

**Informe final\* del Proyecto JM025**  
**Mapas de distribución potencial del murciélago amarillo del Balsas (*Rhogeessa mira*)**  
**endémico de Michoacán**

**Responsable:** Dr. Juan Manuel Ortega Rodríguez  
**Institución:** Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Facultad de Biología  
**Dirección:** Edificio R Planta Baja, Morelia, Mich, 58030 , México  
**Teléfono/Fax:** 01 (443) 3167412  
**Fecha de inicio:** Junio 30, 2012.  
**Fecha de término:** Diciembre 16, 2015.  
**Principales resultados:** Bases de datos, cartografía, informe final.  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Ortega Rodríguez, J. M. 2015. Mapas de distribución potencial del murciélago amarillo del Balsas (*Rhogeessa mira*) endémico de Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. JM025.** México, D.F.

**Resumen:**

El estado de Michoacán ocupa el quinto en diversidad biológica del país, esto como resultado de la combinación de condiciones biogeografías, orográficas, climatológicas y de vegetación, de la cual han derivado organismos endémicos. El estado representa el 3.1% del territorio nacional con 59, 928 km<sup>2</sup>, reportándose a 172 especies de mamíferos, de las cuales 21 especies son endémicas mexicanas y solo tres endémica michoacana, siendo estas; la tuza purépecha *Zygoeomys trichopus*, el ratón de patas blancas *Peromyscus winkelmani*, y el murciélago amarillo del Balsas *Rhogeessa mira*.

El orden Quiróptera es uno de los más diversos del mundo, en México se distribuyen 137 especies, habitando desde los 0 a los 3, 500 msnm con afinidad tropical a templada; migratorias y endémicas. En México hay 14 especies endémicas. De *Rhogeessa mira*, se conoce poco sobre su historia natural y ecología. Detallándose que se encuentra distribuida en zonas semiáridas y matorral xerófilo de su localidad tipo, Confinado a la Cuenca del Bajo Balsas con sólo 30 ejemplares conocidos de tres municipios del estado de Michoacán: Arteaga (El Infiernillo), Huacana (Zicuirán) y Lázaro Cárdenas (La Mira, Los Amates). Con solamente cuatro localidades de registro. Ignorándose aspectos sobre su biología general como; alimentación, reproducción, desarrollo, tipos de hábitat donde concurre, comportamiento, número de individuos en las colonias y sus depredadores.

La especie se encuentra catalogada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como endémica y sujeta a protección especial. La UINC la clasifica como especie bajo riesgo y amenazada. Otras leyes mexicanas como la LEGEPA prevén acciones de conservación y protección sobre los murciélagos, replanteando a las cuevas como áreas naturales protegidas, como una medida de conservación de especies silvestres. Acciones como el Programa de Conservación de Murciélagos Mexicanos, han planteado esquemas de educación con bases científicas, de investigación, éticas las cuales se han transmitido a las nuevas generaciones interesadas en la conservación de todos los murciélagos mexicanos, a lo cual desde mediados del 2011 y principios del 2012 se le ha denominado el "año de los murciélagos".

De la especie solo se conocen cuatro localidades, a partir de las cuales se harán modelos de distribución potencial usando los algoritmos MaxEnt y GARP, como una primera aproximación para definir posibles áreas de muestreo para realizar trabajo de campo que permita ampliar la base de registros, pues en REMIB solo se tienen registrados 21 ejemplares en la colección Biodiversidad de los mamíferos en el Estado de Michoacán, México (ENCB, IPN), de los cuales 4 son bibliográficos, representando en total solo 3 puntos con coordenadas geográficas únicas y cuyas fechas de colecta datan de 1964 y 1986.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD  
**CONABIO**

LABORATORIO DE PERCEPCIÓN REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
FACULTAD DE BIOLOGÍA  
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
**UMSNH**

INFORME FINAL

“MAPAS DE DISTRIBUCIÓN DEL MURCIÉLAGO AMARILLO DEL BALSAS  
(*RHOGEessa mira*), ENDÉMICO A MICHOACÁN”



RESPONSABLE DEL PROYECTO: DR. JUAN MANUEL ORTEGA RODRÍGUEZ.  
COLABORADOR EXTERNO: M. EN C. IVÁN DÍAZ PACHECO  
ASESOR: DR. JOAQUÍN ARROYO CABRALES.

MORELIA, MICHOACÁN. 1º DE OCTUBRE DE 2015.

## Tabla de contenido

Datos Generales del Proyecto.....	- 3 -
Resumen ejecutivo.....	- 4 -
Introducción.....	- 5 -
Metodología de trabajo.....	- 7 -
Calidad de la información.....	- 7 -
Trabajo de campo.....	- 8 -
Criterio de selección de la región de estudio (M).....	- 10 -
Selección de variables.....	- 12 -
Modelaje de la distribución potencial.....	- 14 -
i) Distancias ambientales.....	- 14 -
Evaluación de los modelos.....	- 15 -
Mapa de Consenso.....	- 16 -
Modelaje de la distribución potencial.....	- 19 -
ii) Maxent.....	- 19 -
Evaluación de los modelos.....	- 21 -
Mapa consenso.....	- 23 -
Comparación entre los resultados obtenidos con el Método de Distancias ambientales y con MaxEnt.....	- 24 -
Conclusiones.....	- 29 -
Literatura Consultada.....	- 31 -
Anexo 1. Proyecto JM025_Perfil Ambiental PDF.....	- 35 -
Anexo 2. Metadato de las variables ambientales de Téllez <i>et al.</i> 2011.....	- 35 -

## **Datos Generales del Proyecto**

### **Responsable y Coordinador del proyecto.**

Dr. Juan Manuel Ortega Rodríguez.

Coordinador del Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

### **Colaborador externo.**

M. en C. Iván Díaz Pacheco.

Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

### **Asesor.**

Dr. Joaquín Arroyo Cabrales.

Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano", Instituto Nacional de Antropología e Historia.

### **Otros Colaboradores:**

Biól. Mario Manuel Suárez Suárez (estudiante de maestría)

P. de Biól. Marysol Jiménez Campos

P. de Biól. María Isabel Villicaña Escobedo

Biól. Lucero Elizabeth Pimienta Ramírez (estudiante de maestría)

Biól. Gerardo Andrés Reyes Abrego (estudiante de maestría)

Laboratorio de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

## Resumen ejecutivo

El estado de Michoacán ocupa el quinto en diversidad biológica del país, resultado de la combinación de condiciones biogeografías, orográficas, climatológicas y de vegetación. Se reportan de 172 a 176 especies de mamíferos en la Entidad con la presencia de tres micro-endemismos; la tuza purépecha (*Zygogeomys trichopus*), el ratón de patas blancas (*Peromyscus winkelmani*), y el murciélago amarillo del Balsas (*Rhogeessa mira*). Se conoce muy poco de la biología y de la distribución del murciélago amarillo. Se sabe que su área de distribución corresponde a las zonas semiáridas y matorral xerófilo de las localidades tipo en El Infiernillo (Municipio de Arteaga), y en La Salada, Zicuirán (Municipio de La Huacana). La especie está catalogada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como endémica y sujeta a protección especial. La Ley General de Equilibrio Ecológico (LEGEEPA) prevé acciones de conservación y protección de las cuevas como áreas naturales protegidas y la UICN clasifica a *R. mira* como especie bajo riesgo y amenazada.

El objetivo de este proyecto fue producir mapas de distribución para esta especie (a una resolución de 6" segundos) que nos dieran una idea más clara del área con condiciones de aptitud para que la especie esté presente, utilizando dos aproximaciones metodológicas (Método de distancias y MaxEnt). Los modelos derivados a partir de la distancia euclidiana simple dieron como resultados una mayor superficie con aptitud que los generados con Maxent, y en ambos casos se ajustan bien a las condiciones ambientales en las que se sabe la especie habita. Con la ejecución de este proyecto financiado por la CONABIO, registramos su presencia en Michoacán después de 27 años de no colectarse.

