

REVISTA NICARAGUENSE DE ENTOMOLOGIA

N° 251

Octubre 2021

Distribución geográfica potencial de *Eumaeus toxea*
(GODART, 1823) (Lepidoptera: Lycaenidae) en México.

Carlos Y. Vásquez-González, Liliana Lara Capistrán, Ramón
Zulueta Rodríguez, José Daniel López Lima & Fernando
Hernández-Baz



PUBLICACIÓN DEL MUSEO ENTOMOLÓGICO
LEÓN - - - NICARAGUA

La Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) es una publicación reconocida en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Red ALyC). Todos los artículos que en ella se publican son sometidos a un sistema de doble arbitraje por especialistas en el tema.

The *Revista Nicaragüense de Entomología* (ISSN 1021-0296) is a journal listed in the Latin-American Index of Scientific Journals. Two independent specialists referee all published papers.

Consejo Editorial

Jean Michel Maes
Editor General
Museo Entomológico
Nicaragua

Fernando Hernández-Baz
Editor Asociado
Universidad Veracruzana
México

José Clavijo Albertos
Universidad Central de
Venezuela

Silvia A. Mazzucconi
Universidad de Buenos Aires
Argentina

Weston Opitz
Kansas Wesleyan University
United States of America

Don Windsor
Smithsonian Tropical Research
Institute, Panama

Fernando Fernández
Universidad Nacional de
Colombia

Jack Schuster
Universidad del Valle de
Guatemala

Julieta Ledezma
Museo de Historia Natural “Noel
Kempf”
Bolivia

**Olaf Hermann Hendrik
Mielke**
Universidade Federal do
Paraná, Brasil

Foto de la portada: *Eumaeus toxea*: espécimen macho en vista ventral (foto Fernando Hernández Baz).

Distribución geográfica potencial de *Eumaeus toxea* (GODART, 1823) (Lepidoptera: Lycaenidae) en México.

Carlos Y. Vásquez-González¹, Liliana Lara Capistrán²,
Ramón Zulueta Rodríguez², José Daniel López Lima² &
Fernando Hernández-Baz^{3,*}

RESUMEN

Los modelos de nicho ecológico han ayudado a comprender los patrones de la biodiversidad y son un marco particularmente útil sobre el cual se pueden desarrollar estrategias de conservación, gestión y de aproximaciones en su distribución geográfica. El objetivo de ésta investigación fue determinar la distribución potencial de *Eumaeus toxea* Godart en México proyectándolos bajo Modelos Globales de Circulación actuales y futuros (año 2050) en dos estimaciones (4.5 y 8.5) de trayectorias de concentración representativas (RCP's), esto con la finalidad de analizar la vulnerabilidad del nicho ecológico de la especie. La modelación se realizó con el software R, implementando el paquete Kuenm en conjunto con el algoritmo MaxEnt. El modelo final de *E. toxea* se conformó principalmente de 6 variables bioclimáticas (Bio 2, Bio4, Bio 7, Bio 10, Bio 15 y Bio 16). En México, las principales zonas de idoneidad ambiental de *E. toxea* se localizan en Yucatán, Quintana Roo y Chiapas, que representan fundamentalmente los hotspots de la especie. En todas las modelaciones de cambio climático, se proyecta que para el 2050, el hábitat de este lepidóptero tiende a disminuir drásticamente. Por lo que estos cambios relevantes en su distribución pueden implicar su posible desaparición de nicho ecológico

Palabras clave: Distribución geográfica, MaxEnt, cícadas, cambio climático y modelación predictiva.

DOI: 10.5281/zenodo.5874632

¹Posgrado en Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n, Zona universitaria, Xalapa, Veracruz, México.

²Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán S/N. Zona Universitaria, Xalapa. Veracruz, México.

³Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán S/N. Zona Universitaria, Xalapa. Veracruz, México.

*Autor por correspondencia: e-mail: ferhbmex@yahoo.com.mx ; fhernandez@uv.mx (F. Hernández-Baz)

ORCID de los autores: Carlos Y. Vásquez-González: <https://orcid.org/0000-0001-6089-7575>; Liliana Lara Capistrán: <https://orcid.org/0000-0002-7448-6918> ; Ramón Zulueta Rodríguez: <https://orcid.org/0000-0001-8314-6598> ; José Daniel López Lima: <https://orcid.org/0000-0003-0523-8192> ; Fernando Hernández Baz: <http://orcid.org/0000-0001-7768-6934>

ABSTRACT

Ecological niche models have helped to understand the patterns of biodiversity and are a particularly useful framework on which to develop conservation, management and geographic distribution strategies. The objective of this research was to determine the potential distribution of *Eumaeus toxea* Godart in Mexico, projecting them under current and future Global Circulation Models (year 2050) in two estimates (4.5 and 8.5) of representative concentration trajectories (RCP's), with the aim to analyze the vulnerability of the ecological niche of the species. The modeling was carried out with the R software, implementing the kuenm package in conjunction with the MaxEnt algorithm. The final model of *E. toxea* was mainly composed of 6 bioclimatic variables (Bio 2, Bio4, Bio 7, Bio 10, Bio 15 and Bio 16). In Mexico, the main areas of environmental suitability for *E. toxea* are in the states of Yucatán, Quintana Roo and Chiapas, which mainly represent the hotspots of the species.

We project that by 2050, in any of the models of climate change, this form of lepidopteran will tend to drastically decrease in its habitat. Therefore, these relevant changes in its distribution may imply possible disappearance of its ecological niche.

Key words: Geographic distribution, Maxent, Cycads, Climate change, Predictive modeling.

INTRODUCCIÓN

La mariposa *Eumaeus toxea* (GODART, 1823) (Lepidoptera: Lycaenidae) es un insecto de hábitos diurnos, caracterizada por ser un tipo de especie herbívora olifaga asociada a las cícadas en México (Lendeck & Edith 2006, Martínez-Lendeck *et al.* 2007). En varios reportes se ha informado que las larvas de este insecto se alimentan de las hojas de varias especies del género *Zamia* (Cycadales: Zamiaceae) (Calonje 2009, Murgas & Abrego 2016) como lo son: A) *Zamia furfuracea* L.F EX AITON, 1789 (Cycadales: Zamiaceae) en la zona del golfo de México, B) *Zamia paucijuga* WIELAND, 1916 (Cycadales: Zamiaceae) distribuida en el pacífico mexicano, ambas incluidas en la Norma Oficial Mexicana 059 “Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo” (SEMARNAT 2010).

