

Cambios en la distribución de *Aspidoscelis gularis* en Hidalgo. Changes in the distribution of *Aspidoscelis gularis* in Hidalgo.

J. Reyes-Arenas ^a, I. Goyenechea Mayer-Goyenechea ^{a*}

^a Laboratorio de Sistemática molecular, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo s/n, Ciudad del Conocimiento, Col. Carboneras, 42184, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México

Resumen

La antropización ha modificado los ecosistemas existentes en Hidalgo y esto afecta a la diversidad de reptiles. Por ello el objetivo de este trabajo fue analizar la distribución de *Aspidoscelis gularis* a lo largo de cuarenta años, divididos en dos periodos, desde 1980 hasta el 2000 y desde el 2000 hasta el 2020. Se generaron tres mapas del estado de Hidalgo con registros de la especie para cada periodo de tiempo, uno con la distribución, el segundo con los tipos de vegetación y el tercero con el tipo de clima, para poder determinar si los cambios en los ecosistemas derivados de la antropización afectaron la distribución de la especie. Se encontró que, si bien la distribución cambió a través de los años, *A. gularis* sigue habitando en los mismos sitios que en el pasado, lo cual sugiere que esta especie es capaz de soportar ciertos cambios ambientales, así como en la vegetación y adaptarse a los mismos.

Palabras Clave: *Aspidoscelis gularis*, antropización, distribución.

Abstract

Anthropization has modified the existing ecosystems in Hidalgo and this affects the diversity of reptiles. Therefore, the objective of this work was to analyze the distribution of *Aspidoscelis gularis* over forty years, divided into two periods, from 1980 to 2000 and 2000 to 2020, generating three maps of the state of Hidalgo with records of the species for each time period, one with the distribution, the second with vegetation types and the third with the type of climate, in order to determine if changes in ecosystems derived from anthropization affected the distribution of the species, finding that although the distribution changed over the years, *A. gularis* continues inhabiting the same places, which suggests that this species is able to tolerate certain environmental and vegetation changes and adapt to them.

Keywords: *Aspidoscelis*, anthropization, distribution

1. Introducción

En el Estado de Hidalgo, se pueden encontrar distintos tipos de ecosistemas como los bosques de coníferas, matorrales y pastizales. Esto permite que sea un estado muy importante en cuanto a la herpetofauna de México, puesto que se puede encontrar una diversidad importante de reptiles, de los cuales en Hidalgo se encuentran hasta un total de 130 especies de 59 géneros diferentes, entre ellos el género *Aspidoscelis* (Cruz-Elizalde *et al.*, 2017).

En Hidalgo, este género de lagartijas está presente solamente con la especie *Aspidoscelis gularis*, la cual habita principalmente en zonas de bosques tropicales caducifolios y matorrales. A pesar de que en Hidalgo existe un buen porcentaje de estos ecosistemas, las actividades humanas como la agricultura, ganadería o el crecimiento de la

urbanización, han modificado en buena medida a los ecosistemas existentes, lo cual podría ocasionar que *A. gularis* tenga que desplazarse a otros sitios, cambiando su distribución.

2. Antecedentes

2.1 Antropización

El desarrollo de la actividad humana ha traído una pérdida importante de la biodiversidad, por lo que muchos ecosistemas se han alterado. Por ello se han creado estrategias para lograr una conservación efectiva de la diversidad biológica (Sánchez, 2015), entre las cuales destacan la creación de áreas protegidas (Aguilar-López *et al.*, 2020).

*Autor para la correspondencia: ireneg@uaeh.edu.mx

Correo electrónico: re351936@uaeh.edu.mx (Javier Reyes Arenas), ireneg@uaeh.edu.mx (Irene Goyenechea Mayer Goyenechea).

Historial del manuscrito: recibido el 31/01/2024, última versión-revisada recibida el 13/05/2024, aceptado el 31/05/2024, en línea (postprint) desde el 05/06/2024, publicado el 05/01/2025. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v12i24.12364>

Sin embargo, la conservación de la diversidad no es uniforme en todos los grupos, puesto que se centra en las especies más atractivas o carismáticas como algunas aves, dejando un poco de lado los reptiles. Ya que los reptiles tienen un importante papel ecológico, debido a que pueden ser bioindicadores de la calidad del ambiente o evaluar el efecto de las medidas de conservación que fueron tomadas, por lo cual es importante enfocar los esfuerzos para la conservación de este grupo (Drechsler, 2019).

En Hidalgo la antropización es notable, ya que si bien el estado posee una gran cantidad de ecosistemas, como lo son los bosques de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, entre otros, (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2021) lo cual permite que se distribuya una amplia variedad de herpetofauna, existen distintos factores antrópicos que impactan de forma negativa la supervivencia de los organismos. Estos factores son muy variados pues, implican desde la fragmentación de hábitat puesto que cerca del 50% del territorio de Hidalgo está destinado a actividades de agricultura, de igual manera el crecimiento demográfico, la introducción de especies exóticas y la contaminación del ambiente provocan que cada vez se complique la supervivencia de herpetofauna en el Estado de Hidalgo o que tengan problemas para establecerse en un ambiente (Cruz-Elizalde et al., 2017).

2.2 Distribución de *A. gularis* en México.

En México, la distribución potencial de *Aspidoscelis gularis* abarca varios estados del Altiplano Mexicano como Chihuahua, Tamaulipas, Jalisco, ya que estos estados comparten en cierto punto la vegetación que ha sido clasificada como desierto chihuahuense donde destaca matorral xerófilo y pastizales (Pérez-Almazán et al., 2014).

En el sureste de Querétaro, se realizó un estudio sobre la dieta de *Aspidoscelis gularis* en época de lluvia, obteniendo que los machos se alimentan principalmente de termitas, coleópteros y larvas de coleóptero, mientras que las hembras se alimentan de termitas, coleópteros y cucarachas principalmente, por lo cual se sugiere que las termitas podrían tener un gran aporte energético en la dieta de *A. gularis* (Ayala-Flores & Hernández Salinas, 2016).

