

REVISTA NICARAGUENSE DE ENTOMOLOGIA

N° 318

Septiembre 2023

Distribución potencial de *Tropidacris cristata dux*
(Drury, 1773) y una de sus plantas hospederas, *Quassia*
amara (L.).

Por Joxual Araque Pérez.



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: *Tropidacris cristata dux* merodeando sobre arbusto de *Quassia amara* L. (foto © Joxual Araque Pérez).

Distribución potencial de *Tropidacris cristata dux* (Drury, 1773) y una de sus plantas hospederas, *Quassia amara* (L.).

Por Joxual Araque Pérez*.

RESUMEN

En los últimos años, el aumento de las poblaciones de *Tropidacris cristata dux* ha generado inquietud en varios países centroamericanos debido a su potencial impacto en cultivos esenciales para la seguridad alimentaria. Este estudio examina la distribución potencial de *Tropidacris cristata dux* y la planta *Quassia amara* en América Central y México, utilizando el modelo Maxent y datos de presencia, se evaluaron las variables bioclimáticas, los resultados revelan que para *Tropidacris cristata dux*, las variables que más influyen en el modelo son (Bio7, Bio4, Bio2 = 41.5%), con un AUC de 0.91, lo cual predice una distribución discontinua en zonas húmedas y secas de América Central y México, con posibles expansiones. Para *Quassia amara*, las variables de mayor importancia son (Bio7, Bio4, Bio6 = 69.4%), con un AUC de 0.93, se observa que ambas especies se superponen en la región del Pacífico, lo que podría facilitar la expansión de *T. cristata dux*. esto tiene implicaciones en la conservación y la agricultura, porque *T. cristata dux* se alimenta de varias especies de plantas. Se sugiere investigar la genética del insecto y los gremios alimenticios.

Palabras clave: Distribución potencial, Cambio climático, Máxima entropía, Nicho ecológico, Mesoamérica, *Tropidacris cristata dux*, *Quassia amara*.

DOI: 10.5281/zenodo.10278396

* bio.araque@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6703-2988

ABSTRACT

POTENTIAL DISTRIBUTION OF *TROPIDACRIS CRISTATA DUX* (DRURY, 1773) AND ONE OF ITS HOST PLANTS, *QUASSIA AMARA* (L.).

In recent years, the increase in populations of *Tropidacris cristata dux* has generated concern in several Central American countries, due to its potential impact on crops essential for food security. This study examines the potential distribution of *Tropidacris cristata dux* and the *Quassia amara* plant in Central America and Mexico. Using the Maxent model and presence data, bioclimatic variables were evaluated, the results reveal that for *Tropidacris cristata dux*, the variables that most influence in the model are (Bio7, Bio4, Bio2 = 41.5%), with an AUC of 0.91, which predicts a discontinuous distribution in humid and dry areas of Central America and Mexico, with possible expansions. For *Quassia amara*, the variables of greatest importance are (Bio7, Bio4, Bio6 = 69.4%), with an AUC of 0.93, it is observed that both species overlap in the Pacific region, which could facilitate the expansion of *T. cristata dux*. This has implications for conservation and agriculture because this species feeds on a diversity of plant species. It is suggested to investigate the genetics of the insect and the feeding guilds.

Keywords: Potential distribution, Climate change, Maximum entropy, Ecological niche, Mesoamerica, *Tropidacris cristata dux*, *Quassia amara*.

INTRODUCCIÓN

Conocer el, ¿cómo las especies están distribuidas?, constituye la forma básica de entender la biogeografía, varios autores creen que se pueden afectar los patrones de distribución de las especies debido a efectos de cambio climático, siendo las variables bio-ambientales una herramienta importante para entender el estado actual y futuro en la distribución de especies (Phillips & Dudík, 2008; Pliscoff & Fuentes-Castillo, 2011); la distribución potencial se puede calcular en softwares especializados combinando variables climáticas para determinar los nichos ecológicos (Pérez *et al.*, 2009; Gámez, 2011).

Los modelos funcionan como herramienta para relacionar la distribución espacial de las especies en el presente y futuro, Jiménez-Valverde sugiere que para especies generalista el modelo de distribución ecológica puede funcionar mejor, siendo Maxent una herramienta eficaz para toma de decisiones en planes o análisis de distribución potencial (Jiménez-Valverde, 2008; Vásquez *et al.*, 2021).

El modelo más robusto por la cantidad de algoritmos para diferentes casos de estudios, según Ahmadi, es Maxent; seleccionar el caso y una buena base de datos podrán darnos una idea de las repuestas que se buscan, este autor detalla ejemplos de modelos con maxent y otros softwares aplicados a estudios de conservación de nichos ecológicos (Ahmadi *et al.*, 2019, 2023).

Para el género *Tropidacris* (Orthoptera: Romaleidae), Poot (2021) señaló que está presente en toda América Tropical, con especies distribuidas en toda Centroamérica. En ocasiones son muy abundantes causando mucho daño a las plantaciones agrícolas, y, debido al cambio de uso de suelo esta especie podría migrar (Poot, 2021). Sin embargo, para buena parte de la biología y ecología todavía faltan muchos estudios; la mayoría de los reportes o manuales públicos para Centroamérica son prácticamente de manejo integrados de plagas (OIRSA, 2019).

La decisión de crear el mapa para *Tropidacris cristata dux*, desde México hasta Panamá, se toma en base a la mención de Carbonell, el cual sugiere que esta especie se pudo haber originado en la región amazónica Guayanesa, probablemente ahí se originaron los Romaleidos en general (Carbonell, 1986). La selección de *Quassia amara*, se debe a que la mayoría de las referencias bibliográficas mencionan este arbusto como hospedero de *T. cristata dux*; la distribución de la planta es muy similar a la del insecto. Algunos autores mencionan que la planta es nativa desde las Antillas (América del Sur) hasta el Sur de México (Cronquist, 1944; Gentry, 1993; Brown, 1995), aunque se desconoce con precisión cual pudo haber sido su origen. El arbusto se utiliza como insecticida y acaricida, siendo muy eficaz por su principio activo, la cuasina (Esquivel *et al.*, 2014); sin embargo *T. cristata dux*, parece soportar estas moléculas.

Se desarrollo la publicación a partir de dos bases de datos: iNaturalist.org y GBIF.org. En este documento, no todas las bases o puntos de datos de *T. cristata dux*, que existen desde México hasta Panamá se analizaron, debido a que muchos datos son de reportes científicos o colecciones privadas, que no están dentro de las plataformas; sin embargo, la cantidad de reportes utilizados establecen un modelo solido de entendimiento de distribución potencial que hasta la fecha no hay otra publicación similar referente a las dos especies descritas en este artículo.

El documento ayudara para detallar las áreas/zonas potenciales de distribución de *T. cristata dux*, aparentemente existe un aumento de poblaciones, que genera inquietud en varios países de la región Centroamericana, especialmente El Salvador (OIRSA, 2019; MAG, 2023). Este documento servirá de guía base para ampliar el conocimiento de esta especie de Romaleidae y promover más investigaciones que contribuyan en tratar de encontrar soluciones de manejo de insectos con el mínimo uso de insecticidas y ayudar a garantizar la seguridad alimentaria.

Material y métodos.

Recopilación de datos: Para el análisis de datos de *Quassia amara*, se descargaron las bases de GBIF.org & iNaturalist.org, los reportes van desde el año 1788 hasta 2023, al unificar ambas bases se obtienen 656 puntos con coordenadas. Para *Tropidacris cristata dux*, se descargaron reportes que van desde 1962 hasta 2023, unificando ambas bases para esta especie, se obtienen 4411 puntos.

Depuración de datos: Cada set de datos fue depurado, eliminando aquellos que no incluían coordenadas geográficas y los que estaban fuera del área de nuestro foco de estudio, incluyendo las coordenadas que se repetían; en el programa Maxent solo es necesario tener las coordenadas y la especie, en *T. cristata dux*. La revisión de cada reporte en iNaturalist.org incluyó la verificación de cada foto de los registros, comprobando así la especie y corrigiendo los reportes errados. Obtenida la depuración se guarda en archivo CVS delimitado por comas, para utilizarlo en el programa Maxent.

Variables bioclimáticas : Se incorporan 20 variables bioclimáticas (tabla 1), se descargaron de: <https://www.worldclim.org/> con resolución del raster es de 30 segundos (~1 km²) La información incluye registros de estaciones meteorológicas, modelos digitales de elevación e información derivada de satélites, como estimaciones de precipitación obtenidas a partir de satélites TRMM (misión de medición de lluvias tropicales), ampliamente utilizado en investigaciones ecológicas y ambientales, estudios de biodiversidad, evaluaciones del cambio climático (Fick & Hijmans, 2017; Harris *et al*, 2020).

Desarrollo de capas para lectura en Maxent por medio de QGIS: Las capas se transforman en formatos ASC (ASCII GRID), para que el programa Maxent pueda reconocerlas y correr el algoritmo de predicción; el proceso se realiza en QGIS, cargando los Raster (TIF) de las variables climáticas (Raster < Extracción < Cortar raster por capa de máscara) dando en la opción guardar y ejecutar, crea una máscara nueva con las variables y área para poder usarla en Maxent, este proceso se realiza para cada una de las variables climáticas.

Análisis de Datos: Se calculó el proceso por medio del método de Máxima entropía utilizando el programa Maxent Version 3.4.4. (figuras 6 y 11), con las variables bioclimáticas y elevación, se realizan las figuras 3, 4, 7 y 8 en el lenguaje de programación R-Studio Version 4.3.0. Los modelos desarrollados con Maxent se pasaron a Qgis Firenze Version 3.28 para mejorar la estética de los mapas. Para crear las zonas de traslapes se juntó los dos mapas creados en Maxent y se transformaron en vectores, con la herramienta Raster < Conversion < Raster a Vector; resultando las figuras 12 y 14.