**Palabras clave:** murciélago amarillo del Balsas, *Rhogeessa mira*, distribución geográfica, conservación, endemismo, Cuenca del Río Balsas, Michoacán.

## Introducción

El estado de Michoacán ocupa el quinto lugar en diversidad biológica del país, resultado de la combinación de condiciones biogeográficas, orográficas, climatológicas y de vegetación, lo cual ha derivado en la presencia de endemismos en su territorio. El estado representa el 3.1% del territorio nacional, con una superficie de 59, 928 km<sup>2</sup> y en él se reportan 172 especies de mamíferos, de las cuales 21 son endémicas de México. Tres de estas especies son endémica para Michoacán, la tuza purépecha (*Zygogeomys trichopus*), el ratón de patas blancas (*Peromyscus winkelmani*) y el murciélago amarillo del Balsas (*Rhogeessa mira*).

El orden Quiróptera es uno de los más diversos del mundo y en México se encuentran 137 especies que habitan desde los 0 y hasta los 3, 500 msnm, con afinidades que van de lo tropical a templadas. En México hay 14 especies de murciélagos endémicos, entre los que se encuentra *Rhogeessa mira*. Se conoce muy poco sobre su historia natural y ecología de esta especie. Habita en zonas semiáridas y en el matorral xerófilo. Por su localidad tipo y se infiere que puede estar restringida a la porción baja de la Cuenca del Balsas. Se cuenta únicamente con 30 ejemplares colectados en tres municipios del estado de Michoacán: Arteaga, La Huacana y Lázaro Cárdenas.

La especie se encuentra catalogada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 como endémica y sujeta a protección especial. La UINC la clasifica como especie bajo riesgo y amenazada. Por otro lado, la Ley General Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA) contempla, como una medida de conservación y protección de este grupo, la posibilidad de establecer como áreas naturales protegidas las cuevas donde habitan muchas de las especies. Acciones como el Programa de Conservación de Murciélagos Mexicanos, han planteado esquemas de educación con bases científicas, de investigación y éticas, para fomentar la conservación de todos los murciélagos mexicanos. Estas acciones llevaron a declarar desde mediados del 2011 y principios del 2012 el “Año de los murciélagos”.

Debido a que *R. mira* solo se ha observado en cuatro localidades en Michoacán y siendo su último registro hace 27 años, es importante el uso de nuevas herramientas que permitan implementar mejores estrategias para aumentar el conocimiento de la distribución de esta especie. En particular, es necesario conocer la posible distribución de la especie en la región de la Cuenca del Balsas, con la finalidad de ampliar la base de registros de presencia. De lo anterior, resulta muy importante la generación de mapas de distribución potencial usando el modelaje de nicho ecológico como una primera aproximación para definir posibles áreas de aptitud para la presencia de la especie.

Es muy importante señalar que la región donde se distribuye *R. mira* es también una zona en la que los conflictos sociales y la inseguridad, debida a actividades de narcotráfico, hacen muy difícil el acceso a la misma.

## **Metodología de trabajo**

### **Calidad de la información**

Se realizó una revisión bibliográfica sobre las publicaciones de mamíferos y quirópteros realizados en el Estado de Michoacán publicados por Álvarez (1965), Polaco y Muñiz-Martínez (1987), Villalpando y Arroyo-Cabrales (1996), Arroyo-Cabrales y Polaco (1997), Álvarez y Vidal (1998), López y López (1998), Medellín, Arita y Sánchez (1997), Ceballos (2002), Arroyo-Cabrales y Baker (2005), Núñez (2005), Zarza-Villanueva (2006), y de la página electrónica <http://gbif.org> (acceso en julio del 2012).

La revisión señaló la existencia de 27 ejemplares de *R. mira* depositados en colecciones nacionales, los cuales son procedentes de cinco localidades michoacanas. Se recabó la información contenida en las etiquetas de los ejemplares visitando la siguientes colecciones: la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB-IPN), seguido del Departamento de Prehistoria del Instituto Nacional de Antropología e Historia (DP-INAH), la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (CNMA-IB-UNAM) y finalmente el Laboratorio de Mastozoología, de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (LM-FB-UMSNH). De los ejemplares se recabó la siguiente información: nombre, fecha y número de colecta consecutivo del colector, medidas somáticas, coordenadas geográficas (si existía la información), así como el número de catálogo asignado por la institución (ver cuadro 1 para un resumen de la información recabada).

Los registros encontrados en la base de datos de la CONABIO (2010), que corresponden a los municipios de Aguililla, Coalcomán, Tepalcatepec y un reporte adicional que refiere a la localidad de Playa del Venado en La Mira, Municipio de Lázaro Cárdenas (Núñez 2005), fueron excluirlos por los siguientes criterios:

- a) Corresponden a altitudes superiores a los 1,200 msnm, por encima del intervalo altitudinal reportado para la especie (0 a 800 msnm).

- b) No corresponden a los tipos de vegetación descrita en la literatura como el hábitat de la especie. Esencialmente, las localidades excluidas corresponden a bosques de *Quercus* y *Pinus* y no a bosques tropicales secos.
- c) No fue posible localizar el ejemplar para validar físicamente su identificación.
- d) La información de las localidades excluidas es incompleta; carece de datos del colector, fecha de colecta, número de catálogo del ejemplar y localidad precisa
- e) No existir publicación de referencia.

### **Trabajo de campo**

Se realizaron cuatro salidas de campo con duración de cuatro días cada una, a los municipios de Arteaga (localidades de El Infiernillo, Las Cañas); La Huacana (Las Pilas, El Ciruelo, La Salada y/o El Zapoteco). Se colocaran seis redes de niebla de 6 x 3 m y 12 x 3 m, sobre sitios con agua, márgenes de ríos, cañadas, vegetación, caminos abiertos, revisándose periódicamente. Durante las mañanas y medio día se realizaron búsquedas en cuevas, grietas, alcantarillas y oquedades en árboles secos en búsqueda de murciélagos.

El perfil bioclimático de la especie que se generó con los datos tanto históricos como actuales (un solo registro) depurados se muestra en el Anexo 1, al final de este documento.

Cuadro 1. Resumen de la información de los ejemplares históricos de *R. mira*, depositados en colecciones nacionales.