2.3 Características de Hidalgo.

Hidalgo se encuentra ubicado entre las provincias biogeográficas reconocidas como Altiplano Mexicano, Sierra Madre Oriental y Faja Volcánica, lo cual le permite tener distintos tipos de alturas y climas. En su mayoría predomina un clima seco y semiseco, seguido por un clima templado subhúmedo y cálido húmedo (INEGI, 2019).

2.4 Estudios sobre *A. gularis* en Hidalgo

En el Estado de Hidalgo, se ha encontrado que la especie *Aspidoscelis gularis* se distribuye en los ecosistemas bosque de pino, matorral xerófilo, matorral submontano, bosque tropical caducifolio y de igual manera no se identifica como una especie endémica de Hidalgo (Cruz-Elizalde et al., 2017).

Una zona importante de Hidalgo es el Valle del Mezquital, quien junto con el desierto chihuahuense, la zona de Baja California, y el valle de Tehuacán–Cuicatlán, Puebla/Oaxaca conforman las 4 grandes regiones áridas y semiáridas del país, y se encuentran bajo amenaza debido a la perturbación por actividades humanas, sobrepastoreo y erosión del suelo encontrando que en ese sitio *A. gularis* se distribuye principalmente en microhábitats denominados “bajo roca” y “sobre suelo” (Fernández & Goyenechea, 2010).

3. Justificación

Durante los últimos años se ha observado un crecimiento de la mancha urbana, debido al incremento de la densidad poblacional causando una mayor demanda en los servicios de vivienda, comida y servicios. Por esta razón, cada vez es más evidente el efecto de la antropización, que tiene dentro de sus consecuencias el hecho de que algunas especies sean desplazadas de sus hábitats.

La especie analizada en este trabajo se distribuye en zonas de bosques y matorrales, donde la antropización ha causado impacto, reduciendo la cobertura vegetal de manera importante en estos ecosistemas, por lo tanto, esta investigación tuvo como finalidad obtener la distribución de la especie *Aspidoscelis gularis* en el Estado de Hidalgo desde 1980 y contrastarla con la distribución actual para determinar si han ocurrido cambios en la misma, debido a la antropización.

4. Objetivo general

Analizar la distribución de *Aspidoscelis gularis* en Hidalgo desde 1980 hasta el presente, para determinar el impacto que ha tenido la antropización sobre dicho género.

Objetivos específicos

- 4.1. Comparar la distribución de *Aspidoscelis gularis* en el pasado con la distribución actual, empleando un sistema de información geográfica.
- 4.2. Determinar si la Antropización impacta sobre la distribución de la especie.

5. Metodología

- Se consultaron algunas bases de datos, como (GBIF.org, 2022), (CONABIO [SNIB], 2023) y (Naturalista, 2022) se analizaron aquellos puntos donde se ha visto o registrado algún organismo de la especie *A. gularis* dentro del estado de Hidalgo para obtener las coordenadas de dichos puntos las cuales sirvieron para comparar la distribución pasada con la distribución actual; (Apéndice A).
- Esta información fue ordenada en una base de datos en excel para elaborar los mapas de la distribución de *Aspidoscelis gularis* en los periodos 1980-2000 y otro en el periodo 2000-2022.

- Se obtuvieron del portal SNIB (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2023) las capas digitales (shapefiles) de Hidalgo tanto de vegetación y uso de suelo, serie I para el periodo 1980-2000 y serie VII para el periodo 2000-2022 ambos con escala 1:250000, así como del clima escala 1:1000000, para poder crear los mapas de distribución de la especie.
- Posteriormente, se utilizó el sistema de información geográfica ArcGis 10.8 (ESRI, 2020) para crear los mapas de Hidalgo, donde se mostraba la distribución en el pasado de *A. gularis* y otro donde se muestre la distribución actual, y se revisó cómo han cambiado a lo largo de los años aquellos sitios donde se distribuía esa especie, en términos de cambios de uso de suelo y vegetación, para así poder contrastar la información, determinando si han ocurrido cambios en su distribución debido al incremento de zonas urbanas, deforestación, convertimiento de hábitats para agricultura o ganadería, potreros o algunas otras actividades pertenecientes a la antropización.
- Debido a que no se encontró la información requerida (shapefile) para la construcción de un mapa con los registros de *A. gularis* con base en la climatología del Estado de Hidalgo en el año 2022, se optó por realizar una búsqueda sobre historia climática en aquellos municipios donde tuvo mayor registro de presencia, obteniendo las variables climáticas de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación y después se utilizó el programa Maxent 3.3 (Phillips *et al.*, 2006) para obtener la distribución potencial.
- Finalmente con la ayuda de Google Earth (Keyhole inc, 2001) se obtuvieron imágenes satelitales de los municipios donde hay mayor registro de la especie analizada para determinar si existe pérdida de la cobertura vegetal, que pueda afectar su distribución.

Registros obtenidos de distintas fuentes de información.

Fuente	Datos de presencia obtenidos
Naturalista!	28
GBIF	24
Colección herpetológica	18
CONABIO	10

6. Resultados

En la figura 1 se muestra un mapa con la macro distribución de la especie, destacando la zona de estudio (Hidalgo) con los registros hasta el año 2000 (1A) y en la figura 2 se muestra la distribución y zona de estudio con registros hasta el año 2022 (1B).

