

Nicho ecológico de *Ambystoma mexicanum* (Shaw y Nodder, 1798) (Anfibio, Caudata)

Morales Valdes Noel
Ricardo Serna Lagunes

Dirección : Tomatlan Veracruz. Avenida 5 S/N Barrio San Jose. CD 94170.
noelmnuevo@gmail.com, 2731294295
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, region Orizaba — Cordoba,
Universidad Veracruzana. Josefa Ortiz de Dominguez s/N Col. Centro, Peñuela,
Municipio de Amatlan de los reyes, Veracruz Mexico. CP. 95050
Autor de correspondencia: rserna@uv.mx www.uv.mx/personal/serna
rserna@uv.mx

RESUMEN

El conocimiento del nicho ecológico de anfibios como este es importante para saber acerca de su distribución Y las variables climáticas y ambientales de su hábitat. El objetivo de este estudio fue investigar el modelo de nicho ecológico de este anfibio endémico con el fin de mostrar su distribución, las condiciones ambientales de su hábitat y presentar esta información con tal de tomar medidas para que esta especie catalogada en peligro crítico no decaiga más. Se obtuvieron registros de presencia geográfica del Ajolote Mexicano (*A. mexicanum*) en la base de datos del Global Biodiversity Information Facility con variables ambientales de temperatura, precipitación, altitud y evaporación y se realizó su modelo de nicho ecológico, con ayuda de MaxEnt se elaboró un mapa de distribución potencial, curvas de respuesta y la prueba de jakknife para medir la importancia de las variables. Se determinó el modelo de nicho ecológico para *A. mexicanum* con un 98.3% de confiabilidad. El mapa muestra 2 regiones con condiciones ambientales favorables del nicho ecológico fundamental. De acuerdo con el análisis de contribución de la variables la altura (24.7%), la temperatura media del trimestre más cálido (21.5%), la precipitación del trimestre más frío (21.5%) y la temperatura mínima del mes más frío (10.5%) son las que explican el 78% del nicho ecológico de *A. mexicanum*. El modelo está determinado por variables ambientales y climáticas.

Palabras clave: Ambystoma, nicho ecológico

ABSTRACT

Knowledge of the ecological niche of amphibians like this is important to know about their distribution AND the climatic and environmental variables of their habitat. The objective of this study was to investigate the ecological niche model of this endemic amphibian in order to show its distribution, the environmental conditions of its habitat and to present this information in order to take steps to ensure that this species classified as critically endangered does not decay anymore. *A. mexicanum*'s geographical presence records were obtained in the Global Biodiversity Information Facility database with environmental variables of temperature, precipitation, altitude and evaporation and its ecological niche model was made, with the help of MaxEnt a potential distribution map, response curves and jakknife test were developed to measure the importance of variables. The eco-friendly niche model for *A. mexicanum* was determined with 98.3% reliability. The map shows 2 regions with favorable environmental conditions of the fundamental ecological niche. According to the contribution analysis of the variables the height (24.7%), the average temperature of the warmest quarter (21.5%), the precipitation of the coldest quarter (21.5%) and the minimum temperature of the coldest month (10.5%) are the ones that account for 78% of *A. mexicanum*'s ecological niche. The model is determined by environmental and climatic variables.