Número de catálogo en la colección	Colector	Localidad	Medidas Somáticas* Sx- LT-CV-P-OΞ P gr	Fecha	Tipo de preservación
IPN-ENCB-998	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 64 - 29 - 05 - 12Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-999	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	H 72 - 32 - 06 - 12Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1000	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 66 - 30 - 06 - 12Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1001	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 68 - 31 - 06 - 12Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1002	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 65 - 28 - 05 - 12Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1003 UKM- 134588	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	Sin datos	28 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1004	T. Álvarez	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 69 - 31 - 05 - 12Ξ	28 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1005	C. E. Aviña	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M 70 - 29 - 06 - 10Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1006	C. E. Aviña	7 km N El Infiernillo, Michoacán	H 72 - 29 - 06 - 12Ξ	26 de marzo de 1964	Piel y cráneo
IPN-ENCB-1007	C. E. Aviña	7 km N El Infiernillo, Michoacán	M sin datos	26 de marzo de 1964	Cráneo
IPN-ENCB-24299	C. Martínez	La Salada 4km S, 5 km E Zicuirán, 200 msnm, Michoacán	H 65 - 29 - 06 - 12Ξ3.5	28 de febrero de 1986	Piel y cráneo
IPN-ENCB-24300	C. Martínez	La Salada 4km S, 5 km E Zicuirán, 200 msnm, Michoacán	H 67 - 30 - 06 - 11Ξ3.5	28 de febrero de 1986	Piel y cráneo
IPN-ENCB-26572	J. J. Hernández	La Salada 4km S, 5 km E Zicuirán, 200 msnm, Michoacán	H 66 - 29 - 05 - 12Ξ2.9	22 de agosto de 1986	Piel y cráneo
IPN-ENCB-26573	J. J. Hernández	La Salada 4km S, 5 km E Zicuirán, 200 msnm, Michoacán	M 64 - 30 - 05 - 11Ξ3.0	22 de agosto de 1986	Piel y cráneo
IPN-ENCB-26574	J. J. Hernández	La Salada 4km S, 5 km E Zicuirán, 200 msnm, Michoacán	M 64 - 27 - 05 - 12Ξ3.3 testículos 3mm	22 de agosto de 1986	Piel y cráneo
INAH-DP-5598	M. Vargas	La Salada 5.0 Km E, La Salada, Zicuirán, 200 msnm, Michoacán	H 66 - 32 - 06 - 13Ξ3.7	21 de agosto de 1986	Esqueleto y cráneo
INAH-DP-6036	M. Vargas	19.5 km N, 8.3 km W El Infiernillo, 340 msnm, Michoacán	H 71 - 31 - 06 - 12Ξ2.6	26 de agosto de 1988	Esqueleto y cráneo
UNAM-IB-CNMA-8592	T. Álvarez	20 km N El Infiernillo, Michoacán	H 72 - 30 - 06 - 11Ξ	29 de noviembre de 1964	Piel y cráneo
UNAM-IB-CNMA-8593	T. Álvarez	20 km N El Infiernillo, Michoacán	M 67 - 28 - 06 - 12Ξ testículos 7mm	29 de noviembre de 1964	Piel y cráneo
**UNAM-IB-CNMA-8594	T. Álvarez	20 km N El Infiernillo, 125 msnm, Michoacán	M 70 - 33 - 6 - 12Ξ	29 de noviembre de 1964	Piel y cráneo
UNAM-IB-CNMA-8595	T. Álvarez	20 km N El Infiernillo, Michoacán	H 75 - 28 - 07 - 12Ξ	29 de noviembre de 1964	Piel y cráneo
UMSNH-1294-187	A. Núñez	Desembocadura del río Huamito, Mpio de La Huacana	M 62 - 28 - 05 - 11Ξ	10 de febrero de 1985	Piel y cráneo

Simbología: \*Medidas somáticas: Sx sexo, LT largo total, CV cola vertebral, P pata, O oreja, P peso en gr.

\*\*Ejemplar catalogado como holotipo en el Instituto de Biología de la UNAM.

## **Criterio de selección de la región de estudio (M)**

Los modelos generados con Maxent, fueron ajustados a los límites originales del área cubierta por las variables utilizadas como fuente, cuyas coordenadas extremas van de los 17°54'00"N y 20°25'11"N y de los 100°W hasta los 103°48'W. Si bien no es un criterio biológico, al menos se acotó el espacio de modelado a un tamaño tal que permita visualizar posibles áreas de aptitud ambiental para la especie, más allá de la región del Infiernillo, que es donde la especie ha sido observada exclusivamente.

Respecto a la selección de la M para el método de distancias, se utilizó una regionalización de cuencas. La Cuenca del Balsas se encuentra limitada al Norte por el Sistema Volcánico Transversal y al sur por la Sierra Madre del Sur, presenta una altitud media de 500 m, y está orientada de noroeste a sureste. Se constituye, en su mayor parte, por rocas ígneas y metamórficas; presenta una longitud aproximada de 800 km y es una de las cuencas hidrológicas más grandes en el occidente de México (Harutunian y Correa, 2003).

La región del Balsas ha sido dividida en subcuencas para su estudio. En el caso de este proyecto, nos interesa la porción baja de la cuenca, donde los elementos endémicos son más abundantes, especialmente en los alrededores de la Presa del Infiernillo (límites de los estados de Michoacán y Guerrero). Un ejemplo claro de estos endemismo es precisamente *R. mira* (Ceballos et al., 20005., Ceballos et al., 2010). La depresión del Balsas es tan importante que se le ha reconocido como provincia florística (Rzedowski, 1978). Por ejemplo, las leguminosas endémicas suman 42 taxa, indicando que esta región ha sido un foco de evolución que ha favorecido la variación y la especiación (Ceballos et al., 2010).

Para seleccionar la región de estudio se sobrepusieron las localidades reportadas de la especie en el mapa de cuencas de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1998). Encontramos que las localidades se ubican en la región correspondiente a la porción baja de la Cuenca del Balsas. A fin de establecer límites naturales para la distribución de la especie, se decidió utilizar el criterio de **cuenca** debido a que, además de ser los territorios donde se verifica el ciclo hidrológico, son espacios

geográficos delimitados naturalmente por los parteaguas, que actúan además como barreras a la distribución de las especies.

Como resultado del cruzamiento de las localidades históricas con el mapa de cuencas de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1998), fueron seleccionadas dos cuencas, la del Río Tepalcatepec-Infiernillo y la de del Río Balsas-Infiernillo, que en conjunto cubren una superficie de 14991 km<sup>2</sup> (figura 1).

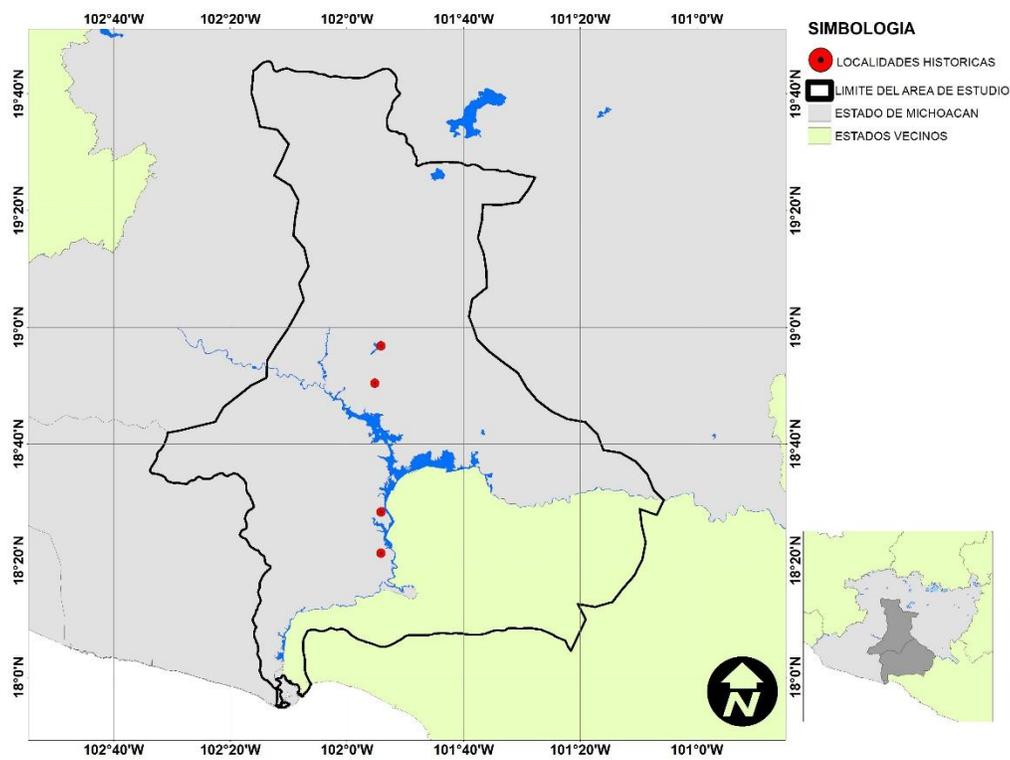


Figura 1. Área de estudio

## Selección de variables

Se conoce poco de la biología de *R. mira*; se desconoce cuál es el hábitat de vegetación que prefiere, y no se sabe exactamente cuáles son sus preferencias para refugiarse. Tampoco se sabe si realiza migraciones. Se desconoce cuál es su rango hogareño o cuál es el tamaño de sus poblaciones, aspectos reproductivos, etc. Por tal razón, se definió, por conocimiento experto, un conjunto de variables ambientales que consideramos podrían tener alguna influencia en la distribución de la especie. El cuadro 2 muestra las variables utilizadas.

