozumelae

La distribución de *A. cozumelae* con base en el modelo ajustado con las variables adecuadas (PCF, OAT) muestra una alta probabilidad en la isla de Cozumel, una probabilidad media en la costa de Quintana Roo y baja en la parte de Yucatán y en el interior de Quintana Roo (Figura 13). El mapa de presencia de *A. cozumelae* (Figura 30) con base en el umbral del percentil 10 para los punto de entrenamiento muestra que la zona de costa de Quintana Roo y la isla de Cozumel como las zonas de presencia para la especie. La validación del modelo con base en la curva ROC/AUC tomando el valor del área bajo la curva para la muestra de entrenamiento es 0.949 (Anexo III, Grafica 3) donde la clasificación de Araújo & Guisan (2006) coloca este modelo en la categoría de excelente.

La distribución en la literatura reporta a *A. cozumelae* como una especie endémica de la Isla de Cozumel ubicada en la parte este de la Península de Yucatán (Lee & Calderón, 2007)

Aspidoscelis deppii

El modelo de distribución obtenido para *A. deppii* con las variables adecuadas (OAT, EP, TPPF) muestra las condiciones favorables teniendo una probabilidad alta de ocurrencia en la franja costera desde Colima hasta Chiapas, probabilidad media en la parte del sur de Michoacán, en todo el estado de Guerrero y Morelos, centro de Veracruz, también en la parte sur de los estados de Puebla y Estado de México y baja probabilidad en Nayarit y Jalisco (Figura 15). El mapa obtenido con base en el umbral del percentil 10 para los puntos de entrenamiento (Figura 31) podemos observar el área de presencia, estados como Colima, Michoacán, Guerrero, Chiapas, Morelos y Veracruz son los que presentan

un área mayor de presencia; Puebla, Nayarit, Jalisco, y el Estado de México presentan menor área de presencia para *A. deppii*. La curva ROC/AUC muestra el valor del área bajo la curva de la muestra de entrenamiento el cual es 0.811 (Anexo III, Grafica 8) teniendo una clasificación de bueno según lo documentado por Araújo & Guisan (2006)

Literatura sobre a *A. deppii* menciona que la distribución va desde México comenzando el norte del estado Michoacán hasta Costa Rica (Köhler, 2008).

Aspidoscelis exsanguis

La distribución espacial obtenida una vez realizado el modelo con las variables más adecuadas (TPA, OAT, ODT) presenta una alta probabilidad de encontrar la especie *A. exsanguis* en Chihuahua particularmente hacia el centro y el norte del estado, en los límites con Sonora y parte norte se presenta la misma condición, hacia el sureste del estado de chihuahua la probabilidad es media a baja (Figura 18). La presencia con base en el umbral del percentil 10 (Figura 32) abracan la mayor parte del estado de Chihuahua y en el norte de Sonora. El valor de área bajo la curva es 0.832 (Anexo III, Grafica 16) permite evaluar este modelo como bueno.

La distribución reportada por Stuart (1991) de esta especie abarca zona de oeste Texas y este de Arizona recorriendo al sur hasta Chihuahua y la zona noreste de Sonora.

Aspidoscelis gularis

El modelo ajustado obtenido con las variables adecuadas (PCF, TMPPC) presenta la distribución de *A. gularis* con una alta probabilidad en Altiplano mexicano comprendido por los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, parte de San Luis Potosí, Hidalgo, el este Nuevo León, el norte de Michoacán, en el sureste de Tamaulipas existe probabilidad media a baja (Figura 16). El corte con el umbral del percentil 10 para los puntos de entrenamiento muestra las zonas que son consideradas de presencia para la especie y podemos observar los estados que se mencionaron de alta probabilidad son las zonas de presencia donde la distribución es muy amplia abarcando desde Chihuahua, Coahuila y parte de Nuevo León hasta Jalisco y Michoacán (Figura 33).

La calidad del modelo valido con la curva ROC/AUC esto con el valor del área bajo la curva es 0.735 (Anexo III, Grafica 9) sitúa a este en promedio. La situación de *A. gularis* es particular ya que dentro de esta existe un complejo de subespecies que han tenido o tienen problemas taxonómicos (Manríquez-Morán & Orozco-Rodríguez, 2011) están reflejados en los estudios de distribución y planes enfocados a su conservación, los cuales

son escasos o no existen. Pérez Almazán y colaboradores en 2014 describen la distribución del complejo de *Aspidoscelis gularis* sobre el Altiplano Mexicano.

Aspidoscelis guttata

La distribución de *A. guttata* con base en el modelo ajustado con las variables adecuadas (PCF, TPPF) se observa que las costas de presentan alta probabilidad de ocurrencia esto partir de Michoacán siguiendo hacia el sur por Guerrero, Oaxaca y concluyen hasta el sur Chiapas. En Veracruz y sus límites con Oaxaca así como en los límites de Michoacán y Guerrero existen probabilidades medias a bajas de ocurrencia (Figura 14). El mapa de presencia con base en el umbral del percentil 10 (Figura 34) muestra que el área de presencia comienza desde las costas de Nayarit siguiendo por Jalisco y Colima hasta Chiapas, también el área se extiende de Veracruz al norte a San Luis Potosí y al sur hacia Tabasco, el área en la zona de Guerrero se extiende a Morelos, el Estado de México y Puebla. El valor del área bajo la curva es 0.859 (Anexo III, Grafica 10) lo cual valida el modelo como bueno con base en la clasificación propuesta por Araújo & Guisan (2006). La distribución de *Aspidoscelis guttata* reportada en la IUCN red list sitúa a esta especie en el norte de Veracruz, en el este de México y del Río Balsas, hacia el sur hasta el Istmo de Tehuantepec.

Aspidoscelis hyperythra

El modelo ajustado con las variables más adecuadas (EDT, PPLL) se observa una distribución para *A. hyperythra* en Baja California y Baja California Sur teniendo una alta probabilidad hacia la parte más sur de la península de Baja California y hacia el norte de esta la probabilidad disminuyendo hasta la zona de Ensenada y Tijuana donde la probabilidad aumenta (Figura 17). El área de presencia con base en el umbral de corte del percentil 10 abarca la zona de la península de Baja California a excepción de la Sierra de Juárez y San Pedro Mártir y parte del Desierto del Vizcaíno. (Figura 35). La eficiencia del modelo analizando la curva ROC/AUC con el valor del área bajo la curva para la muestra de entrenamiento es 0.817 (Anexo III, Grafica 17) el cual sitúa al modelo dentro de la clasificación de bueno

La distribución de *A. hyperythra* reportada en literatura la ubican en la península de Baja California en México (Thompson *et al.*, 1998), incluyendo islas en el Pacífico (isla Magdalena y Santa Margarita), e islas en el Golfo de California (San Marcos y los Coronados), (Grismer 2002). Está ausente el interior del desierto de Vizcaíno en México.

Aspidoscelis inornata

La distribución de *A. inornata* con base en el modelo ajustado con las variables adecuadas (PPLL, ISO, TPCF) presenta una alta probabilidad de ocurrencia en el norte de Chihuahua continua hacia el sur a Durango ahí, la alta probabilidad es mayor en el noreste, el centro y sur de Coahuila se observan las mismas condiciones y disminuyen hacia el norte de Zacatecas y noroeste de San Luis Potosí (Figura 19).

El área de presencia establecida con el corte del umbral del percentil 10 para los puntos de entrenamiento muestra el estado de Coahuila tiene un área de presencia que abarca casi totalidad, Chihuahua el lado este tiene presencia de la especie, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí tienen área de presencia ubicada hacia el norte de dichos estados y Nuevo León solo muy poca presencia y se encuentra en los límites que tiene con Coahuila (Figura 36). La validación del modelo con ayuda del valor del área bajo la curva es de 0.737 (Anexo III, Grafica 12) el cual entra en la clasificación de promedio. La extensión de presencia, el área de distribución, número de subpoblaciones, y el tamaño de la población son bastante grandes y probablemente disminuyendo lentamente (Degenhardt *et al.*, 1996).

Aspidoscelis lineattissima

La distribución espacial de *A. lineattissima* con base en el modelo ajustado con las variables adecuadas (TPCLL, TPA) existe una alta probabilidad de ocurrencia en la costa del Pacífico comenzando en la parte media de Sinaloa continua por Nayarit donde se extiende hacia el centro del estado, en la costa de Jalisco, Colima y parte de Michoacán la probabilidad también es alta, las costas de Michoacán, Guerrero y una pequeña parte de Oaxaca presentan una probabilidad de ocurrencia media a baja (Figura 20). El área de presencia con base en el umbral de corte del percentil 10 (Figura 37) se limita a las costas del Pacífico desde Sinaloa hasta los límites de Guerrero y Oaxaca solo a excepción de unas partes que el área se extiende hasta la parte centro del estado esto en el caso Michoacán y Nayarit. La clasificación para este modelo según el área bajo la curva (Anexo III, Grafica 11), lo ubica como un modelo excelente con base en lo establecido por Araujo & Guisan en 2006.

En la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) para especies amenazadas Ponce-Campos & García Aguayo (2007) señala el área donde se distribuye *A. lineattissima* la cual abarca las tierras bajas del Pacífico, a lo largo del río Santiago, y hacia el sur a lo largo de la costa hasta el norte de Guerrero (área Tepaltepec-Balsas).

Aspidoscelis mexicana

El modelo ajustado para *A. mexicana* con las variables adecuadas (TPCLL, TCC, TMPPC, OAT, PCS, PCLL) presenta una probabilidad de distribución alta en la zona de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán siguiendo hacia la parte oriental de la cuenca del Balsas y en el centro del estado de Oaxaca. En gran parte de la Cuenca del Balsas, y hacia las zonas Costeras de Oaxaca y Chiapas existen probabilidades de medias y bajas (Figura 21). La presencia de la especie mediante el umbral del percentil 10 para los puntos de entrenamiento podemos observar que la especie *A. mexicana* tiene presencia en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán llegando hasta el centro de Oaxaca (Figura 38). La validación de modelo según la clasificación de Araujo & Guisan en 2006 de acuerdo al valor del área bajo la curva es 0.805 (Anexo III, Grafica 13) entra en la categoría de un modelo bueno. La descripción de *A. mexicana* en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN) para especies amenazadas esta especie es endémica de centro del estado de Oaxaca con un rango altitudinal alrededor de 1.700 a 1.800 msnm (Canseco- Márquez, 2007).

Aspidoscelis motaguae

La distribución espacial de *A. motaguae* con base en el modelo obtenido con las variables adecuadas (PCS, ODT, PA, TPCLL) existe alta probabilidad de ocurrencia en parte de norte de Oaxaca continuando hacia el centro y sureste de este estado sigue hacia el centro de Chiapas, en Veracruz en la parte centro del estado existen también condiciones altas para la especie, encontramos probabilidad media y baja en las costas de Oaxaca y rodeando el área de alta probabilidades (Figura 22). La presencia con base en el corte del umbral del percentil 10 para los puntos de entrenamiento nos muestra que las zonas marcadas con altas probabilidades son las seleccionadas como el área de presencia para *A. motaguae* (Figura 39). La clasificación en la que entra este modelo es bueno esto con respecto al valor del área de bajo la curva (Anexo III, Grafica 14). Esta especie tiene una distribución discontinua por entornos de bosques tropicales estacionalmente secos del centro de Oaxaca (sur de México), a través del valle del Grijalva, en la depresión central de Chiapas (sur de México). Su rango de elevación es de 175 a 1.200 msnm (Wilson & Johnson 2010).

Aspidoscelis sonorae

El modelo ajustado con las variables ambientales adecuadas (EDT, ODT, OAT, PCF, TPCF) muestra la distribución de *A. sonorae* con una alta probabilidad en la parte norte del estado de Sonora, la probabilidad media de encontrar esta especie es en el centro de Sonora y un área aislada pequeña en el centro de Chihuahua (Figura 23). El mapa con la

presencia con base en el umbral del percentil 10 podemos observar que la parte norte de Sonora es donde se encuentra esta especie y la pequeña zona aislada en Chihuahua (Figura 40). La validación del modelo con ayuda de la Curva ROC/AUC con base en el valor del área bajo la curva es 0.961 (Anexo III, Grafica 4) se considera al modelo de *A. sonorae* como excelente.

Esta especie se encuentra en un área relativamente limitada en el suroeste de Estados Unidos y noroeste de México. Su área de distribución se extiende desde el sureste de Arizona y el suroeste de Nuevo México hacia el sur en el noreste de Sonora, México, a alturas de aproximadamente de los 210 a, 130 msnm. Podría ocurrir en el noroeste Chihuahua (Stebbins, 2003).

Aspidoscelis tessellata

La distribución especial con base en el modelo ajustado con las variables ambientales adecuadas (PCF, PPLL, TMPPC) existe una alta probabilidad en la parte Noreste de Chihuahua continuando hasta la parte centro de este estado y una zona aislada en Sonora en Guaymas y cercana a Ciudad Obregón (Figura 24). El mapa de presencia con base en el umbral del percentil 10 se observa la presencia para esta especie desde el noreste hasta el sureste de Chihuahua llegando a la zona de Durango y en Sonora desde Guaymas hasta Navojoa (Figura 41). El modelo fue clasificado como excelente esto con base en el valor del área bajo la curva para la prueba de entrenamiento es 0.969 (Anexo III, Grafica 6) esto de acuerdo a Araujo & Guisan en 2006. La distribución se extiende desde el sureste de Colorado (Hammerson, 1999) a través de Nuevo México (Degenhardt *et al.*, 1996), extremo sureste de Arizona, y el oeste de Texas (Dixon, 2000) a Chihuahua (Taylor *et al.*, 2003). La distribución es principalmente discontinua y localizada (Degenhardt *et al.*, 1996, Bartlett & Bartlett, 1999).

Aspidoscelis tigris

El modelo ajustado con las variables ambientales adecuadas (TPPF, TPCS) presenta una distribución para *A. tigris* con alta probabilidad en la península de Baja California a excepción de las sierras de Juárez y San Pedro Mártir, en Sonora presenta la misma probabilidad alta en todo el estado con su excepción en la cercanías de los límites con la Sierra Madre Occidental, las probabilidades media ocurren en los límites de Sonora y Sinaloa mientras que una área aislada en Coahuila y Durango presenta esta condiciones (Figura 25). El mapa de presencia con base en el umbral de corte del percentil 10 para los puntos de entrenamientos las áreas de presencia coinciden con las probabilidades altas de ocurrencia es decir la península de Baja California, Sonora y los límites de Coahuila-

Durango (Figura 42). La clasificación para modelos de distribución según Araujo & Guisan en 2006 *A. tigris* entra en la categoría de promedio con base en el valor del área bajo la curva de la Curva ROC/AUC (Anexo III, Grafica 15). Stebbins en 2003 señala la distribución de *A. tigris* la cual se extiende desde Oregon e Idaho en Estados Unidos, al sur en Baja California, Sinaloa, Coahuila, en México.

Aspidoscelis uniparens

La distribución espacial para *A. uniparens* con base en el modelo ajustado con las variables adecuadas (EDT, TCC, TPA, TPCF, TPPF) presenta que existe una alta probabilidad de ocurrencia en la parte norte de Chihuahua y se extiende hasta los límites de Sonora (Figura 26) El mapa de área presencia de la especie se observa que el área abraza la zona al norte de la capital de Chihuahua y avanzando al noroeste hacia Cananea, Sonora (Figura 42). El modelo (Anexo III, Grafica 7) entra en la clasificación de excelente esto de acuerdo al valor del área bajo la curva ROC/AUC propuesto por Araujo & Guisan en 2006. Stebbins en su guía de campo de reptiles y anfibios occidentales señala que la distribución de *A. uniparens* se extiende desde Arizona, Nuevo México, el oeste de Texas, y hacia el sur hasta el centro de Chihuahua.

La distribución potencial de *Aspidoscelis* en México es bastante amplia prácticamente abarcando todos los estados (Figura 44) con excepción de las zonas altas de montaña como la Sierra Madre Occidental y Oriental, el eje Neovalcánico Transversal, los Altos de Chiapas y la Sierra de Juárez debido a la temperatura corporal alta y constante que presentan como características del género la cual explica la baja diversidad en estas zonas (Vitt & Pianka, 2004). La parte norte de Tamaulipas, parte de Nuevo León, el este de Tabasco, sureste de Campeche y suroeste de Quintana Roo son áreas que no cuentan con área de presencia para las especies del género. Las especies de *Aspidoscelis* presenta coincidencia en su distribución en las zonas de la Costa del Pacífico, el Norte y centro de Chihuahua, las cuales se pueden situarse dentro de las provincias herpetofaunísticas Mexicana del Oeste, Desierto Chihuahuense, Sierra Madre Occidental y parte del Eje Neovolcánico (Casas-Andreu & Reyna-Trujillo, 1990).

Los mapas con la distribución potencial para las distintas especies de *Aspidoscelis* mostraron ser robustos ya que la evaluación los clasifica de promedio hasta excelentes con base en el valor del área bajo la curva ROC/AUC, teniendo 4 modelos con clasificación de promedio, 8 modelos buenos y excelentes fueron clasificados 5 (Cuadro 4); las especies con un modelo categorizado como promedio son especies con problemas en su taxonomía, *A. gularis* es citado (Manríquez-Morán & Orozco-Rodríguez, 2011) con este problema el cual se ve reflejado en los estudios de distribución y planes enfocados a su conservación los cuales son escasos o no existen.

La generación de mapas binarios a partir de los modelos con base en un umbral de corte representa una decisión clave ya que dependiendo del umbral de selección los resultados pueden ser distintos y algunas veces puede sobreestimar el área potencialmente habitable por las especies (Varela *et al.*, 2014). El umbral del percentil 10 para los puntos de entrenamiento indica que el 10% de los puntos de presencia pueden caer fuera del área de predicción, o del área de distribución potencial con lo cual si existen errores de georreferencia (comunes al trabajar bases de datos de acceso libre GBIF) no se sobreestimarán el área de presencia de la especie.

La Norma Oficial Mexicana 059 (SEMARNAT, 2010) señala que de 23 especies de la familia Teiidae, todas del género *Aspidoscelis*, seis se encuentran dentro de la categoría de amenazada y 17 en protección especial. Dentro de este trabajo hay 5 especies dentro de la NOM-059, 4 están sujetas a protección especial (*A. communis*, *A. costata*, *A. lineatissima*, y *A. mexicana*) y una se encuentra en la categoría de amenazada (*A. hyperythra*); de las especies con protección especial coinciden es su distribución en las costa del pacifico entre los estados de Nayarit y Oaxaca y *A. hyperythra* que se encuentra amenazada tiene una distribución en la península de Baja California, la generación de los modelos de distribución espacial y la actualización del conocimiento de la fauna nacional puede ayudar a promover y crear proyectos enfocados en la conservación no solo de este género de escamados, sino de otros reptiles y demás vertebrados de México.

De manera general la distribución de las especies responde a procesos complejos donde las relaciones bióticas tienen una gran influencia. La competencia por ejemplo puede llevar a que las especies no ocupen más que una parte del área de distribución potencial (Anderson *et al.*, 2002, Pearson & Dawson 2003).