Tabla 1. Se presentan la asignación de códigos para las variables bioclimáticas.

| CÓDIGO | CONTENIDO DENTRO DE LA VARIABLE |
|---------|---|
| BIO1 = | Temperatura media anual |
| BIO2 = | Rango diurno promedio (promedio mensual de la diferencia entre la temperatura máxima y la temperatura mínima) |
| BIO3 = | Isotermicidad (BIO2/BIO7) (×100) |
| BIO4 = | Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar ×100) |
| BIO5 = | Temperatura máxima del mes más cálido |
| BIO6 = | Temperatura mínima del mes más frío |
| BIO7 = | Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6) |
| BIO8 = | Temperatura media del trimestre más húmedo |
| BIO9 = | Temperatura media del trimestre más seco |
| BIO10 = | Temperatura media del trimestre más cálido |
| BIO11 = | Temperatura media del trimestre más frío |
| BIO12 = | Precipitación anual |
| BIO13 = | Precipitación del mes más lluvioso |
| BIO14 = | Precipitación del mes más seco |
| BIO15 = | Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación) |
| BIO16 = | Precipitación del trimestre más lluvioso |
| BIO17 = | Precipitación del trimestre más seco |
| BIO18 = | Precipitación del trimestre más cálido |
| BIO19 = | Precipitación del trimestre más frío |
| ELV= | Elevación/Altura en m.s.n.m |

Parámetros de salida en Maxent: Se utilizó el algoritmo Cloglog, es el más adecuado para estimar la probabilidad de presencia, el algoritmo ya viene de manera predeterminada en las versiones más recientes de Maxent, adaptando la metodología de Steven, *et al.* (2017), ejecutando el modelo con 1000 interacciones. Se activa la opción de random seed en el proceso de convergencia, con el 25% de los datos al azar a manera de prueba y el test de ensamblaje con el 75% de los datos, utilizando el área bajo la característica operativa ROC (receptor) y curva (AUC) con 5 réplicas. Realizado el primer corrido de las variables se eliminan aquellas que no contribuyen dentro de la permutación de importancia (menores a 1.5), corriendo nuevamente el algoritmo con las variables que más importancia y contribución tienen durante el proceso, realizando una prueba de Jackknife para verificarlas, siguiendo la metodología empleada por; Fielding & Bell (1997); Phillips (2009), Steven, *et al.* (2017), se crea una escala de clasificación en los mapas de predicción la cual equivale = 0.0 - 0.6 (Inválido); 0.6-0.7 (Pobre); 0.7-0.8 (Bueno); 0.8-0.9 (Muy bueno); 0.9-1 (Excelente).

RESULTADOS

La familia Romaleidae; presentan un mecanismo estridulatorio en las alas, son un grupo muy diverso de Saltamonte o langostas grandes que frecuentemente se alimentan de plantas tóxicas (Rowell, 1997).

Tropidacris cristata dux (Drury, 1773) (Orthoptera: Romaleidae) (figura 1); ponen sus huevos en grupos, cuando el suelo este húmedo y suave, entre 10 y 15 cm de profundidad (Sermeño *et al.*, 2019).



Características distintivas de las subespecies según, Carbonell (1984,1986):

A) Cabeza: marrón amarillento claro a marrón rosado o amarillo verdoso claro en diferentes especímenes; **Pronoto:** color general es igual al de la cabeza del espécimen, el borde es negro o verde oscuro, contrastando con un fondo más claro. Las rugosidades del tegumento del mismo color que el fondo o ligeramente más claras, cresta pronotal bien arqueada; **B) Patas en general:** mismo color que la cabeza; **Fémures anteriores:** mismo color que la cabeza y el pronoto; parte inferior de los lóbulos oculares del mismo color que el resto del fémur; **Tibias posteriores:** mismo color que la cabeza y el pronoto; espinas totalmente **C) Abdomen:** mismo color que la cabeza;

D) Meso-Metapleurón y Alas: Rojo carmesí a rojo ladrillo, la pigmentación oscura a menudo débil; banda oscura a lo largo del borde posterior del ala frecuentemente estrecha, difuminándose hacia la región yugal, ápice del remigio coloreado como el resto del ala (sin color verde presente); **E) Tégmia:** longitud aproximadamente 2,2 veces la longitud del fémur en las hembras, 2,00 en los machos; color dominante verde grisáceo, venas amarillas; ligeramente maculado, venas uniformemente amarillas en la mayoría de los especímenes, volviéndose más oscuro en las áreas maculadas más definitivas; **F) Antena:** escapo y pedicelo son del mismo color que la cabeza; el flagelo es de color marrón oscuro a verde oscuro (figura 2).

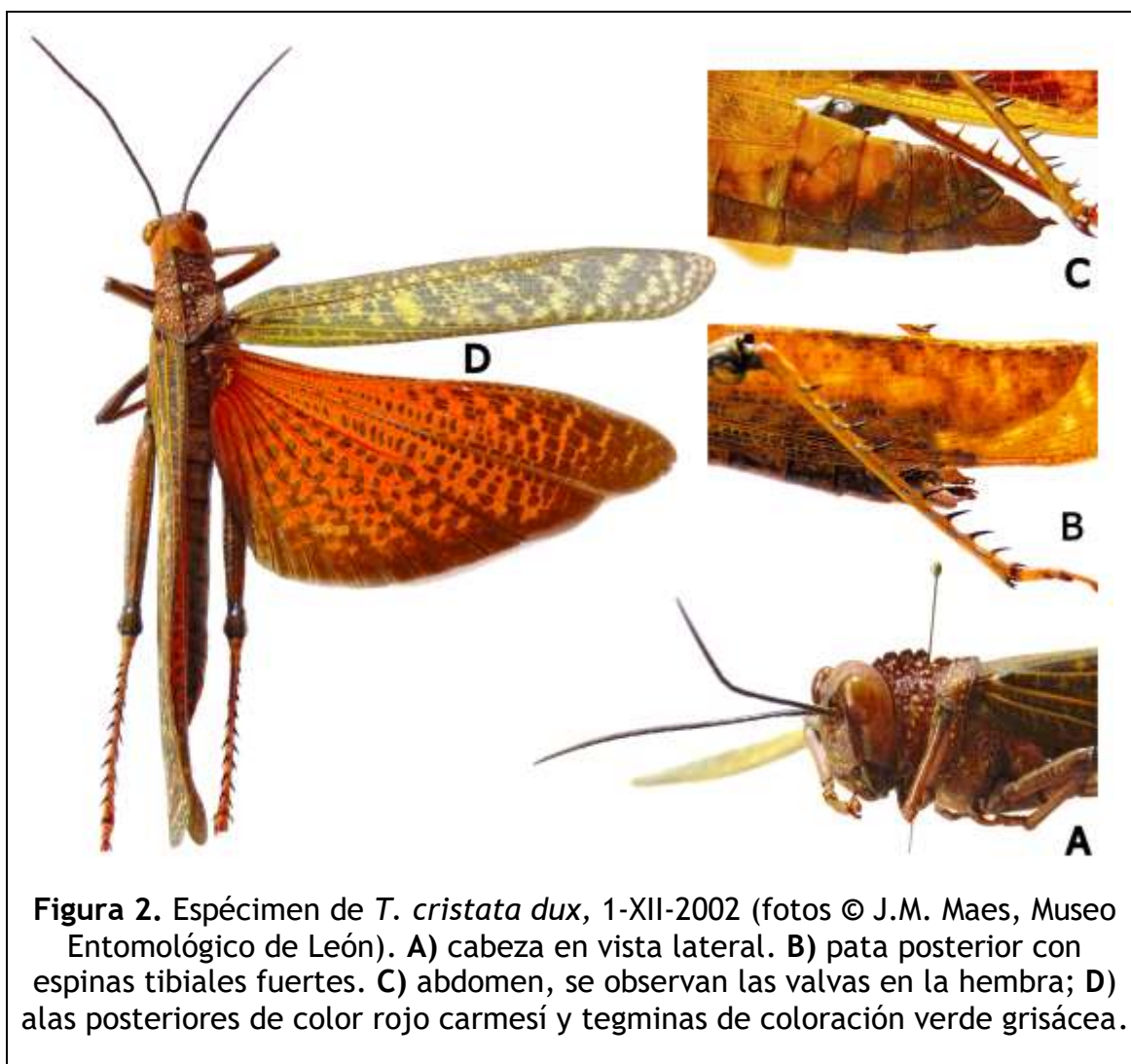


Figura 2. Especimen de *T. cristata dux*, 1-XII-2002 (fotos © J.M. Maes, Museo Entomológico de León). **A)** cabeza en vista lateral. **B)** pata posterior con espinas tibiales fuertes. **C)** abdomen, se observan las valvas en la hembra; **D)** alas posteriores de color rojo carmesí y tegminas de coloración verde grisácea.