Cuadro 2. Variables ambientales

CONJUNTO DE VARIABLES PARA MODELAJE	
1	Annual Mean Temperature
2	Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))
3	Isotermalidad
4	Temperature Seasonality (standard deviation *100)
5	Annual Precipitation
6	Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)
7	Precipitation of Driest Quarter
8	Precipitation of Warmest Quarter
9	Elevación (metros)
10	Porcentaje de cobertura arbórea (MODIS VCF Collection 5, versión 1, 2010)

En el caso de las variables bioclimáticas (sensu Hijmans *et al.*, 2005) se siguió el criterio de seleccionar las menos correlacionadas (Loiselle *et al.*, 2007).

Las variables climáticas 1 al 8, del cuadro 2, fueron obtenidas de las superficies climáticas de Téllez-Valdéz (2011), las cuales nos fueron proporcionadas a una resolución de 6" de arco (.0016653 grados decimales) (Ver Anexo 2 metadatos de las coberturas climáticas de Tellez et al. 2011 a una resolución de 90 m (aproximadamente 3" de arco). Debido a que las variables nos fueron proporcionadas a 6" arco, tuvimos que ajustar el resto de las variables utilizadas para modelar a esta resolución.

A partir de las superficies climáticas de Téllez-Valdéz et al. (2011), que comprenden las variables de precipitación, temperatura mínima y temperatura

máxima mensuales obtuvimos 19 variables bioclimáticas tipo Worldclim, utilizando el software DIVA-GIS versión 7.5 (<http://www.diva-gis.org/>), siguiendo el procedimiento propuesto por Ramírez y Bueno-Cabrera (2009: ver documento anexo), de las cuales solo seleccionamos las 8 indicadas en el cuadro 2.

La variable de porcentaje de cobertura arbórea (MODIS VCF Collection 5, versión 1, 2010), obtenida de la Global Land Cover Facility (<http://glcf.umd.edu/data/vcf/>: DiMiceli *et al.*, 2011), la cual tiene una resolución de origen de 7.5" de arco, también fue ajustada a la resolución de 6" de arco.

El procedimiento para ajustar la resolución de las variables fue mediante una re-proyección usando el SIG Idrisi v.17® y el módulo PROJECT. Los parámetros de ajuste se muestran a continuación:

Parámetro	Imagen original	Imagen re-proyectada
# Columnas	5783	2282
# Renglones	7704	1513
Coord. mínima de X	-108.02213000	-103.8001600
Coord. máxima de X	-95.976141000	-99.9999454
Coord. mínima de Y	15.977796000	17.9000000
Coord. máxima de Y	32.025228000	20.4195989
Resolución	7.5" (0.002083 Deg)	6" (0.0016653 Deg)
Método de remuestreo	NA	Vecino más cercano

Se observa que las coordenadas mínimas y máximas de X e Y, así como el número de columnas y renglones son diferentes en la imagen original y en la de la salida, esto se debe a que, además de hacer el ajuste de la resolución, se está haciendo el recorte correspondiente al área que incluye la zona de estudio.

Todas las variables están referencias en coordenadas geográficas usando el datum WGS84, en grados decimales y se encuentran en formato de transferencia ESRI ASCII Grid.

## **Modelaje de la distribución potencial**

### **i) Distancias ambientales**

Esta metodología fue propuesta originalmente como una herramienta para la generación de modelos preliminares de distribución para aquellas especies que carecen de suficientes datos de presencia (Ferreira de Siqueira *et al.*, 2008). Se planteó como un paso previo para la planeación del trabajo de campo que permitiera ampliar la base de registros de especies consideradas raras, a fin de poder aplicar, posteriormente, herramientas de modelaje más avanzadas. En nuestro caso no se tienen suficientes localidades para separar los conjuntos de entrenamiento y prueba que se necesitan normalmente en otros métodos de modelaje. Con los datos disponibles, 4 localidades obtenidas de colecciones científicas y una localidad nueva obtenida del trabajo de campo de este proyecto, se decidió obtener un modelo para cada localidad, mediante la técnica de Ferreira de Siqueira *et al.* (*op. cit.*). Cada modelo de distancias ambientales fue evaluado usando las cuatro localidades no usadas para su obtención.

Se calcularon medidas de similitud en un espacio definido por las 10 variables ambientales propuestas para este trabajo (cuadro 2), para cada una de las cuatro localidades históricas y para la nueva localidad obtenida mediante el trabajo de campo. Las 10 variables ambientales usadas fueron primero normalizadas con el SIG Idrisi v.17®, mediante el módulo STANDARD, el cual calcula la media y la desviación estándar de cada una, para luego substrair el valor de la media del valor de cada celda (pixel) y dividiendo el resultado por la desviación estándar, con la finalidad de evitar la influencia diferencial de dimensiones ambientales con varianzas distintas.

Se calculó la similitud ambiental entre cada pixel del paisaje y los pixeles donde la especie ha sido reportada (coincidencia de la localidad puntual con un cierto pixel), para las 10 dimensiones ambientales consideradas, mediante una distancia euclidiana simple (DEU), de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$DEU = \sqrt{\sum_{i=1}^n (L_{ij} - X_{ik})^2}$$

Donde  $L$  representa una localidad de presencia de la especie y  $X_{ik}$  cada una de las 10 variables ambientales consideradas. Los mapas obtenidos fueron ajustados a las cuencas seleccionadas. La escala de valores de los mapas de distancia ambiental varía de 0 a  $\infty$ ; los valores cercanos a cero en una cierta celda, indican mayor parecido ambiental con la localidad de presencia de una especie (figura 2). Debido a que en los mapas de distancia euclidiana la escala de aptitud está invertida (valores cercanos a cero tienen mayor similitud con los sitios donde se ha reportado la especie), se utilizó un procedimiento basado en la teoría de conjuntos difusos (fuzzy set), para ajustar los valores a una escala byte de 256 valores (0 a 255), donde el valor de mayor parecido ambiental entre sitios es el 255. Lo anterior se implementó usando una función de pertenencia del tipo *J-shaped* monotónica decreciente (Burrough, 1989), mediante el SIG Idrisi v.17®, usando como puntos de control los valores mínimo y máximo de cada mapa de distancias ambientales.

### **Evaluación de los modelos**

Los cinco modelos generados (cuatro para las localidades históricas y uno para la nueva), fueron evaluados mediante el análisis de la curva ROC parcial (*sensu* Peterson *et al.*, 2008). No existe antecedente publicado que indique si el bajo número de localidades de presencia utilizado para probar los modelos, ejerza algún efecto sobre los resultados de la prueba. Sin embargo, entre los requerimientos para realizarla, es necesario generar un archivo de presencia que contiene los puntos de prueba (aquellos separados para ese fin), así como sus valores de aptitud correspondientes, obtenidos del cruzamiento entre los puntos de prueba y el modelo predictivo (Barve, 2008). En nuestro caso, se usaron solo tres puntos de prueba, que por razones obvias no representan toda la variabilidad (aptitud) presente en el modelo predictivo.