Pérez-Almazán y colaboradores en 2014 consideran la temperatura y precipitación para los escamados, como factores importantes que determinan su desempeño óptimo (ecológico, fisiológico y conductual) en el ambiente (Wright, 1993), lo que promueve su permanencia dentro del hábitat, impactando directamente en su adecuación (sobrevivencia y reproducción) (Vitt & Caldwell, 2013). Sin embargo, las presiones impuestas, producto de interacciones bióticas y abióticas, promueven variación en características de historia de vida y procesos de especiación, los cuales son difíciles de mostrar en los modelos, porque tales procesos se llevan a cabo dentro de escalas más finas (Miller, 2010; Sangermano & Eastman, 2012).

Para robustecer la información en los modelos de distribución potencial Pérez-Almazán y colaboradores en 2014 consideran se deben conducir estudios filogenéticos (Soberón & Petersón, 2004; Raxworthy *et al.*, 2007), filogeográficos (Wiens & Penkrot, 2002; Leaché *et al.*, 2009; Peterson, 2009) y ecológicos (Rissler *et al.*, 2006) previos, con información a escala regional de los grupos de interés, porque actualmente los cambios y

alteraciones en los hábitats naturales promovidos por el cambio de uso de suelo (factores antropogénicos) y temperatura (cambio climático global) han generado cambios en las distribuciones, disminución de las poblaciones, procesos evolutivos drásticos y eventos de extinción (Huey *et al.*, 2010; Sinervo *et al.*, 2010).

9. CONCLUSIONES

La bases de datos de acceso libre como GBIF representa un gran apoyo al realizar estudios relacionados con patrones de distribución de la biodiversidad debido a la gran cantidad de datos almacenados, su fácil accesibilidad o las grandes escalas temporales o geográficas disponibles. Sin embargo, se tiene que tomar en cuenta que existen errores que podrían dificultar o representar un sesgo a la hora de realizar la modelación espacial esto por la representación excesiva de localidades de algunas especies, o los errores taxonómicos y de georreferenciación.

La riqueza de especies del género *Aspidoscelis* muestra que la mayor riqueza se ubica en la Costa del Pacífico y en el Desierto de Chihuahuense mientras que el endemismo es mayor hacia el sur en la península de Yucatán, las costas de Jalisco y Colima y en la parte norte del estado de Sonora.

Los Modelos de Distribución Potencial generados con *Maxent* para cada una de las especies de *Aspidoscelis*, trece muestran una fidelidad buena o excelente con base en el análisis de la Curva ROC/AUC y cuatro son clasificados como promedio ya que estas especies tienen problemas en cuanto a su taxonomía lo que representa sesgos a la hora de la generación de los mapas de los Modelos de Distribución Espacial.

El género *Aspidoscelis* presenta una distribución espacial muy amplia en México, abarcando la mayor parte del territorio nacional. Los estados con mayor presencia de especies están ubicados en las costas del pacífico, al norte y centro de Chihuahua, áreas que pueden ubicarse dentro de las provincias herpetofaunísticas Mexicana del Oeste, Desierto Chihuahuense, Sierra Madre Occidental y parte del Eje Neovolcánico.

La generación de modelos de distribución espacial con el fin promover y crear proyectos para la conservación es fundamental ya que los trabajos enfocados a la conservación de *Aspidoscelis* y otros grupos son escasos o nulos lo cual conlleva a la delimitación de áreas que resguarden las especies que se pueden encontrarse amenazadas por la acción antropogénica.

10. LITERATURA CITADA

- Anderson, R.P., M. Gómez-Laverde & AT Peterson. 2002. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: Insights from predictive models. *Global Ecology and Biogeography* 11: 131-141.
- Anderson, R.P. & E. Martinez-Meyer. 2004. Modeling species geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation* 116: 167-179.
- Araujo, M.B. & Guisan A. 2006. Five (or so) challenges for species distribution modeling. *Journal of Biogeography* 33:1677-1688.
- Arhennius, O. 1921. Species and area. *Journal of Ecology* 9: 95-99.
- Asplund, K. K. 1970. Metabolism and body temperatures of whiptail lizards (*Cnemidophorus*). *Herpetologica* 26: 403-411
- Baird, S.F. 1859. Description of new genera and species of North American lizards in the museum of the Smithsonian Institution. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 10: 253-256
- Baird, S.F. & Girard, C. 1852. Characteristics of some new reptiles in the Museum of the Smithsonian Institution, part 2. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 6: 125-129
- Bartlett, R.D. & Bartlett, P.P. 1999. *A Field Guide to Texas Reptiles and Amphibians*. Gulf Publishing Company, Houston, Texas. XVIII + 331 pp.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1990. *Ecology: Individuals, populations, and communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bickford, S. A. & Laffan, S. W. 2006. Multi-extent analysis of the relationship between Pteridophyte species richness and climate. - *Global Ecol. Biogeogr.* 15: 588-601.
- Bickford, S. A., Laffan S.W., de Kok R.P.J. & Orthia L.A. 2004. Spatial analysis of taxonomic and genetic patterns and their potential for understanding evolutionary histories. - *J Biogeogr.* 31: 1715-1733
- Bogert, C.M. 1949. Thermoregulation in reptiles, a factor in evolution. *Evolution* 3: 195-211
- Böhm, M. *et al.*, 2013. The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation* 157:372-385.
- Brose, U. 2002. Estimating species richness of pitfall catches by non-parametric estimators. *Pedobiologia* 46:101-107.
- Brown, J. 1995. *Macroecology*. Chicago University Press, Chicago.
- Burkholder, G.L. & J.M. Walker. 1973. Habitat and reproduction of the desert whiptail lizard, *Cnemidophorus tigris* Baird and Girard in southwest Idaho at the northern part of its range. *Herpetologica* 29: 76-83
- Canseco-Márquez, L. 2007. *Aspidoscelis mexicana*. La Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas 2007: e.T64276A12752003. [Http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64276A12752003.en](http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64276A12752003.en). Consultado el 25 de mayo del año 2016.

- Casas-Andreu, G., & T. Reyna-Trujillo. 1990. Provincias herpetofaunísticas. Mapa IV.8.6, en Atlas Nacional de México, vol. III, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Ceballos, G., A. Arroyo-Cabrales & R.A. Medellín. 2002. Mamíferos de México, en G. Ceballos & J.A. Simonetti (eds.), Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales. Conabio-Instituto de Ecología, UNAM, México.
- Chazdon, R.L., Colwell R.K., Denslow J.S. & Guariguata M.R. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica. En: Dallmeier F. y Comiskey J.A. Eds. Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modelling, pp. 285-309. The Parthenon Publishing Group, París.
- Colli, G.R., J.P. Caldwell, G.C. Costa, A.M. Gainsbury, A.A. Garda, D.O. Mesquita, A.C. M.M.R. Filho, A.H.B. Soares, V.N. Silvia, P.H. Valdujo, G.H.C. Vieira, L.J. Vitt, F.P. Werneck, H.C. Wiederhecker & M.G. Zatz. 2003. A new species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae) from the Cerrado biome in Central Brazil. Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History 14: 1-14.
- Colwell, R.K. & Coddington J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical Transactions of the Royal Society, London (Series B) 345:101-118.
- Colwell, K., C.X. Mao & J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology 85:2717-2727.
- Colwell, R.K. 2006. 'EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from simple; Version 8 User's Guide and Application',
- Contreras-Balderas, S., G. Ruiz-Campos, J.J. Schmitter-Soto, E. Díaz-Pardo, T. Contreras-McBeath. 2008. Freshwater fishes and water status in Mexico: A countrywide appraisal. Aquatic Ecosystem Health & Management 11(3): 246-256
- Cope, E.D. 1878. Tenth contribution to the herpetology of Tropical America. Proc. Amer. Philos. Soc. 17: 85-98
- Cornell, H.V., & J.H. Lawton. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: A theoretical perspective. Journal of Animal Ecology 61: 1-12.
- Crips, M.D., S. Laffan, H. P. Linder & A. Monro. Endemism in the Australian flora. -J. Biogeogr. 28: 183-198.
- Degenhardt, W.G., Painter, C.W. & Price, A.H. 1996. Amphibians and Reptiles of New Mexico. University of New Mexico Press, Albuquerque, New Mexico. Xix + 431 pp.
- Dias, R.E.J. & C.F.D. Rocha. 2004. Thermal ecology, activity patterns, and microhabitat use by two sympatric whiptail lizards (*Cnemidophorus abaetensis* and *Cnemidophorus ocellifer*) from Northeastern Brazil. Journal of Herpetology 38: 586-588.
- Dixon, J.R. 2000. Amphibians and Reptiles of Texas. With Keys, Taxonomic Synopses, Bibliography, and Distribution Maps. Second edition. Texas A & M University Press, College Station, College Station, Texas.

- Elith, J., C.H. Graham, R.P. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R.J. Hijmans, F. Huettmann, J.R. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L.G. Lohmann, B.A. Loiselle, G. Manion, C. Moritz, M. Nakamura, Y. Nakazawa, J. McC. Overton, A.T. Peterson, S.J. Phillips, K.S. Richardson, R. Scachetti-Pereira, R.E. Schapire, J. Soberón, S. Williams, M.S. Wisz & N.E. Zimmermann. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129 – 151.
- Espinosa, P.H. 1999. Listado de peces mexicanos. Colección Nacional de Peces. Instituto de Biología, UNAM. Base de datos Snib-Conabio, proyecto K006.
- ESRI. Environmental Systems Research Institute. 2006. ArcView Geostatistical Analyst. Redlands.
- Faith, D.P. 1992. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biol. Conserv.* 61: 1-10.
- Fernández Álamo, M. & Rivas G. 2007. Niveles de organización en animales. Las prensas de ciencias. UNAM Facultad de ciencias. 358 pp.
- Ferrier, S., G. Manion, J. Elith & K. Richardson, 2007. Using generalized dissimilarity modelling to analyse and predict patterns of beta diversity in regional biodiversity assessment. *Divers. Distrib.* 13: 252-264.
- Fitzinger, L. 1843 *Systema reptilium*. Vienna: Vindobonae
- Flores-Villela, O. 1993. Breve historia de la herpetología en México. *Elementos*, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla 18:11-21.
- Flores-Villela, O., & L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zool. Mex.* 20: 115-144
- Flores-Villela, O., & P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo. unam-Conabio, México.
- Flores-Villela, O., & U.O. García-Vázquez. 2013. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84.
- Gadow, H. 1906. A contribution to the study of evolution based upon the Mexican species of *Cnemidophorus*. *Proc. Zool. Soc. London* 1906: 277-375
- Gaston, K.J. 1996. Species richness: Measure and measurement, in K.J. Gaston (ed.), *Biodiversity. A biology of numbers and differences*. Blackwell Science, Oxford, pp. 77-113.
- Gaston, K.J., & T.M. Blackburn. 2000. *Pattern and process in macroecology*. Blackwell Science, Oxford.
- Gienger, C.M., D.D. Beck, N.C. Sabari & D.I. Stumbaugh. 2002. Dry season habitat use by lizards in a Tropical Deciduous Forest of Western Mexico. *Journal of Herpetology* 36: 487-490.
- González-Oreja, J.A., De la Fuente-Díaz-Ordaz, A.A., Hernández-Santín, L., Buzo-Franco, D. & Bonache-Regidor, C., 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1: 31-45.
- Gotelli N.J. & Colwell R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4:379-391.

- Grismer LL. 2002. Amphibians and reptiles of Baja California including its Pacific Islands and the islands in the Sea of Cortes. Univ. California Press, Berkeley
- Guisan, A. & N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution model in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147 – 186.
- Guisan, A. & W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8: 993 – 1009.
- Güizado Rodríguez M.A. 2012. Factores ecológicos que limitan la distribución geográfica de *Aspidoscelis costata costata* Y *Aspidoscelis calidipes* (Reptilia:Teiidae), y su relación con el calentamiento global. Tesis Doctoral. Instituto de Biología. UNAM
- Halffter, G., & C.E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, pp. 5-18.
- Hammerson, G.A. 1999. Amphibians and reptiles in Colorado. Second edition. University Press of Colorado, Boulder, Colorado.
- Hanley J.A. & McNeil B.J. 1982. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology* 143:29-36.
- Harte, J., & A.P. Kinzing. 1997. On the implications of species-area relationships for endemisms, spatial turnover and food-web patterns. *Oikos* 80: 417-427.
- Hernández, P.A., C.H. Graham, L.L. Master & D.L. Albert. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29: 773 – 785.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones & A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climates surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965 – 1978.
- <http://www.gbif.org> Consultado el 10 de octubre del 2015.
- Huey, R., Lossos, J.B., & Moritz, C. (2010). Are Lizards Toast? *Science*. 328: 832-833.
- Köhler, G. 2003. Reptiles of Central America. Herpeton, Germany. 368 pp.
- Koleff, P. 2002. Spatial species turnover: Patterns, determinants, and implications. Tesis de doctorado, University of Sheffield, R.U.
- Koleff, P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.), *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, pp. 19-40.
- Koleff, P., K.J. Gaston & J.J. Lennon. 2003b. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72: 367-382.
- Krause, L. 1985. Fossil record of the family Teiidae. Notes on paleobiogeography, current distribution and habitats of the macroteiids. (Sauria, Scincomorpha, Teiidae). *Studies of Neotropical Fauna and Environment* 20: 176-188.
- Krebs, C.J. 1978. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper and Row, Nueva York.

- Laffan, S.W. & Crips M.D. 2003. Assessing endemism at multiple spatial scales, with a case study of the Australian continent. -J. Biogeogr. 35: 213-229
- Laffan, S.W., Lubarsky, E. & Rosauer, D.F. 2010. Biodiverse, a tool for the spatial analysis of biological and related diversity. Ecography. Vol 33, 643-647 (Version 1.0).
- Lazcano-Barrero, M.A., O.A. Flores-Villela, M. Benabib-Nisenbaum, J.A. Hernandez-Gomez, M.P. Chavez-Peon & A. Cabrera-Aldave. 1986. Estudio conservación de los anfibios y reptiles de México: una propuesta. Cuadernos de Divulgación INIREB 25:1-53.
- Leaché, A.D., Koo, M.S., Spencer, C.L., Papenfuss, T.J., Fisher, R.N., & McGuire, J.M. 2009. Quantifying Ecological, Morphological, and Phylogenetic Divergence to Delimit in the Coast Horned Lizard Species Complex (Genus *Phrynosoma*). Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. 106: 12418-12423.
- Lee, J. & Calderón Mandujano, R. 2007. *Aspidoscelis cozumela*. In: IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <www.iucnredlist.org>
- Lee, J.C. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula. Cornell University Press, Ithaca, New York. 500 pp.
- Lee, S. M. & A. Chao. 1994. Estimating population size via sample coverage for close capture-recapture models. Biometrics 50:88-97.
- Linner, E. A. 2007. A checklist of the amphibians and reptiles of México. Occasional Papers of Museum of Natural Science, Louisiana State University 80: 1-60
- Lopez-Luna, M.A. & Canseco-Márquez, L. 2007. *Aspidoscelis guttata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T64268A12759644. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64268A12759644.en>. Consultado el 19 de Mayo del 2016.
- Loreau, M. 2000. Are communities saturated? On the relationship between α , β and γ diversity. Ecology Letters 3: 73-76.
- Lowe, Charles H. & Wright, John W. 1964. Species of the *Cnemidophorus exsanguis* subgroup of whiptail lizards. Journal of the Arizona Academy of Science 3 (2): 78-80
- Lowe, Charles H., Jr 1956. A new species and a new subspecies of whiptail lizards (genus *Cnemidophorus*) of the Inland Southwest. Bulletin of the Chicago Academy of Sciences 10 (9): 137-150
- Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell, Oxford 235p.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm, Londres.
- Manríquez-Morán, N. & Orozco-Rodríguez, L. D., 2011. Patrón de Coloración de *Aspidoscelis gularis* en el Estado de Hidalgo. Herreriana. 7(1): 1-2.
- Martínez-Meyer, E., P.A. Peterson, J.I. Servín & L.F. Kiff. 2006. Ecological niche modelling and prioritizing areas for species reintroductions. Oryx, 40: 411 – 418.
- Milesi, F.A. & C.J. López. 2005. El concepto de nicho en Ecología aplicada: del nicho al hecho hay mucho trecho. Ecología Austral, 15: 131 – 148.

- Miller, J. (2010). Species Distribution Modeling. *Geography Compass*. 4(6): 490–509.
- Mittermeier, R.A., C.G. Mittermeier, P. Robles Gil *et al.* 1997. Megadiversidad: Los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex-Agrupación Sierra Madre, México.
- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad. M&M-Manuales y Tesis SEA*, México, 149-160
- Mourelle, C., & E. Ezcurra. 1997. Differentiation diversity of Argentine cacti and its relationship to environmental factors. *Journal of Vegetation Science* 8: 547-558.
- Murguía, M. 2005. Biogeografía cuantitativa: un análisis de métodos y desarrollo de herramientas. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Navarro, S.A., & A. Gordillo. 2006. Catálogo de autoridad taxonómica de la avifauna de México. Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, unam. Base de datos snibConabio, proyecto CS010.
- Ochoa-Ochoa, L.M. & O. Flores-Villela. 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-Conabio, México. 211 p.
- Orme, C.D.L., R.G. Davies, M. Burgess, F. Eigenbrod, N. Pickup. 2005. Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. *Nature* 436: 1016-1019.
- Ortega-Huerta, M.A. & A.T. Peterson. 2008. Modelado de nichos ecológicos y predicción de distribuciones geográficas: comparación de seis métodos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79: 205 – 216.
- Pearson R.G. & T.P. Dawson 2003. Predecir the impacts of climate change on the distribution of species: Are bioclimate envelope models useful *Global Ecology and Biogeography* 12: 361-371.
- Pearson, G.R., C.J. Raxworthy, M. Nakamura, & A.T. Peterson. 2007. Predicting species distribution from small number of occurrence records: a test using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34: 102– 117.
- Pérez-Almazán, C. Balderas-Plata, M.A. Manríquez-Morán, N.L. Madrigal-Uribe, D. & Antonio-Némiga, X. 2014. Distribución Potencial Del Complejo *Aspidoscelis Gularis* (Squamata: Teiidae) En México *CienciaUAT*, vol. 9, núm. 1, julio-diciembre, 2014, pp. 15-22 Universidad Autónoma de Tamaulipas Ciudad Victoria, México
- Peters, WILHELM C. H. 1869. Eine Mittheilung über neue Gattungen und Arten von Eidechsen. *Monatsber. Königl. Preuss. Akad. Wissensch. Berlin*, 1869: 57-66
- Peterson, A.T. 2009. Phylogeography is Not Enough: The Need for Multiple Lines of Evidence. *Frontiers of Biogeography*. 1(1): 1-7.
- Peterson, A.T. 2001. Predicting species geographic distribution based on ecological niche modeling. *Condor*, 103: 599 – 605.
- Peterson, A.T., Soberón, J., Pearson, R.G., Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E. Nakamura, M., & Bastos-Araújo, M. 2011. Ecological niches and geographic distributions. *EUA: Princeton University Press*. 315 Pp
- Phillips, S.J., R.P. Anderson, & R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distribution. *Ecological modelling*, 190: 231 – 259.