E. toxea no es específica de México ya que su presencia está vinculada a la distribución de sus plantas hospedadoras (Ruiz-García *et al.* 2015, Vande Velde & Van Dyck 2013) regularmente sus poblaciones están fragmentadas y las condiciones en donde se desarrollan varían desde los sitios conservados como lo son los bosques tropicales subcaducifolios con alta densidad de vegetación arbórea hasta sitios sin dosel arbóreo reducido por la agricultura, ganadería y plantaciones (Gaona-García *et al.* 2009) sus poblaciones se han encontrado desde los 60 hasta los 935 msnm., Hernández-Baz & Rodríguez (2014) consideran este taxon en el libro rojo de la fauna del estado de Veracruz. Por lo anterior, se deben incrementar los estudios ecológicos para la toma de decisiones con respecto a la conservación y protección no sólo de la especie, si no de su hábitat natural (Whitaker & Salzman 2020).

Los modelos de distribución de especies surgen como una herramienta que relaciona las condiciones ambientales con su posible distribución espacial (Aragón & Lobo 2012). Estos algoritmos predictivos son ampliamente utilizados en los campos de ecología (Bentlage *et al.* 2013), vectores de enfermedades (Chico-Avelino 2020) y protección del ambiente (Becerra-López *et al.* 2014). Estas técnicas nos auxilian en la creación de conocimientos para la toma de decisiones con respecto a la conservación del hábitat de las especies (Martínez-Revelo *et al.* 2020, Méndez *et al.* 2020).

En México se cuenta con algunos estudios relacionados con la distribución geográfica empelando máxima entropía Oberhauser & Peterson (2003) al analizar a la mariposa monarca *Danaus plexippus* (LINNAEUS, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae) y Hernández-Baz *et al.* (2016) con la polilla avispa *Coreura albicosta* DRAUDT, 1916 (Lepidoptera: Erebidae).

Actualmente se han generado nuevos procesos de modelado como: BIOCLIM, GARP (Genetic Algorithm for Rule Production), MAXENT (Maximum Entropy), GAM (Generalized Additive Model), entre otros. Algunos de estos algoritmos, requieren generalmente, datos de presencia y ausencia de la especie, sin embargo, los datos sobre la ausencia de dichas especies en algunos casos son escasos o inexistentes (Cartaya *et al.* 2016). Es por ello, que se eligió el modelado con Maxent, que permite elaborar modelos finales mediante la máxima entropía con base a los datos presencia y las variables del entorno geográfico en el cual se desarrolla el organismo en cuestión, esto nos permite analizar la distribución espacial potencial del nicho ecológico, en este caso para una especie univoltina como lo es *E. toxea*. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es determinar la distribución potencial geográfica de *E. toxea* en México bajo un escenario de cambio climático actual hacia el 2050, con el fin de analizar la vulnerabilidad del nicho ecológico de la especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

Base de datos

Se obtuvieron los registros de ocurrencia de la base de datos en línea de Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org>). Se eligieron los registros que contenían coordenadas geográficas, que estuvieran indexadas en colecciones nacionales, y que el espacio geográfico en que se encontraran fuera México, esto con el objetivo de obtener datos de presencia verificados y confiables. Esta última base se transformó en un archivo con formato CVS; este tiene tres columnas identificadas: nombre de la especie (*Eumaeus toxea*), longitud (x) y latitud (y), donde todos los datos están separados por comas.

Espacio geográfico (M)

La delimitación del área de calibración, denotada por “M” en el diagrama de “BAM”, es fundamental en la modelación de nichos y distribución de especies, así como en la generación y transferencia del modelo (Soberón *et al.* 2017). Para determinar el área de estudio se realizó una selección de ecorregiones (Dinerstein *et al.* 2017), en donde se englobaban los registros de presencia con el programa ArcGis 10. 8. Ya que esta mariposa no es endémica de México se realizó un gráfico con elipsoide en donde se contrasta los puntos de presencia a nivel mundial y los puntos exclusivamente para México, contrastado con todo el espacio geográfico a nivel mundial de la especie, esto con el fin de justificar que el espacio geográfico con el cual se hace el análisis contrasta alrededor del 95% de la totalidad del nicho ecológico.

VARIABLES BIOCLIMÁTICAS

Los datos de entrada requeridos por el programa Maxent, son un conjunto de variables físicas y ambientales, que son necesarias para determinar la distribución geográfica de la especie en estudio, se utilizaron 19 variables bioclimáticas tipo ráster obtenidas de la página oficial Worldclim Versión 2.1 (<https://www.worldclim.org/>) a una resolución de 30 seg, de igual forma se descargaron dos escenarios de cambio climático, MIROC 5 y HadGEM-AO hacia el año 2050 de las mismas bios con la misma resolución. Las 19 variables bioclimáticas empleadas son:

BI01 = Temperatura media anual

BI02 = Rango medio diario (media mensual de máxima temperatura–mínima temperatura)

BI03 = Isotermalidad $(BI02/BI07) \times 100$

BI04 = Temperatura estacional (desviación estándar $\times 100$)

BI05 = Temperatura máxima del mes más caliente

BI06 = Temperatura mínima del mes más frío

BIO7 = Rango anual de temperatura (BIO5–BIO6)
BIO8 = Temperatura media del estado más húmedo
BIO9 = Temperatura media de estado más seco
BIO10 = Temperatura media del estado más caliente
BIO11 = Temperatura media del trimestre más frío
BIO12 = Precipitación anual
BIO13 = Precipitación del mes más húmedo
BIO14 = Precipitación del mes más seco
BIO15 = Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO16 = Precipitación del trimestre más húmedo
BIO17 = Precipitación del trimestre más seco
BIO18 = Precipitación del trimestre más cálido
BIO19 = Precipitación del trimestre más frío

Procesamiento de capas en SIG.