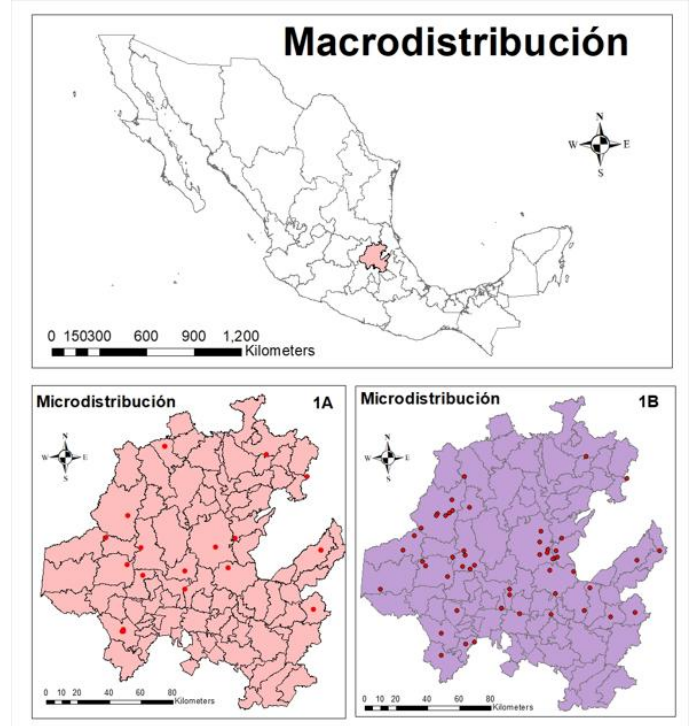


Figura 1. Macro y micro distribución de *A. gularis* 1980-2000 (1A) y 2000-2022 (1B) en el Estado de Hidalgo. (ESRI, 2020).

Para el periodo 1980-2000 se obtuvieron un total de 23 registros para 14 municipios diferentes en el estado de Hidalgo (Fig. 2); Apéndice B.

En cambio, en el periodo 2000-2020 se obtuvieron un total de 57 registros para 19 municipios diferentes en el Estado de Hidalgo (Fig. 3): Apéndice C.

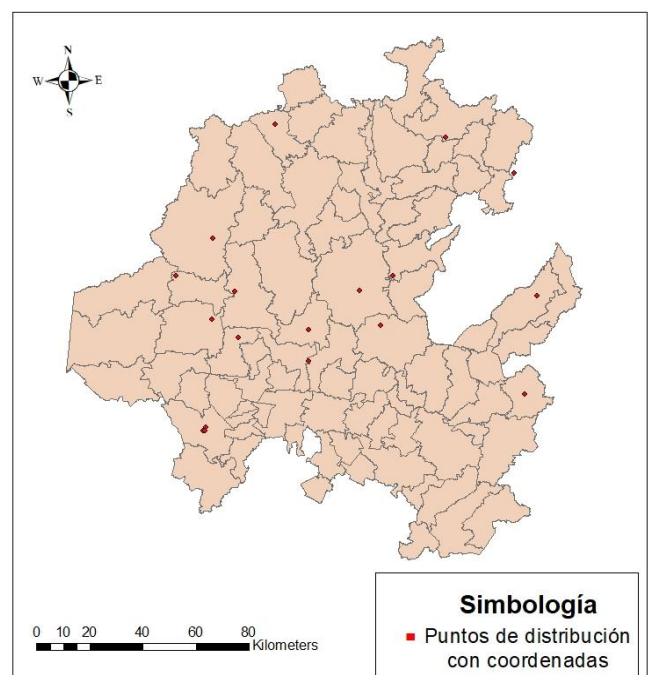


Figura 2. Mapa de registros de presencia de *A. gularis* 1980-2000 en el Estado de Hidalgo. (ESRI, 2020).

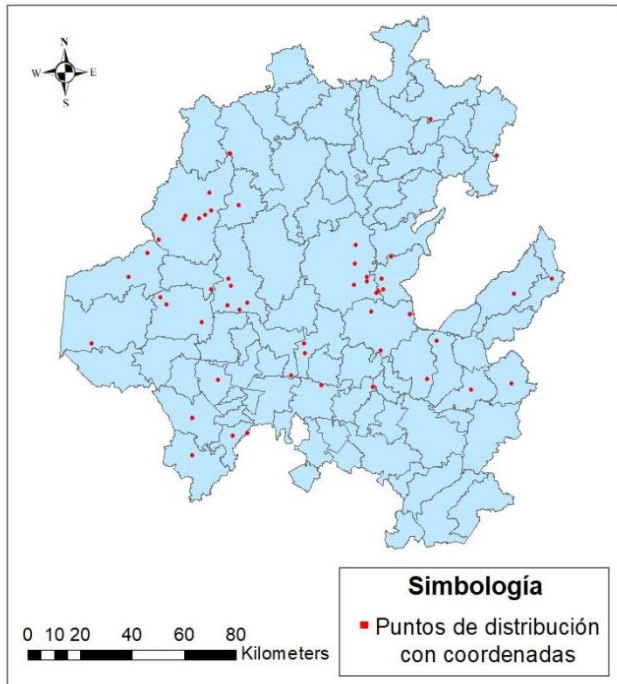


Figura 3. Mapa de registros de presencia de *A. gularis* 2000-2022 en el Estado de Hidalgo. (ESRI, 2020).

En la figura 4, donde se utilizó la capa de Uso de suelo y vegetación serie I, escala 1:250000 se observa que en el periodo de tiempo que comprende los años 1980-2000 el tipo de vegetación que favoreció la presencia de *A. gularis* era la Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Pino-Encino donde se encontraron un total de 8 registros en el Municipio de Tula, y los registros restantes en los municipios de La misión, Zimapán, Ixmiquilpan, Metztlán, San Bartolo Tutotepec, Tulancingo de Bravo y Actopan.