Tabla 2. Plantas identificadas como alimento para *T. cristata dux*, en Colombia, Venezuela, Ecuador y Brazil.

| Familia | Nombre común | Genero/especie | País de referencia |
|----------------|--------------------|------------------------------|---|
| Anacardiaceae | Mijao | <i>Anacardium excelsum</i> | Venezuela |
| Aurantiaceae | árboles cítricos | <i>Citrus</i> sp. | Brasil, Nicaragua |
| Convolvulaceae | Campanita | <i>Ipomea</i> sp. | Nicaragua |
| Euphorbiaceae | Mandioca/Yuca | <i>Manihot esculenta</i> | Brasil, Nicaragua |
| Leguminosae | Erythrina | <i>Erythrina</i> sp. | Trinidad |
| Leguminosae | Saman | <i>Pithecellobium saman</i> | Ecuador, Colombia |
| Malvaceae | Malva | <i>Urena lobato</i> | Brasil |
| Musaceae | Banana | <i>Musa</i> sp. | Trinidad, Nicaragua |
| Palmae | Palma de coco | <i>Cocos nucifera</i> | Trinidad, Nicaragua |
| Pinaceae | Pino | <i>Pinus</i> sp. | Nicaragua |
| Poaceae | Caña de Azúcar | <i>Saccharum officinarum</i> | Ecuador, Colombia, Venezuela |
| | Maíz | <i>Zea mays</i> | Ecuador, Colombia, Venezuela, Nicaragua |
| | Jengibre silvestre | <i>Gynerium sagittatum</i> | Ecuador, Colombia |
| | Pasto Maximus | <i>Panicum máximum</i> | Ecuador, Colombia, Venezuela |
| | Sorgo vulgar | <i>Sorghum vulgare</i> | Ecuador, Colombia, Venezuela, Nicaragua |
| Rubiaceae | Café | <i>Coffea</i> sp. | Nicaragua |
| Sapindaceae | Chennet | <i>Melicocca bijuga</i> | Costa Rica, Trinidad |
| Simarubaceae | Bitterwood, | <i>Quassia amara</i> | Costa Rica, Trinidad, Brasil |

Alimentación: Según Rowell (1983), las ninfas y adultos de la subespecie *T. cristata dux*, al igual que otras especies dentro de la subfamilia, prefieren plantas con altos contenidos de químicos secundarios, no tolerados por otros herbívoros, se ha observado esta especie frecuentemente en la planta de *Quassia amara*. Rowell menciona que *T. cristata dux* se alimenta de una amplia variedad de plantas y árboles, lo que indica su alta polifagia.

Hábitat: la subespecie puede habitar en climas más secos que *T. cristata cristata* o *T. cristata grandis*; varios autores mencionan que generalmente habita en bosques tropicales húmedos y secos, existiendo descripciones en Venezuela (Hebard, 1933); también se ha observado en áreas elevadas con presencia de árboles de pino y en formaciones arbóreas degradadas en los límites de los bosques tropicales (Descamps, 1975).

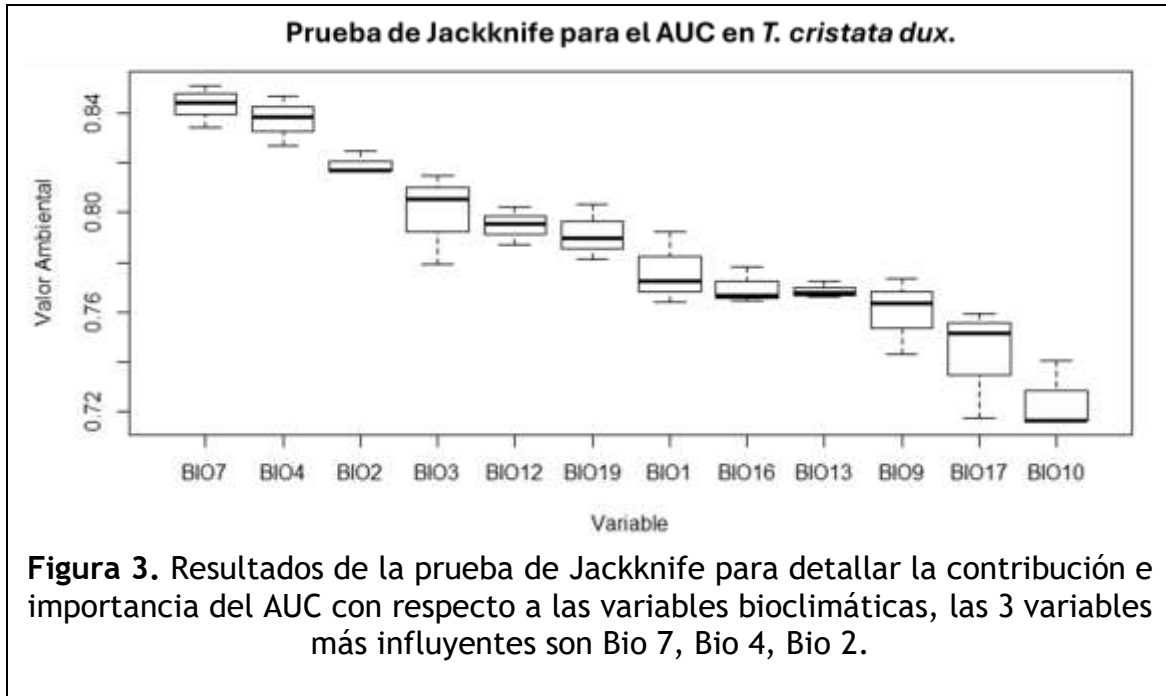
Distribución: *Tropidacris cristata dux* se encuentra en el Sureste de México, específicamente en Veracruz, Campeche, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca y Chiapas extendiéndose hasta Nicaragua; según Carbonell, esta especie parece estar adaptada en áreas de bosques relativamente abiertos y condiciones secas. (Carbonell, 1986).

La subespecie *T. cristata dux* es de considerable importancia económica en ciertos momentos y localidades debido a los daños que causa a los cultivos (OIRSA, 2019; Poot, 2021). Ruddle menciona que los indígenas Yupka de América del Sur utilizan esta subespecie como alimento, siendo muy apreciada; se obtienen los insectos en el campo con el uso del fuego, se envuelven en hojas y se llevan a casa para luego ser consumidos como un plato complementario (Ruddle, 1973).

Las plantas mencionadas en los trabajos de Campos (1923), Hall (1955, 1958), Guagliumi (1958, 1962), Sefer (1963), Zenner (1966) y Maes (2004). Los nombres científicos y país de las especies vegetales se transcriben igual que en los documentos de referencias de cada autor (tabla 2).

Astacio-Cabrera (1975) hace mención que esta especie se presenta en los árboles de pino de Nicaragua, siendo una de sus plantas hospederas, estos documentos los retoma también Carbonell (1984, 1986) y Rowell (1998).

Tropidacris cristata dux: Se analizaron 4,411 puntos de distribución con un ensamblaje del 75% de los datos encontrando un AUC= 0.91; (figuras 3 y 5).



La prueba de Jackknife evidencia los resultados de las variables que tienen un impacto más significativo para predecir el hábitat de esta especie en repuesta del AUC (Área bajo la Curva ROC); siendo BIO7 (28.8%); BIO2 (8.1%); BIO4 (4.6%), equivalentes al (41.5%) en un futuro podría encontrarse la especie desplazándose a otras áreas donde no estaba prevista si se altera alguna de estas variables bioclimáticas (figura 3).

BIO7 (Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)), refleja la variabilidad de las temperaturas a lo largo del año, para *T. cristata dux*, la temperatura mínima y la más cálida del año son variables que afectarían su distribución y reproducción; las cuales están fuertemente ligadas a **BIO4** (Estacionalidad de la temperatura) representa que las zonas en donde no hay predicción de la especie es porque se adapta a condiciones más secas y alteradas, las que son muy estables las tolera muy poco (sequias o bajas temperaturas prolongadas), **BIO2** (Rango diurno promedio, equivalente al promedio mensual de la diferencia entre la temperatura máxima y mínima), sugiere que se adapta mejor a temperaturas estables, con poca variación durante el día (figuras 4 y 6).

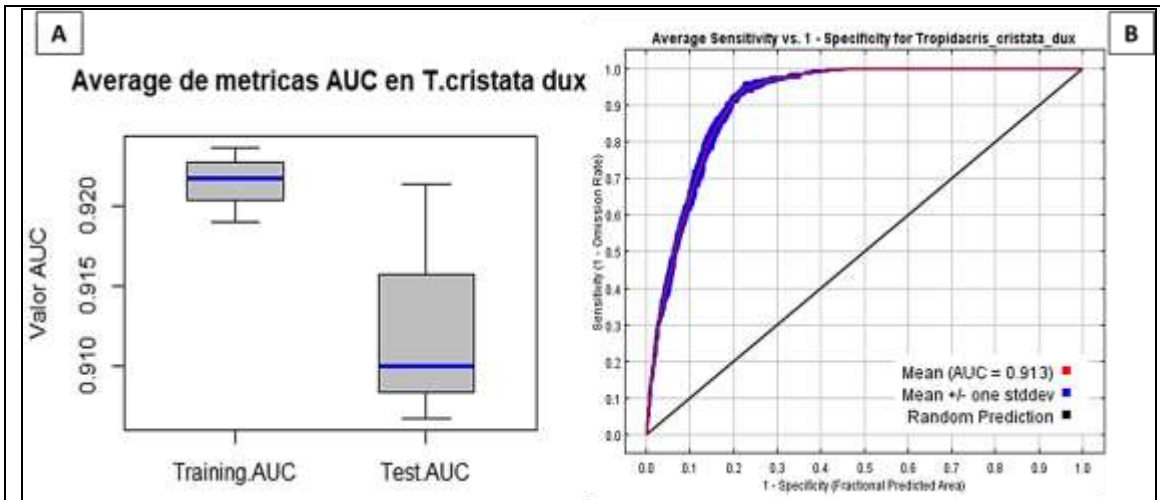


Figura 4. A) métricas de ajuste al modelo de Maxent como resultado de las repeticiones, cuando los modelos se acercan a 1, indicaran un mejor ajuste y capacidad predictora. **B)** las curvas muestran la respuesta media de las réplicas de Maxent (rojo = AUC: 0.91) y la media + / - una desviación estándar (azul para variables BIO); en promedio se observa que el modelo tiene una capacidad predictiva muy buena en los datos de prueba.