La preparación del corte de las coberturas raster se realizó con software Arc Gis 10.8 y la herramienta “Extrac by Mask” de Arctoolsbox, en donde se extrajo la extensión de todas las coberturas del modelo con base a las ecorregiones seleccionadas con los puntos. Dando como resultado las variables bioclimáticas para el espacio geográfico en cuestión. Posteriormente, se convirtieron cada archivo raster tipo grid en un archivo de texto ASCII. Como estos archivos pierden la proyección cartográfica, se proyectaron al sistema WGS-84.

Variables ambientales

En el software estadístico R studio se introdujeron los puntos de presencia de *E. toxea* en conjunto con las capas ambientales previamente cortadas, posteriormente se extrajeron los valores ambientales para cada punto de presencia con la herramienta “Extract” , obteniendo esta información se realizó una correlación de Pearson tanto para las capas biogeográficas cortadas y los valores de los puntos de presencia, finalmente las tablas de atributos con los datos ambientales se utilizaron para la selección de las variables considerando biología de la especie, el valor de importancia de la variable obtenida de las correlaciones y las variables no correlacionadas entre sí ($r < 0.8$)

Por último, se realizó un análisis de cinco componentes principales con el Paquete KUENM a los valores ambientales extraídos con base a los puntos, esto con la finalidad de tener tres diferentes tipos de sets de variables para la modelación como lo sugiere el paquete (Cobos *et al.* 2019).

Modelación, parametrización y evaluación.

La calibración, creación y evaluación del modelo se realizó en Maxent, dentro de R studio, utilizando el paquete KUENM (Cobos *et al.* 2019), el cual genera un gran número de modelos candidatos, evaluándolos de acuerdo con: pruebas Jackknife (Cobos *et al.* 2019), tasa de omisión, complejidad del modelo (AICc), significancia estadística, y pruebas ROC parcial, (Phillips *et al.* 2006, Peterson *et al.* 2008).

Transferencia de modelos

Los modelos calibrados se transfirieron en tiempo (al año 2050) y espacio (México) a través de tres enfoques: i) sin extrapolación, ii) con extrapolación y iii) con clamping (Escobar *et al.* 2014), utilizando el escenario de cambio climático MIROC5 y el modelo HadGEM2_AO; bajo 2 RCP 45 y 85, el análisis se realizó con la media del modelo resultante. El formato de salida fue de tipo cloglog, donde los modelos resultantes (mapas) representan valores de idoneidad (0 - 1) de la especie (Phillips *et al.* 2006).

RESULTADOS

La búsqueda de datos se realizó el 30 de Julio del 2021 y el total de la base de registros de la especie dió como resultado 1882 ocurrencias, (GBIF.org, 30 July 2021). Con respecto a la “M” la selección de regiones biogeográficas arrojó como resultado 20 ecorregiones (Figura 1).

Bosques secos de Balsas (Balsas dry forests), Bosques secos centroamericanos (Central American dry forests), Bosques de pino-encino de Centroamérica (Central American pine-oak forests), Matorral mexicano central (Central Mexican matorral), Bosques montanos de Chiapas (Chiapas montane forests), Bosques secos de Jalisco (Jalisco dry forests), Manglares mesoamericanos del Golfo y el Caribe (Mesoamerican Gulf-Caribbean mangroves), Bosques montanos oaxaqueños (Oaxacan montane forests), Bosques húmedos de Petén-Veracruz (Petén-Veracruz moist forests), Sierra de los Tuxtlas (Mountain range Los Tuxtlas), Bosques de pino-encino de la Sierra Madre de Oaxaca (Sierra Madre de Oaxaca pine-oak forests), Bosques de pino-encino de la Sierra Madre del Sur (Sierra Madre del Sur pine-oak forests), Bosques de pino-encino de la Sierra Madre Oriental (Sierra Madre Oriental pine-oak forests), Bosques secos del Pacífico Sur (Southern Pacific dry forests), Bosques de pino-encino del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (Trans-Mexican Volcanic Belt pine-oak forests), Bosques secos de Veracruz (Veracruz dry forests), Bosques húmedos de Veracruz (Veracruz moist forests), Bosques montanos de Veracruz (Veracruz montane forests), Bosques secos de Yucatán (Yucatán dry forests) y

Bosques Húmedos de Yucatán (Yucatán moist forests). Después de seleccionarlas se les aplicó un “dissolve”, para obtener la “M” final.

Los resultados de elipses arrojaron que en México se encuentra alrededor del 95% del nicho ecológico de ésta especie, por ello al utilizar solo el espacio geográfico establecido en la investigación no se está subestimando el nicho ecológico de la especie (Figura 2).

Elección de variables ambientales

Con base a las correlaciones y análisis de los diferentes sets de variables se obtuvieron los siguientes resultados:

Set de Puntos: BIO2, BIO4, BIO7, BIO10, BIO15 y BIO16.

Set Ecorregiones: BIO4, BIO6, BIO7, BIO12, BIO16.

Set componentes principales (pc): PC1, PC2, PC3, PC4 y PC5.

Distribución actual de *Eumaus toxea*

Se generaron un total de 1395 modelos candidatos por Kuenm (Cobos *et al.* 2019), reflejando todas las combinaciones de 12 multiplicadores de regularización, siete tipos de respuesta de modelado y tres distintos conjuntos de variables ambientales. Acorde con los estadísticos de selección, surgió 1 modelo que cumple estadísticamente con los parámetros establecidos para la especie.

El modelo con mayor robustez fue el tipo de respuesta lineal+cuadrático (lq), con un regulizador 0.3 y el conjunto de variables Bio 2, Bio4, Bio 7, Bio 10, Bio 15 y Bio 16 para un escenario actual de distribución (Figura 3). Los resultados muestran buen ajuste de los modelos de *E. toxea* mediante el método de transferencia tipo “clamping” para ambos modelos con base a la contribución de las variables seleccionadas.