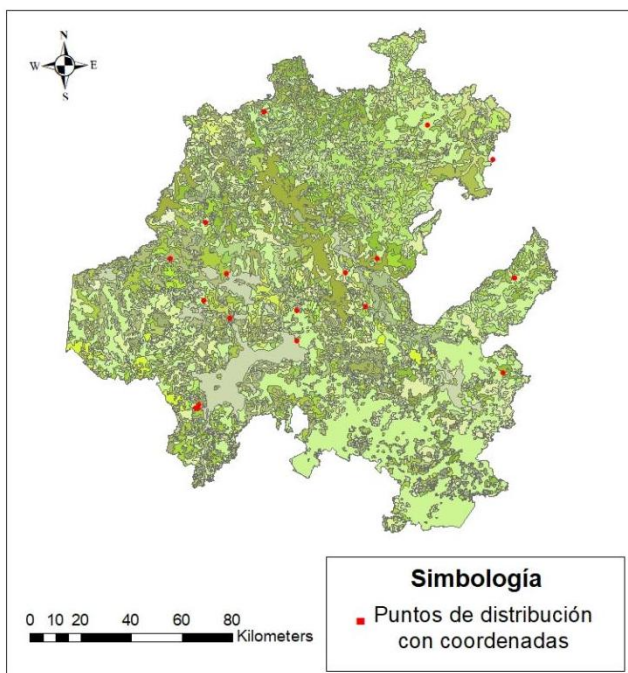


Figura 5. Registros de *A. gularis* con base en la vegetación del Estado de Hidalgo en el año 1980. (ESRI, 2020).

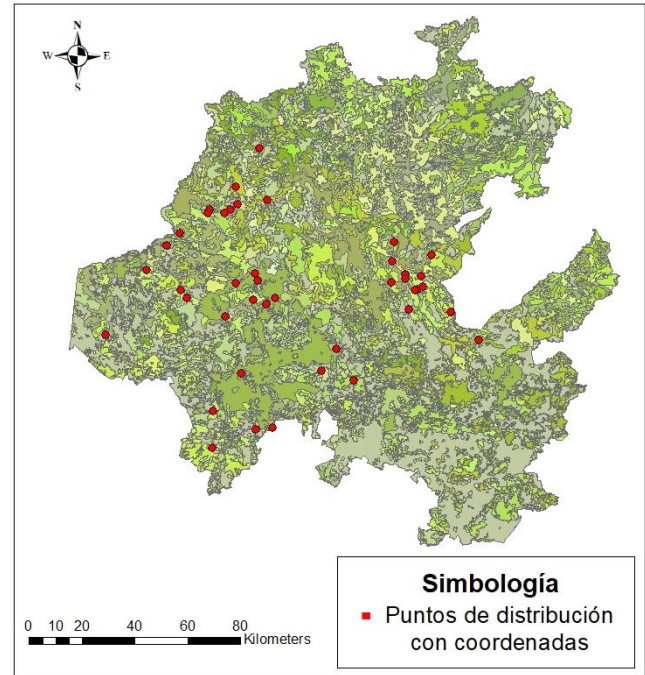


Figura 6. Registros de *A. gularis* con base en la vegetación de Hidalgo en el año 2020. (ESRI, 2020).

Por otro lado, en el periodo que abarca desde el año 2000 hasta el 2020, donde se utilizó la capa de Uso de suelo y vegetación serie VII escala 1:250000, (Fig. 5) la vegetación que favoreció la presencia de *A. gularis* fue Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino, en ciertas zonas de los municipios de Zimapán, Tula de Allende y Metztlán.

Finalmente, se encontraron 6 registros de *A. gularis* en el periodo 1980-2000 en el municipio de Tula que, basado en la capa de clima (Fig. 6) con escala 1:1000000, presenta el semicálido húmedo, por lo que en el año 1980 presentó una temperatura media anual de 16.8°C con una mínima de -2° C y una máxima de 30°C.

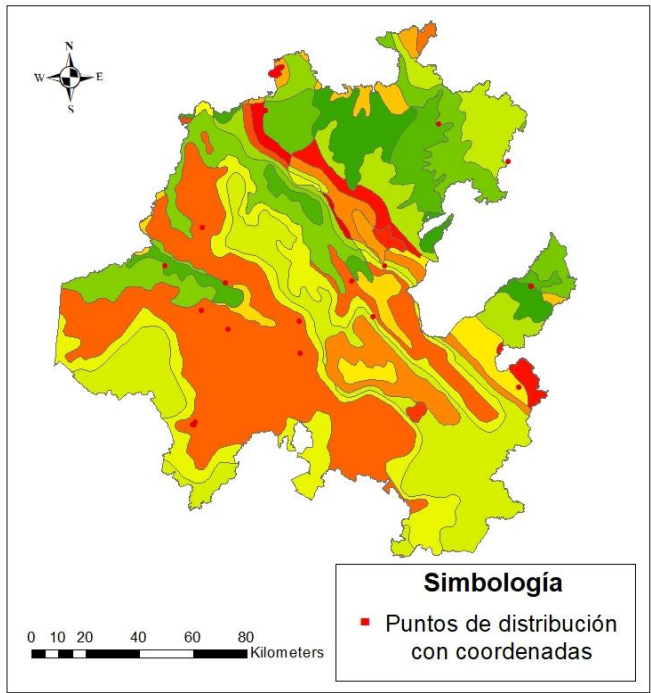


Figura 6. Registros de *A. gularis* con base en la climatología de 1980. (ESRI, 2020).

Simbología de los tipos de clima de la figura 6.

Color	Clima
	Cálido Húmedo
	Templado subhúmedo
	Templado
	Templado húmedo
	Semicálido húmedo
	Semifrío subhúmedo
	Semifrío húmedo
	Semiárido templado

Gracias al mapa de distribución potencial con los registros del periodo 2000-2020 (Fig. 7) se obtuvo que las zonas marcadas en color amarillo son aquellas donde se puede encontrar registros de presencia de *A. gularis* pero es menos probable ya que fueron obtenidos muy pocos registros en esas zonas y corresponden a los municipios de La Misión y Tepeji del Río.