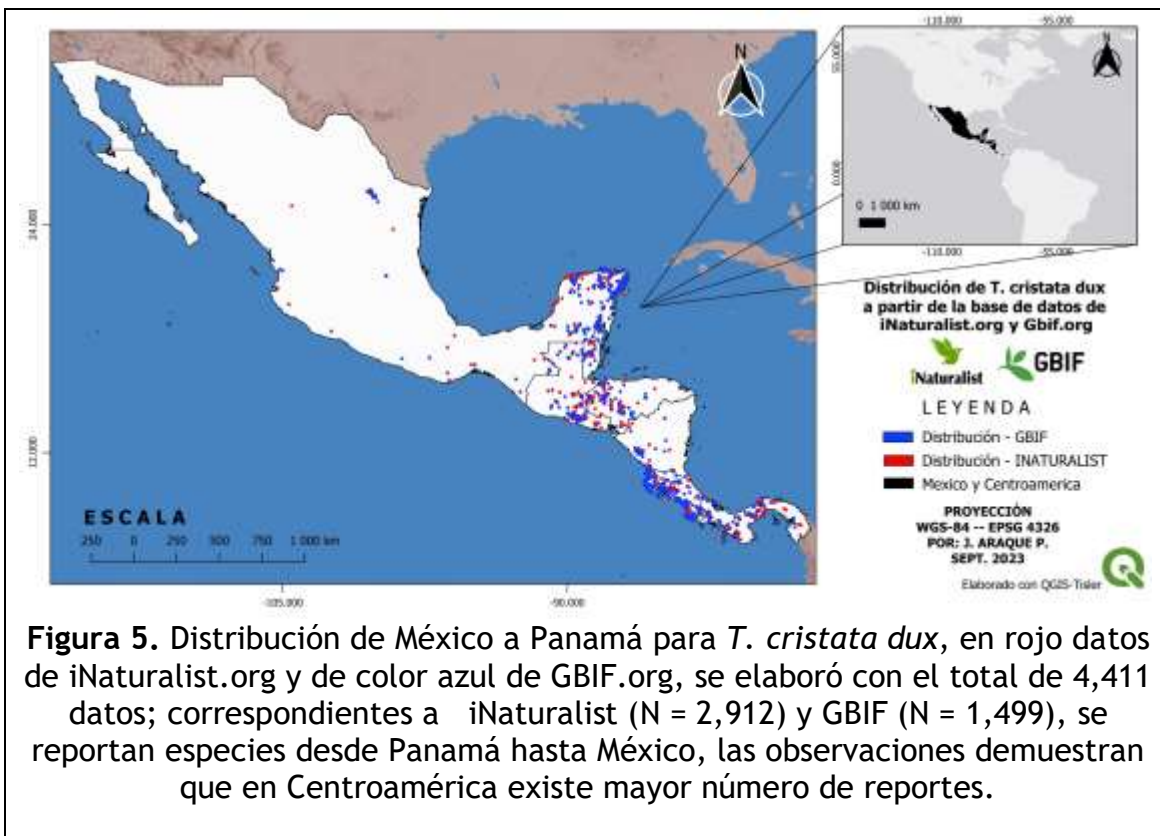


Figura 5. Distribución de México a Panamá para *T. cristata dux*, en rojo datos de iNaturalist.org y de color azul de GBIF.org, se elaboró con el total de 4,411 datos; correspondientes a iNaturalist (N = 2,912) y GBIF (N = 1,499), se reportan especies desde Panamá hasta México, las observaciones demuestran que en Centroamérica existe mayor número de reportes.

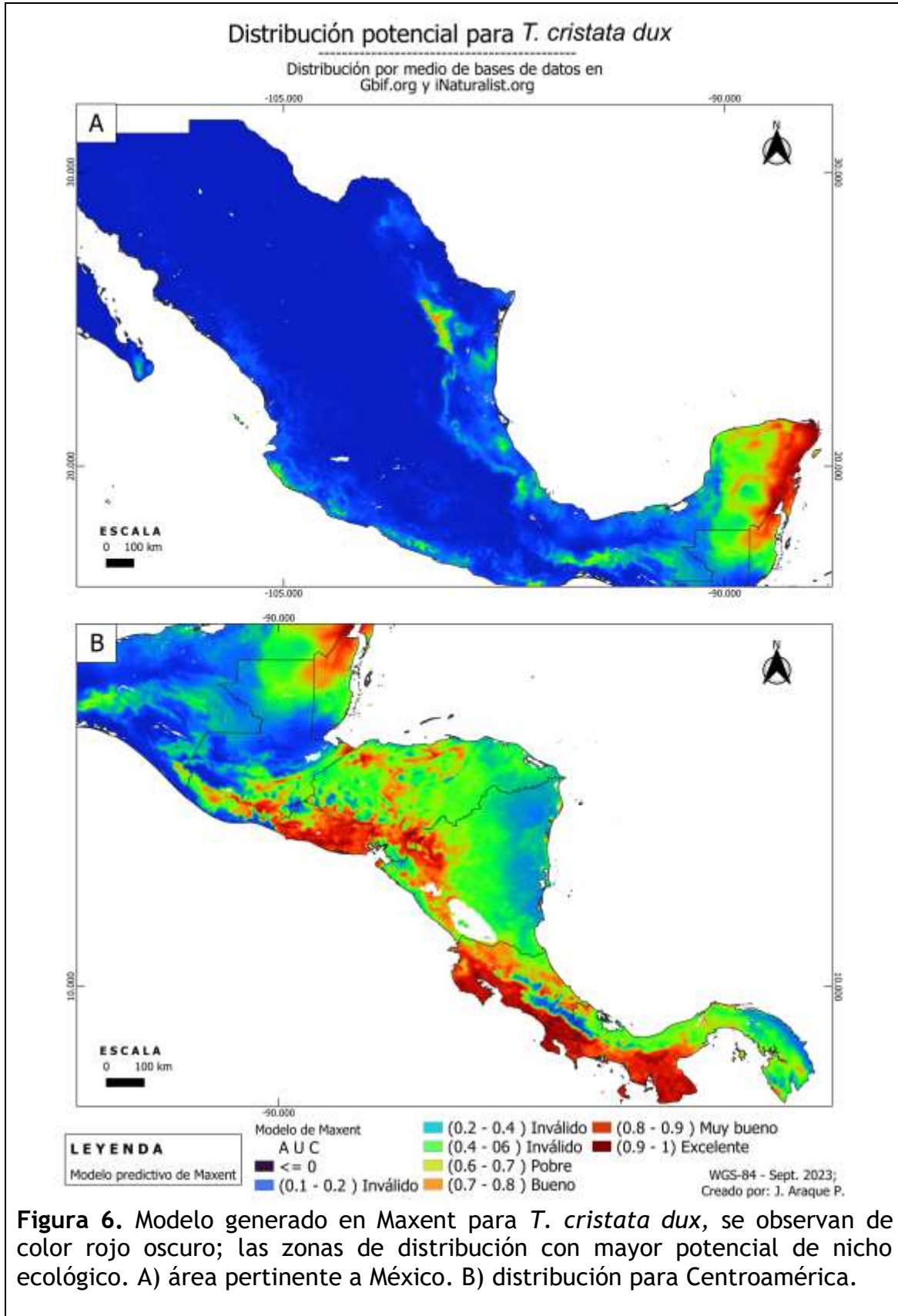


Figura 6. Modelo generado en Maxent para *T. cristata dux*, se observan de color rojo oscuro; las zonas de distribución con mayor potencial de nicho ecológico. A) área pertinente a México. B) distribución para Centroamérica.

La figura 6, muestra un AUC de 0.91, es un indicador muy positivo para la predicción y la calidad del modelo; tiene una alta capacidad para distinguir entre presencia y ausencia de la especie siendo altamente preciso; según la figura 6, está distribuida en la región neotropical, existiendo probabilidades que en la zona del Caribe existan lugares propicios de distribución potencial por la poca variabilidad en la temperatura o simplemente dentro de la zona del Caribe existan micro climas que propicien su reproducción por eso aparecen algunos puntos en rojo creados por el modelo en el Caribe de Nicaragua.