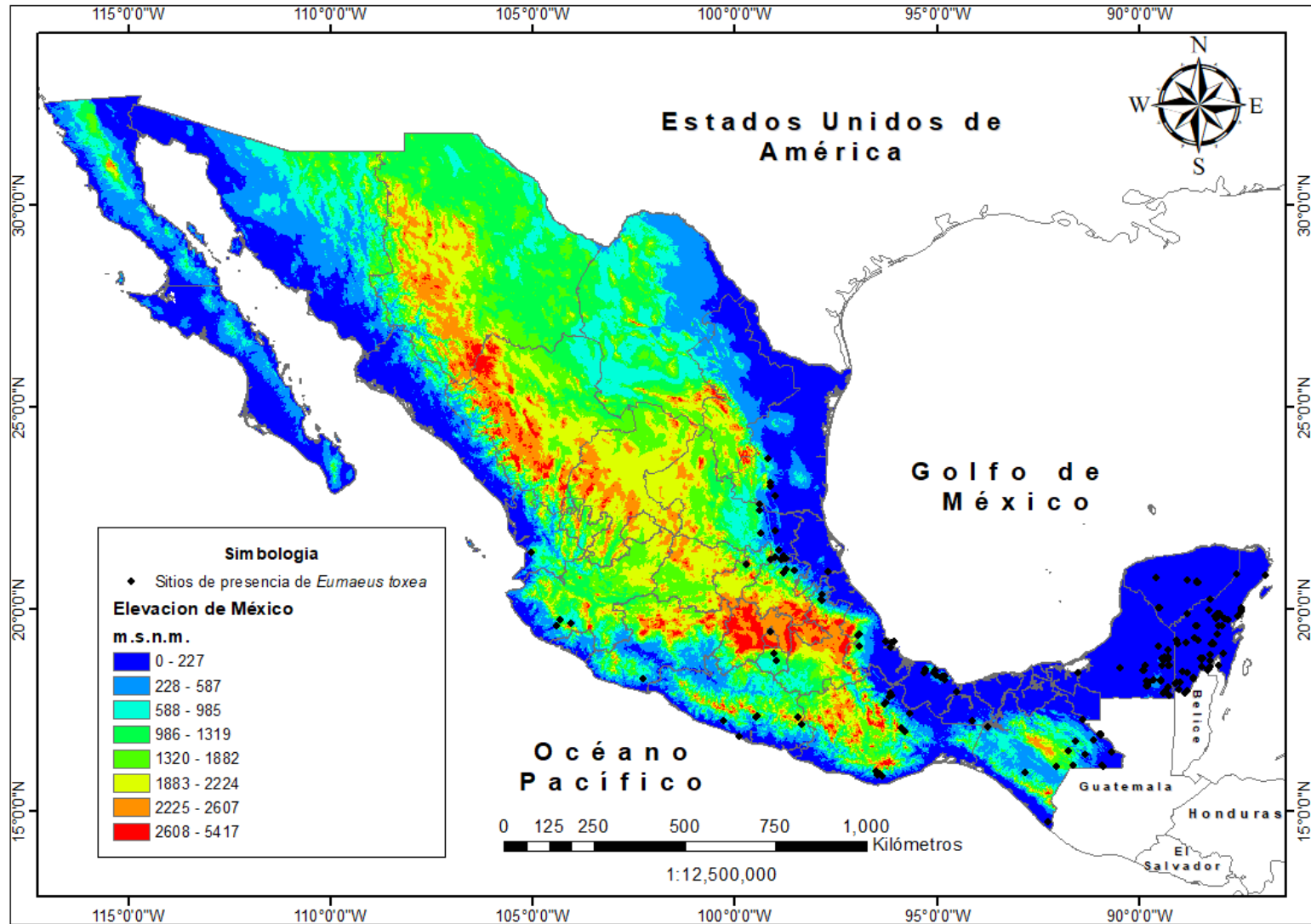


Figura 1.- Distribución actual y altitudinal de *Eumaeus toxea* (GODART, 1823) (Lepidoptera: Lycaenidae) en México.