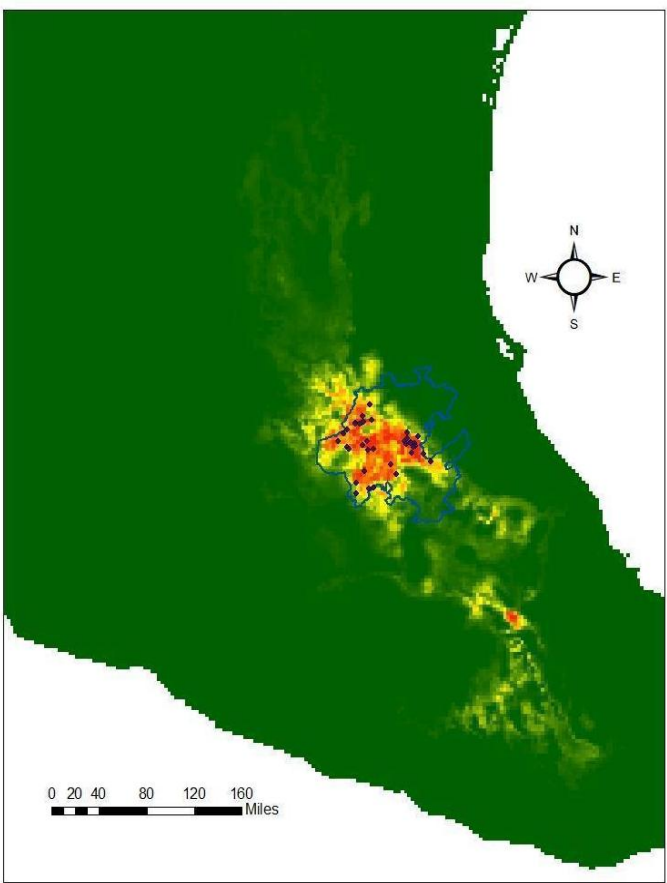


Figura 7. Proyección de la distribución potencial de *A. gularis* realizada con el programa Maxent 3.3. (Phillips et al., 2006).

En el periodo que comprende entre los años 1980-2000, la especie se distribuyó en gran medida en un clima semicálido húmedo y en una Vegetación secundaria arbórea de Bosque de Pino-Encino, y que en la actualidad se puede encontrar en una vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino con un registro preferencial de temperatura media de 20°C, podemos detectar que al parecer la especie *A. gularis* si bien puede habitar en distintos tipos de vegetación, su preferencia son aquellos sitios donde la vegetación está conformada por pinos, sin embargo tiene la capacidad de adaptarse a una variación en las condiciones climáticas y a los cambios que se generen en la vegetación de los lugares en los que habita.

Gracias al uso de imágenes satelitales, se puede observar cómo ha cambiado la cobertura vegetal en los municipios donde la especie obtuvo una mayor cantidad de registros lo cual ayuda a evidenciar que la especie se puede adaptar a los cambios de vegetación. En el caso de las figuras 8 y 9 corresponden al municipio de Tula y se puede apreciar una pérdida de cobertura vegetal de aproximadamente un 30%.

Por otro lado, las figuras 10 y 11 muestran el cambio de vegetación del municipio de Zimapán donde si bien fue menor la pérdida de cobertura vegetal, ésta sí ocurrió aproximadamente en un 15%.

El municipio donde ocurrió una menor pérdida de cobertura fue en Metztitlán donde casi se mantuvo en su totalidad la vegetación (Figura 12 y 13).

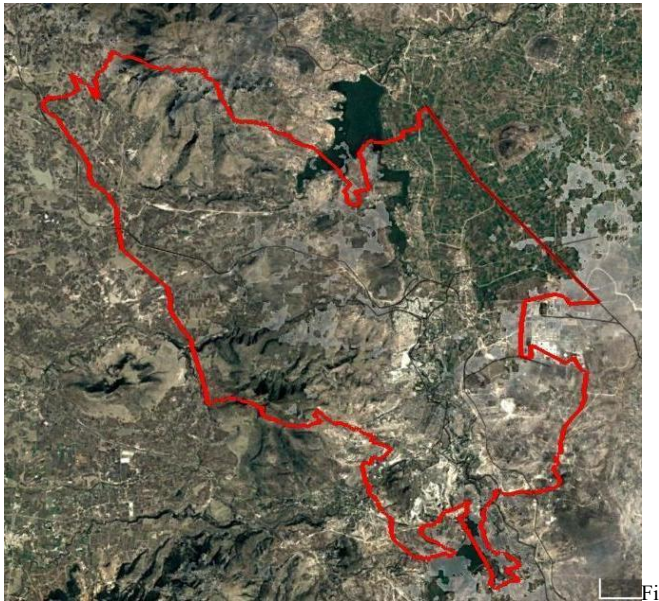


Figura 8. Imagen satelital del municipio de Tula de Allende en 1984. (Keyhole inc, 2001)

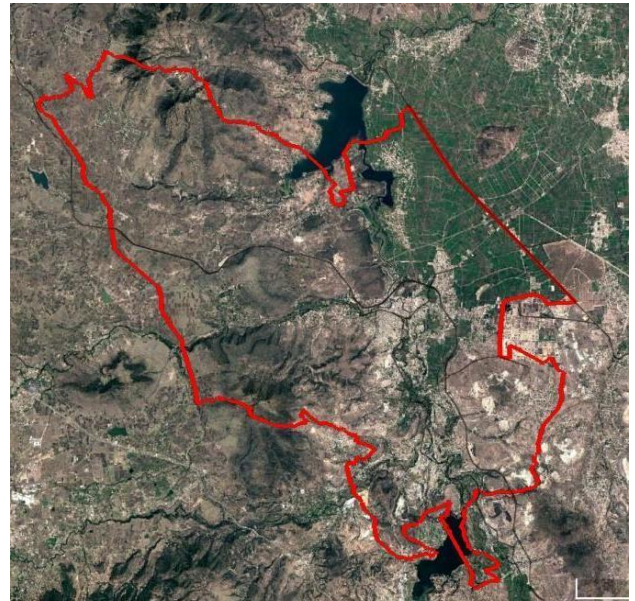


Figura 9. Imagen satelital del municipio de Tula de Allende en 2020. (Keyhole inc, 2001)



Figura 10. Imagen satelital del municipio de Zimapán en 1984. (Keyhole inc, 2001)