- Pianka, E.R. 1970. Comparative autoecology of the lizards *Cnemidophorus tigris* in different parts of its geographic range. *Ecology* 51: 703-720
- Pianka, E.R. & L.J. Vitt. 2003. *Lizards windows to the evolution of diversity* University of California Press, Berkeley, California.
- Pielou, E.C. 1979. *Biogeography*. John Wiley, Nueva York.
- Pineda, E., G. Halffter, C.E. Moreno & F. Escobar. 2005. Transformación del bosque de niebla en agroecosistemas cafetaleros; cambios en las diversidades alfa y beta de tres grupos faunísticos, *Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza*, pp. 177-190.
- Pineda, E., & J. M. Lobo. 2009. Assessing the accuracy of species distribution models to predict amphibian species richness patterns. *Journal of Animal Ecology*, 78: 182 – 190.
- Ponce-Campos, P. & García Aguayo, A. 2007. *Aspidoscelis lineattissima*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T64273A12760398. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64273A12760398.en>. Downloaded on 23 May 2016.
- Pough, F.H., R. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzki & K.D. Wells. 2004. *Herpetology*. Third Ed., Prentice Hall, New Jersey. 726 pp.
- Ramírez-Bautista A., & A. Nieto-Montes de Oca. 1997. Ecogeografía de anfibios y reptiles. Pp 523-532. En E. Gonzales Soriano., R. Dirzo, y R.C. Vogts (eds). *Historia Natural de los Tuxtlas*. Universidad Autónoma de México y CONABIO, México, DF.
- Ramírez-Bautista A., & E. Moreno. 2006. Análisis Comparativo de Cuatro Regiones Geográficas de México. Pp 74-98. En A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez & F. Mendoza-Quijano (eds.). *Inventarios Herpetofaunísticos de México: Avances en el Conocimiento de su Biodiversidad*. Sociedad Herpetológica Mexicana. México, D.F., No.3 y BUAP
- Ramírez-Bautista, A. 1994. *Manual y Claves Ilustradas de los Anfibios y Reptiles de la Región de Chamela, Jalisco, México*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM México
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales & A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zool. Mex.* 21: 21-82. Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales & N. González-Ruiz. 2008. Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM Iztapalapa. Base de datos Snib-Conabio, proyecto ES010.
- Rapoport, E. 1975. *Aerografía: estrategia geográfica de las especies*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Raxworthy, C.J., E. Martínez-Meyer, N. Horning, R.A. Nussbaum, G.E. Schneider, M.A. Ortega-Huerta & A.T. Peterson. 2003. Predicting distribution of known and unknown reptile species in Madagascar. *Nature*, 426: 837 – 841.
- Raxworthy, C.J., Ingram, C.M., Rabibisoa, N., & Pearson, R.G. 2007. Applications of the Ecological Niche Modeling for Species Delimitation: A Review and Empirical Evaluation Using Day Geckos (*Phelsuma*) From Madagascar. *Systematic Biologists*. 56(6): 907-923.

- Reeder, T.W., C.J. Cole & H.C. Dessauer. 2002 Phylogenetic relationships of whiptail lizards of the genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): A test of monophyly, reevaluation of karyotypic evolution and review of hybrid origins. *American Museum Novitates* 3365: 1-61
- Rissler, L.J., Hijmans, R.J., Graham, C.H., Moritz, C., & Wake, D.B. 2006. Phylogeographic Lineages and Species Comparisons in Conservation Analyses: A Case Study of California Herpetofauna. *The American Naturalist*. 167(5): 655-666
- Rodríguez, P. 2006. Escalas, diversidad beta y áreas de distribución de los mamíferos de América del Norte. Tesis de doctorado, UNAM, México.
- Rodríguez, P., J. Soberón & H.T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana* 89: 241-259.
- Rosauer, D.F. *et al.* 2009. Phylogenetic endemism: a new approach to identifying geographical concentrations of evolutionary history. *Mol. Ecol.* 18: 4061-4072.
- Rosenzweig, M.L. 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge.
- Routledge, R.D. 1977. On Whittaker's components of diversity. *Ecology Letters* 58: 1120-1127.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot & J. Fa (eds.) *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, unam, México, pp. 129-145.
- Sackett, J. Townsend 1941. Preliminary report on results of the West Indies-Guatemala Expedition of 1940 for the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Part II.- A new Teiid lizard of the genus *Cnemidophorus*. *Notulae Naturae* (77): 1-4
- Sánchez-Cordero, V., V. Cirelli, M. Munguía, & S. Sarkar. 2005. Place prioritization for biodiversity representation using species' ecological niche modeling. *Biodiversity Informatics*, 2: 11 – 23.
- Sanchez-Herrera O. 1980. Diagnósis preliminar de la herpetofauna de Tlaxcala, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sangermano, F. & Eastman, J.R. 2012. A GIS Framework for the Refinement of Species Geographic ranges. *International Journal of Geographical Information Science*. 26(1): 39-55.
- Savage, J.M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica. The University of Chicago Press.
- Say, T. 1823. In James, E. Account of an expedition from Pittsburgh to the Rocky Mountains, performed in the years 1819, '20, by order of the Hon. J. C. Calhoun, Secretary of War, under the command of Major Stephen H. Long. Vol. 2. Philadelphia, H. C. Carey & I. Lea.
- Schall, J.J. 1977. Thermal ecology of five sympatric species of *Cnemidophorus* (Sauria:Teiidae) *Herpetologica* 33: 261-272
- Schmida, A., & M.V. Wilson. 1985. Biological determinants of species diversity. *Journal of Biogeography* 12: 1-20.

- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su Acta Zool. Mex. (n.s.) 27(3) (2011) 841 inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de Diciembre de 2010
- Simberloff, D. 1983. Biogeography: The unification and maturation of a science, en A.H. Brush & G.H. Clark (eds.), Perspectives in ornithology. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 411-473.
- Sinervo, B., Méndez-de-la-Cruz, F., Miles, DB., Heulin, B., Bastiaans, E., Villagrán-Santa Cruz, M., Lara-Resendiz, R., Martínez-Méndez, N., Calderón-Espinosa, M.L., Meza-Lázaro, R.N., Gadsden, H., Ávila, L.J., Morando, M., De la Riva, I.J., Sepúlveda, P.V., Duarte-Rocha, C.F., Ibarquengoytía, N., Aguilar-Puntriano C., Massot, M., Lepetz, V., Oksanen, T. A., Chapple, D.G., Bauer, A. M., Branch, W.R., Clobert, J., & Sites-Jr., J. W. 2010. Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches Science. 328: 894.
- Soberón, J. & Peterson, A.T. 2004. Biodiversity Informatics: Managing and Applying Primary Biodiversity Data. Philosophical Transactions of the Royal Society. 1444(359): 689-698.
- Soberón, J., J. Llorente & A.M. Luis. 2005. Estimación del componente beta del número de especies de Papilionidae y Pieridae (Insecta: Lepidoptera) de México por métodos indirectos, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.), Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, pp. 231-237.
- Soulé, M. 1963. Aspects of thermoregulation in nine species of lizards from Baja California. Copeia 1963: 107-115
- Stebbins, R.C. 1966. A field guide to western reptiles and amphibians. Houghton Mifflin, Boston
- Stebbins, R.C. 2003. A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians. Third Edition. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts.
- Stevens, T. P. 1982. Body temperatures of montane *Cnemidophorus inornatus* (Reptilia: Teiidae): The Southwestern Naturalist 27: 232-234.
- Stockwell, D. & D. Peters. 1999. The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction. International Journal of Geographical Information Science, 13: 143 – 158.
- Stuart, J.N. 1991. *Cnemidophorus exsanguis*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles 516: 1-4.
- Taylor, H.L., Lemos-Espinal, J.A. & Smith, H.M. 2003. Morphological characteristics of a newly discovered population of *Aspidoscelis tessellata* (Squamata: Teiidae) from Chihuahua, Mexico, the identity of an associated hybrid, and a pattern of geographic variation. Southwestern Naturalist 48: 692-700
- Thompson, J.S., Crother, B.I. & Price, A.H. 1998. *Cnemidophorus hyperythrus*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles 655: 1-6.

- Trauth, S. E. 1983. Nesting habitat and reproductive characteristics of the lizard *Cnemidophorus sexlineatus* (Lacertilia: Teiidae). *The American Midland Naturalist* 109: 289-299
- Uetz, P. & Jirí Hošek (eds.), 2015. The Reptile Database. <http://www.reptile-database.org>. Consultado 04/09/2015
- Uribe-Peña Z., A. Ramírez-Bautista & G. Casas-Andreu 1999. Anfibios y Reptiles de las Serranías del Distrito Federal. Cuaderno 32. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 119 pp.
- Varela, S., Mateo, R.G., García-Valdés, R., Fernández-González, F. 2014. Macroecología y ecoinformática: sesgos, errores y predicciones en el modelado de distribuciones. *Ecosistemas* 23(1):46-53.
- Vitt, L. J. & Caldwell, J. 2013. *An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. China: Academic Press. 751 Pp.
- Vitt, L. J. and E. R. Pianka 2004. Historical patterns in ecology: what teiids can tell us about lacertids. Pp 139-157.
- Walther, B.A. & Moore, J.L., 2005. The concepts of bias, precision, and accuracy, and their use in testing the performance of species richness estimators, with a literature review of estimator performance. *Ecography*, 28: 1–15.
- Whittaker, R.H. 1960. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *-Ecol. Monogr.* 30: 279-338.
- Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.
- Whittaker, R.J., K.J. Willis & R. Field. 2001. Scale and richness: Towards a general hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28: 453-470.
- Wiegmann, A.F.A. 1834. *Herpetologia Mexicana, seu descriptio amphibiorum novae hispaniae , quae itineribus comitis de Sack, Ferdinandi Deppe et Chr. Guil. Schiede im Museum Zoologicum Berolinense Pervenerunt. Pars prima, saurorum species*. Berlin, Lüderitz, iv + 54 pp.
- Wiens, J.J. & Penkrot, T.L. 2002. Delimiting Species Based on DNA and Morphological Variation and Discordant Species Limits in Spiny Lizards (*Sceloporus*). *Systematic Biology*. 51: 69-91
- Williams, P.H. 1996. Mapping variations in the strength and breath of biogeographic transition zones using species turnover. *Proceedings of the Royal Society London B* 263: 579-588.
- Wilson, L.D., Townsend, J.H. & Johnson, J.D. 2010. *Conservation of Mesoamerican Amphibians and Reptiles*. Eagle Mountain Publishing, Eagle Mountain, Utah.
- Wright, John W. & Lowe, Charles H. 1965. The rediscovery of *Cnemidophorus arizonae* Van Denburgh. *Journal of the Arizona Academy of Science* 3 (3): 164-168
- Wright, J.W. & L.J. Vitt 1993. *Biology of whiptail lizards (Genus Cnemidophorus)* Oklahoma Museum of Natural History. Oklahoma.

Anexo I

Fichas descriptivas de las 17 especies de *Aspidoscelis* que se utilizaron para la modelación de la Distribución Potencial.

***Aspidoscelis angusticeps* (Cope, 1878)**



Morfología. Esta especie mide de 80 a 100 mm de cuerpo alargado, brazos cortos y robustos; teniendo una cola larga el doble de tamaño del cuerpo. El color de los adultos consiste en siete líneas crema o amarilla separados por espacios de color café rojizo o café oscuro o cercano al negro; algunos individuos están cubiertos por manchas claras y líneas oscuras. El vientre en los machos cuando son jóvenes es más o menos negro uniforme o negro azulado o moteado con pigmentos oscuros. Las hembras son bronceadas o gris claro sin manchas.

Distribución ecológica. Estos lagartos cautelosos, que se mueven rápidamente habitan en áreas abiertas, sabanas, bordes de caminos, y los bordes del bosque. Se benefician de la apertura de los hábitats por los seres humanos, tales como carreteras y zonas urbanas.

- Guía rustica de reptiles de la región de Calakmul Campeche México, CONABIO, ECOSUR
- Lee, J. & Calderón Mandujano, R. 2013. *Aspidoscelis angusticeps*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T64248A3134139. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T64248A3134139.en>. Consultado el 16 Marzo del 2016.
- CONABIO, Banco de imágenes, Víctor Hugo Luja

Aspidoscelis costata (Cope, 1878)



Morfología. Lagartija de talla grande, cuerpo esbelto, alcanzan una longitud hocico cloaca (LHC) de 110 mm. La cabeza es triangular, estrecha y el hocico puntiagudo la cola es larga y delgada siendo 2 o 2.5 veces la longitud del cuerpo. El cuerpo está cubierto por escamas granulares, que oscilan entre 74 y 105. Las escamas ventrales son lisas y cuadrangulares, arregladas en ocho hileras longitudinales. Las escamas de la cola son cuadrangulares y quilladas a excepción de aquellas de la región ventral las cuales son lisas. El número de poros femorales es de 16 a 17 en cada pierna separados medialmente bandas longitudinales. Algunos adultos pueden presentar sólo bandas transversales y tener ausentes las longitudinales. Extremidades anteriores y posteriores moteadas. El vientre en muchos machos puede ser negro con manchas blancas o azul turquesa, pero también pueden existir ejemplares con el vientre claro.

Distribución ecológica. Este lagarto habita en el bosque tropical caducifolio, bosque espinoso y la sabana. Su rango altitudinal va desde los 1851 msnm hasta 2438 msnm.

- Méndez de la Cruz, F., Hernández Gallegos, O. y Rodríguez Romero, F. 2003. Ficha técnica de *Aspidoscelis costata*. En: Méndez de la Cruz, F. (compilador). Elaboración de fichas de 5 especies de lacertilios: PROY-NOM-059-ECOL-2000. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W033. México, D.F.
© CONABIO, algunos derechos reservados

- CONABIO, Banco de imágenes, Luis Canseco Márquez

Aspidoscelis lineattissima (Cope, 1878)



Morfología. Este es un lagarto de tamaño mediano (LHC 112 mm). La parte posterior es oscuro con algunas líneas longitudinales amarillas en el cuerpo. El vientre es en las hembras y los juveniles de color claro, y azulado con manchas oscuras en los varones; la cola y las extremidades son de color celeste. Es diurna, terrestre, insectívora y ovípara.

Distribución ecológica. Habita en los bosques tropicales caducifolios, palmares, tierras de cultivo y pastizales. Presenta un rango altitudinal que va desde los 0 msnm hasta 2438 msnm.

- Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. (23). México, D.F.

Aspidoscelis tigris (Baird & Girard, 1852)



Morfología. Alcanza una longitud de 120 mm (LHC). Cabeza triangular, cuerpo esbelto, escamas ventrales cuadrangulares, extremidades posteriores más grandes y robustas que las anteriores, cola larga hasta 2 ó más veces el tamaño del cuerpo. Presenta una coloración donde el dorso es gris, café o amarillo con manchas negras, líneas, bloques o redes, que en ocasiones se extienden para formar una coloración uniforme. Vientre claro con puntos negros en el pecho y garganta.

Distribución ecológica. Hábita en cañones rocosos, arroyos y suelos con vegetación densa, de hábitos diurnos, se alimenta principalmente de termitas, también consumen otros insectos y sus larvas, arañas, escorpiones y lagartijas.

- Hammerson, G. A. 1982. Amphibians and reptiles in Colorado. Colorado Division of Wildlife, Denver. vii + 131 pp.
- Cole, Charles J., Charles W. Painter, Herbert C. Dessauer, and Harry L. Taylor. "Hybridization Between the Endangered Unisexual Gray-Checked Whiptail Lizard (*Aspidoscelis dixonii*) and the Bisexual Western Whiptail Lizard (*Aspidoscelis tigris*) in Southwestern New Mexico." *American Museum Novitates* 3555.1 (2007): 1-31.

Aspidoscelis mexicana (Peters, 1869)

Morfología. Es una lagartija de talla mediana de un máximo de longitud hocico cloaca (LHC), de 89 mm; con una media de gránulos dorsales en la parte media del cuerpo; con 11 o 16 gránulos dorsales entre las líneas paravertebrales; de 28-37 poros femorales; las escamas posbranquiales de forma alargadas. Los juveniles tienen seis líneas de color crema longitudinalmente y una imperceptible mediodorsal sin marcarse, o muy poco marcada, con un dorso de color café oscuro; la cola es de un naranja broceado. La región dorsal en los adultos, es de fondo color verde grisáceo, frecuentemente más grisáceo oscuro en la parte posterior, con pálidas manchas amarillas y sin rayas o franjas. Los machos adultos presentan el pecho de un color blanco azulado, así como un vientre negro azulado y gargantas azul pálido

- Duellman W. E. & R. G. Zweifel. 1962. A synopsis of the lizards of the sexlineatus group (*genus Cnemidophorus*). Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 123(3): 155-210

Aspidoscelis gularis (Baird & Girard, 1852)



Morfología. Esta especie de lagartija mide de 170 a 280 mm de largo. Por lo general son de un color marrón o verde marrón, con un patrón de siete rayas blancas que corren a lo largo del cuerpo, y se detienen en la cola, con manchas de color claro a lo largo de los lados. La parte ventral es uniformemente de color blanco. En los machos suelen tener un color rojo en la garganta, azul en el vientre, y manchas de color negro o azul en el pecho, mientras en las hembras sólo tienen un color rosa en la garganta. Su cola es larga en comparación con el cuerpo, por lo general cerca de tres veces la longitud del cuerpo.

Distribución ecológica. Habita en pastizales del desierto, praderas de pastos cortos, pendientes rocosas, mesetas, zonas de maleza, y lechos de los ríos, en las zonas de arena, grava o tierra rocosa y cubierta vegetal escasa, incluyendo las áreas perturbadas y no perturbadas.

- www.wikipedia.org/Texas_spotted_whiptail Versión en inglés. Consultado el 14 de marzo del año 2016.
- Hammerson, G.A., Lavin, P. & Mendoza Quijano, F. 2007. *Aspidoscelis gularis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T64267A12759565. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64267A12759565.en> Consultado el 14 de marzo del año 2016.
- CONABIO, Banco de imágenes, Luis Canseco Márquez

Aspidoscelis inornata (Baird, 1859)



Morfología. Este lagartijo mide alrededor de 160 mm a 230 mm de longitud. Por lo general es de color negro, con rayas de color amarillo o blanco de la cabeza a la cola, y en la parte inferior de color azul claro. Es de cuerpo esbelto, de un color azul, cola aproximadamente tres veces la longitud del cuerpo. La coloración azul es mucho más pronunciada en los machos que en las hembras. Los machos no siempre tienen rayas o coloración azul, a veces son de color marrón con manchas más oscuras para mezclarse con la arena o tierra.

Distribución ecológica. Esta es una especie principalmente de pastizales, que también habita en zonas herbosas de matorral desértico, chaparral, sobre las superficies planas y de suaves pendientes, incluyendo las llanuras de inundación.

- [www.wikipedia.org/Little striped whiptail](http://www.wikipedia.org/Little_striped_whiptail) Versión en inglés. Consultado el 14 de marzo del año 2016.
- Hammerson, G.A., Gadsden, H. & Lavin, P. 2007. *Aspidoscelis inornata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007e.T64270A12760113.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64270A12760113>. Consultado el 14 de marzo del año 2016.
- Stebbins, R. C. 2003. *A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians. Third Edition*. Peterson Field Guide Series Boston: Houghton Mifflin Company.