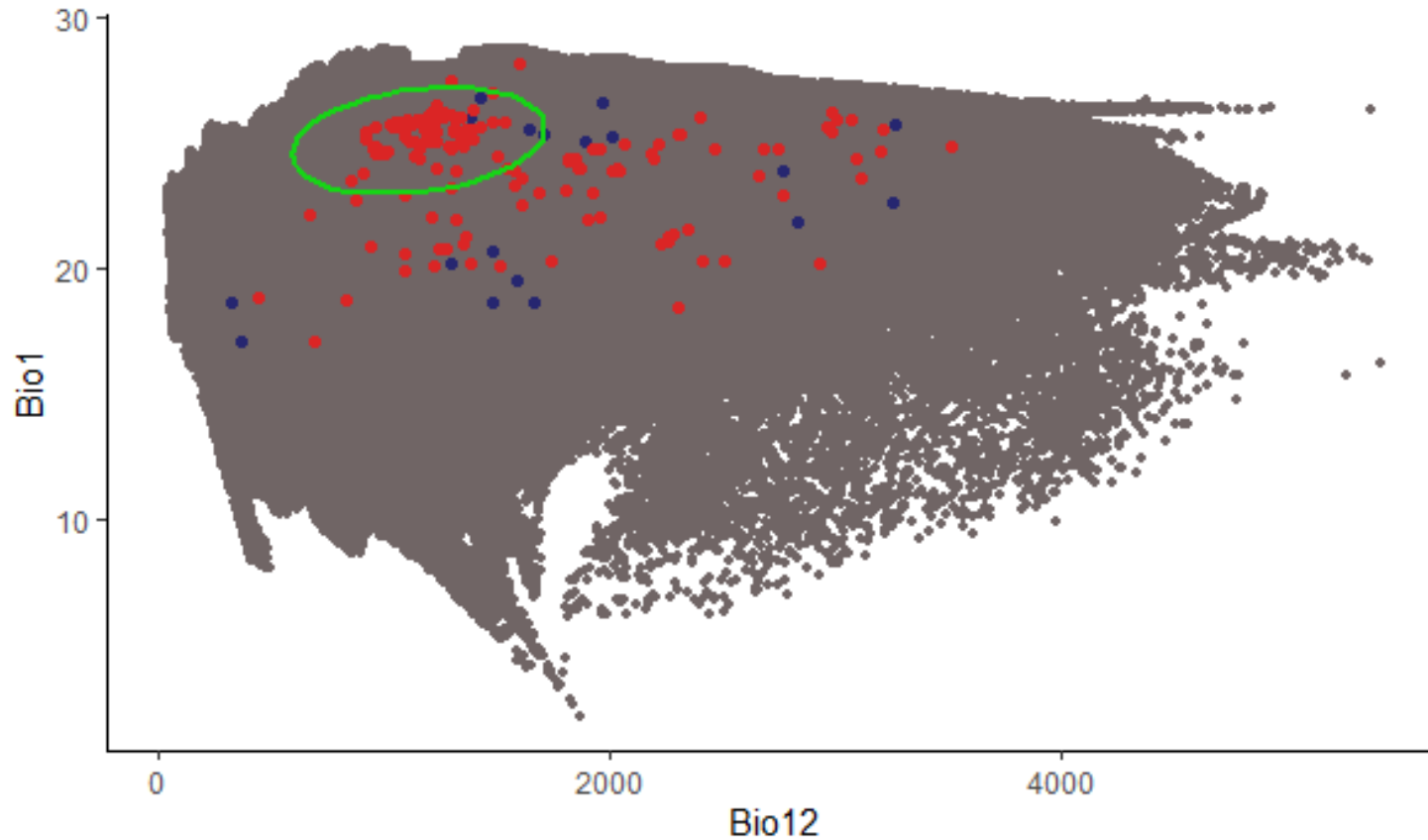


Figura 2.- Gráfica elipsoidal, dicho elipsoide representa el 95 % nicho ecológico de *Eumaeus toxea* con las variables de temperatura media anual y precipitación media anual. Los puntos en color gris, representan los valores ambientales para el espacio geográfico mundial, los puntos en color rojo representan los datos de presencia de la mariposa sólo en México, los puntos en color azul representan el espacio que ocupan dichas presencias en países vecinos.

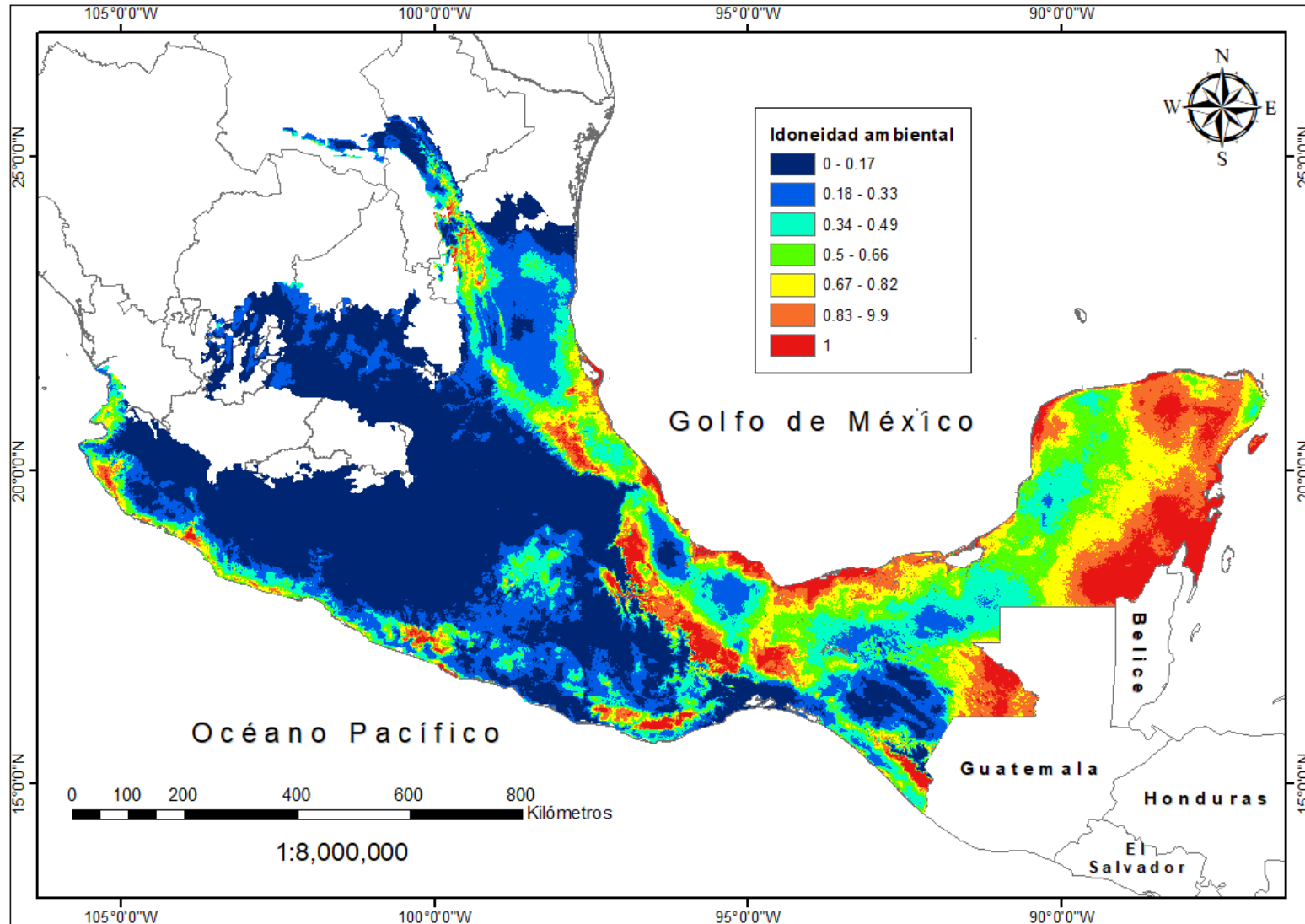


Figura 3.- Distribución geográfica potencial de *Eumaeus toxea* en México.