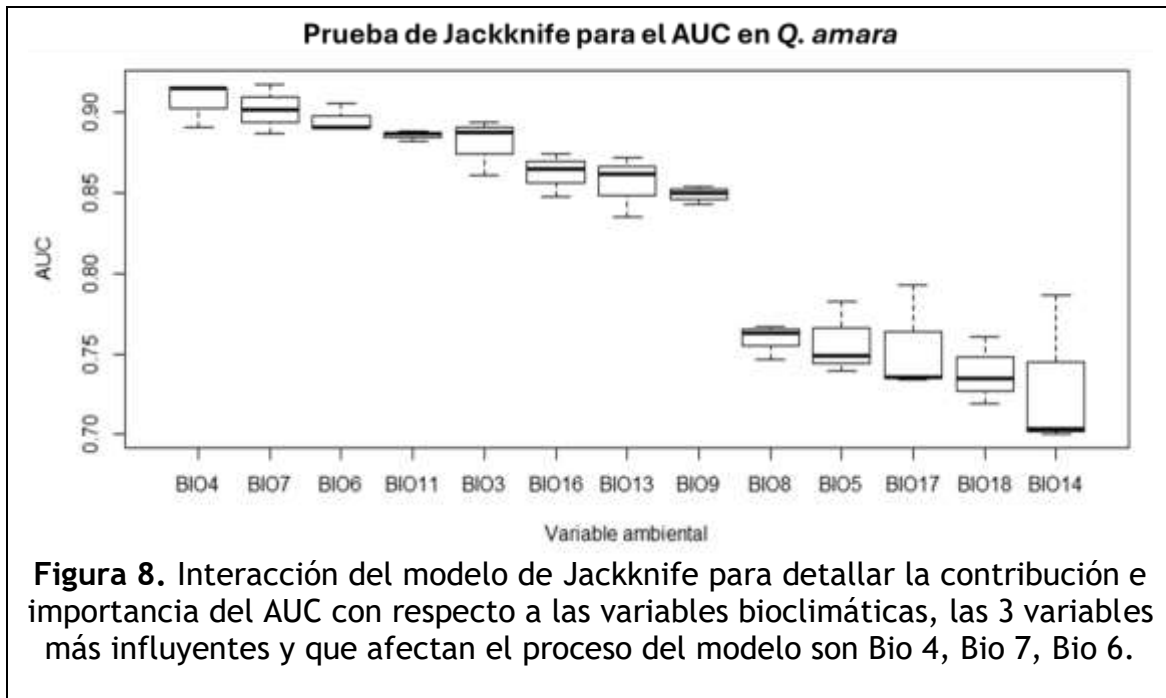
Quassia amara L., familia Simaroubaceae, arbusto de 3 a 6 m de altura; las hojas son imparipinnadas, alternas, con el raquis alado, con 3 o 5 folíolos sésiles, opuestos. Los folíolos son oblongos u obovados, de 5 a 11 cm de largo, glabros y membranáceos (Holdridge *et al.*, 1997). Las flores son muy decorativas, en racimos, con 5 pétalos lanceolados de color rojo o anaranjado, de 2 a 5 cm de largo. Los frutos son drupas que al madurar se vuelven de color negro, de 1 a 1,5 cm de largo (Morton, 1981).

La planta se adapta a precipitación elevadas, entre los 1500-4500 mm anuales; dentro de los bosques húmedos y muy húmedos; aunque algunos investigadores sugieren que en la zona de bosques secos puede establecerse, cerca de riberas de ríos donde exista humedad permanente, con poca variabilidad climática durante todo el año (Brown, 1995).

Se determina que la planta estimula los tiempos de floración, periodos más largos, si se exponen al sol, permitiendo aumentar su densidad poblacional, en estas condiciones de sol y secas, la planta produce más moléculas de cuasina (Ocampo, 1995; Villalobos, 1996; Ocampo & Díaz, 2006).

Nombres vernáculos en América Latina: Bitterhout, Bitter Wood, crucete, cuasia amarga, guabito amargo, guavo, kwasibita, kwassie bita, murupa, palo de cuasia, palo isidoro, pau amarelo, pau quassia, puesilde, quacia amarga, Quashi Bitters, Quassia, quassia amarga, quassia de Caiena, Quassia Surinam, quina cayenna, quinine de cayenne, Suriname wood (Morton, 1981).

Quassia amara: Se analizaron 656 reportes, con un ensamblaje del 75% de los datos encontrando un AUC= 0.93 para determinar la distribución en Maxent (figuras 10 y 11).



La prueba de Jackknife; detalla las contribuciones porcentuales de las variables más importantes en el AUC, equivalen a BIO4 (28.8%); BIO6 (33.6%), BIO7(5%); con un impacto más significativo para predecir el hábitat de la especie, representando el (69.4%) en la predicción de hábitat específico, si una de estas variables se modificara, es posible que la especie no sobreviva, podría desaparecer si se ve lo suficientemente amenazada (figura 8).

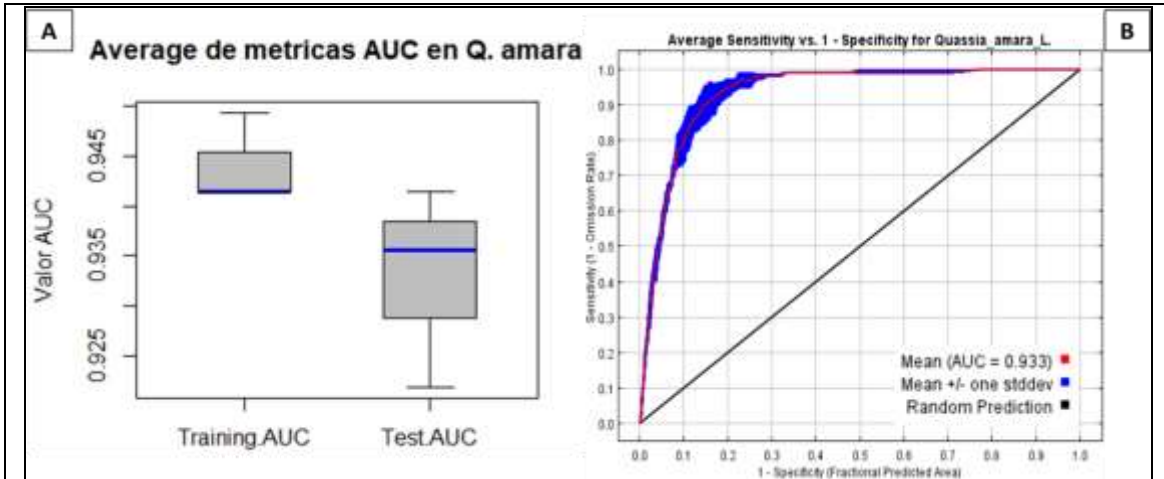


Figura 9. A) métricas de ajuste al modelo de Maxent como resultado de las repeticiones, cuando los modelos se acercan a 1, indicaran un mejor ajuste y capacidad predictora. B) las curvas muestran la respuesta media de las réplicas de Maxent (rojo = AUC: 0.93) y la media + / - una desviación estándar (azul para variables BIO).

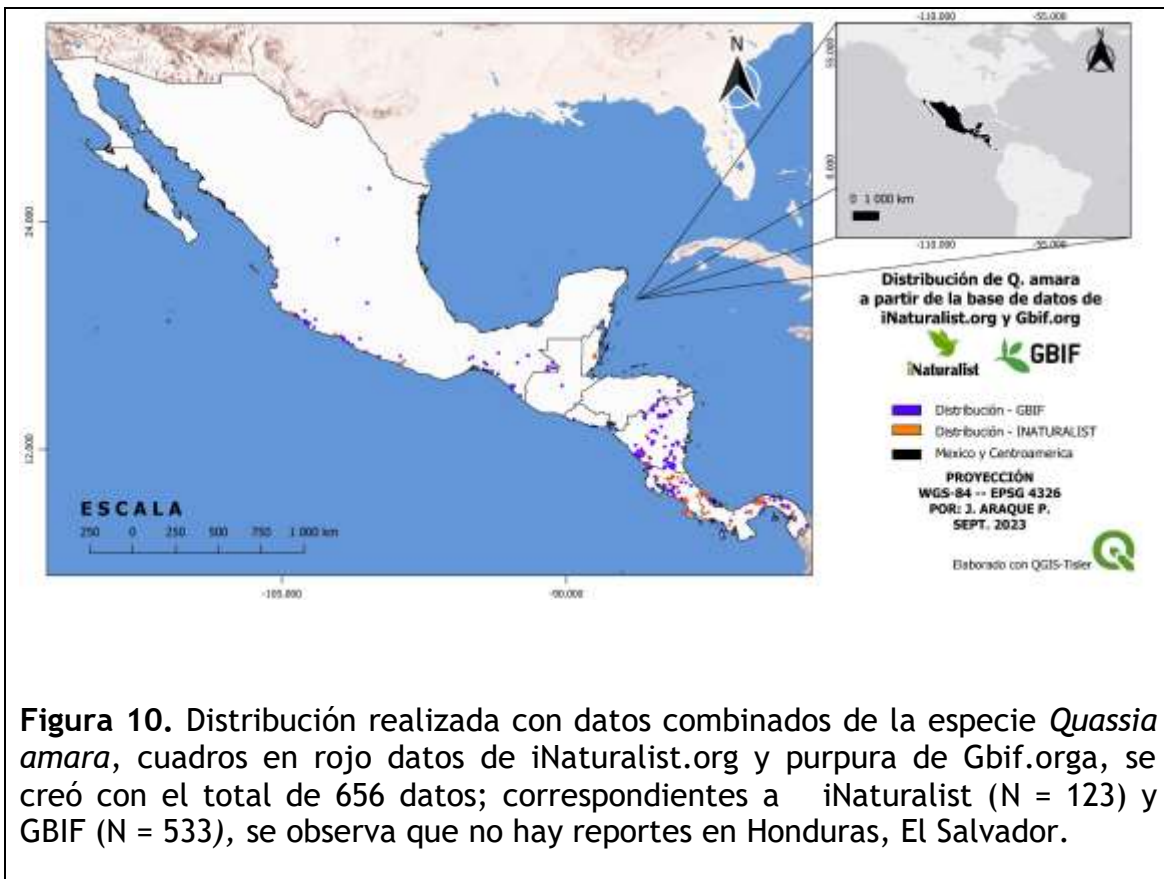


Figura 10. Distribución realizada con datos combinados de la especie *Quassia amara*, cuadros en rojo datos de iNaturalist.org y purpura de Gbif.org, se creó con el total de 656 datos; correspondientes a iNaturalist (N = 123) y GBIF (N = 533), se observa que no hay reportes en Honduras, El Salvador.