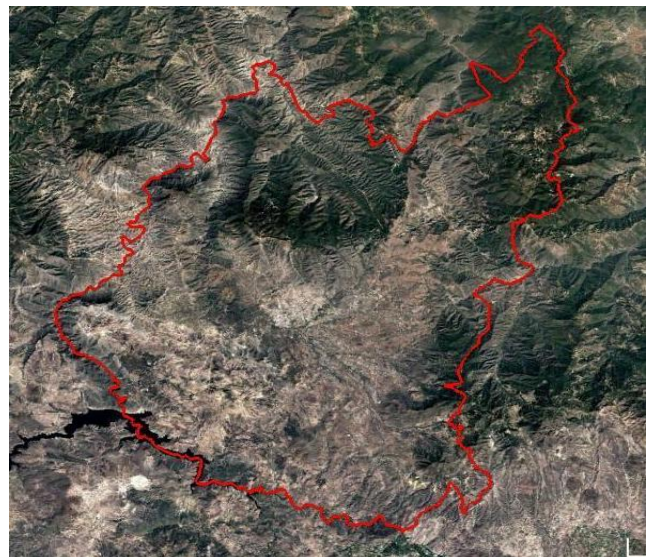


Figura 11. Imagen satelital del municipio de Zimapán en 2020. (Keyhole inc, 2001)



Figura 12. Imagen satelital del municipio de Metztlán en 1984. (Keyhole inc, 2001)



Figura 13. Imagen satelital del municipio de Metztlán en 2000. (Keyhole inc, 2001).

7. Discusión

El incremento de la actividad humana ha causado un gran impacto en los ecosistemas del país, ya que es necesario convertir sitios naturales en zonas urbanas para poder satisfacer las necesidades de las personas, así como intereses políticos y económicos, sin tomar en cuenta la biodiversidad (Mitchell & Brown, 2008) y evidentemente Hidalgo no es la excepción ya que, lo reportado por el Gobierno del Estado de Hidalgo cerca del 50% de la superficie del Estado se ha destinado en la actualidad para actividades agrícolas.

Si bien es cierto, la mayor parte de este crecimiento urbano se dio en la periferia de los municipios de Pachuca y Mineral de la Reforma, algunos otros municipios incrementaron su mancha urbana tal es el caso de Tula de Allende y Zimapán, los cuales son parte importante de este estudio, junto con el municipio de Metztlán ya que fue en estos sitios donde se encontró una distribución importante de la especie analizada.

Al momento de comparar la cobertura vegetal de 1980 (Fig. 9, 11, 13) en los tres municipios del estado, donde la especie analizada tuvo la mayor cantidad de registros, con la cobertura del año 2020 (Fig. 10, 12, 14), se pudo observar de manera evidente la pérdida de cobertura vegetal en Hidalgo donde si bien es cierto que no se nota un cambio de manera drástica, si es evidente que se ha perdido vegetación.

Por ejemplo, en el municipio de Tula de Allende es donde se puede apreciar de forma más clara la pérdida de vegetación, pues al comparar las imágenes satelitales de ambos periodos (Fig. 8 y 9) se nota claramente que aquellas áreas verdes han sido transformadas por zonas para la agricultura y zonas urbanas, esto concuerda con lo reportado por donde se menciona que Tula tuvo un crecimiento en la urbanización debido a un incremento poblacional de hasta 28,000 personas (Gobierno de Tula, 2022).

El municipio de Zimapán (Fig. 10 y 11), si bien no tuvo un cambio tan drástico como Tula, también mostró pérdida y transformación en la vegetación, debido a su incremento en la urbanización de hasta un 7% (Cano-Salinas *et al.*, 2017).

El municipio de Metztlán (Fig. 12 y 13) es el que tuvo un menor porcentaje de pérdida de la vegetación, pero esto puede deberse a que en el año 2000 un sitio de hasta 96,000 hectáreas denominado como “Barranca de Metztlán” fue decretado como Área natural protegida, con la categoría Reserva de la Biósfera (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas [CONANP], 2003), lo cual evidentemente ayuda a la preservación de la cobertura vegetal, generando que no se pierda la diversidad en esa zona del estado.

Todos estos cambios a los ecosistemas del estado de Hidalgo terminan afectando la fauna local y evidentemente los reptiles no son la excepción ya que (Cruz-Elizalde *et al.*, 2017) mencionan que estos cambios producen la pérdida de los anfibios y reptiles del estado.

Esto se debe a que muchos tienen requerimientos específicos como las condiciones climáticas donde la temperatura juega un rol muy importante, la necesidad de cuerpos de agua, y por supuesto la disponibilidad de alimento, además de cierta cobertura vegetal para realizar sus funciones (Cruz-Elizalde *et al.*, 2017).

Sin embargo, también hay especies que son capaces de adaptarse a la modificación de los ecosistemas generados por la antropización, y que incluso son relacionadas con hábitats antropizados como son las especies (*Sceloporus grammicus*, *S. spinosus*, *Phrynosoma orbiculare* y *Conopsis lineata*), (Magno-Benítez *et al.*, 2016).

Tal es el caso de *A. gularis* puesto que al ser una especie generalista que puede vivir en vegetaciones secundarias tanto

arbustivas como arbóreas de pino-encino y que no tiene un rango de temperatura específico, puede tener una dieta en la que se incluyen distintos órdenes de insectos de distintos ecosistemas, siendo el componente principal de su dieta las termitas, seguido de coleópteros adultos y larvas de coleóptero, además de otros 10 órdenes entre los que destacan los órdenes isóptera y hemíptera (Ayala-Flores & Hernández Salinas, 2016).

Es por ello que la especie puede distribuirse en la actualidad en algunos sitios donde ha cambiado la vegetación a lo largo de los años como se muestra en este trabajo en la figura 3, ya que puede seguir encontrando los recursos para sobrevivir. Esto concuerda con lo reportado por (Pérez-Almazán *et al.*, 2014) donde se muestra que la vegetación en la que se distribuye la especie es diversa, ya que abarca desde el ecosistema denominado como desierto chihuahuense, hasta la selva baja caducifolia y teniendo registros además en el bosque de encino, de igual manera que se muestra en el presente trabajo, ya que la especie se pudo registrar en el ecosistema denominado bosque de encino (Fig. 4).