Aspidoscelis motaguae (Sackett, 1941)



Morfología. Esta especie puede llegar a medir hasta 330 mm (machos); de coloración en la parte posterior marrón dorado y tonos en marrón claro o marrón oscuro en los lados. El cuerpo y la base de la cola están generosamente salpicados de manchas de color amarillo brillante, y las partes inferiores son de color negro con manchas blancas o de color turquesa. La cabeza y la parte distal de la cola son de color rojizo.

Distribución ecológica. Este lagarto habita en la selva baja caducifolia y bosques húmedos de poca elevación. También tolera hábitats perturbados y se puede ver cerca de las casas en las zonas secas.

- Bartlett, R. D. 1995. The teiids of the southeastern U.S. *Tropical Fish Hobbyist* 43(7):112, 114-119, 121-122, 124-126.
- Canseco-Márquez, L., Muñoz-Alonso, A. & Ariano, D. 2013. *Aspidoscelis motaguae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T64277A3134298. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T64277A3134298>. Consultado el 14 de marzo del año 2016.

Aspidoscelis deppii (Wiegmann, 1834)



Morfología. Es una lagartija pequeña (hasta 80 mm de LHC) con miembros pequeños y musculosos, El color de fondo de la región dorsal es generalmente café oscuro, gris o negro, con ocho líneas amarillas paravertebrales, que comienzan en la cabeza y terminan en la cola. Es una especie ovípara, las hembras depositan hasta 4 huevos en cada puesta. La estación de reproducción se reduce a los pocos meses de lluvias, a lo largo de su distribución.

Distribución ecológica. Esta especie se favorece de lugares abiertos en una variedad de hábitats, desde pisos de arena a los bosques secos.

- Listado de reptiles de Nicaragua
- Savage, J. M. 2002. *The Amphibians and Reptiles of Costa Rica*. Chicago: University of Chicago Press.

Aspidoscelis guttata (Wiegmann, 1834)



Morfología. Esta especie los individuos adultos alcanzan longitudes hocico-cloaca de más de 140 mm. Tiene 142 a 208 gránulos dorsales en la mitad del cuerpo, de 32 a 52 poros femorales, y de 5 a 11 preanales. El patrón básico de color dorsal consta de siete u ocho franjas claras hileras de manchas en el dorso de color marrón; el campo lateral es más oscuro que el resto del dorso. Los machos adultos tienen un collar negro gular, garganta naranja y un vientre azul.

Distribución ecológica. Este lagarto habita la selva baja caducifolia y bosque tropical perenne. También se puede encontrar en las sabanas y dunas costeras. Se presenta en hábitats degradados y secundarios, ranchos de ganado, y campos de cultivo.

- Duellman & Wellman, 1960: A Systematic Study of the Lizards of the Deppel Group :(Genus Cnemidophorus) in Mexico and Guatemala. Miscellaneous publications, Museum of Zoology, University of Michigan, no 111, p. 1-81
- Lopez-Luna, M.A. & Canseco-Márquez, L. 2007. *Aspidoscelis guttata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T64268A12759644. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64268A12759644.en>. Consultado el 15 Marzo del 2016.

Aspidoscelis cozumelae (Gadow, 1906)



Morfología. Es una lagartija moderadamente delgada con la cabeza angosta y el hocico puntiagudo. Los adultos alcanzan de 65 a 70 mm de cola delgada el doble del tamaño del cuerpo. La coloración es gris bronceada, al lado del cuerpo presenta cuatro pequeñas líneas que se originan en la cabeza y terminan en la base de la cola. La pigmentación entre las líneas es más oscura que la de la espalda, el cuello y la superficie ventral del cuerpo es gris claro, la parte de debajo de los brazos y cola es bronceada.

Distribución ecológica. Este lagarto habita en áreas abiertas y arbustos en las playas y orillas de los caminos. Las poblaciones pueden persistir en las afueras de las ciudades.

- Guía rustica de reptiles de la región de Calakmul Campeche México, CONABIO, ECOSUR
- Lee, J. & Calderón Mandujano, R. 2007. *Aspidoscelis cozumela*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T64260A12759480. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64260A12759480.en>. Consultado el 16 Marzo del 2016.

Aspidoscelis communis (Cope, 1878)



Morfología. Lagartija mediana (68 - 152 mm), de forma alargada y robusta; cola muy larga (145-256 mm). Cabeza fuertemente triangular, cuerpo cubierto por escamas cuadrangulares; posterobranquiales agrandadas; cola con escamas ordenadas en forma de anillos. Escamas supraculares en una serie de cuatro en cada lado. Numerosos poros femorales en cada lado de los miembros posteriores.

La coloración de fondo del cuerpo es pardo verdoso en jóvenes, con una serie de ocho franjas claras en la región dorsolateral, entre ellas se encuentran franjas más anchas de color pardo oscuro; en organismos adultos, el patrón de coloración se transforma en una serie de puntos de color blanco amarillento a verdoso en toda la región dorsal y en las extremidades. Se caracteriza a simple vista por tener la cola de color rojo en los jóvenes y pardo rosa en adultos; la región gular tenue, vientre con parches azul oscuro.

Distribución ecológica. Este lagarto ha sido registrado en la selva baja caducifolia, selva tropical y matorral. Es una especie muy adaptable en el hábitat perturbado, incluyendo localidades en el borde de las zonas urbanas.

- Ramírez Bautista, A. y Hernández Ibarra, X. 2004. Ficha técnica de *Aspidoscelis communis*. En: Arizmendi, M. C. (compilador). Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. México, D.F.
- Ponce-Campos, P. & García Aguayo, A. 2007. *Aspidoscelis communis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T64258A12759166. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64258A12759166.en>. Consultado el 18 Marzo del 2016.

Aspidoscelis exsanguis (Lowe, 1956)



Morfología. El *aspidoscelis exsanguis* crece de 241 mm a 304 mm de largo. Es típicamente de color marrón rojizo, con seis rayas de color claro que corren a lo largo del cuerpo, con manchas de rojizas entre las rayas. La parte inferior es de color blanco o, a veces de color azul pálido. Está cuerpo delgado con una cola de casi tres veces su longitud del cuerpo.

Distribución ecológica. Habita en el desierto, incluyendo pastizales del desierto, bosques de roble-pino y pino ponderosa, en las pendientes rocosas, a lo largo de lavados de arena, y en cañones.

- Stuart, J.N. 1991. *Cnemidophorus exsanguis*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles 516: 1-4
- Stebbins, R.C. 2003. *A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians*. Third Edition. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts

Aspidoscelis hyperythra (Cope, 1864)



Morfología. Este lagarto tiene cinco o seis rayas de colores claros entre ellas colores negro, marrón o gris. La banda media puede ser bifurcada en ambos extremos. Es de color blanco-amarillo o crema en el vientre, y tiene una garganta de color naranja (hembras y jóvenes pueden carecer de esta coloración). Su cabeza es de color amarillo-marrón a color oliva, y su lengua se bifurca y movió continuamente. Los juveniles de esta especie tienen azul cobalto en piernas y cola. La superficie ventral entera de los machos, incluyendo la cola, puede ser de color naranja, aunque las hembras grávidas pueden presentar un poco de color naranja que recubre todo el maxilar inferior. Los colores son más distintiva de la época reproductiva. Los machos tienen grandes poros femorales que en las mujeres.

Distribución ecológica. Habita en zonas arenosas donde hay rocas, parches de matorrales, laderas rocosas, chaparral costero, matorral espinoso, y el crecimiento de los cauces de ríos.

- Stebbins, R.C. 2003. *A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians*. Third Edition. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts.

Aspidoscelis uniparens (Wright & Lowe, 1965)



Morfología. Es un lagarto relativamente pequeño, cuyo tamaño oscila entre 69 mm a 137 mm. Son muy largos y delgados, con una cola delgada que es más larga que su longitud corporal. Su rasgo distintivo de identificación son las seis líneas de color amarillento que corren a lo largo de su cuerpo. La mayor parte de cuerpo tiende a ser de un color oliva o marrón que se desvanece a un débil azul o gris en su cola. Comparativamente, la cola de los juveniles es un azul muy brillante y vibrante. Sus cuerpos están llenas de pequeñas escamas gruesas, que son gradualmente más grande a medida que se acercan a la cola. Las escamas en su vientre son mucho más grandes en tamaño y son mucho más suave también.

Distribución ecológica. Habita en llanuras bajas y laderas a menudo abunda en el mezquite y, a veces se encuentra en áreas con escasas hierbas.

- Brennan, Thomas C. "Desert Grassland Whiptail (Aspidoscelis Uniparens) - Reptiles of Arizona." Reptiles of Arizona. Reptiles of Arizona
- Stebbins, RC 2003. Una guía del campo a los reptiles y anfibios occidentales. Tercera edición. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts.

Aspidoscelis tessellata (Say, 1823)



Morfología. Es un lagarto que llega a medir hasta 270 mm. Su patrón y la base de la coloración son muy variables, con borrones de color marrón o negro, líneas de color amarillo o blanco pálido. Sus patas traseras a menudo tienen manchas oscuras, y su parte inferior es generalmente de color blanco con motas oscuras en el área de la garganta. Son de cuerpo delgado, con una cola larga.

Distribución ecológica. Este lagarto habita en zonas con escasa vegetación, barrancos, tierras planas, la vegetación puede incluir bosques de piñón-enebro, pastizales yuca, mezquite.

- Taylor, H.L., Lemos-Espinal, J.A. and Smith, H.M. 2003. Morphological characteristics of a newly discovered population of *Aspidoscelis tessellata* (Squamata: Teiidae) from Chihuahua, Mexico, the identity of an associated hybrid, and a pattern of geographic variation. *Southwestern Naturalist* 48: 692-700.
- Degenhardt, W.G., Painter, C.W. and Price, A.H. 1996. *Amphibians and Reptiles of New Mexico*. University of New Mexico Press, Albuquerque, New Mexico. Xix + 431 pp.

***Aspidoscelis sonorae* (Lowe & Wright, 1964)**



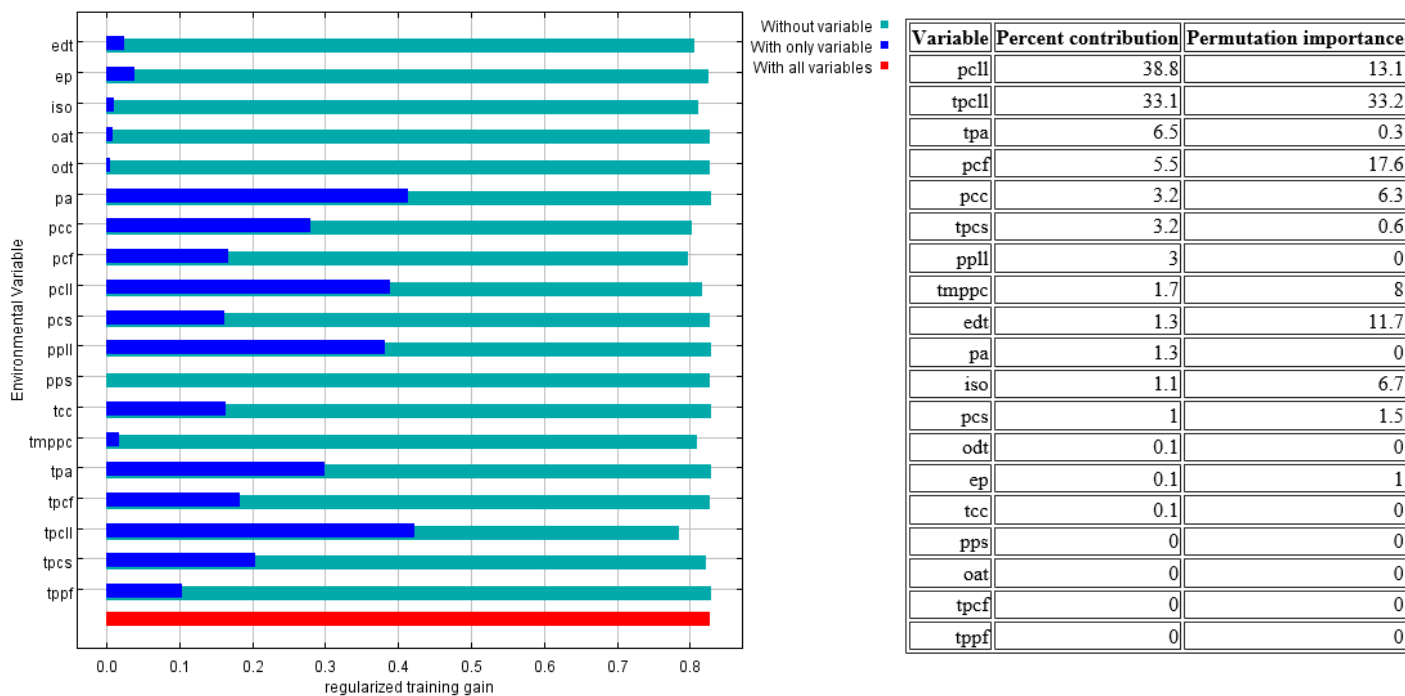
Morfología. Este lagarto alcanza 90 mm (LHC). Es delgado, con una cola larga y delgada. Es de color marrón rojizo, con líneas longitudinales blancas, así como pequeños puntos blancos.

Distribución ecológica. Las escamas son cuadradas, especialmente visible en la cola. Se presenta principalmente en hábitats de tierras altas y bosque-pastizal; También ribera del bosque, desierto-matorral de palo verde y saguaro, y matorral espinoso.

- Stebbins, R.C. 2003. A Field Guide to Western Reptiles and Amphibians. Third Edition. Houghton Mifflin Company, Boston, Massachusetts.
- Degenhardt, W.G., Painter, C.W. and Price, A.H. 1996. Amphibians and Reptiles of New Mexico. University of New Mexico Press, Albuquerque, New Mexico. Xix + 431 pp.

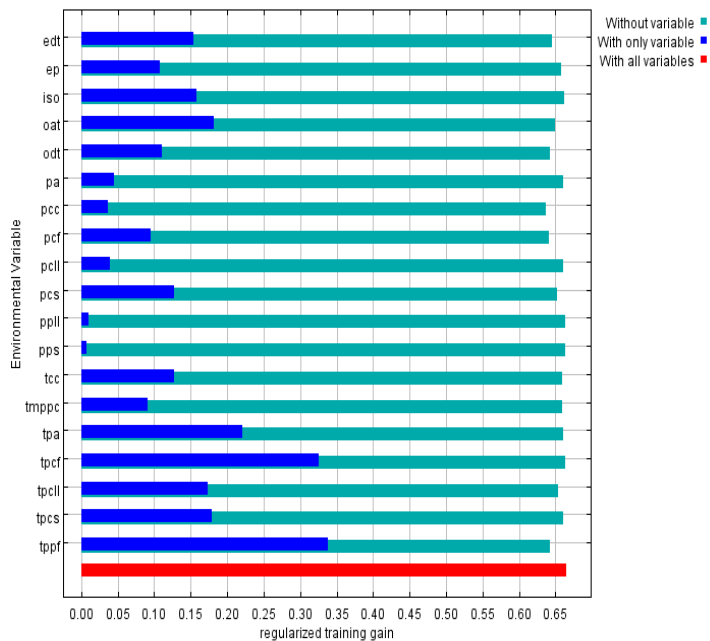
Anexo II

Este apartado muestra las gráficas de Jackknife y las tablas de contribución para cada variable de los Modelos de Distribución para la selección y discriminación de variables favorables de acuerdo a cada especie.



Gráfica 1. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis angusticeps*.

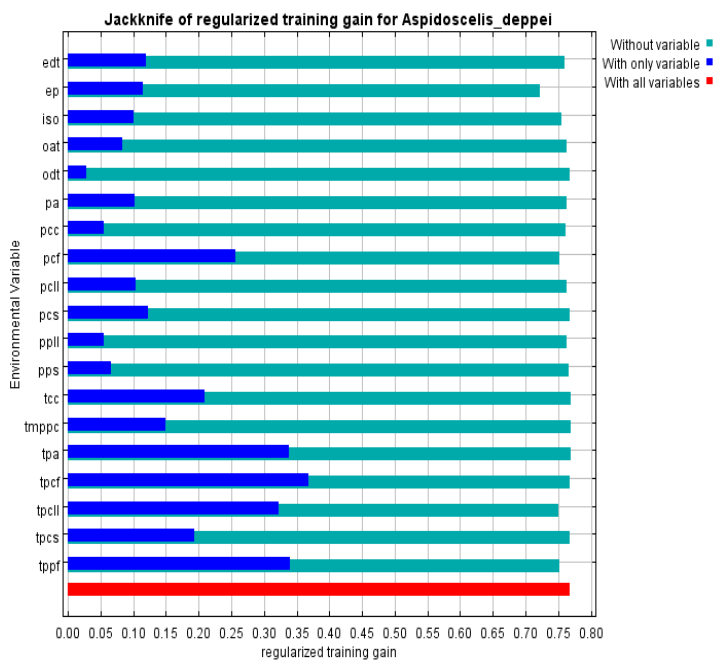
Tabla 1. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis angusticeps*.



Gráfica 2. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis costata*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
tpcf	31.6	0.5
oat	10.6	4.6
tpcll	9.8	11.4
edt	8.8	10.5
odt	6.4	11.6
tppf	6.2	17
pcs	6	6.1
pcf	5.4	8.2
iso	4.3	1.7
pcc	3.4	9.5
pa	2	2.5
tpcs	1.6	2.3
ep	1.2	2.2
ppll	1	1.2
tcc	0.5	1.1
pcll	0.5	5.7
tmppc	0.4	3
tpa	0.3	1.1
pps	0.1	0

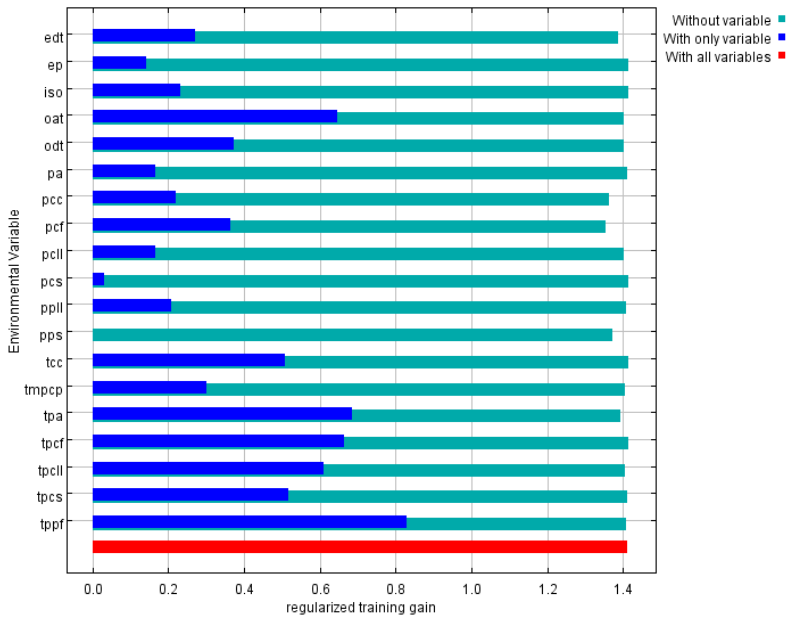
Tabla 2. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis costata*.