Debido a que el análisis ROC tradicional no es apropiado para evaluar los modelos de nicho ecológico (Lobo *et al.*, 2008, Peterson *et al.*, 2008), o su

desempeño predictivo, se utilizó un análisis de la curva ROC parcial (Peterson *et al.*, 2008). Se siguieron las recomendaciones de esos autores para el cálculo de los valores de ROC parcial, usando un umbral predefinido de error esperado de  $E= 5\%$ , debido al ruido potencial asociado con la procedencia de los datos, así como en la geo-localización de los mismos. Se utilizaron 1000 iteraciones para el cálculo del valor parcial del AUC. Los resultados se expresaron como la razón de la curva ROC observada con respecto a lo esperado al azar, truncados al área delimitada por el umbral de error considerado. Cuando se usa el análisis de ROC parcial, solo se considera la porción del área de la curva ROC en donde las predicciones del modelo son relevantes. Se reportan los valores del análisis ROC parcial como una razón de las expectativas observadas con respecto al azar, con un rango de valores que se encuentra entre cero y 2.0, donde 1.0 es el resultado esperado de un evento totalmente al azar (cuadro 6). El cálculo de la ROC parcial se realizó mediante el software PartialROC v1.0 (Barve, 2008).

Cuadro 3. Resultados del análisis la curva ROC parcial (promedios).

MODELO	AUCatValue 0.95	AUCat0.05	Ratio
Localidad Histórica 1	0.68	0.43	1.55
Localidad Histórica 2	0.82	0.48	1.71
Localidad Histórica 3	0.65	0.42	1.51
Localidad Histórica 4	0.68	0.42	1.56
Nueva Localidad	0.75	0.46	1.62

### Mapa de Consenso

El modelo de consenso para distancias ambientales se obtuvo mediante el siguiente procedimiento:

1. Los mapas de DA generados para cada localidad, los cuales están en una escala de valores byte (0 a 255), fueron convertidos a mapas booleanos.

2. La conversión a mapas booleanos se realizó usando como umbral el valor mínimo de presencia, el cual se obtuvo al cruzar las localidades no utilizadas para hacer un cierto modelo con el modelo obtenido para la localidad utilizada para generarlo. En la siguiente tabla se presentan los valores umbral. Nótese que el valor de la localidad usada para producir cada modelo es, en cada caso, de 255 (celdas sombreadas en amarillo). Los valores de las celdas sombreadas en gris representan el valor de umbral (valor mínimo de presencia). Por ejemplo, para el modelo obtenido con la localidad 1 (segunda columna del cuadro) , el umbral se estableció con respecto a la localidad histórica 4, porque fue la que presentó el valor mínimo de presencia (130 de la escala byte), en ese modelo.

LOCALIDAD	MODELO LOCALIDAD 1	MODELO LOCALIDAD 2	MODELO LOCALIDAD 3	MODELO LOCALIDAD 4	MODELO LOCALIDAD 5
Loc. Hist. 1	255	221	150	127	143
Loc. Hist. 2	222	255	182	166	193
Loc. Hist. 3	151	182	255	232	223
Loc. Hist. 4	130	168	232	255	230
Loc. Nueva	144	193	223	229	255

Cuadro 4. Valores umbrales para convertir los mapas en binario

3. Con el umbral mínimo de presencia definido, se procedió a reclasificar los modelos de escala byte a binaria. A todos los pixeles con valor igual o mayor al umbral, hasta el máximo de 255, fueron clasificados con valor 1 (presencia) y los demás con valor 0 (ausencia).
4. Los mapas booleanos obtenidos fueron sumados utilizando un SIG para obtener el mapa de consenso, el cual contiene una escala de valores que va de 0 a 5, donde 0 significa que ningún modelo predice presencia y, valores de 1 a 5, indican el número de modelos que coinciden en predecir presencia.

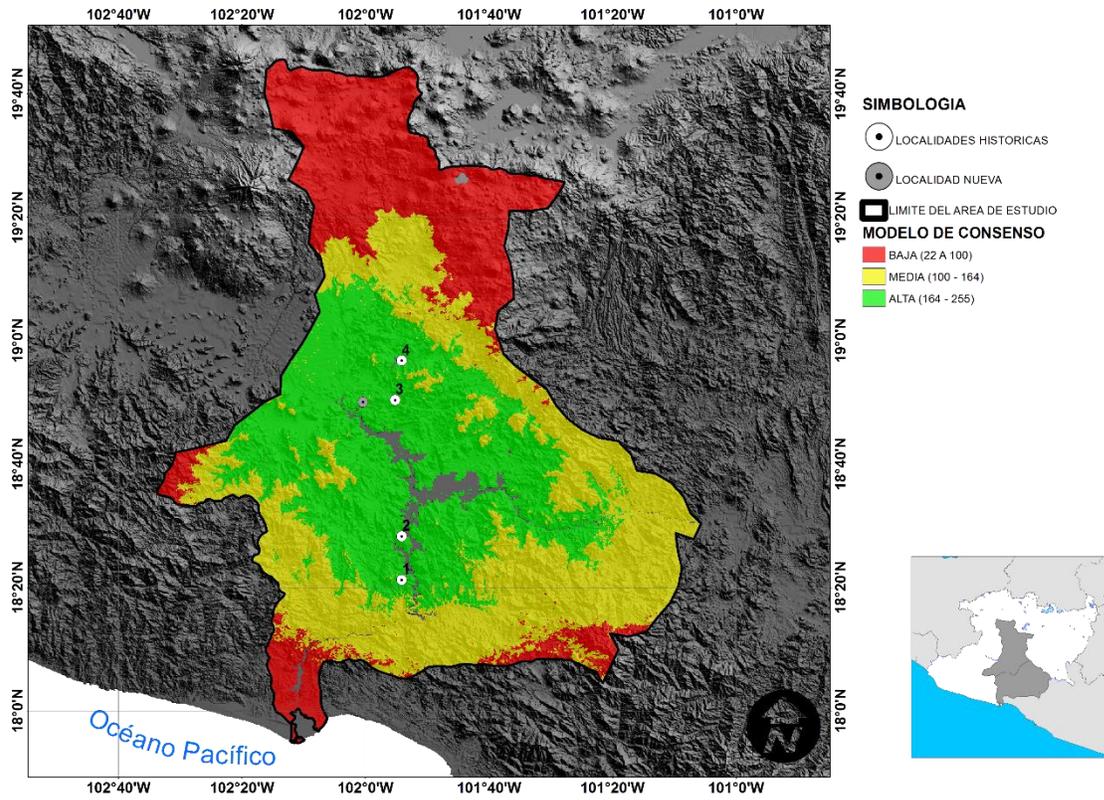


Figura 2. Mapa de distancias ambientales basado en el consenso de cinco mapas.

## Modelaje de la distribución potencial

### ii) Maxent

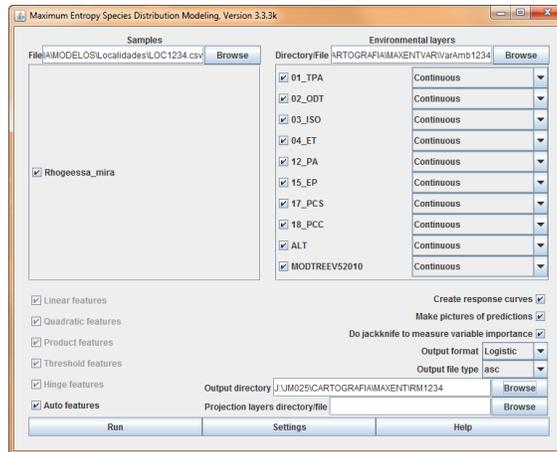
Además del uso de la metodología de distancias ambientales (Siqueira *et al. (op. cit.)*), también se realizaron modelos con el algoritmo Maxent. Este modelo utiliza mecanismos estadísticos llamados de máxima entropía para hacer predicciones a partir de información incompleta. MaxEnt estima la distribución más uniforme (máxima entropía) de la ocurrencia de puntos a través del área de estudio, dada la restricción de que el valor esperado de cada variable ambiental predictiva, bajo esta distribución estimada, concuerda con su promedio empírico (valores promedio para el conjunto de datos de ocurrencia).