INTRODUCCION

Ambystoma mexicanum es un anfibio caudado, que se le conoce también como ajolote, axolote (pronunciado con x castellana con el sonido de la jota actual) o salamandra ajolote es una especie nativa y endémica de México (Ochoa-Ochoa *et al.*, 2006) que se caracteriza por ser milenariamente similar a las salamandras pero estar más relacionado a las ranas, por desgracia se encuentra en peligro de extinción (NOM-SEMARNAT-059-2010,2019), debido a la desaparición de su hábitat, a la transformación del mismo con fines de turismo, agrícolas y de urbanismo, los cuales están generando grandes problemas de contaminación de las zonas acuáticas que habitan y que están causando su reducción, a pesar de que vive en áreas protegidas se requieren llevar a cabo acciones de conservación relacionadas a la restauración de su hábitat y reintroducción (Zambrano *et al.* 2015) y también es necesario un estudio de su taxonomía (G. Parra-Olea, com. Pers. Octubre de 2019). Para poder conocer y/o determinar las condiciones que contribuyen al nicho ecológico de *A. mexicanum*, se pueden llevar a cabo modulaciones que extrapolen las condiciones de las zonas que habitan, mismas que muestran las zonas con potencial climático para la especie en México. Estos estudios son importantes debido a que pueden ayudar a resolver problemáticas relacionadas a la falta de conocimiento de la pérdida del hábitat de esta y otras especies como ésta y también son útiles para el estudio de las condiciones en las que prosperan o que podrían prosperar. Los modelos de nicho ecológico también son importantes en la identificación de nuevas zonas favorables (Hutchinson, 1981), nuevas poblaciones, el establecimiento de áreas para la conservación e incluso unidades de manejo para la producción en cautiverio de la especie. Algo muy importante que se debe considerar al proponer áreas de conservación, protección y/o restauración del hábitat o reintroducción de la especie es el desarrollo del nicho de su ecológico, ya que gracias a este, se obtiene información muy importante de la especie con respecto al entorno que habita y las condiciones necesarias para su desarrollo vital, y cuando en este tipo de casos la amenaza de extinción es muy grande, estos trabajos brindan una gran oportunidad para evitar que la especie desaparezca. Por lo mencionado anteriormente, el objetivo de este estudio fue determinar el nicho ecológico fundamental (temperatura, precipitación, humedad, evaporación, altitud) de *A. mexicanum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de datos. Se consulta la página de Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/>) para obtener las coordenadas geográficas de *A. mexicanum*, se descargó la base de datos por GBIF (30 de abril de 2021) y esta fue procesada para obtener la longitud y latitud de los registros obtenidos de la especie, mismos que fueron usados para generar un archivo para ser analizado por el software Maximum Entropy Species Distribution Modeling, MaxEnt® versión 3.4.4 (Phillips, 2017). En este software se cargaron 268 datos coordenadas geográficas de presencia las cuales se correlacionaron con las variables ambientales obtenidas de WorldClim (<https://www.worldclim.org/data/index.html>) que consistieron en 19 variables bioclimáticas (Fick y Hijmans, 2017). En MaxEnt se crearon las curvas de respuesta, el mapa de distribución de zonas potenciales para el nicho ecológico de la especie y la importancia relativa de las variables al modelo. El ajuste del modelo obtenido se evaluó con el valor bajo la curva (AUC).

RESULTADOS

De acuerdo con los resultados de la modelación para *A. mexicanum*, se obtuvo un AUC= 0.983, esto representa aproximadamente un 98% de confiabilidad en el modelo ya que la sensibilidad vs la especificidad fue mejor que un modelo aleatorio (Figura 1).

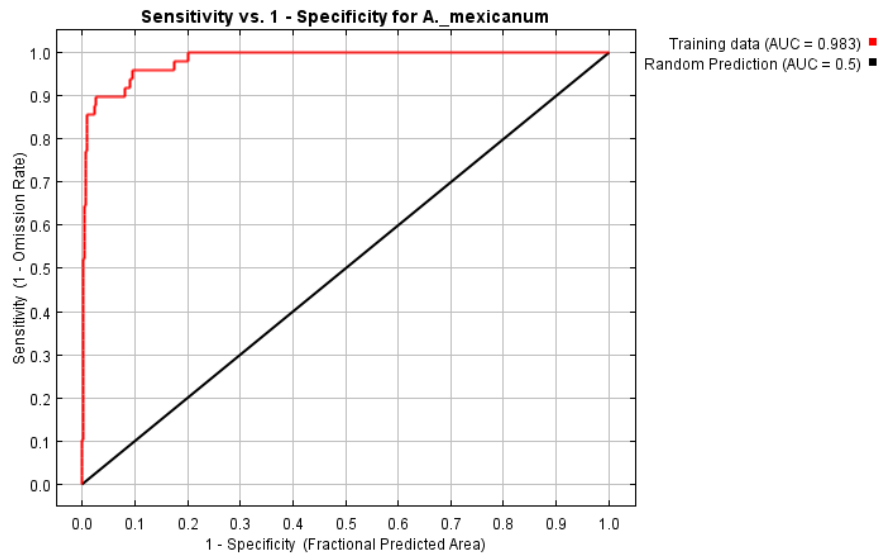


Figura 1. Prueba de sensibilidad vs la especificidad del modelo de *A. mexicanum*

El mapa del modelo de distribución muestra 2 zonas en México con potencial climático que tiene entre el 92 y el 100% de similitud ambiental, con base en los registros de presencia de la especie (Figura 2). Con base en las curvas de respuesta de las variables climáticas se obtuvo que casi todas las variables que se consideraron registraron la presencia, cabe mencionar que dichas variables son muy en directo con el clima, la temperatura y la precipitación (cuadro 1).