Otro factor que puede ser un indicador de que la especie estudiada tiende a adaptarse a los cambios en su ambiente es el factor de la temperatura, ya que en el caso del municipio de Tula donde en 1980 tenía una temperatura promedio de 16,8°C y en el 2020 registró una temperatura de 20°C.

Lo mismo ocurre en los municipios de Metztlán y Zimapan, donde se muestra que ambos municipios tuvieron un cambio de temperatura a lo largo de los años, generando un incremento y sin embargo la especie pudo soportar esos incrementos y se sigue distribuyendo en dichos sitios.

Los resultados permitieron observar que en los años más recientes la especie estudiada (*A. gularis*) se pudo encontrar en una mayor cantidad de lugares que en el pasado; sin embargo, el hecho de que se hayan encontrado más registros en sitios nuevos puede deberse más bien a que afortunadamente en la actualidad se hacen más estudios sobre la herpetofauna en el estado y no necesariamente se deba a que ha cambiado su distribución de acuerdo a sus requerimientos ambientales y ecológicos.

Los resultados de este trabajo indican que la especie analizada (*A. gularis*) es una especie capaz de adaptarse a los cambios que se generen en su hábitat debido a la antropización, puesto que aunque han habido cambios, en la cobertura vegetal, la temperatura o incluso el tipo de vegetación en los sitios donde habita han logrado resistir y seguir habitando los mismos sitios que antes o bien que el hecho de desplazarse a otros sitios con características ecológicas un poco diferentes no le genera a la especie alguna complicación que ponga en riesgo la supervivencia de sus poblaciones (Pérez-Almazán *et al.*, 2014).

De esta manera se explica el por qué *A. gularis* se puede encontrar en distintas partes del país como Chihuahua, Tamaulipas, Jalisco, Veracruz, CDMX, Guanajuato, que son sitios con condiciones climáticas distintas, pero con poblaciones grandes de la especie (Pérez-Almazán *et al.*, 2014).

8. Conclusiones

Si bien es cierto *A. gularis* ha cambiado un poco su distribución, este cambio no ha sido de forma tan drástica como se pensaba en un inicio ya que, en la actualidad sigue habitando algunos sitios que habitaba en el pasado.

Los cambios en los ecosistemas derivados de la antropización, y por consecuencia aquellos cambios que se puedan dar en cuanto a condiciones climáticas, parece no ser un impedimento para que la especie siga habitando en aquellos sitios donde habita regularmente.

9. Referencias

- Aguilar-López, J., Ortiz-Lozada, L., Pelayo-Martínez, J., Mota-Vargas, C., Alarcón-Villegas, L. & Demeneghi-Calatayud, A. (2020). Diversidad y conservación de anfibios y reptiles en un área protegida privada de una región altamente transformada en el sur de Veracruz, México. *Acta zoológica mexicana*. 36:1-14
- Ayala-Flores, F. & Hernández-Salinas, U. (2016). Descripción de los hábitos alimentarios de *Aspidoscelis gularis* (Sauria: Teiidae), durante la temporada de lluvias en el sureste de Querétaro, México. *Acta zoológica mexicana*. 32:120-122.
- Cano-Salinas, L., Rodríguez-Laguna, R., Valdéz-Lazalde, J.R., Acevedo-Sandoval, O.A. & Beltrán-Hernández, R.I. (2017). Detección del crecimiento urbano en el estado de Hidalgo mediante imágenes Landsat. *Investigaciones geográficas*. 92:1-9.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas[CONANP]. (2003). Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Barranca de Metztlán:https://simex.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/9_libro_pm.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2021). La Biodiversidad en Hidalgo: Estudio de Estado. https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_hidalgo
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2023) SNIB. <http://geoportal.conabio.gob.mx/>
- Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A., Aguillón-Gutiérrez, D.R., Magno-Benítez, I. & Benítez-Austria, R. (2017). Principales amenazas para la biodiversidad y perspectivas para su manejo y conservación en el Estado de Hidalgo: el caso de los anfibios y reptiles en: Sánchez-González, A., Ramírez-Bautista, A., Sánchez-Rojas, G. & Cuevas-Cardona, C. (Eds). *Biodiversidad del Estado de Hidalgo tomo II*. Hidalgo: 577-580.
- Drechsler, R. (2019). La ecología de los reptiles en un parque natural antropizado. Tesis de licenciatura, Universidad de Valencia.
- ESRI (2020). ArcGis 10.8 [Software]. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/get-started/installation-guide/installing-on-your-computer.htm>
- Fernández-Badillo, L. & Goyenechea-Mayer Goyenechea, I. (2010). Anfibios y reptiles del valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 81:706-712.
- GBIF.org (2023). *Aspidoscelis gularis* registros. Buscador de registro de presencia (gbif.org)
- Gobierno de Tula. (2022). Programa municipal de desarrollo urbano y ordenamiento territorial del municipio de Tula, Hidalgo. 07/08/2023, de Gobierno de Tula. Sitio web: https://tula.gob.mx/TRANSPARENCIA_PMDU/PMDUOT_TULA.pdf
- INEGI. (2019). Relieve de Hidalgo. 18/08/2022, de *INEGI.org.mx* Sitio web: https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/territorio/recursos_naturales.aspx?tema=me&e=13#:~:text=Hidalgo&text=Existe%20una%20amplia%20variedad%20de,principalmente%20al%20norte%20y%20noreste
- Keyhole inc. (2001). Google Earth [software] Google Earth

Magno-Benítez, I., Ramírez-Bautista, A. & Cruz-Elizalde, R. (2016). Diversidad de especies de anfibios y reptiles en dos ambientes, natural y antropizado en el estado de Hidalgo, México. *Fauna Nativa en Ambientes Antropizados*:97-105