Gráfica 3. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis deppii*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
tppf	26.5	42
ep	14	17.8
tpcf	13.1	0.1
pcf	11.7	7.4
pcll	9.5	6.9
tpcll	9	0.8
pcs	4.2	2.2
iso	2.2	7
pa	1.9	2.5
ppll	1.9	0
oat	1.9	2
odt	0.9	2.1
tmppc	0.9	0.8
tcc	0.7	0
tpa	0.7	1.1
edt	0.4	2.8
pcc	0.3	0.9
pps	0.1	3.7
tpcs	0	0

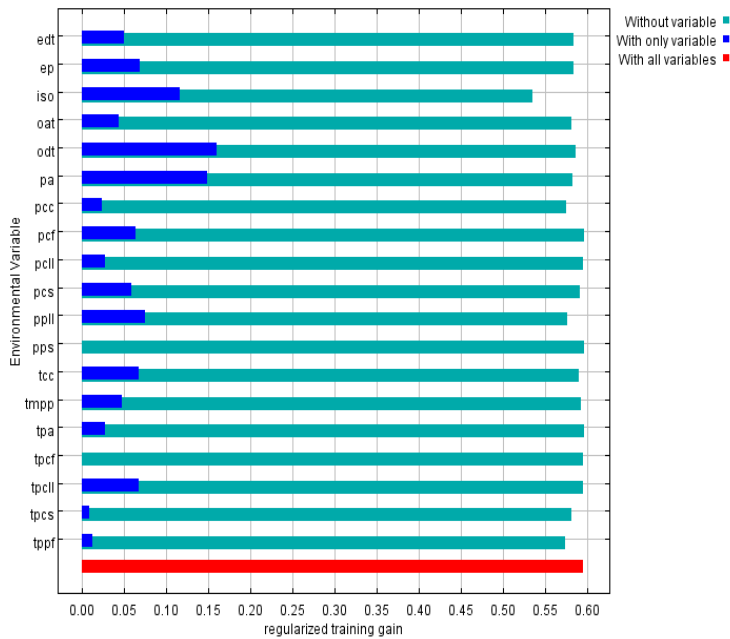
Tabla 3. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis deppii*.



Gráfica 4. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis guttata*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
tppf	46.2	7.5
pcf	15.6	26.3
oat	11.7	12.4
pa	4.4	0
odt	3.9	0.4
tpcll	3.6	13.4
pcc	3.5	10.1
pcll	3	5.8
edt	2.4	3.3
tpa	2	0
ppll	1.6	2
pps	0.7	11.4
ep	0.5	0.5
tmpcp	0.4	6.3
iso	0.2	0.6
pcs	0.1	0
tpcf	0	0.2
tpcs	0	0
tcc	0	0

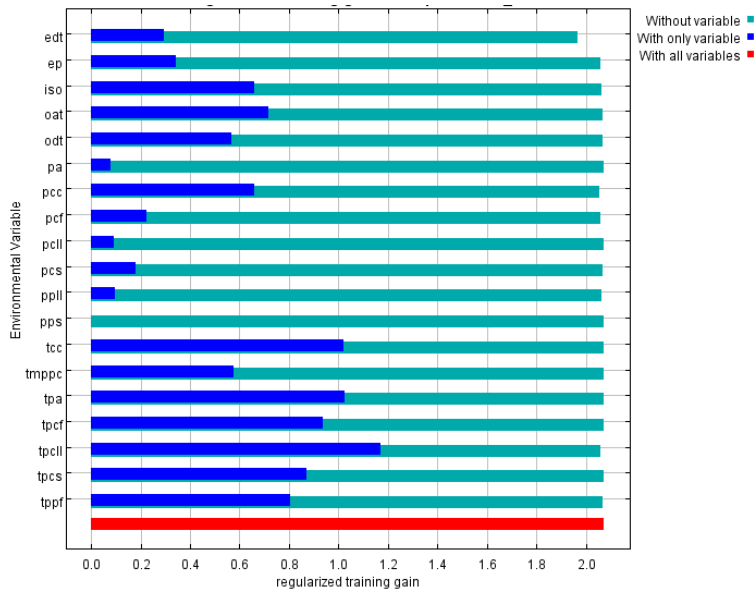
Tabla 4. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis guttata*.



Gráfica 5. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis inornata*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
odt	22.1	0.6
ppll	14.6	9.3
oat	12.3	11.7
iso	11.7	33.8
edt	10.7	1.4
tppf	6.2	6.1
tpcll	5.1	0
pcs	4.2	2.7
pa	3.4	6.7
pcc	2.7	5.2
tpcs	2.3	1.1
tcc	2	15.7
ep	1.6	5.3
tmpp	0.5	0.5
tpa	0.5	0
pcf	0.2	0
tpcf	0	0
pps	0	0
pcll	0	0

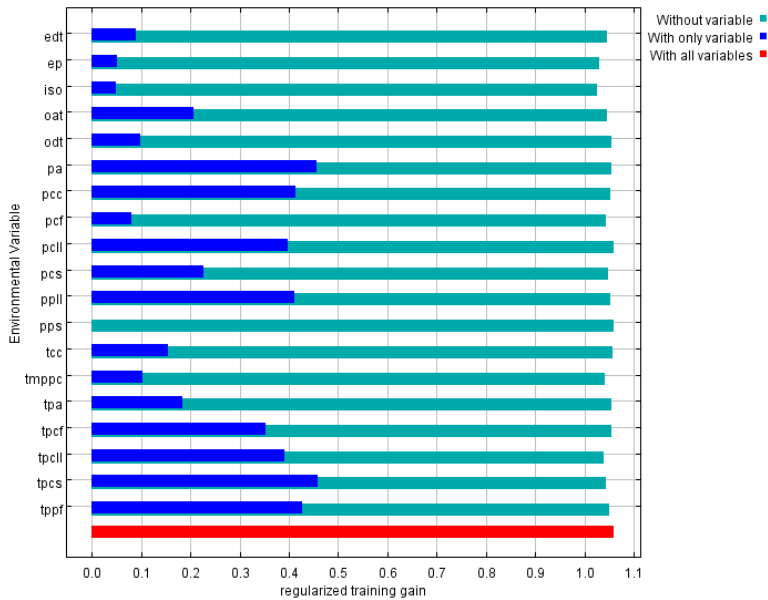
Tabla 5. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis inornata*.



Gráfica 6. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis lineattissima*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
tpcll	45.2	46.3
edt	12.6	19.7
pcc	12.2	11.5
oat	11.5	0.5
iso	8.8	0.6
odt	3.7	1.6
pcs	1.7	7.2
pcll	1.1	0.8
tppf	1.1	0.1
pcf	0.7	3.3
ep	0.6	1.2
ppll	0.3	5.2
tpcf	0.3	1.4
tpcs	0	0.4
pa	0	0.1
pps	0	0
tmppc	0	0
tpa	0	0
tcc	0	0

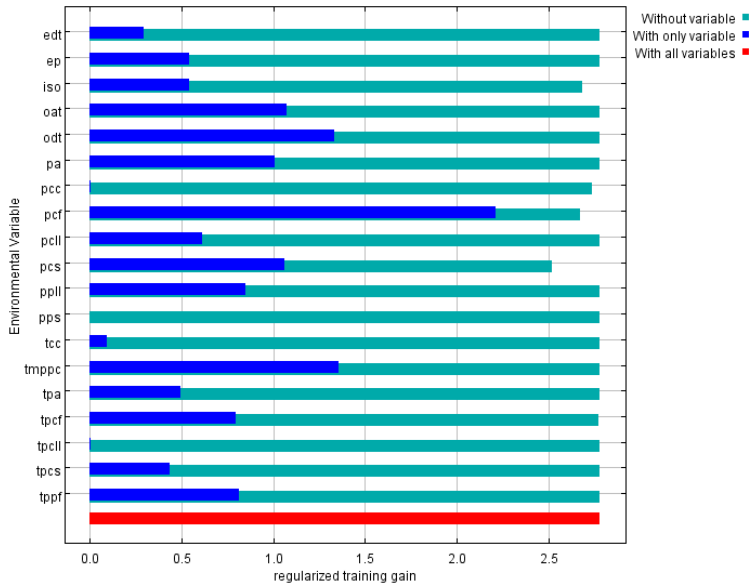
Tabla 6. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis lineattissima*.



Gráfica 7. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis tigris*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
tpcs	28.9	19.4
pcc	10.2	11
pcs	8	8.7
edt	7.6	8.5
pa	7.5	2.2
oat	7	4.7
tppf	7	5.5
iso	6.9	6.2
tpcll	5.7	9.1
ep	3.4	9
tmppc	2.3	5.7
tcc	1.6	0.6
ppll	1.1	1
odt	0.9	2.2
pcf	0.8	2.5
pccl	0.7	0.2
tpa	0.3	1.2
tpcf	0.2	2.3
pps	0	0

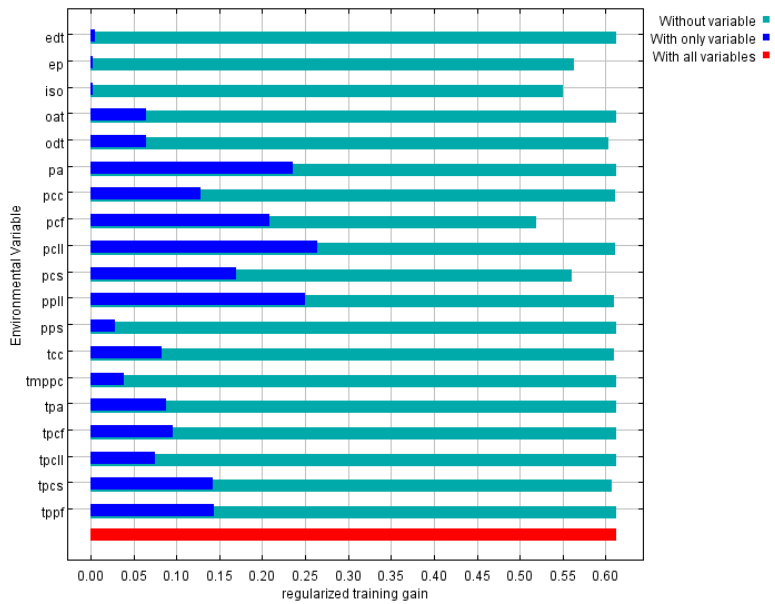
Tabla 7. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis tigris*.



Variable	Percent contribution	Permutation importance
pcf	68.5	43
pcs	12.5	33.4
pcc	5.3	3.5
iso	4.9	10.9
odt	2.2	0
tpff	1.3	0
tmppc	1.1	0
tpcf	1.1	0
oat	0.8	0
tcc	0.8	2.2
pa	0.5	6.8
pcll	0.4	0
ppll	0.4	0
ep	0.1	0
edt	0.1	0
tpcs	0.1	0
pps	0	0
tpa	0	0
tpcll	0	0

Gráfica 8. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis cozumelae*.

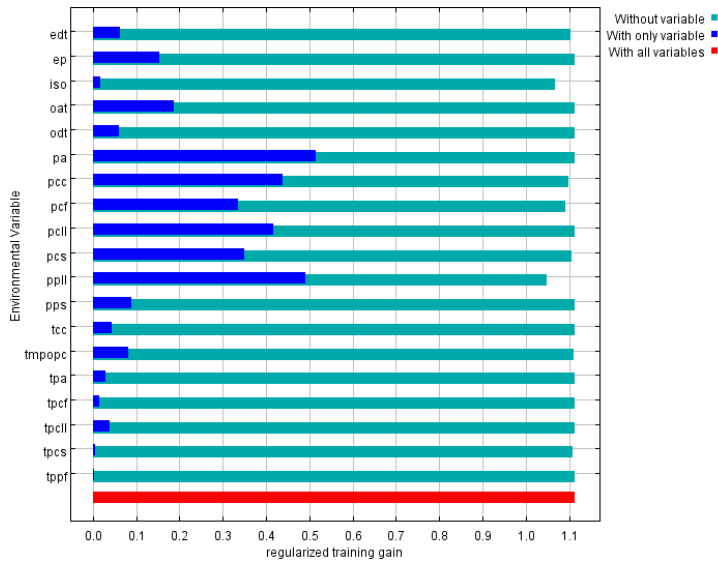
Tabla 8. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis cozumelae*.



Variable	Percent contribution	Permutation importance
pcs	27.6	12.5
pcf	14.1	24.4
pcll	10	0.1
tpcs	9.9	7.1
tpff	9.4	0
ppll	8.3	1.5
iso	6.3	19.1
tcc	4.9	13
ep	4.1	17
pcc	1.6	0
odt	1.2	1.3
pa	0.6	4
tpa	0.6	0
tpcf	0.5	0
pps	0.5	0
edt	0.2	0
oat	0.1	0
tmppc	0	0
tpcll	0	0

Gráfica 9. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis mexicana*.

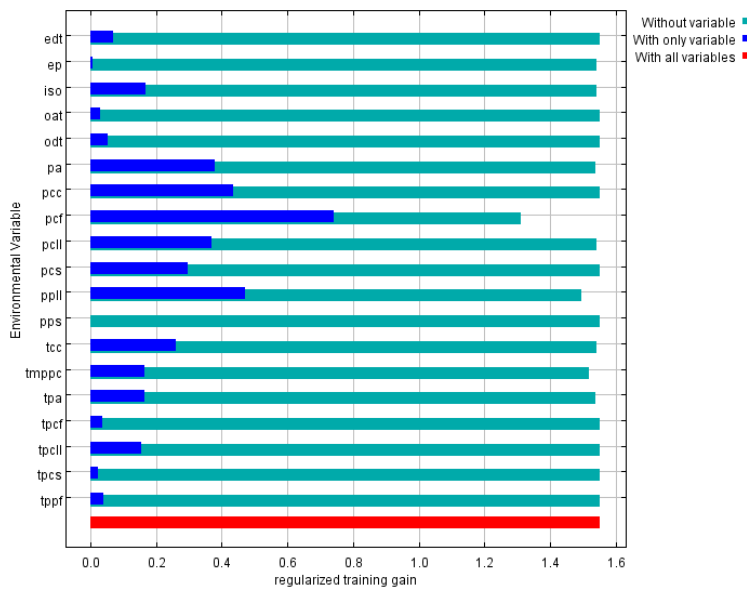
Tabla 9. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis mexicana*.



Gráfica 10. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis motaguae*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
pcs	24.8	12.3
edt	19.8	5
ppll	14.7	25
pa	12.5	0.7
pcf	7.1	27.2
tmpopc	6.2	1.2
pccl	3.6	1.8
iso	2.8	14.8
pps	2.5	3.5
oat	2.3	0
pcc	1.7	5.2
tpccl	0.7	0.9
tpcs	0.5	1.5
ep	0.4	0.4
tpa	0.2	0
odt	0.2	0.1
tcc	0.1	0
tppf	0.1	0.2
tpcf	0	0

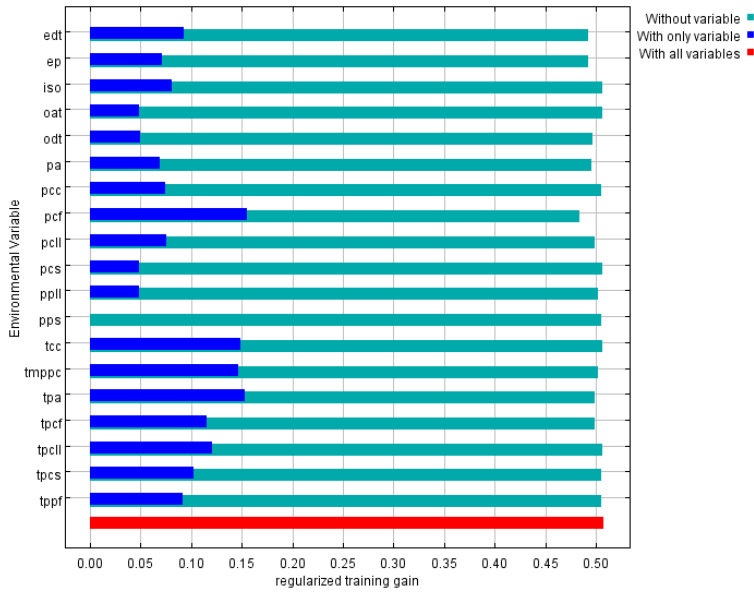
Tabla 10. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis motaguae*.



Gráfica 11. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis tessellata*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
pcf	48.2	25.6
pcs	17.2	8.4
tcc	15.5	3.8
tmppc	5.3	8.4
tpa	4.2	8.2
ppll	3.3	24.9
pccl	1.7	11.8
pa	1.4	4.1
iso	0.9	0.8
ep	0.8	0.4
odt	0.5	0
edt	0.3	0
pcc	0.2	3.3
tppf	0.2	0
tpcf	0.2	0.2
tpcs	0.1	0
tpccl	0	0
oat	0	0
pps	0	0

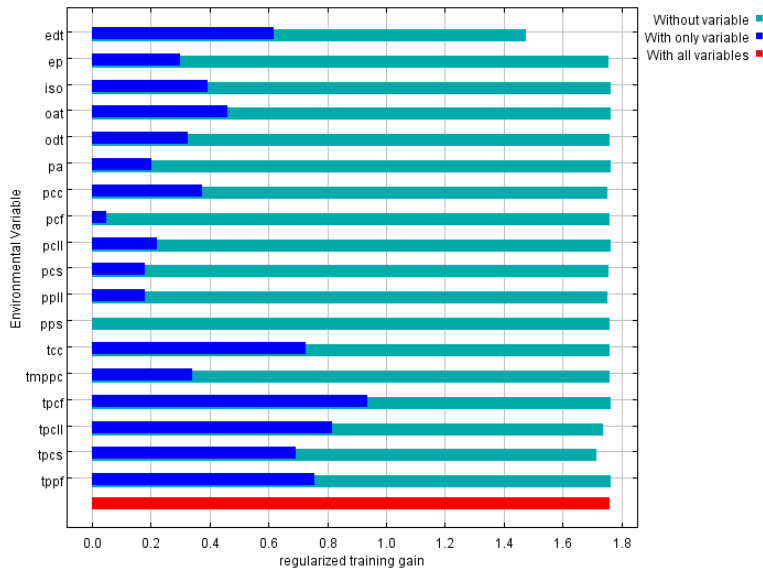
Tabla 11. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis tessellata*.



Variable	Percent contribution	Permutation importance
pcf	23.4	31.9
tpa	16.6	11.2
tmppc	11.9	2.3
edt	11.5	4.6
tpcf	11.3	5.5
pcll	8.3	8.2
ep	5.6	5.6
odt	3.8	3.4
pa	3.7	5.9
tpcs	1.1	2.1
oat	0.8	0.9
tpcll	0.4	0.2
tppf	0.4	1.6
ppll	0.3	11.2
pps	0.3	1.4
tcc	0.2	0.3
pcc	0.2	2.8
iso	0.1	0.1
pcs	0	0.7

Gráfica 12. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis gularis*.