En este caso, se utilizaron las 5 localidades obtenidas para la especie (4 de colecciones científicas y 1 obtenida en trabajo de campo). Los modelos se generaron haciendo diferentes combinaciones de las localidades, tal como se muestra en el cuadro siguiente:

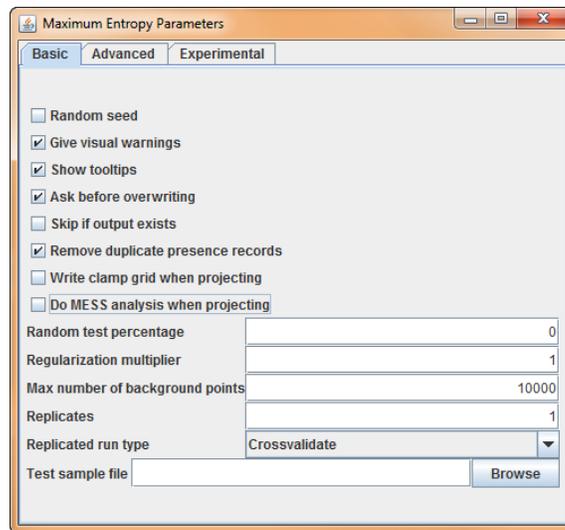
MODELO	LOCALIDADES ENTRENAMIENTO	LOCALIDAD DE PRUEBA
rhogmira2345	2,3,4,5	1
rhogmira1345	1,3,4,5	2
rhogmira1245	1,2,4,5	3
rhogmira1235	1,2,3,5	4
rhogmira1234	1,2,3,4	5

El conjunto de variables ambientales fue el mismo que se utilizó en los modelos de distancias ambientales (cuadro 2).

Los modelos se obtuvieron con el software Maxent v3.3.3k, con los parámetros que se muestran en la figura 3.

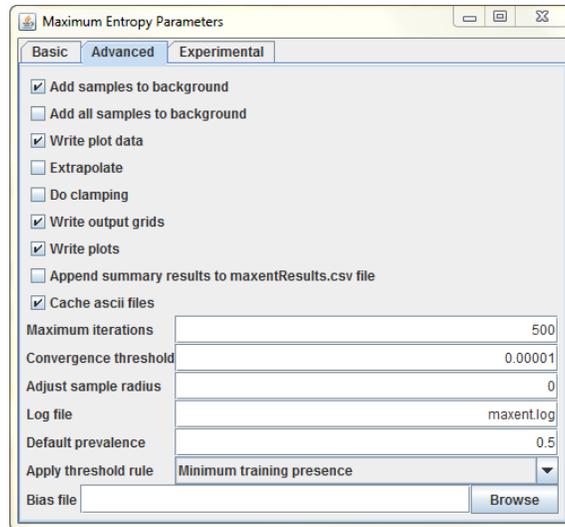


(a)

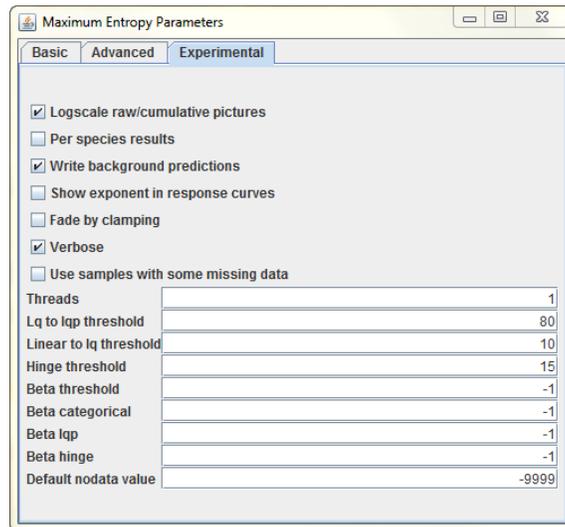


(b)

Figura 3. Parámetros de configuración de MaxEnt.



(c)



(d)

Figura 3. Continuación.

### Evaluación de los modelos

Los modelos obtenidos con Maxent fueron evaluados mediante un estadístico basado en la técnica del “jackknife” (Pearson *et al.*, 2006), el cual se basa en que cada localidad conocida de la especie es removida cada vez del conjunto de datos, construyéndose un modelo con el uso de las restantes  $n-1$  localidades. Lo anterior permite generar  $n$  modelos separados para fines de prueba. En el cuadro

5, se muestra como se seleccionaron las localidades de presencia, para hacer el “jackknife”.

Cuadro 5. Combinaciones de modelos para modelar con Maxent

MODELO <sup>1</sup>	LOCALIDADES ENTRENAMIENTO	LOCALIDADES DE PRUEBA
rhogmira2345	2,3,4,5	1
rhogmira1345	1,3,4,5	2
rhogmira1245	1,2,4,5	3
rhogmira1235	1,2,3,5	4
rhogmira1234	1,2,3,4	5

La capacidad predictiva de los modelos se evaluó sobre la habilidad de cada modelo para predecir la localidad excluida del conjunto de datos de entrenamiento. Para la validación de los modelos, es necesario poder diferenciar entre lo que son áreas “aptas” y “no aptas”, para lo cual se establece un umbral de decisión, por arriba del cual la salida de un modelo es considerada como presencia. En nuestro caso, se utilizó el umbral mínimo de presencia (lowest presence threshold). Este se implementó en la configuración de Maxent, al pedirle que aplicara una regla de umbral de “*Minimum training presence*”, en el menú de parámetros avanzados del software. El mapa obtenido al aplicar la regla del umbral es de tipo booleano, donde celdas con valor 1 indican presencia predicha y aquellas con valor 0, indican ausencia.

El estadístico usado es D y se obtiene

$$D = \sum X_i(1 - P)$$

Para la validación de los modelos, se utilizó el software **pValueCompute.exe** (Pearson et al., *op.cit*), el cual requiere de los siguientes parámetros:

X <sub>i</sub>	Falla / Éxito (0, 1)
P <sub>i</sub>	Probabilidad de éxito bajo azar. Esta se obtuvo como la proporción del área del mapa booleano que predice presencia.

Los resultados de la evaluación de los modelos se muestran en el siguiente cuadro:

MODELO	$X_i$	$P_{i(LPT)}$	$q$	$p$
rhogmira2345t	0	0.02393	<b>0.6</b>	<b>0.000141</b>
rhogmira1345t	1	0.03991		
rhogmira1245t	0	0.03017		
rhogmira1235t	1	0.02445		
rhogmira1234t	1	0.02640		

Donde  $q$  = tasa de éxito       $p$  = probabilidad (0.05)

La tasa de éxito en la predicción de las localidades de prueba es de 0.6 (60%) con una  $p < 0.05$ , lo cual indica que los modelos predicen de manera no azarosa la presencia de las localidades de prueba separadas durante el proceso de jackknife.

Los modelos obtenidos, de acuerdo a los parámetros definidos están en escala logística, pero fueron convertidos a mapas booleanos, utilizando LPT, donde celdas con valor 0 indican ausencia y celdas con valor 1 indican presencia predicha, de acuerdo al umbral LPT utilizado. En la figura 4 se muestran ambos modelos.

### Mapa consenso.

Se utilizó la herramienta 'Raster calculator' de la extensión Spatial Analyst de ArcGis 9.3 para hacer una suma algebraica de los modelos booleanos obtenidos previamente.