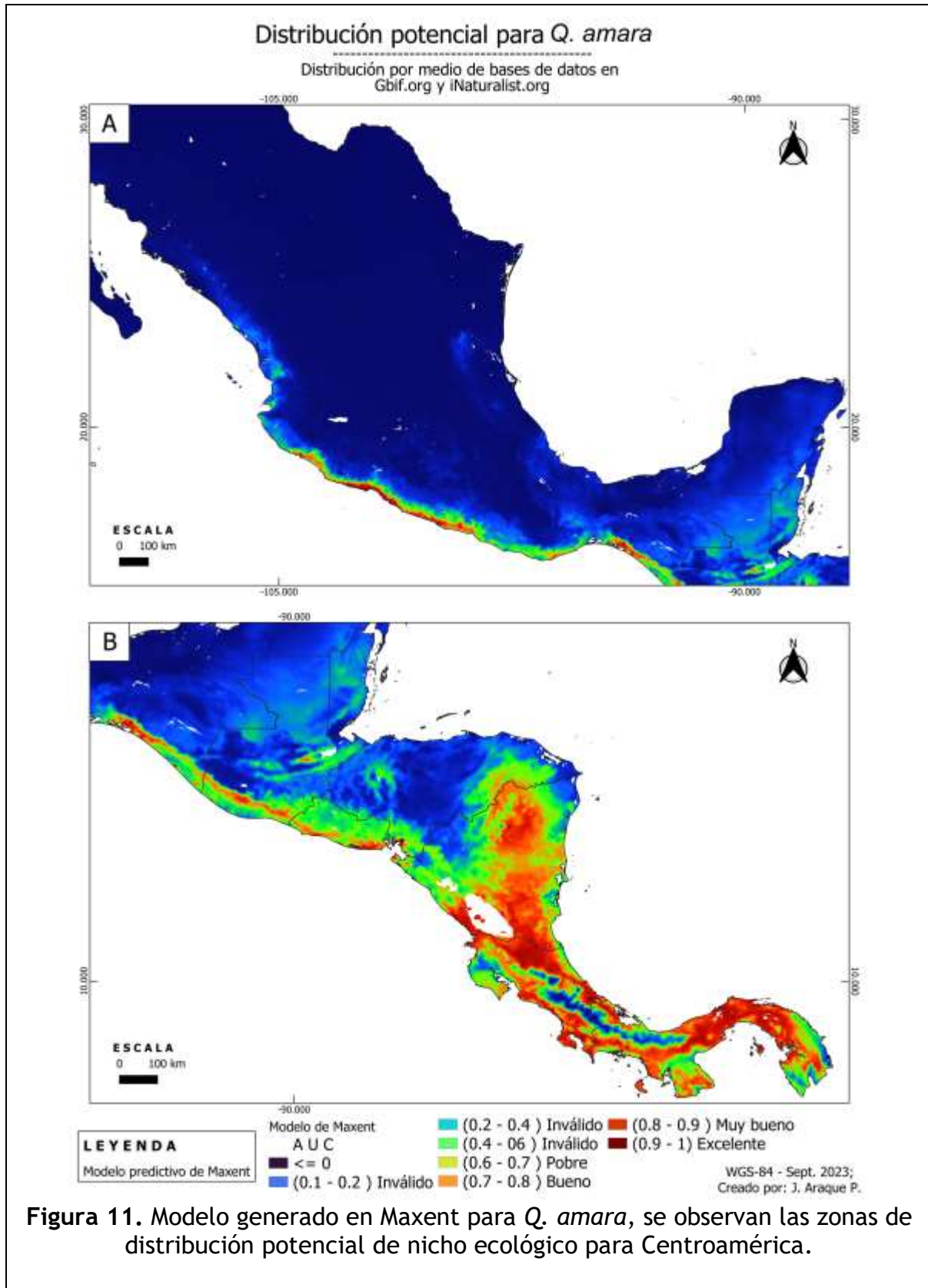


Figura 11. Modelo generado en Maxent para *Q. amara*, se observan las zonas de distribución potencial de nicho ecológico para Centroamérica.

Las tres variables, más importante son; **BIO4** (Estacionalidad de la temperatura) aquellas zonas en donde no hay predicción de la especie se debe, a no adaptarse a condiciones de temperaturas muy cambiantes, áreas con mucha variación climática significaran la muerte de la especie, al contrario zonas como el Caribe que la humedad relativa es bastante homogénea durante todo el año, la especie crece de manera óptima; **BIO7** (Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)), demuestra que la planta es muy sensible a la temperatura; **BIO6** (Temperatura media del trimestre más húmedo) la planta tiene poca tolerancia a zonas con inviernos muy fríos, que podrían influir sobre factores de radiación solar, precipitación y nutrientes (figuras 9, 10 y 11).