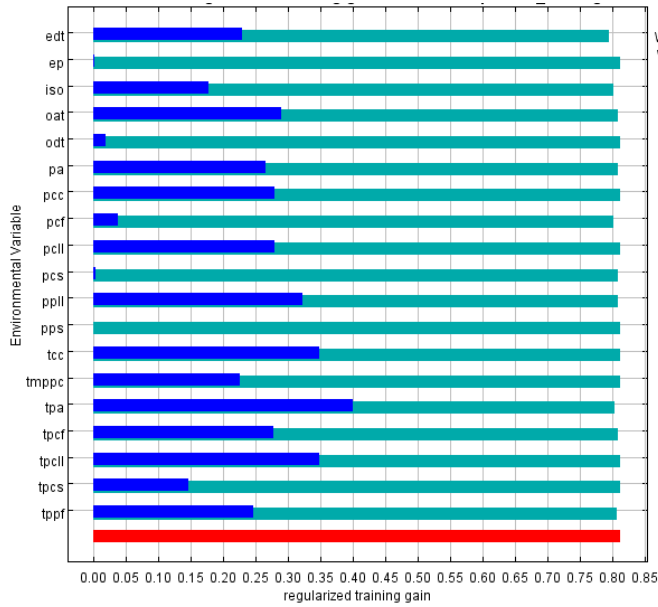
Tabla 12. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis gularis*.



Variable	Percent contribution	Permutation importance
tpcll	47.7	46.4
edt	26.6	33.8
pcc	4.9	1.6
oat	4.6	0.4
tpcs	4.2	9.3
tppf	2.5	0
tpcf	2.5	0.1
ep	2.3	0.6
ppll	1.6	4.6
pcll	1.4	0
odt	1.2	0.1
pa	0.2	0.5
pcf	0.1	1
pcs	0.1	1.5
pps	0	0
tcc	0	0
tmppc	0	0
iso	0	0

Gráfica 13. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis communis*.

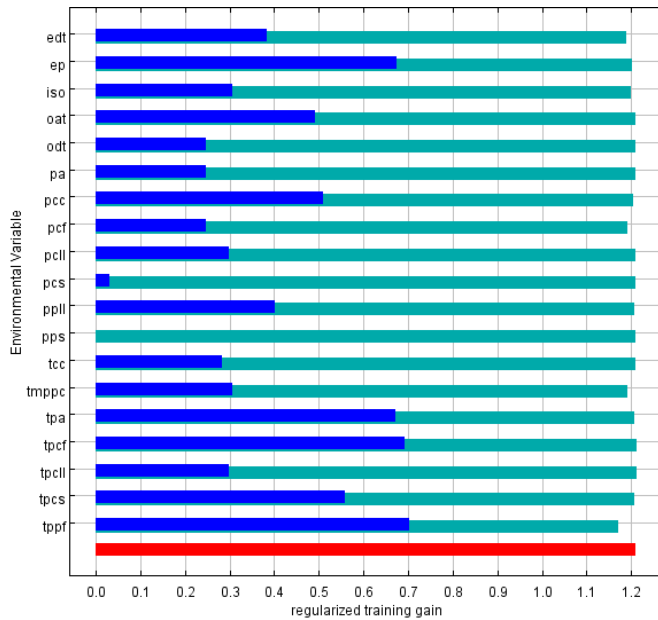
Tabla 13. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis communis*.



Gráfica 14. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis exsanguis*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
tpa	31.2	31.5
edt	29.5	25.4
ppll	18.9	12.9
tcc	7	0
tpcll	5.3	5
tpcf	1.9	4.9
pcf	1.6	2.6
tppf	1.6	1.9
pcs	1.1	1.7
oat	0.8	3
iso	0.7	10.4
pa	0.5	0
pcll	0	0.8
odt	0	0
pps	0	0
tmppc	0	0
pcc	0	0
ep	0	0
tpcs	0	0

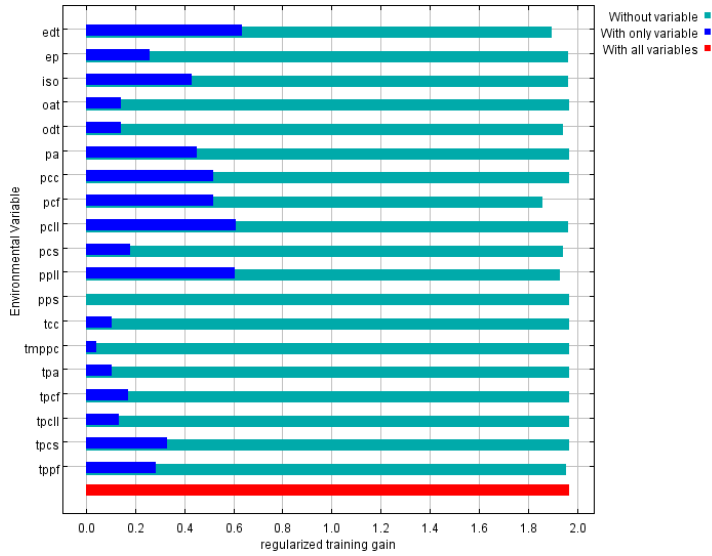
Tabla 14. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis exsanguis*.



Gráfica 15. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis hyperythra*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
tppf	32.2	13.3
edt	14.6	52.8
tpa	14.5	0
ep	11	1.6
pa	9.2	0.2
pcc	6.7	4.5
iso	3.7	4.2
tmppc	2.9	2.1
pcf	1.4	12.1
tpcs	1.2	3.9
tpcll	0.6	0.1
tpcf	0.5	0
pcs	0.5	4.4
oat	0.4	0
tcc	0.1	0.4
pcll	0.1	0
ppll	0.1	0.3
odt	0.1	0
pps	0	0

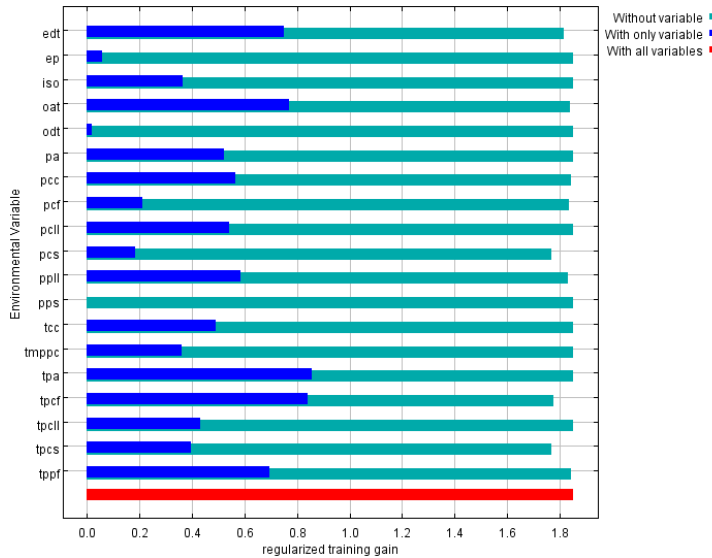
Tabla 15. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis hyperythra*.



Gráfica 16. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis sonorae*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
edt	33.4	28
pcf	32.4	11.6
ppll	10.9	47.7
iso	8.4	3
odt	5.8	2
tpcf	5	0
ep	1.3	0
pcs	1.2	0.7
tppf	0.6	1.1
tcc	0.5	0
pcell	0.3	5.9
tpcell	0.2	0
pa	0	0
pps	0	0
tpa	0	0
oat	0	0
tmppc	0	0
tpcs	0	0
pcc	0	0

Tabla 16. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis sonorae*.



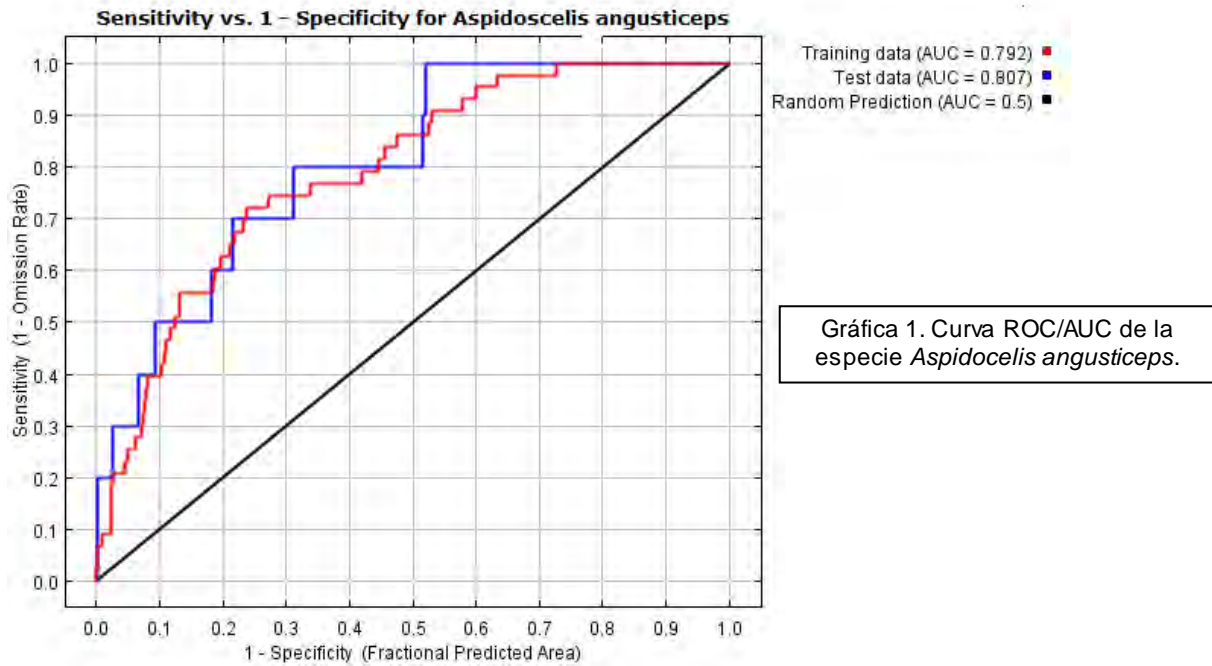
Gráfica 17. Jackknife de la contribución relativa de las variables para *Aspidoscelis uniparens*.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
edt	31	9.8
tpcf	18.6	47.7
tcc	12.3	0
tpa	11.3	0
tpcs	8.1	9.2
pcs	8.1	8.5
ppll	7.7	4.6
oat	1.2	0.9
tppf	0.7	2.4
pa	0.4	1.8
pcf	0.4	0.4
pcc	0.2	14.8
pcell	0	0
tpcell	0	0
pps	0	0
odt	0	0
iso	0	0
ep	0	0
tmppc	0	0

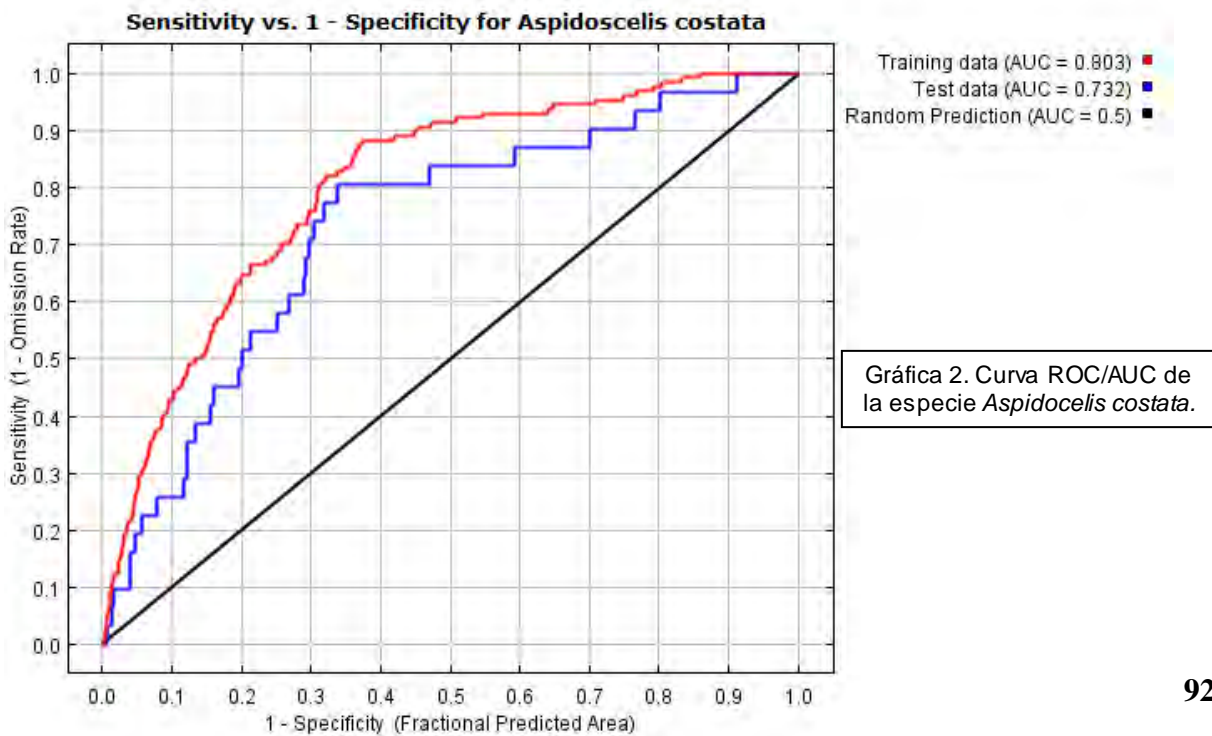
Tabla 17. Contribución de cada variable para *Aspidoscelis uniparens*.

Anexo III

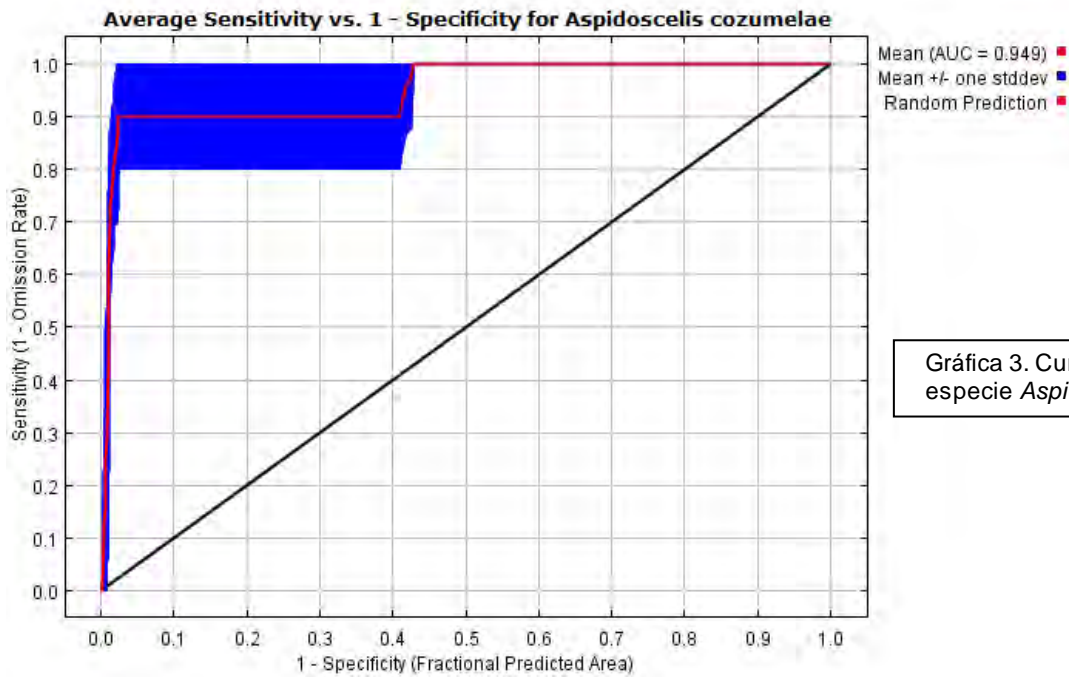
A continuación se presentan las Gráficas de la curva ROC/AUC de cada una de las especies, esta grafica permite evaluar la habilidad predictiva de cada Modelo de Distribución generado, de acuerdo a la relación entre el porcentaje de sensibilidad y un menos el porcentaje de especificidad de cada modelo.



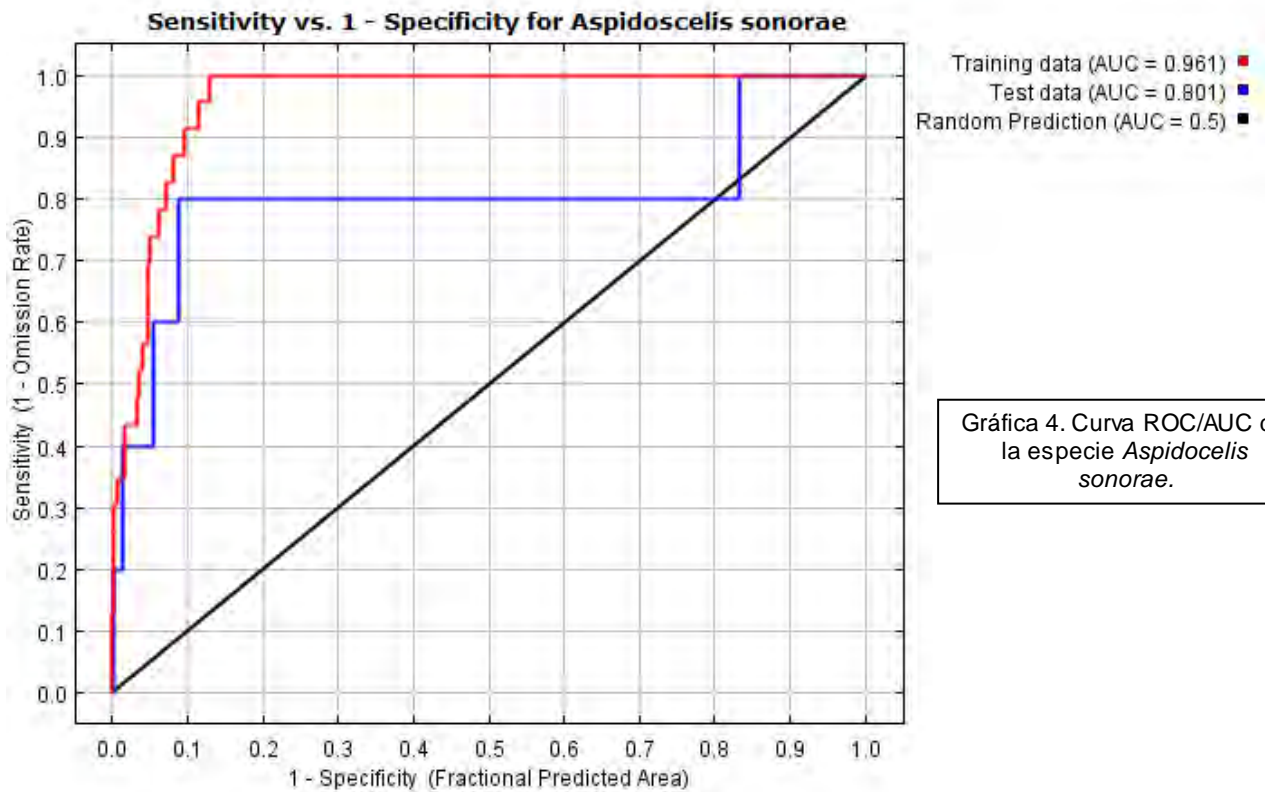
Gráfica 1. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidoscelis angusticeps*.