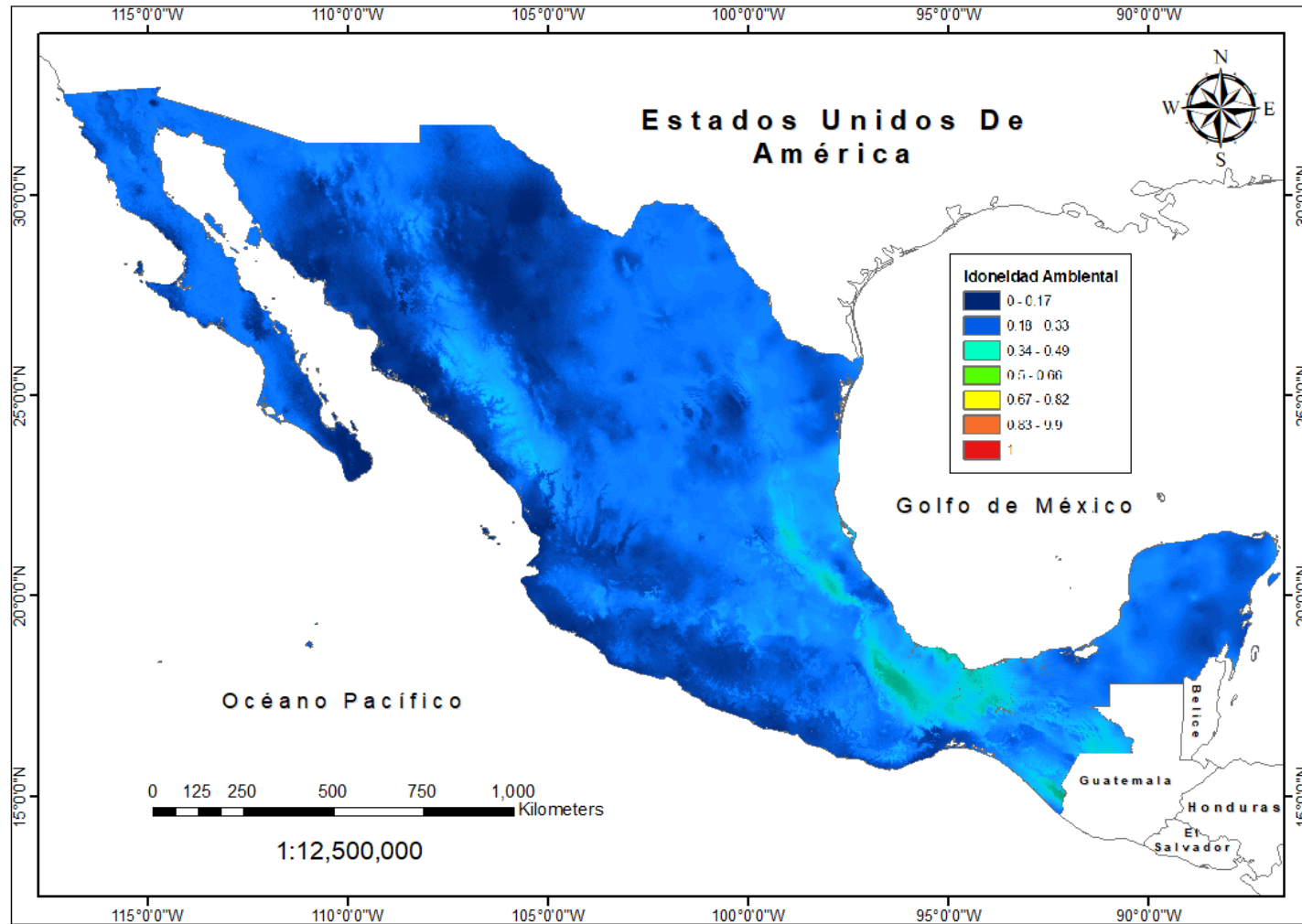


Figura 4.- Distribución potencial de *Eumaeus toxea* bajo un escenario de cambio climático HadGEM-AO_RCP85 en México.