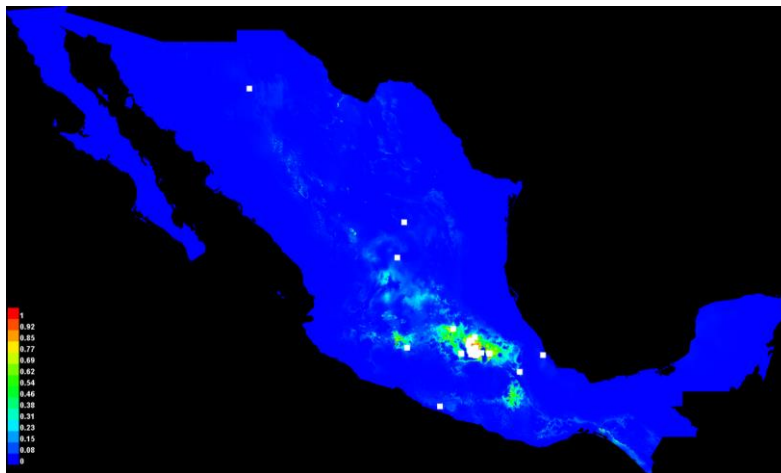


Figura 2. mapa de distribución potencial.

Los resultados del análisis de la contribución por variable muestran que la elevación contribuyó con el 24.7%, la temperatura media del trimestre más cálido representa el 21.5% al igual que la precipitación del trimestre más frío, la temperatura mínima de mes más frío representa un 10.5% y la precipitación del mes más seco el 8.5%, en conjunto dan por resultado el 86.7% de contribución al modelo del nicho ecológico de *A. mexicanum*, algunas variables que se usaron para modelar el nicho ecológico tuvieron más influencia que otras, pero, aunque la elevación tuvo gran influencia en la prueba de Jackknife se corroboró que la temperatura media del trimestre más cálido, aportó mayor información al modelo pues su influencia fue muy grande, en esta prueba se muestran las que no tuvieron una influencia importante (Figura 3).

Variable	Mínimo	Maximo
Modelo digital de elevación	2100 msnm	2600 mnsnm
Precipitación anual	600	900
Precipitación de los meses húmedos	500	770
Precipitación del trimestre más lluvioso	260	550
Precipitación del trimestre más cálido	198	270
Precipitación del mes más lluvioso	120	190
Precipitación de los meses secos	60	100
Precipitación del trimestre más seco	20	35
Precipitación del trimestre más frío	20	30
Precipitación del mes más seco	7	10
Rango anual de temperatura	22.0 ° C	26.0° C
Temperatura media del trimestre más lluvioso	15.5° C	19.0° C
Temperatura media del trimestre más cálido	15.5° C	19.0° C
Temperatura máxima del mes más cálido	14.8° C	17.0° C
Temperatura medio anual	14°	16.3°
Temperatura media anual	13.8° C	17.0° C
Temperatura de los meses húmedos	12.8°	15.7°
Temperatura de los mese secos	12.5°	14.4°
Temperatura media del trimestre más frío	12.2° C	14.8° C
Temperatura media del trimestre más seco	12.0° C	14.0° C
Evaporación anual	500	250
Evaporación de los meses humedos	440	620
Evaporación de los meses secos	59	100
Estacionalidad de la precipitación	83	97

Cuadro 1. Valores del umbral de la variables de nicho ecológico de *A. mexicanum*

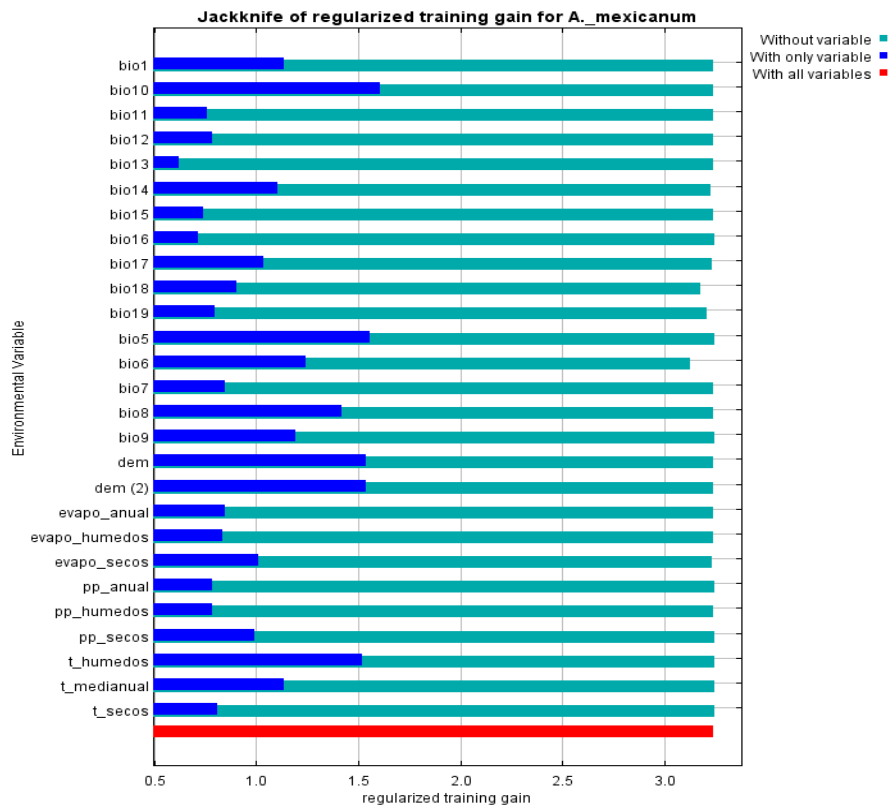


Figura 3. Resultados de la prueba de Jackknife que mide la importancia relativa de la contribución de la variable del modelo.