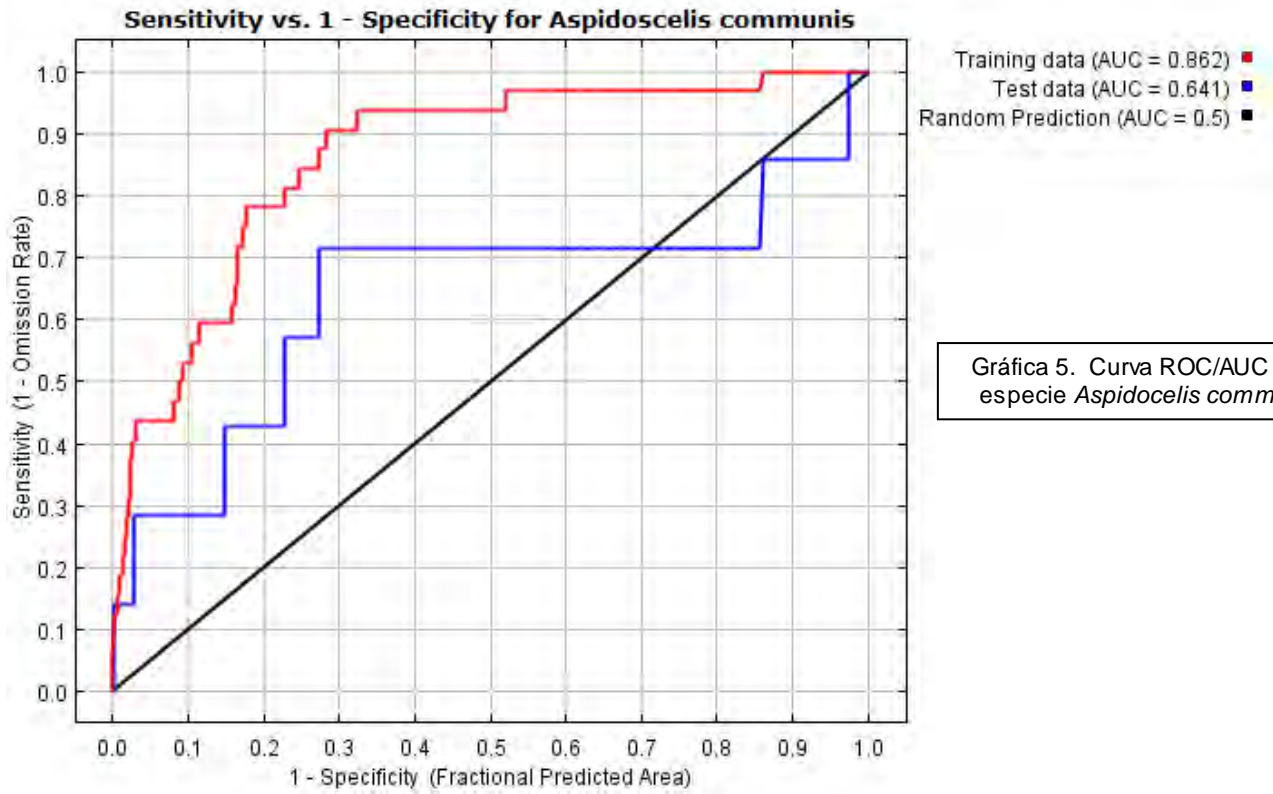
Gráfica 2. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidoscelis costata*.



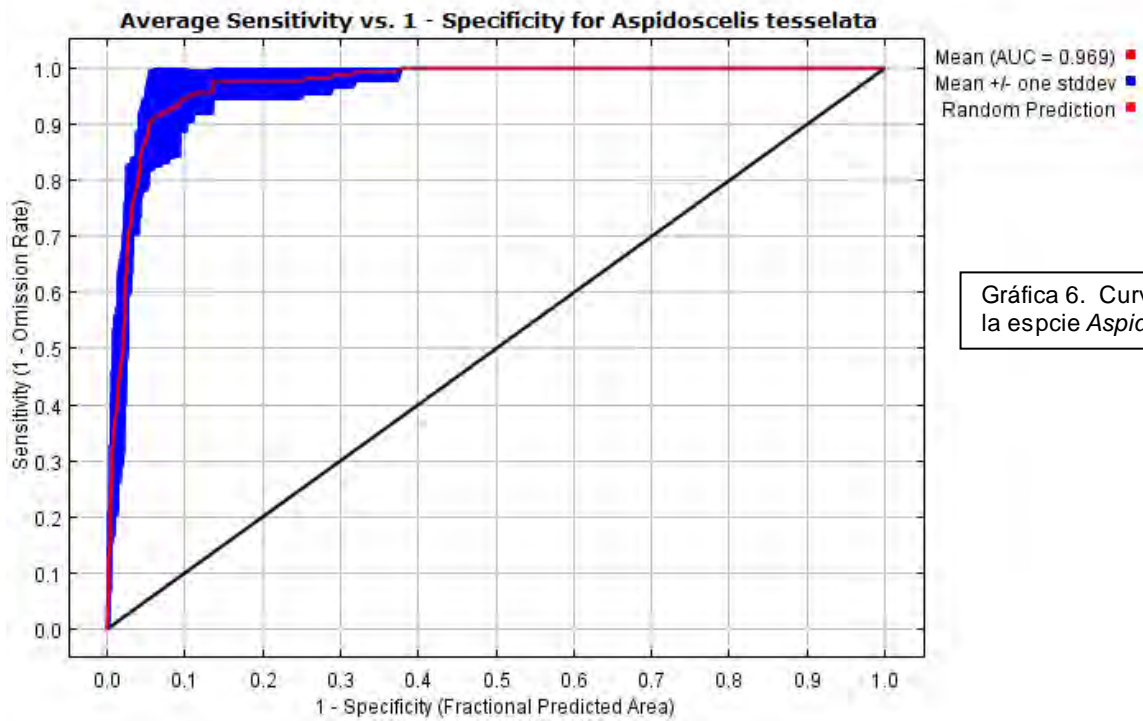
Gráfica 3. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidocelis cozumelae*.



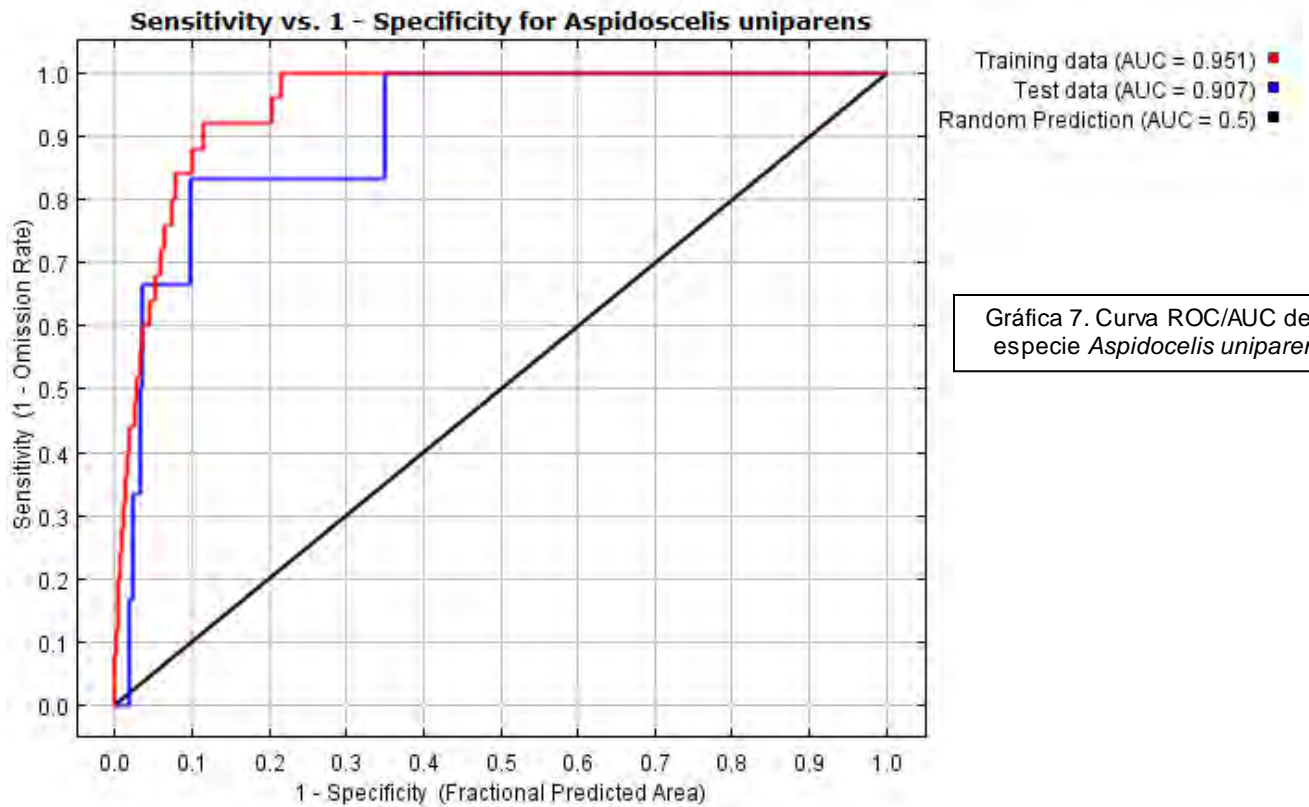
Gráfica 4. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidocelis sonoreae*.



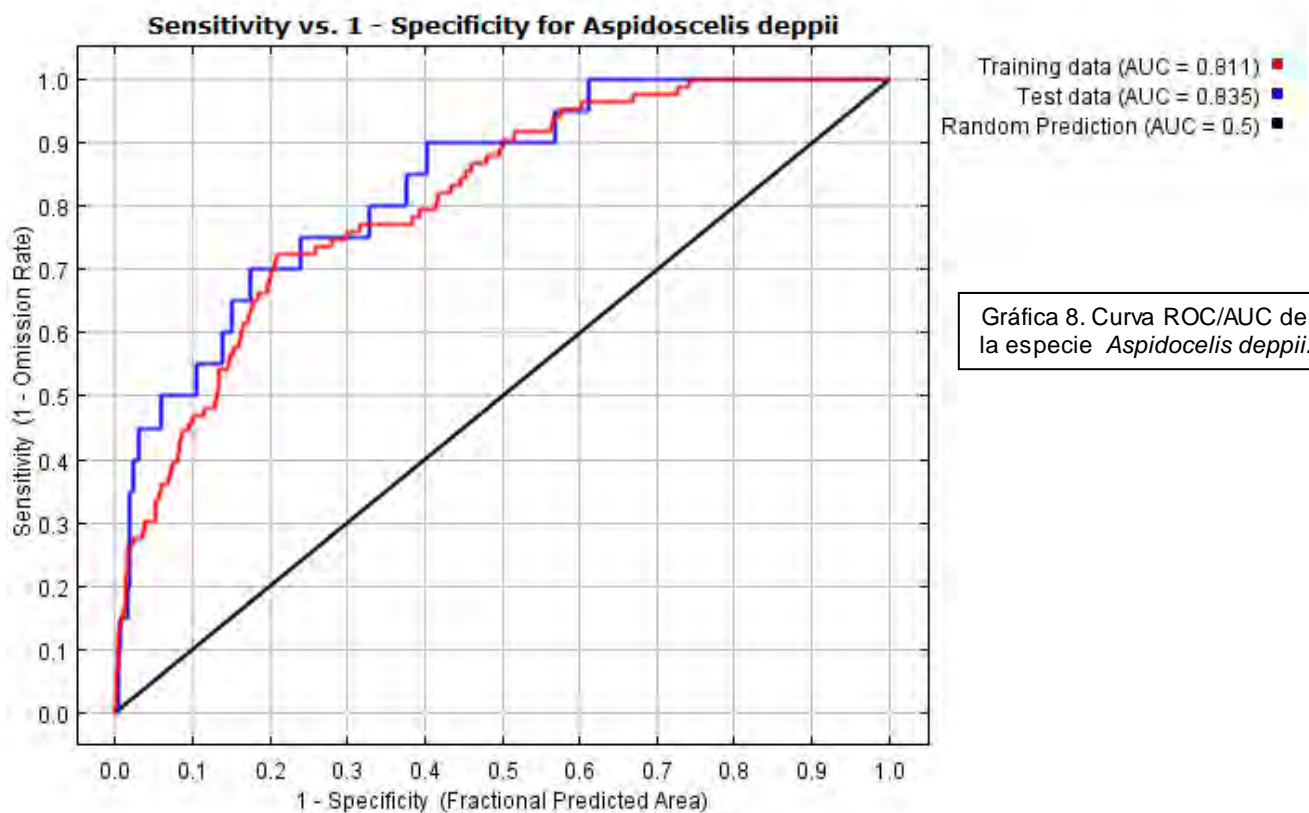
Gráfica 5. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidoscelis communis*.



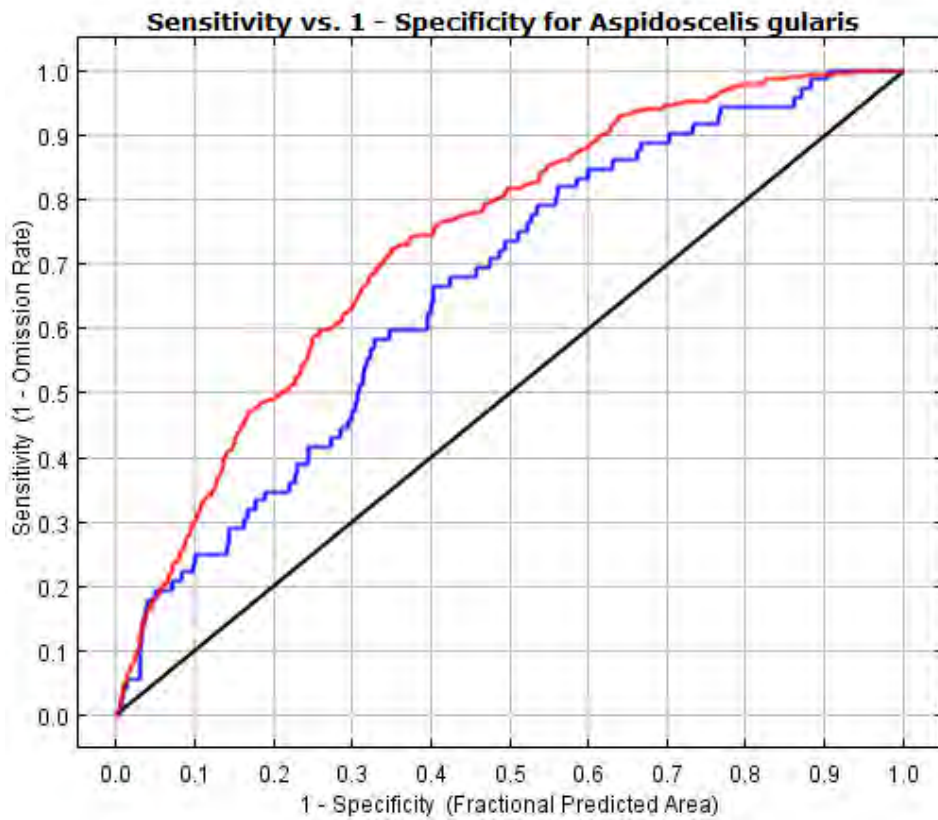
Gráfica 6. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidoscelis tessellata*.



Gráfica 7. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidozelis uniparens*.

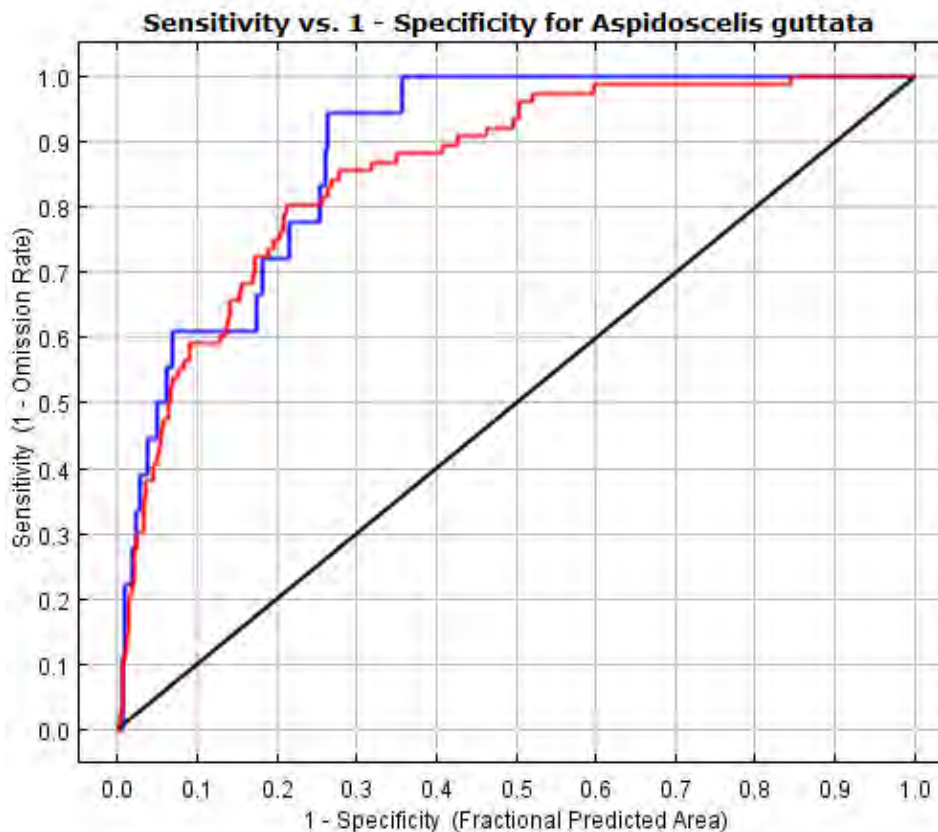


Gráfica 8. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidozelis deppii*.