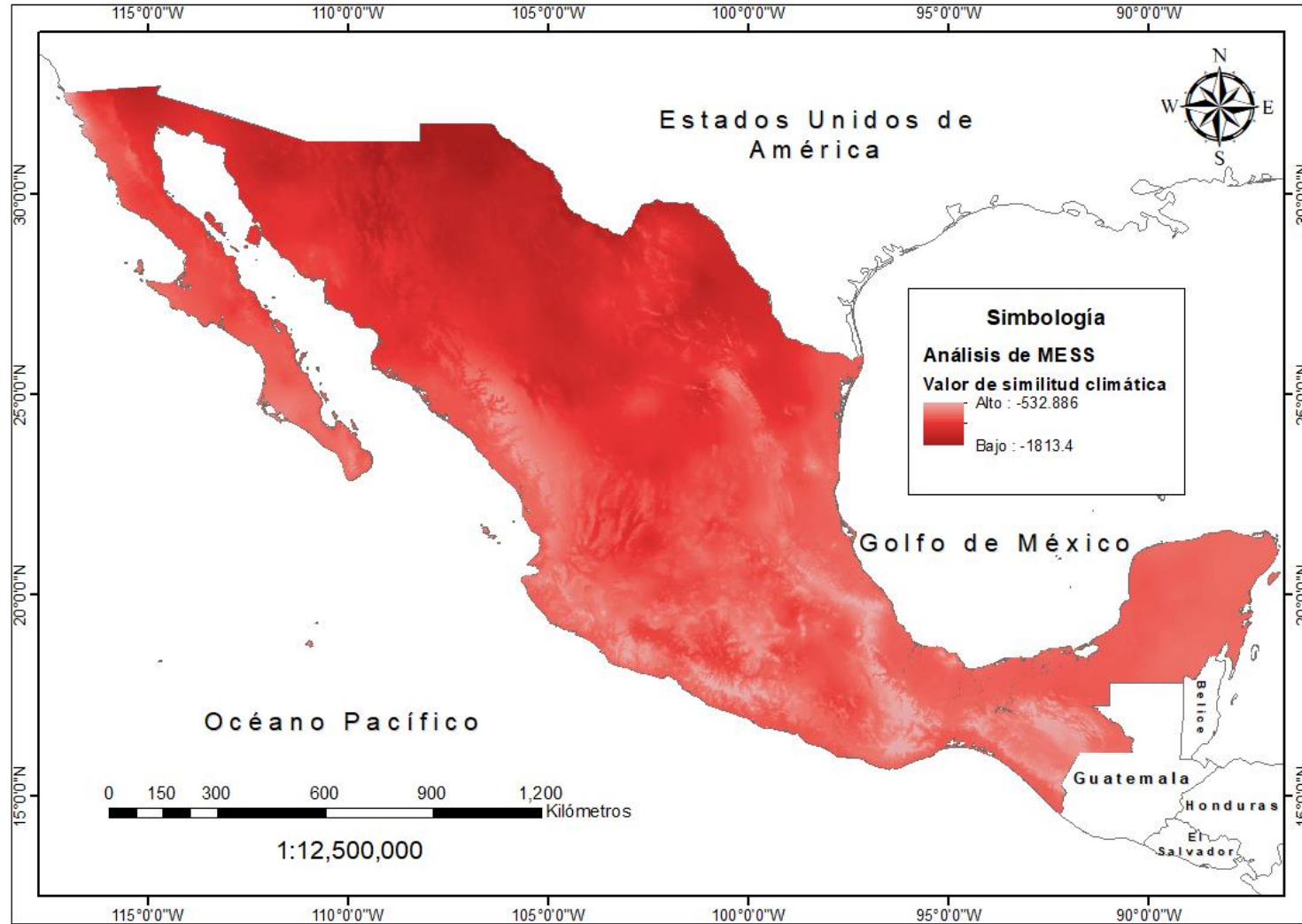


Figura 5.- Análisis de MESS (Multivariate environmental similarity surfaces) para México en base a las variables seleccionadas para la calibración del modelo (2050).

DISCUSIÓN

Con respecto a los MGC (Modelos Globales de Circulación) el modelo HadGEM-AO bajo un RCP85 tiende a ser el más idóneo para describir la distribución potencial hacia el 2050 de *E. toxea* (Figura 4) ya que analizando las superficies de similitud ambiental multivariante “MESS” por sus siglas en inglés (Multivariate environmental similarity surfaces) (Figura 5)(Archis *et al.* 2018), los climas no tienden a ser similares con respecto a las variables ambientales idóneas para la mariposa de las cícadas. En cualquiera de las dos modelaciones de cambio climático este tipo de lepidóptero tiende a disminuir drásticamente su nicho ecológico, cabe destacar que este insecto es hospedero específico en algunas especies del género *Zamia* (Cycadales: Zamiaceae), por lo que se debe de tomar en cuenta la distribución geográfica de los taxones de ésta familia (Cruz-Cárdenas *et al.* 2014).

Eumaeus toxea ya se encuentra en el libro rojo de las especies en peligro de extinción, categorizada como especie amenazada (Hernández-Baz y Rodríguez 2014). Con la reducción de espacios ambientales y cambios drásticos en los climas de su hábitat natural habrá una tendencia a que *E. toxea* reduzca su distribución geográfica o se considere como una especie en la categoría de amenazada.

CONCLUSIÓN

El modelado de nicho ecológico con MaxEnt es una herramienta eficaz para identificar las áreas potenciales de dispersión de las especies con base a sus asociaciones y las variables bioclimáticas. De igual manera el modelado de nicho ecológico contribuye con la toma de decisiones para la conservación y sostenimiento de las especies en riesgo o en peligro de extinción.

La aplicación, y descripción, tal y como se ha realizado en este estudio, constituye en esencia la continuidad de los imprescindibles trabajos faunísticos clásicos que, con el acoplamiento de nuevas técnicas y software, han pretendido y pretenden describir la variación geográfica y ambiental de la biota.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al apoyo financiero al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado por la beca para estudios de posgrado, CVU: 1037939, así como a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Veracruzana, México.



Figuras 6-7: *Eumaeus toxea*: espécimen macho en vista dorsal y ventral (Colección de Lepidópteros de la Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, clave: SEMARNAT DF-CC-276-13).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÓN P. & LOBO J.M. (2012). Predicted effect of climate change on the invasibility and distribution of the Western corn root-worm. *Agricultural and Forest Entomology*, 14(1): 13-18.

ARCHIS J.N., AKCALI C., STUART B.L., KIKUCHI D. & CHUNCO A.J. (2018). Is the future already here? The impact of climate change on the distribution of the eastern coral snake (*Micrurus fulvius*). *PeerJ*, 6, e4647. <https://doi.org/10.7717/peerj.4647> (Consultado mayo 2021)

BECERRA-LÓPEZ J.L., ROMERO-MÉNDEZ U. & ANADÓN-HERRERA J.D. (2014). Modelo de nicho potencial de las madrigueras de *Gopherus flavomarginatus* en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(2): 523-531.

BENTLAGE B., PETERSON A.T., BARVE N. & CARTWRIGHT P. (2013). Plumbing the depths: extending ecological niche modelling and species distribution modelling in three dimensions. *Global Ecology and Biogeography*, 22(8): 952-961.

CALONJE M. (2009). A new cliff-dwelling species of *Zamia* (Zamiaceae) from Belize. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 3(1): 23-29.

CARTAYA S., ANCHUNDIA C., & MANTUANO R. (2016). Distribución geográfica potencial de la especie *Cuniculus paca* en el occidente de Ecuador. *Revista académica La granja*, 24(2), 134-139.

CHICO-AVELINO M. (2020). Efecto de variables socio-ambientales en la distribución y riesgo potencial de *Triatoma* (Hemiptera: Reduviidae) en el Estado de Guanajuato, México. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, 19(1): 19-38.

COBOS M.E., PETERSON A.T., BARVE N., & OSORIO O.L. (2019). Kuenm: An R package for detailed development of ecological niche models using Maxent. *PeerJ*, 7, e6281.