Manríquez-Morán, N. L., Castillo-Cerón, J. M., Goyenechea Mayer-Goyenechea, I., Cruz-Elizalde, D., Hernández-Salinas, U., Lara-Tuñón, L., Badillo-Saldaña, L., Berriozábal-Islas, C. & Ramírez-Bautista, A. (2017). Riqueza y diversidad de saurópsidos (no aves) del Estado de Hidalgo. En: Sánchez-González, A., Ramírez-Bautista, A., Sánchez-Rojas, G. & Cuevas-Cardona, C. (Eds.). Biodiversidad del Estado de Hidalgo tomo II. Hidalgo:519-527. Conabio/UAEH Pachuca

Mitchell, J. C. & Brown, R.E.J. (2008). Urban Herpetology: Global overview, synthesis and future directions. *Urban Herpetology*:1-30

Naturalista (2023) *Aspidoscelis gularis* observaciones. Observaciones · iNaturalist Mexico

Pérez-Almazán, C., Balderas-Platas, M.A., Manríquez-Morán, N.L. & Madrigal-Urbe, D. (2014) Distribución potencial del complejo *Aspidoscelis gularis* (Squamata: Teiidae) en México. *Ciencia UAT*. 9:15-22

Phillips, S., Dudík, M., & Schapire, R. (2006) Maxent 3.3 [Software]. https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/

Sánchez, E.L. (2015). Impactos sobre los ecosistemas. II Curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental. 22:322-330.

10. Apéndice A

Datos de presencia *A. gularis*.

Dato	Latitud	Longitud	Precisión	Lugar	Año
1	20,1578	-98,2014	N/D	Acaxochitlán	1995
2	20, 29	-98,98	1000 m	Actopan	1982
3	20,4674	-99,4784	30 m	Alfajayucan	2021
4	20,4674	-99,4784	31 m	Alfajayucan	2021
5	20, 44	-99,33	950 m	Alfajayucan	1982
6	19,99397	-99,2227	4 m	Atotonilco	2022
7	20,4066	-98,7172	990 m	Atotonilco	1989
8	20,3758	-99,2347	900 m	Chilcuautila	1992
9	20,39184	-98,5582	30 m	Huasca	2018
10	20,00107	-99,1673	89 m	Huasca	2022
11	20,525	-99,225	N/D	Huichapan	2018
12	99° 99' 99"	99° 99'	N/D	Huejutla	1993
13	20,44166	-99,4583	966 m	Ixmiquilpan	2019
14	20.55	-99,2166	N/D	Ixmiquilpan	2005
15	20,43529	-99,2325	31 m	Ixmiquilpan	2020
16	20,74	-99,3799	1738 m	Ixmiquilpan	2009
17	20,16	-98,8899	2253 m	Ixmiquilpan	2009
18	20,5336	-99,2433	840 m	Ixmiquilpan	1986

19	20,44166	-99,1583	916 m	Ixmiquilpan	
20	20,49166	-99,2916	1016 m	Ixmiquilpan	2011
21	20,26724	-98,9501		Ixmiquilpan	2006
22	20,4191	-99,1876	768 m	Ixmiquilpan	2022
23	20,4916	20,2915	1010 m	Ixmiquilpan	1990
24	20,3786	-99,3269		Ixmiquilpan	2004
25	20,94911	-99,2120	1861	Jalaca	2007
26	20,94911	-99,2120	930 m	Jalaca	2007
27	21,11	-99,086	1600	La misión	1989
28	21,11	-99,086	1645	La misión	1990
29	20,53	-98,79	800 m	Metztitlán	1981
30	205783	-98,67		Metztitlán	1984
31	20,56636	-98,7578	31 m	Metztitlán	2017
32	20,52205	-98,7123	300 m	Metztitlán	2016
33	20,51500	-98,6610	24 m	Metzquititlán	2019
34	20,49484	-98,7627	304 m	Metztitlán	2016

11. Apéndice B

Coordenadas periodo 1980-2000

Longitud	Latitud
-99,243332	20,533609
-98,79	20,53
-98,98	20, 29
-99,33	20, 44
-99,2347	20,3758
-98,9802	20,3972
-98,7172	20,4066
-98,67	20,5783
-99,99	20,0573
-99,3692	20,0573
-99,3201	20,72
-99,086	21,11
-99,086	21,11
-99,4572	20,5936

-98,1488	20,4972
-98,1488	20,4972
-98,2014	20,1578
-99,3591	20,0672
-99,3614	20,0574
-98,465	21,05
-98,22	20,92

12. Apéndice C

Coordenadas periodo 2000-2022

Longitud	Latitud
-98,462148	20,298777
-98,558232	20,391842
-98,672933	20,471107
-98,624233	20,586633
-99,167395	20,001077
-99,369436	20,056793
-99,271977	20,184662
-99,232598	20,435295
-99,478478	20,4674
-99,48145	20,660155
-99,182864	20,773785
-99,37166	19,932122
-98,751818	20,629693
-99,222735	19,993972
-99,167395	20,001077
-99,290554	20,818479
-99,379997	20,74
-98,889999	20,16
-99,5955	20,536611
-99,158333	20,441667
-99,525	20,618694
-99,291667	20,491667
-99,308333	20,741667

-98,95010219	20,26724667
-99,212028	20,949111
-99,458333	20,441667
-98,75782	20,566361
-98,712353	20,522052
-98,661027	20,515006
-98,762732	20,494847
-98,654766	20,478265
-98,713543	20,505697
-98,680355	20,467752
-98,700785	20,402706
-98,558232	20,391842
-99,33018	20,729828
-99,286528	20,758766
-99,387817	20,730027
-99,1876	20,4191
-99,3692	20,0573
-99,2166	20,5
-99	20,1925
-99,225	20,525
-99,3269	20,3786
-99,21202778	20,94911111
-99,73555556	20,31611111
-98,465	21,05
-98,22	20,92
-98,95	20,3
-98,7	20,15
-98,5	20,17
-98,19	20,15
-98,67	20,27
-98,34	20,13
-98,17	20,45
-98,03	20,5