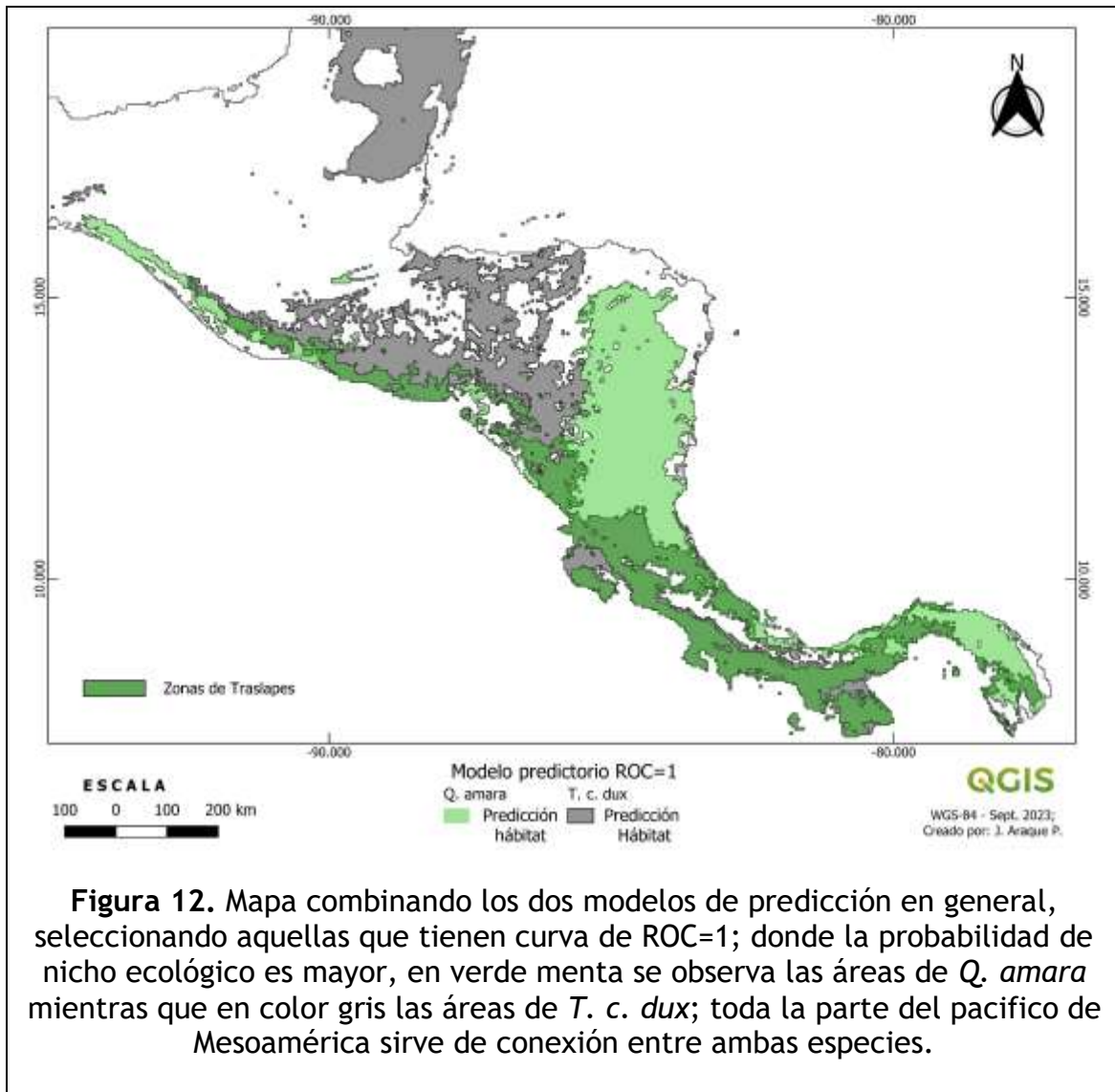


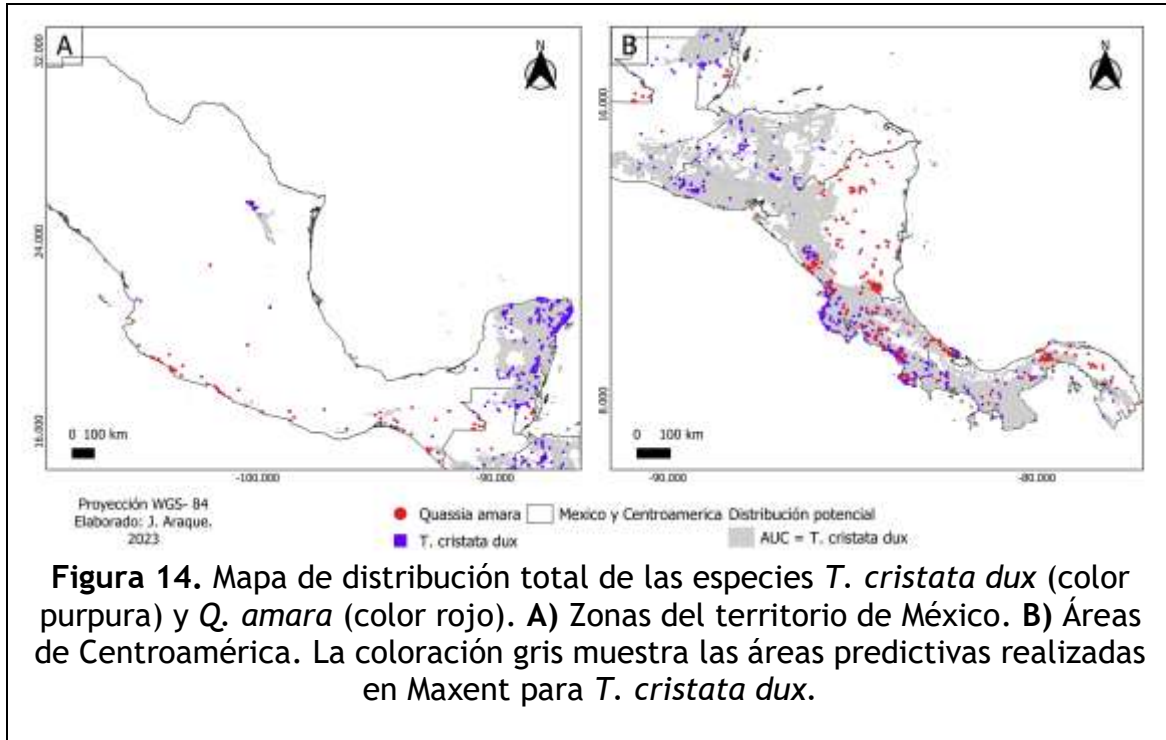
Figura 12. Mapa combinando los dos modelos de predicción en general, seleccionando aquellas que tienen curva de ROC=1; donde la probabilidad de nicho ecológico es mayor, en verde menta se observa las áreas de *Q. amara* mientras que en color gris las áreas de *T. c. dux*; toda la parte del pacifico de Mesoamérica sirve de conexión entre ambas especies.

La figura 11, muestra un AUC de 0.93; indicador muy positivo en la especie *Q. amara*; según el modelo va desde Panamá; Jalisco hasta el Noroeste de México, en las partes donde las variables de temperatura y humedad son más cambiantes la especie parece no adaptarse existiendo estos vacíos, si se observa la parte del Caribe de Panamá hasta Nicaragua existen grandes extensiones de áreas que son hábiles como hábitat idóneo.

El modelo indica que ambas especies tienen áreas de distribución que se superponen en la región del pacífico, extendiéndose desde Panamá hasta el sur de México (Chiapas y Oaxaca); dichas áreas se pueden considerar como un puente que la especie *Tropidacris cristata dux* podría utilizar para expandirse por toda Centroamérica, aunque la expansión se limite por las condiciones climáticas (figuras 6, 11 y 12).



Figura 13. Ninfas de *T. cristata dux*, alimentándose de *Q. amara*, se observa en las hojas el daño por alimentación del insecto (foto © Joxual Araque P.).



DISCUSIÓN

Distribución de las áreas geográficas *Tropidacris cristata dux*.

El estudio de las dos bases de datos (iNaturalist y Gbif) demuestran que *T. cristata dux* tiene una distribución geográfica amplia y discontinua en América Central y México; este tipo de distribución se correlaciona en gran medida con la presencia de hábitats tropicales húmedos y secos, es notable que la subespecie esté ausente en áreas con temperaturas muy bajas dentro de estos continentes (figura 6); siendo probable que la limitación ecológica podría estar relacionada con su capacidad para tolerar ambientes más secos y con poca cobertura vegetal; la disponibilidad de alimentos específicos para esta especie, al ser polífaga sugieren que hay zonas de traslape para que su distribución se amplie en términos de rangos, los efectos de cambio climático podrían favorecer ciertas migraciones. Carbonell menciona que el hábitat de *T. cristata cristata* y *T. cristata grandis* consiste principalmente en bosques densos y en su mayoría húmedos, y *T. cristata dux* parece, estar más adaptado a bosques abiertos y condiciones mucho más secas (Carbonell, 1986).

La figura 14, se realiza a partir de la distribución potencial de *T. cristata dux*, las zonas de color gris representan las áreas que pueden ser hábitat potencial (AUC= 0.91), las cuales pueden ser zonas de traslape para poder migrar o inmigrar, la división (A) del mapa, México refleja que hay reductos de *Tropidacris cristata dux* en la parte Caribe Norte, sin embargo en esta zona según las bases de datos, hasta la fecha no hay reportes de *Quassia amara* cerca de ese lugar, sucede lo contrario en la parte del pacifico de México en la cual existen presencia de *T. cristata dux* en lugares donde se refleja la distribución de *Q. amara*, posiblemente estas áreas de traslapes se limiten desde la zona del pacifico de Guatemala y se distribuya hasta México.

La división (B) del mapa, Centroamérica, muestra el lado del pacifico como área potencial de distribución, desde Panamá hasta Costa Rica se observan grandes extensiones donde puede encontrarse la especie. Referente a Nicaragua, se crea un puente entre el pacífico y lo que se denomina como “corredor seco”, donde, hasta la fecha, no existan reportes publicados de *Tropidacris*, lo que no significa que no esté presente la especie *T. cristata dux*. Esa área se utiliza para cultivos y ganadería; en un futuro se podría tener perdidas en los cultivos e incluso en el alimento para el ganado, causadas por este insecto de hábitos polípagos (en este documento se mencionan 18 especies) (tabla 2). Esta especie se puede presentar en el Caribe de Nicaragua al igual que *T. cristata cristata*, siendo posible que utiliza el arbusto de *Quassia amara* como un alimento alternativo (figura 13).

El modelo de Maxent entre *Tropidacris cristata dux* y *Quassia amara*.

En este documento se reportan 18 plantas de las cuales *T. cristata dux*, se alimenta (tabla 2); los estados inmaduros (ninfales) son los que necesitan más alimento de *Quassia amara*, para poder sobrevivir, en teoría, se esperaría que los mayores daños a las plantas ocurran durante las etapa inmaduras del insecto en las que se comportan de manera gregaria (actuando en grupo), siendo parte de las tácticas de supervivencia para no ser depredados por otros animales, se conoce que esta planta es muy amarga y solo algunas hormigas hacen agujeros en la base que pueden dañarla (Ocampo & Díaz, 2006), pero no se reportan otras especies de insectos más grandes que se alimente directamente de hojas o tallo de la planta.



Figura 15. A) Ninfas de *T. cristata dux* sobre un árbol de *Q. amara*. B) Daño ocasionado en hojas más jóvenes, más propensas a ser digeridas por completo. (fotos © Joxual Araque P.)

En la figura 15, se observa que las hojas más maduras son poco apetecidas, lo cual puede indicar que *T. cristata dux*, forrajea de manera selectiva sobre *Q. amara*, las figuras 6 y 12 representan pequeños puntos, en el Caribe de hábitat idóneos (1 Curva ROC), esto puede indicar que debido a los patrones de predicción de hábitat de *Q. amara*, la especie puede establecerse en zonas húmedas o semihúmedas, por la extensión del uso de la tierra con monocultivos, resultado del análisis de las dependencias en el modelo con respecto a las variables bioclimáticas (figuras 3 y 8).

Para poder sobrevivir *Tropidacris cristata dux*, se alimenta de plantas que para otras especies son nocivas, la figura 12, muestra las zonas de traslape entre los modelos predictores de distribución de *Q. amara* y *T. cristata dux*; la zona verde oscuro representa la combinación de las áreas conectadas; destacando como la parte del pacífico mesoamericano sirve como área altamente migratoria; esto sugiere que esta región es clave para la movilidad y distribución de *T. cristata dux*.

CONCLUSIÓN

Los modelos de distribución potencial son una buena herramienta para entender los patrones de distribución posible en el contexto de biogeografía y nichos ecológicos, *T. cristata dux*, se distribuye en Mesoamérica utilizando algunas plantas tóxicas en este caso *Quassia amara*, la característica del insecto de ser polífago le permite la supervivencia ante la falta de recurso, alimentarse de plantas tóxicas, posible resultado de su defensa contra depredadores, debido a que la planta posee un sabor muy amargo, la cual el insecto ingiere en cantidades pequeñas al ser adulto, en estado ninfales su alimentación y daño es mayor.

Las variables climáticas que más influyen en ambas especies son, BIO 2 rango diurno promedio (promedio mensual de la diferencia entre la temperatura máxima y la temperatura mínima), BIO 4, estacionalidad de la temperatura (desviación estándar $\times 100$), BIO 6, temperatura mínima del mes más frío, BIO 7, rango anual de temperatura (BIO5-BIO6), se desarrollaron modelos con AUC= 0.91 - 0.93, los cuales son muy positivos en cuanto a la predicción; la distribución de la especie de *Tropidacris cristata dux*, se puede ver beneficiada por la alteración a los ecosistemas, la agricultura y ganadería extensiva e ilegal incluyendo los efectos del cambio climático.

Sin embargo, se necesitan desarrollar análisis de ADN en la especie, es probable que se auto inmutó siendo necesario explorar gremios alimenticios; para determinar la información referente a Carbonell, 1986, la cual sugiere que es posible que *T. cristata dux* sea la misma especie que *T. cristata cristata*, siendo simplemente una variación de coloración por condiciones climáticas; es lo más idóneo debido a que en el mapa de distribución aparecen zonas en forma de puntos en la parte del Caribe de Centroamérica donde la especie pueda desarrollarse.