CRUZ-CÁRDENAS G., VILLASEÑOR J.L., LÓPEZ-MATA L., MARTÍNEZ-MEYER E., & ORTIZ E. (2014). Selección de predictores ambientales para el modelado de la distribución de especies en Maxent. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 20(2): 187-201.

DINERSTEIN E., OLSON D., JOSHI A., VYNNE C., BURGESS N.D., WIKRAMANAYAKE E. & SALEEM M. (2017). An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial realm. *BioScience*, 67(6): 534-545.

ESCOBAR L.E., LIRA N.A., MEDINA V.G. & PETERSON A.T. (2014). Potential for spread of the white-nose fungus (*Pseudogymnoascus destructans*) in the Americas: use of Maxent and NicheA to assure strict model transference. *Geospatial Health*, 9(1): 221-229.

GAONA-GARCÍA G., SÁNCHEZ-RAMOS G., VILLALÓN M. L., CANCINO E.R. & CORONADO BLANCO, J. M. (2009). Diagnóstico fitosanitario de la Reserva El Cielo, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas, 34.

GBIF.org <https://doi.org/10.15468/dl.drfznq> (Consultado julio 2021)

HERNÁNDEZ-BAZ F. & RODRÍGUEZ-VARGAS D.U. (2014). Libro rojo de la fauna del estado de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz, Procuraduría Estatal de Protección al Medio Ambiente, Universidad Veracruzana. México.

HERNÁNDEZ-BAZ F., ROMO H., GONZÁLEZ J.M., MARTÍNEZ H.J.M. & GAMEZ P.R. (2016). Maximum entropy niche based modeling (Maxent) of potential geographical distribution of *Coreura albicosta* Draudt, 1916 (Lepidoptera: Erebidae; Ctenuchina) in Mexico. *Florida Entomologist*, 99(3): 376-380.

LENDECH M. & EDITH N. (2006). Bases de la competencia masculina en la mariposa *Eumaeus toxea* Godart (Insecta: Lepidoptera: Lycaenidae). Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. UAEH Biblioteca digital. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/360> (Consultado julio 2021)

MARTÍNEZ-LENDECH N., CÓRDOBA-AGUILAR A. & SERRANO-MENESES M.A. (2007). Body size and fat reserves as possible predictors of male territorial status and contest outcome in the butterfly *Eumaeus toxea* Godart (Lepidoptera: Lycaenidae). *Journal of Ethology*, 25(2): 195-199.

MARTÍNEZ-REVELO D.E., TORRES E. & NEITA-MORENO J.C. (2020). El género *Cryptocanthon* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Colombia: descripción de especies nuevas, distribución geográfica y conservación. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91. e913156.

<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.3156> (Consultado diciembre 2020).

MÉNDEZ E.F.M., MÉNDEZ GONZÁLEZ J. & CERANO PAREDES J. (2020). Distribución actual y potencial de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins bajo dos escenarios de cambio climático. *Madera y bosques*, 26(2): 1-14. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2622002>

MURGAS A.S. & ABREGO J.C. (2016). Historia natural de *Eumaeus Godarti* (LYCAENIDAE: LEPIDOPTERA) y herbívora en *Zamia manicata*. Revista Colón Ciencias, 3(1): 36-48.

OBERHAUSER K. & PETERSON A.T. (2003). Modeling current and future potential wintering distributions of eastern North American monarch butterflies. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 100: 14063-14068.

PETERSON A.T., PAPEŞ M. & SOBERÓN J. (2008). Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. Ecological Modelling, 213(1): 63-72.

PHILLIPS S.J., ANDERSON R.P. & SCHAPIRE R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3-4): 231-259.

RUIZ-GARCÍA N., MÉNDEZ-PÉREZ B.Y., VELASCO-GARCÍA M.V., SÁNCHEZ-DE LA VEGA G. & RIVERA-NAVA J.L. (2015). Distribución, ciclo biológico y tabla de vida de *Eumaeus toxea* (Lepidoptera: Lycaenidae) en la provincia fisiográfica Costa de Oaxaca, México. Revista mexicana de biodiversidad, 86(4): 998-1003.

SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestre - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.

<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFsr/DO2454.pdf> (Consultado diciembre 2020)

SOBERÓN J., OSORIO-OLVERA L. & PETERSON T. (2017). Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. Revista Mexicana de Biodiversidad, 88(2): 437-441.

VANDE VELDE L. & VAN DYCK H. (2013). Lipid economy, flight activity and reproductive behaviour in the speckled wood butterfly: on the energetic cost of territory holding. Oikos, 122(4): 555-562.

WHITAKER M.R. & SALZMAN S. (2020). Ecology and evolution of cycad-feeding Lepidoptera. Ecology Letters, 23(12): 1862-1877.

La Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) es una publicación del Museo Entomológico de León, aperiódica, con numeración consecutiva. Publica trabajos de investigación originales e inéditos, síntesis o ensayos, notas científicas y revisiones de libros que traten sobre cualquier aspecto de la Entomología, Acarología y Aracnología en América, aunque también se aceptan trabajos comparativos con la fauna de otras partes del mundo. No tiene límites de extensión de páginas y puede incluir cuantas ilustraciones sean necesarias para el entendimiento más fácil del trabajo.

The Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) is a journal published by the Entomological Museum of Leon, in consecutive numeration, but not periodical. RNE publishes original research, monographs, and taxonomic revisions, of any length. RNE publishes original scientific research, review articles, brief communications, and book reviews on all matters of Entomology, Acarology and Arachnology in the Americas. Comparative faunistic works with fauna from other parts of the world are also considered. Color illustrations are welcome as a better way to understand the publication.

Todo manuscrito para RNE debe enviarse en versión electrónica a:
(*Manuscripts must be submitted in electronic version to RNE editor*):

Dr. Jean Michel Maes (Editor General, RNE)
Museo Entomológico de León
Apartado Postal 527, 21000 León, NICARAGUA
Teléfono (505) 2319-9327 / (505) 7791-2686
jmmaes@bio-nica.info
jmmaes@yahoo.com

Costos de publicación y sobretiros.

La publicación de un artículo es completamente gratis.

Los autores recibirán una versión pdf de su publicación para distribución.