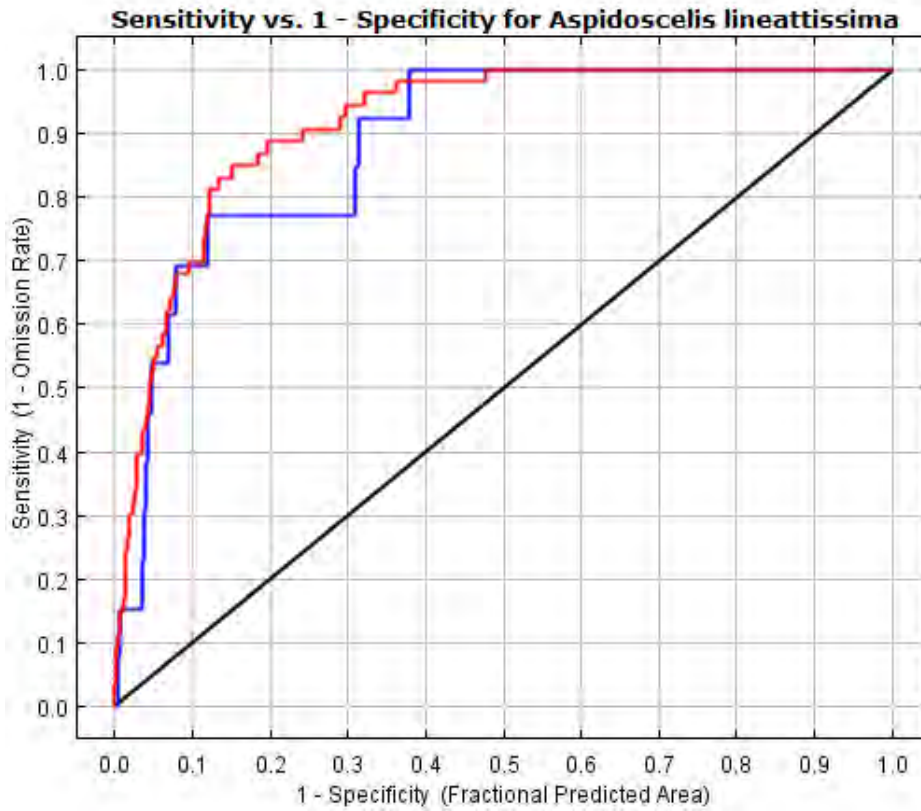
Training data (AUC = 0.735) ■
 Test data (AUC = 0.664) ■
 Random Prediction (AUC = 0.5) ■

Gráfica 9. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidozelis gularis*.



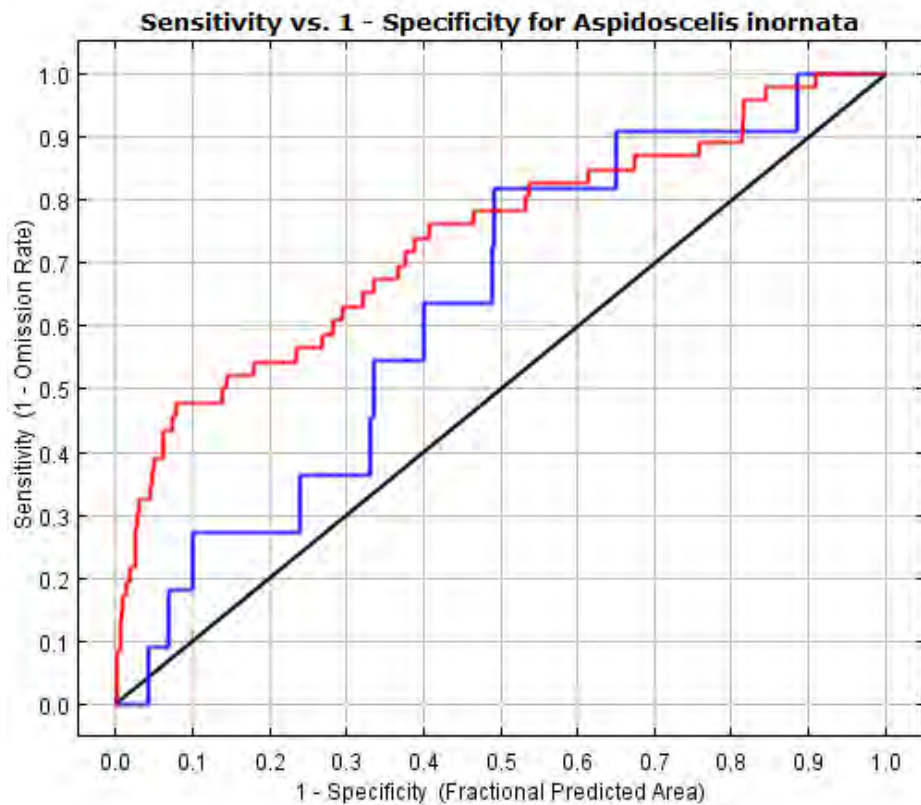
Training data (AUC = 0.859) ■
 Test data (AUC = 0.888) ■
 Random Prediction (AUC = 0.5) ■

Gráfica 10. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidozelis guttata*.



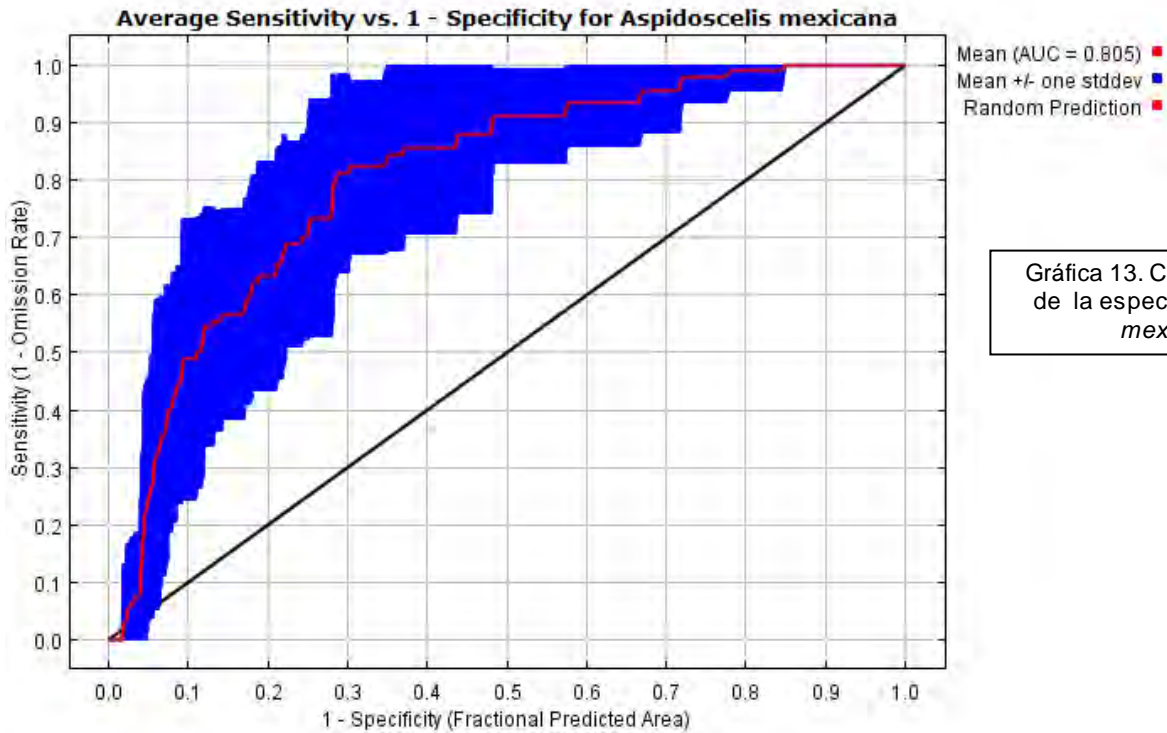
Training data (AUC = 0.914) ■
 Test data (AUC = 0.886) ■
 Random Prediction (AUC = 0.5) ■

Gráfica 11. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidoscelis lineattissima*.

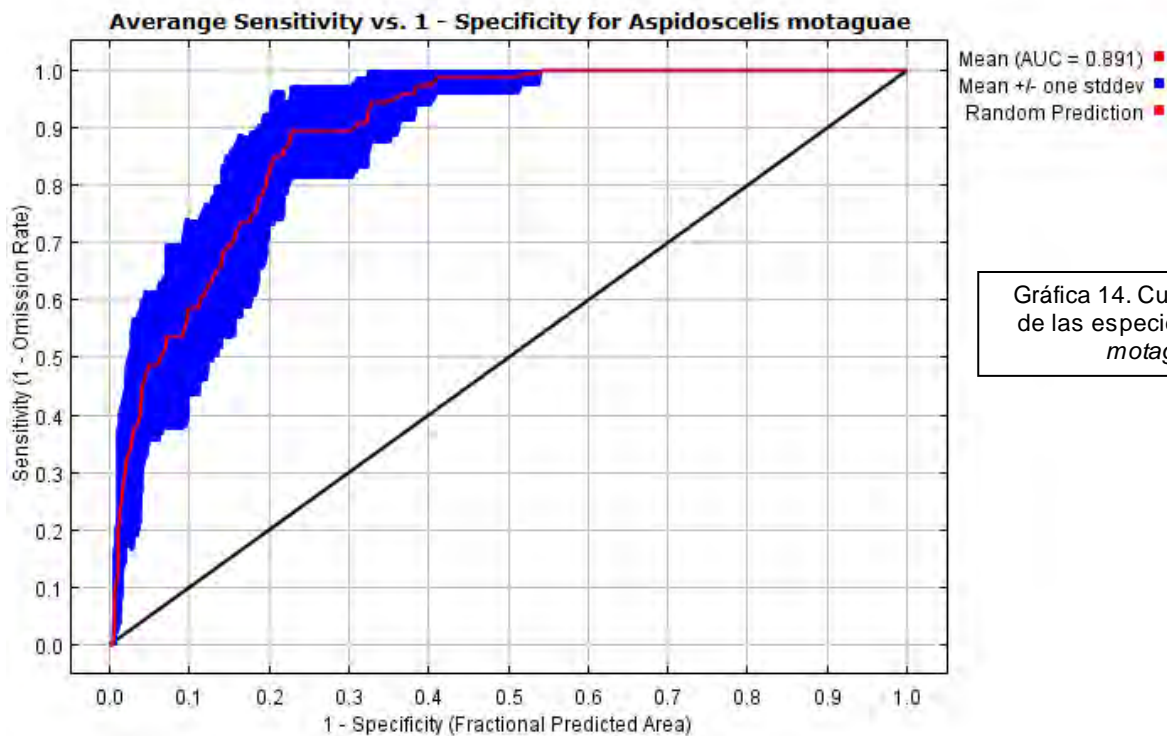


Training data (AUC = 0.737) ■
 Test data (AUC = 0.634) ■
 Random Prediction (AUC = 0.5) ■

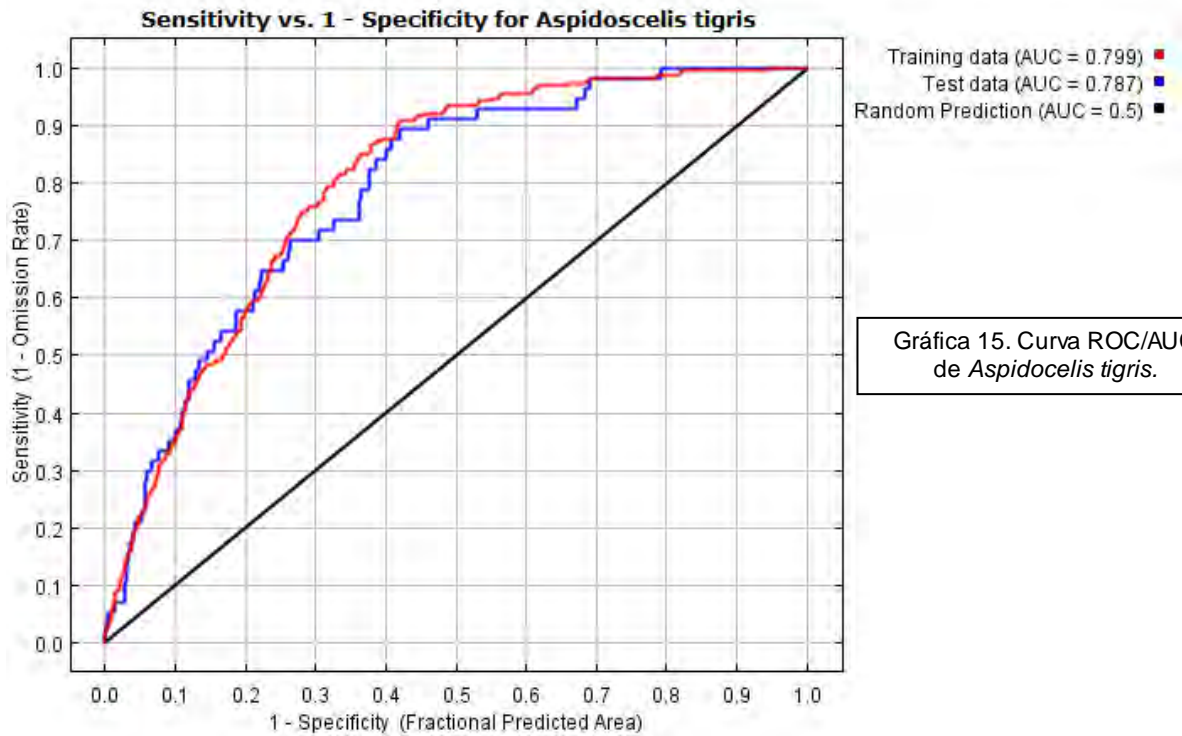
Gráfica 12. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidoscelis inornata*.



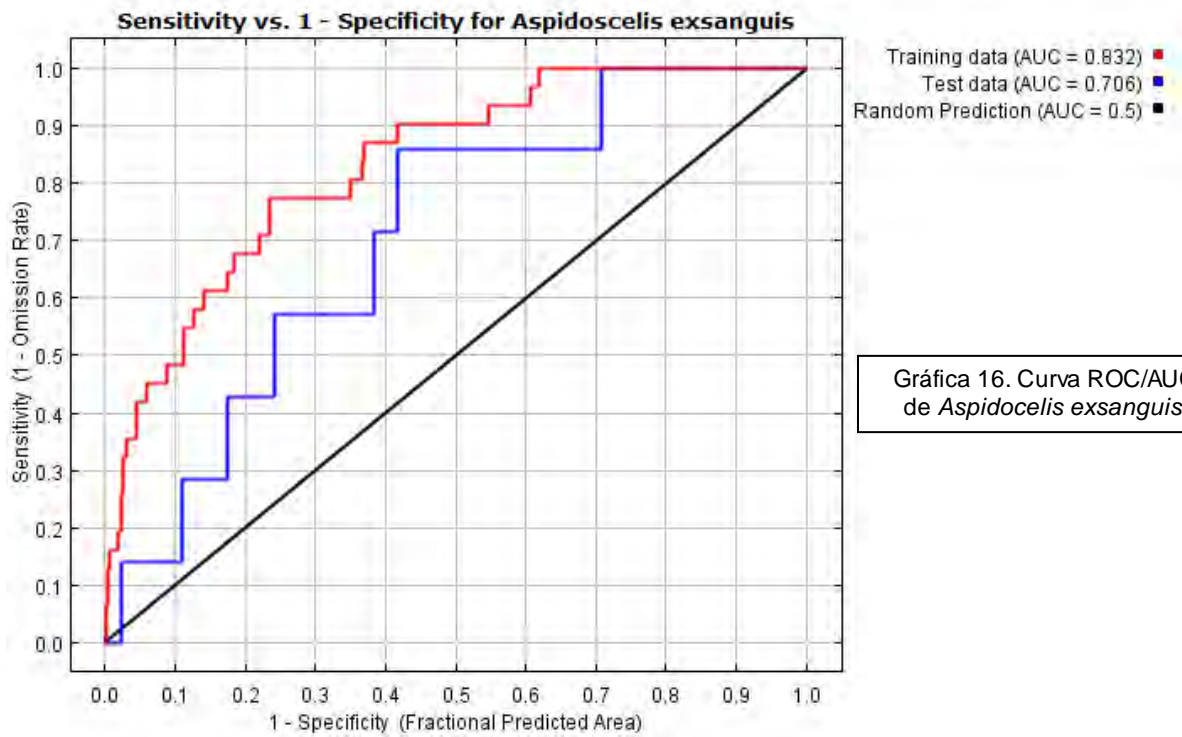
Gráfica 13. Curva ROC/AUC de la especie *Aspidocelis mexicana*.



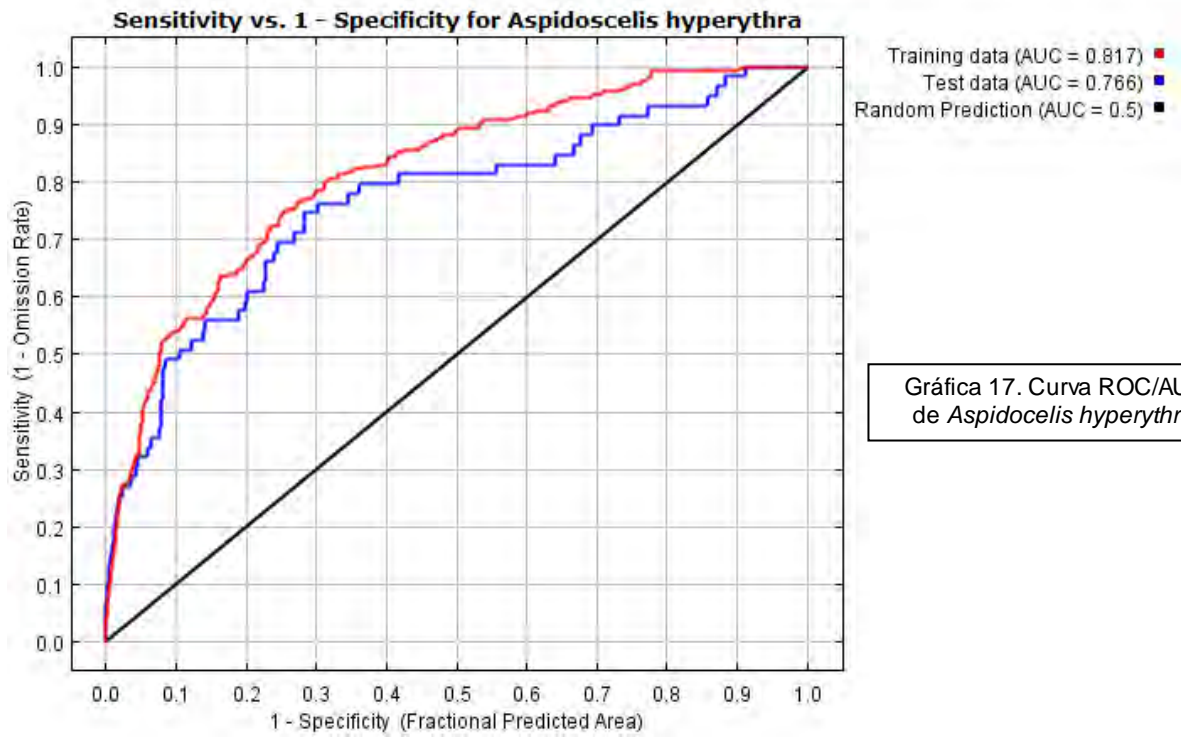
Gráfica 14. Curva ROC/AUC de las especie *Aspidocelis motaguae*.



Gráfica 15. Curva ROC/AUC de *Aspidoscelis tigris*.



Gráfica 16. Curva ROC/AUC de *Aspidoscelis exsanguis*.



Anexo IV

Diagrama de Flujo del Método