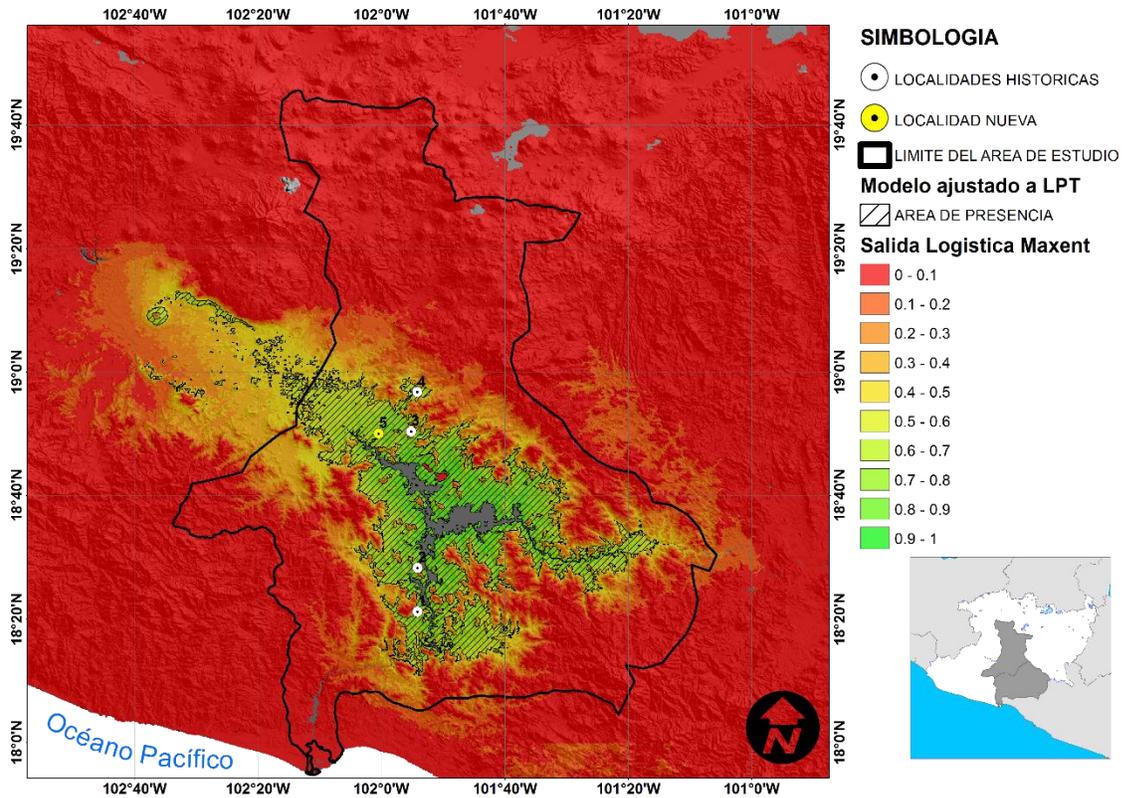


Figura 4. Modelos obtenidos con Maxent. En este caso se ejemplifica con el generado usando las localidades 1 a 4. El modelo en escala logística se muestra en la escala de colores. El modelo booleano obtenido de la aplicación del umbral mínimo de presencia, se muestra en el achurado. Nótese que la nueva localidad (círculo amarillo), cae dentro del área de umbral. En la leyenda de la figura, LPT significa “lowest presence threshold”.

### Comparación entre los resultados obtenidos con el Método de Distancias ambientales y con MaxEnt.

En la figura 5 se presentan los modelos obtenidos por los dos métodos usados en este trabajo. En general, se observa que los modelos obtenidos por distancias ambientales muestran una superficie predicha mayor que los modelos obtenidos con Maxent.

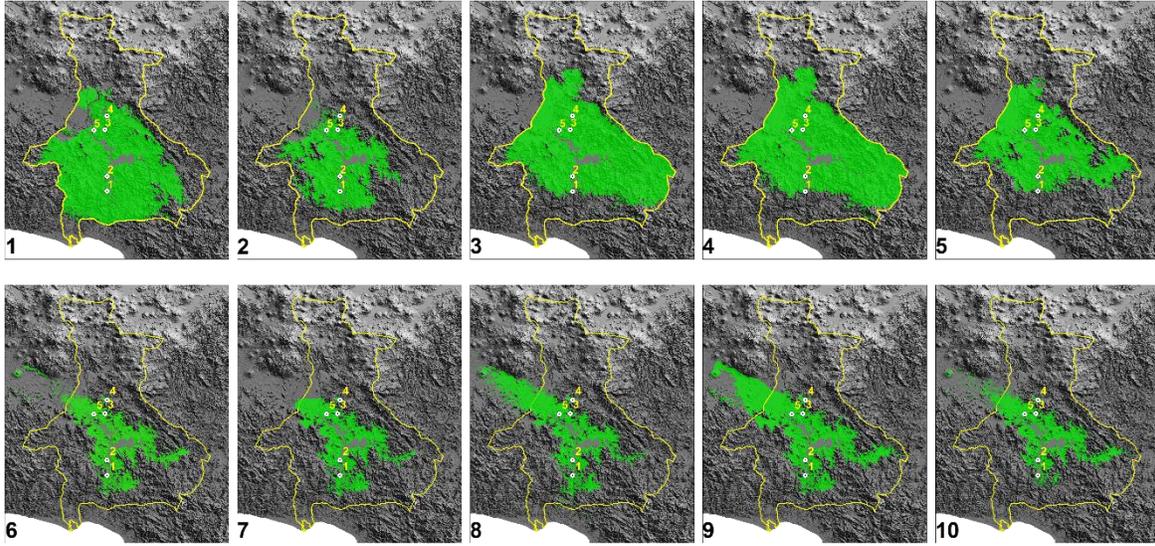


Figura 5. Comparación de los modelos obtenidos por distancias ambientales (1 a 5) y Maxent (6 a 10). Las áreas de color verde corresponden a presencia predicha.

## Resultados del trabajo de campo

Los ejemplares colectados se encuentran depositados en el Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”, de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (cuadro 6).

Cuadro 6. Datos de los cinco ejemplares capturados en este proyecto.

No. CATALOGO	COLECTOR	LOCALIDAD	MEDIDAS SOMATICAS	FECHA	BASE DEL REGISTRO
12201– MZFC	I. Díaz Pacheco, M.M. Suárez S., M. Jiménez C. y M.I. Villicaña E.	El Zapoteco, Zicuirán, Mpio. de La Huacana, Michoacán	M 63-28-05-10 $\Xi$ 3.0	21/Feb/2013	Piel y cráneo
12202 – MZFC	I. Díaz Pacheco, M.M. Suárez S., M. Jiménez C. y M.I. Villicaña E.	El Zapoteco, Zicuirán, Mpio. de La Huacana, Michoacán	M 64-26-05-09 $\Xi$ 2.0	21/Feb/2013	Piel y cráneo
12203 – MZFC	I. Díaz Pacheco, M.M. Suárez S., M. Jiménez C. y M.I. Villicaña E.	El Zapoteco, Zicuirán, Mpio. de La Huacana, Michoacán	M 63-26-05-08 $\Xi$ 3.0	21/Feb/2013	Piel y cráneo
12204 – MZFC	I. Díaz Pacheco, M.M. Suárez S., M. Jiménez C. y M.I. Villicaña E.	El Zapoteco, Zicuirán, Mpio. de La Huacana, Michoacán	M 68-30-06-10 $\Xi$ 3.0	21/Feb/2013	Piel y cráneo
12205– MZFC	I. Díaz Pacheco, M.M. Suárez S., M. Jiménez C. y M.I. Villicaña E.	El Zapoteco, Zicuirán, Mpio. de La Huacana, Michoacán	H 70-30-06-11 $\Xi$ 3.0	21/Feb/2013	Piel y cráneo

Simbología: \*Medidas somáticas: Sx sexo, LT largo total, CV cola vertebral, P pata, O oreja, P peso en gr. \*\*Ejemplar catalogado como holotipo en el Instituto de Biología de la UNAM. \*\*\*Ejemplares de nuevo registro derivado del proyecto CONABIO JM025-2013

La localidad donde fueron capturados los cinco ejemplares se encuentra a 9.5 km de la localidad histórica número 4, conocida como La Salada en el municipio de La Huacana, estado de Michoacán. El cuadro 7 muestra las distancias entre la nueva localidad y las cuatro localidades históricas. Sin embargo, dado que no se tiene información sobre el rango hogareño de la especie, es difícil asignar un significado a las distancias, en el sentido de si la nueva localidad pudiera corresponder a una población distinta a la de la localidad histórica más cercana a ella.