DISCUSIÓN

La distribución potencial de *A. mexicanum* en México está asociada al valle de México más concretamente el sistema de canales de Xochimilco y sus alrededores donde confluyen de acuerdo con el INEGI (2016) cuerpos de agua y bosques principalmente, aunque la distribución potencial de la especie corresponde también a ecosistemas de otros tipos como pastizales y matorrales en algunos casos, *A. mexicanum* suele estar en zonas con cuerpos de agua abundantes con temperaturas un poco mayores a los 20°C., con base en los tipos de clima se señala que los climas templados húmedos con precipitaciones (García, 1998) son parte esencial de su hábitat.

A. mexicanum muestra una preferencia por hábitats donde la temperatura, la precipitación, la evaporación interaccionan para desarrollar el nicho ecológico de la especie, la cual muestra rangos de tolerancia que van desde los 59 a 900 unidades de evaporación, hasta 900 de precipitación y entre 12.5 a 26° C. Estas variables ambientales corresponden al nicho ecológico en el que prospera *A. mexicanum*, estas condiciones se desarrollan en 4 tipos de climas y 2 tipos de vegetación en México, es debido a su tolerancia que podemos decir que este anfibio ha evolucionado para vivir en climas templados especialmente los de Xochimilco y Chalco (Smith and Taylor 1948) cabe mencionar que depende del agua y no sufre metamorfosis completa (Luis Zambrano *et al.* 2010) se ha adaptado a vivir en lagos con aguas profundas (canales naturales y artificiales) con abundante vegetación acuática la cual es necesaria para poner sus huevos, es debido a su dependencia a estas zonas por lo que los esfuerzos de conservación de la especie deben enfocarse en proteger el hábitat de la especie y sus alrededores especialmente los cuerpos acuíferos, y también se debe poner atención en cierto modo a su comercialización y su distribución.

CONCLUSIÓN

Nuestro modelo de nicho ecológico cuenta con un 98% de confianza por lo que el mapa de distribución potencial de la especie por la precisión de las presencias y la información su nicho fundamental puede considerarse como un insumo en la protección, el manejo de su hábitat y su distribución en México.

REFERENCIAS Y LITERATURA CITADA

Dirección General de Repositorios Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México. *Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias.* <https://datosabiertos.unam.mx/>. (Fecha de consulta: 2021-1-4).

Fick Stephen E. and Hijmans Robert J. 2017. *International Journal of Climatology*. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.5086

García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

GBIF.org (descarga en 30 de abril de 2021) Disponible en: <https://doi.org/10.15468/dl.dzkqet>

Global Biodiversity Information Facility disponible en: <https://www.gbif.org/>

INEGI, (16/12/2016). 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Union)', escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.

IUCN SSC Amphibian Specialist Group. 2020. *Ambystoma mexicanum*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T1095A53947343. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T1095A53947343.en>. Downloaded on 30 April 2021.

Hutchinson G. E. 1981. *Introducción a la ecología de poblaciones*. Barcelona. Editorial Blume.

NOM-SEMARNAT-059 2010,2019. Disponible en:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019

Ochoa-Ochoa, L., U. García-Vázquez, O. Flores-Villela, M. Correa-Cano, L. Canseco-Márquez. 2006. *Ambystoma mexicanum* (ajolote). Distribución potencial', escala: 1:1000000. Museo de Zoología 'Alfonso L. Herrera', Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Proyecto: DS009, Extraído del proyecto DS009: Áreas potenciales de distribución y GAP análisis de la herpetofauna de México. El proyecto fue financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Phillips S. J. 2017. Un breve tutorial sobre Maxent. Disponible en: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/ consultado en abril de 2021

Smith, H. M. and E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the Amphibia of Mexico. *Bulletin of the United States National Museum*, (194): i-iv, 1-118.

Zambrano González, L., Reynoso, V. H. y G. Herrera. 2015. Abundancia y estructura poblacional del axolotl (*Ambystoma mexicanum*) en los sistemas dulceacuícolas de Xochimilco y Chalco. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. AS004. México D. F.

WordClim. Disponible en <https://www.worldclim.org/data/index.html>

Fecha de recepción: 29 de enero de 2021

Fecha de aceptación 3 de mayo de 2021.