AGRADECIMIENTOS

A Cindy Montenegro, mi esposa, su apoyo y su comprensión han sido fundamentales en mis esfuerzos por comprender los misterios de la naturaleza; al maestro Jean Michel Maes por sus comentarios y observaciones, por darme los ánimos para seguir publicando; su dedicación a la investigación y su excelencia en el campo son un faro para muchos investigadores.

BIBLIOGRAFÍA

AHMADI, M., HEMAMI, M.-R., KABOLI, M., MALEKIAN, M., & ZIMMERMANN, N. E. (2019). Extinction risks of a Mediterranean neo-endemism complex of mountain vipers triggered by climate change. *Scientific Reports*, 9: 1-12.

AHMADI, M., HEMAMI, M. R, MOHAMMAD, K, F, SHABANI (2023). MaxEnt brings comparable results when the input data are being completed; Model parameterization of four species distribution models. *Wiley, Ecology and evolution*, 13 p. <https://doi.org/10.1002/ece3.9827>

ASTACIO-CABRERA, A. M. (1975). Notas sobre algunos acridoideos de Nicaragua, Departamento de Sanidad Vegetal (Managua), 41pp. Ilustr., mimeograph.

BROWN N.R. (1995). The autoecology and agroforestry potential of the bitterwood tree *Quassia amara* L. ex Blom (Simaroubaceae). Thesis Ph.D., Cornell University, EE.UU., 250 p.

CAMPOS, F. (1923). Estudios sobre la fauna entomológica del Ecuador, XI. Orthopteros, revista del colegio nacional Vicente Roca Fuerte, Guayaquil 5(11-12): 3-43.

CARBONELL. C.S. (1984). Nomenclature & Systematics of *Tropidacris* & *Europidacris* (Orthoptera, Acridoidea, Romaleidae): *Notulae Naturae* of The Acad. of Natural Sciences of Phila., No. 461.

CARBONELL, C. S. (1986). Revision of the Neotropical Genus *Tropidacris* (Orthoptera, Acridoidea, Romaleidae, Romaleinae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 138(2): 366-402. <http://www.jstor.org/stable/4064913>.

CRONQUIST, A. (1944). Studies in the Simaroubaceae - IV Resume of the American genera. *Brittonia* 5: 128- 147.

DESCAMPS, M. (1975). Etude du peuplement acridiende, L'Etat de Veracruz, Mexique, *Folia entomológica mexicana*, 31-32: 3-98.

ESQUIVEL, F., MEJÍA, L., FLORES, B., DÜTTMANN, C., CASTILLO, G., ARGÜELLO, O., & DEMEDIO, J. (2014). Evaluación de *Quassia amara* como tratamiento contra la varroosis en tres apiarios del municipio de León, Nicaragua. *Universitas (León): Revista Científica De La UNAN León*, 5(1):100-106. <https://doi.org/10.5377/universitas.v5i1.1482>

FICK, S.E. & R.J. HIJMANS. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.

FIELDING, A. H., & J. F. BELL. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation* 24:38-49.

GENTRY A.H. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). *Conservation International, Washington, EE.UU.*, pp. 783-786.

GUAGLIUMI, P. (1958). Los insectos de la caña de azúcar en el valle del río turbio, Centro de investigaciones agronómicas Maracay, Monografía No. 2(850): 14.

GUAGLIUMI, P. (1962). Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela, III Plagas menores, *Boletín de la estación experimental de caña de azúcar, Venezuela* No. 68: 26.

HARRIS, I., OSBORN, T.J., JONES, P.D., LISTER, D.H. (2020). Version 4 of the CRU TS monthly high-resolution gridded multivariate climate dataset. *Scientific Data* PP. 7: 109.

HOLDRIDGE, L.R., L.J. POVEDA & Q. JIMÉNEZ. (1997). Árboles de Costa Rica. Vol. I, 2ª ed. San José, Centro Científico Tropical. p. 412.

JIMENEZ-VALVERDE, A., LOBO, J.M. & HORTAL, J. (2008). Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modeling. *Diversity and Distributions*, 14: 885-890.

MAES, J.M. (2004). Insectos asociados a algunos cultivos tropicales en el Atlántico de Nicaragua. Parte III: Cítricos (*Citrus* spp., Rutaceae). *Revista Nicaragüense de Entomología*, 64:242 pp.

MAG. (2023). Titulares del MAG verifican las fumigaciones preventivas para el control de la langosta *Tropidacris dux*. Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de <https://www.mag.gob.sv/2023/02/14/titulares-del-mag-verifican-las-fumigaciones-preventivas-para-el-control-de-la-langosta-tropidacris-dux/>

MORTON J.F. (1981). Atlas of medicinal plants of Middle America. Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois, EE.UU., pp. 389-390.

OCAMPO, R.S. (1995). Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. CATIE, Informe Técnico N° 267, Turrialba, Costa Rica, 185 pp.

OCAMPO; R.S. & DÍAZ; R. (2006). Cultivo conservación e industrialización de Hombre Grande, 1ra Ed., San José, Costa Rica, ISBN: 9977-47-356-0, 72 pp.

OIRSA. (2019). Organismo Internacional regional de sanidad agropecuaria. Plan de acción para el manejo de la langosta centroamericana, 80 pp.

PÉREZ, A. M., C, POVEDA., L, ABURTO. E, ARETZ., SIRIA, I. M, SOTELO. (2009). Modelos de nichos potenciales de especies de interés para tomadores de decisión, y su relación con el cambio climático en Nicaragua y América central. Encuentro, 84: 62-80.

PHILLIPS, S. J., AND DUDIK, M. (2008). Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31(2). [https://doi: 10.1111/J.0906-7590.2008.5203.X](https://doi.org/10.1111/J.0906-7590.2008.5203.X)

PLISCOFF, P. & FUENTES, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: Una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Rev. Geogr. Norte Gd.* 48: 61-79.

POOT, M. (2021). Ficha Técnica: “Chapulín Gigante *Tropidacris cristata dux*” (Orthoptera: Romaleidae). OIRSA, 4 p.

RUDDLE, K. (1973). The Human Use of Insects: Examples from the Yukpa. *Biotropica*, 5(2), PP: 94-101. <https://doi.org/10.2307/2989658>

ROWELL, H. J. (1983). *Tropidacris cristata*, pp. 772-773. En D.H JANZEN, ed., Costa Rica, Natural History.

ROWELL, H. J. (1998). A revision of genus *Munatia* Stal, 1875, Orthoptera Caelifera, Romaleidae-Romalinae. *Revue suisse de zoologie* 105(1): 25-48.

SEFER, E. (1963). Algunos datos sobre la Praga du marupa, Instituto agronómico do norte, Belen, Boletim técnico, 45: 9-12.

SERMEÑO, J. M., PÉREZ, D., SERRANO CERVANTES, L., PARADO JACO, M. E., JOYCE, A. L. MALDONADO SANTOS, E. J., ALVANES LEIVA, Y. A., RODRÍGUEZ SIBRIÁN, F. M., GIRÓN SEGOVIA, C. D., GARCÍA SÁNCHEZ, D. A., HERNÁNDEZ LEÓN, C. E., RIVAS NIETO, F., RIVERA MEJÍA, F. A., PARADA BERRIOS, F.A, RODRÍGUEZ URRUTIA, E. A., VÁSQUEZ OSEGUEDA, E. A., LOVO LARA, L. M. (2019). Diversidad de artrópodos y sus enemigos naturales asociados al café (*Coffea arabica* L.) en El Salvador. Editorial Universitaria. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, San Salvador, El Salvador, C. A., 248 pp.

STEVEN J. PHILLIPS (2009). "A brief tutorial on Maxent." Network of Conservation Educators and Practitioners, Center of Diversity and Conservation, American Museum of Natural History. Lesson in Conservation, 3: 108-135. Disponible en: https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/Maxent/

STEVEN J. PHILLIPS, ROBERT P. ANDERSON, MIROSLAV DUDÍK, ROBERT E. SCHAPIRE, MARY BLAIR. (2017). Opening the black box: an open-source release of Maxent. In *Ecography*.

VÁSQUEZ-GONZÁLEZ, C. LARA CAPISTRÁN, ZULUETA, R.L, LÓPEZ, J.D, & HERNÁNDEZ-BAZ, F. (2021). Distribución geográfica potencial de *Eumaeus toxea* (GODART, 1823) (Lepidoptera: Lycaenidae) en México. *Revista Nicaragüense de Entomología*, 251:20. DOI: 10.5281/zenodo.5874632.

VILLALOBOS R. (1996). Caracterización de la distribución de una planta medicinal (*Quassia amara*) como base para su manejo técnico, pp. 17-22. In X Congreso Nacional Agronómico Vol. I, EUNED, San José, Costa Rica.

ZENNER J.I. (1966). Breve anotaciones sobre los saltamontes de las sierras nevadas de Santa Marta. *Agricultura Tropical*, Colombia 22(12): 603-604.

(*Tropidacris*) - GBIF.org (2023). Occurrence Download, disponible: <https://doi.org/10.15468/dl.bsvmad> Descarga realizada el 10 septiembre del 2023.

(*Quassia amara*, L) - GBIF.org (2023). Occurrence Download, disponible: <https://doi.org/10.15468/dl.gf6eyz> Descarga realizada el 10 septiembre del 2023.

La Revista Nicaragüense de Entomología (ISSN 1021-0296) es una publicación de la Asociación Nicaragüense de Entomología, 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 of the Nicaragua Entomology Society (Entomology Museum), published 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
De Hielera CELSA, media cuadra arriba, 21000 León, NICARAGUA
Teléfono (505) 7791-2686
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.