Cuadro 7. Distancias entre la nueva localidad y las localidades históricas.

No.	LOCALIDAD HISTORICA	DISTANCIA (Km)
1	7 Km N El Infiernillo	54.4
2	20 Km N El Infiernillo	41.7
3	Desembocadura del Río Huamito	16.7
4	La Salada, 4 Km S, 5 Km E de Zicuirán	9.2

Adicionalmente a la observación de *R. mira*, se capturaron 100 individuos pertenecientes a cuatro familias: Emballonuridae, Mormoopidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae (cuadro 8).

Cuadro 8. Otras especies capturadas durante el trabajo de campo.

Familia	Especie	Número de individuos
Emballonuridae	<i>Balantiopteryx plicata</i>	03
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	01
	<i>Pteronotus parnellii</i>	05
	<i>Macrotus waterhousii</i>	13
	<i>Desmodus rotundus</i>	05
	<i>Glossophaga commissarisi</i>	03
	<i>Glossophaga morenoi</i>	07
	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	03
	<i>Choeronycteris mexicana</i>	01
Phyllostomidae	<i>Musonycteris harrisoni</i>	04
	<i>Glyphonycteris silvestris</i>	01
	<i>Sturnira ludovici</i>	05
	<i>Artibeus intermedius</i>	01
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	38
	<i>Artibeus lituratus</i>	02
	<i>Artibeus pheothis</i>	01
	<i>Artibeus tolteca</i>	04
	<i>Rhogeessa alleni</i>	01
	Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>
<i>Myotis fortidens</i>		01
<b>Totales</b>	<b>14 géneros</b>	<b>100 individuos</b>

### Otros resultados derivados del muestreo de campo

Registros notables resultantes del trabajo de campo de este proyecto son los siguientes:

- ✓ *Pteronotus davyi*, conocido como murciélago bigotudo de espaldas desnudas, se encuentran solamente ocho ejemplares registrados para Michoacán, los cuales están depositados en el Instituto de Biología, la Universidad de Kansas y Universidad de Texas.
- ✓ *Leptonycteris yerbabuena*. La NOM-059-SEMARNAT-2010, refiere que el murciélago magueyero menor o murciélago hocicudo, como una especie de distribución no endémica y catalogada como amenazada. Cuenta con 34 registros entre el Instituto de Biología de la UNAM, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y otros colectores. La especie se

encuentra bien representada en las diferentes regiones del Estado de Michoacán.

- ✓ *Choeronycteris mexicana*, llamado murciélago trompetudo, trompetero o trompudo. Cuenta con nueve registros en el Estado, depositados en el Museo Field de Historia Natural en Estados Unidos, en el Instituto de Biología, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad de Texas. Especie de distribución no endémica y catalogada como amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Nosotros reportamos una hembra preñada en el mes de diciembre, difiriendo a lo reportado en la literatura sobre que en los meses de febrero y marzo se encuentran hembras preñadas, o bien, lo reportado por Watkins et al. (1972), para Jalisco donde cita que hay hembras gestantes en el mes de septiembre.
- ✓ *Musonycteris harrisoni*, murciélago trompetero mayor o murciélago platanero. Existe información de la colecta en Michoacán de diez ejemplares depositados en Instituto de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad de Texas. Murciélago de distribución endémica para México, y como especie en peligro de extinción, de acuerdo con Íñiguez y Santana (2005), y la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ✓ *Lasiurus ega/xanthinus*, el murciélago amarillo ega o leonado, cuenta con seis reportes en Michoacán depositados en el Instituto de Biología y en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Se adiciona el siguiente comentario de Medellín et al. (2008), *L. ega* puede ser separado en dos especies *L. ega* y *L. xanthinus*, ya que la distribución de estas especies en México y los caracteres morfológicos que las separan necesitan revisión crítica.
- ✓ *Rhogeessa alleni*, murciélago amarillo de Allen, en Michoacán cuenta con solo cuatro registros de depósito en las colecciones, tres en el Instituto de Biología de la UNAM, y uno más en la Universidad de Texas.
- ✓ *Myotis fortidens*, se cuenta con tres registros con los siguientes datos de depósito procedentes de Michoacán, dos ejemplares en el Instituto de Biología de la UNAM, y uno en la Universidad de Texas.

## Conclusiones

1. La especie *Rhogeessa mira* fue registrada nuevamente después de 27 años de no tener reportes de ella. El último registro de la presencia de la especie, antes de este proyecto, data del 26 de agosto de 1988.
2. El conocer la distribución de la especie es un aspecto de importancia primordial para su conservación y manejo, sin embargo, la carencia de suficientes registros de presencia ha sido uno de los principales problemas para analizar su posible ubicación en el área de estudio. Sin duda, una muestra tan pequeña de datos de presencia afectó la capacidad predictiva de los modelos, aún y cuando en las pruebas de evaluación, ambos métodos resultaron con una capacidad predictiva aceptable.
3. La finalidad de este trabajo no era realizar una comparación de métodos de modelación bajo condiciones de pocas localidades, sino producir mapas de distribución que nos dieran una idea más clara del área con condiciones de aptitud para que la especie esté presente. No obstante, como se observa en los modelos generados (figura 5), existen diferencias claras entre los modelos obtenidos con cada método utilizado. Aquellos derivados a partir de la distancia euclidiana simple (distancias ambientales), nos muestran una mayor superficie con aptitud, que los desarrollados con Maxent. Esto se podría interpretar como que las distancias ambientales sobreestiman el área de distribución potencial de la especie o que Maxent, por el contrario, la subestima. No existe una respuesta fácil para lo anterior, pero lo que sí es claro es que, en ambos casos, los modelos se ajustan a las condiciones ambientales en las que se sabe la especie habita. Se presenta, preferentemente, en altitudes menores a los 1000 msnm, a temperaturas promedio que van de los 26° a los 28°C, con coberturas vegetales que van del 11 al 21%, correspondientes al bosque tropical caducifolio y al matorral xerófilo, presentes en la porción baja de la Cuenca del Balsas.
4. De acuerdo con el conocimiento que tenemos de esta especie, en términos de la publicación de estos resultados para consulta de distintos 'usuarios',

recomendamos el mapa consenso resultante de la modelación que se hizo con el método de distancias por las siguientes razones:

- a) Es un método diseñado para generar modelos cuando se tiene muy poca información, que es el caso del murciélago amarillo (5 registros).
- b) El área que predice el método de distancias es más extensa que las que resulta con el método MaxEnt.
- c) Dado que se tiene tan poca información sobre la distribución de esta especie, es mejor dejar una extensión más amplia para, por ejemplo, planificar colectas en esas áreas. Hemos hecho visitas a la zona comprendida en el área y, si bien no hemos logrado capturar especímenes de esta especie, constatamos que existen las condiciones para que el murciélago amarillo habite en la zona. Estamos intrigados por su escasa presencia, razón por la cual queremos continuar trabajando con la especie.

## Literatura Consultada

- Álvarez Solórzano, T. y J. C. López Vidal. 1998. Biodiversidad de los mamíferos en el Estado de Michoacán. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. P020. México D. F.
- Álvarez Solórzano, T. 1965. *Baedon alleni*, *Rhogeessa tumida major* and *R. parvula parvula* newly reported for Michoacan Michoacán, with notes on the qualitative differentiation of the two *Rhogeessas*. *The Southwestern Naturalist* 10 (1): 60-78
- Álvarez-Castañeda S. T y T. Álvarez-Solórzano. 1996. Etimologías de los géneros de mamíferos mexicanos. *Ciencias* 47: 39-49.
- Arroyo-Cabrales J, González Ch. A., Canales E. D., León B. F., Franco M. Ma. L., Navarro N. L., Vargas C. J. A. 2011. Los murciélagos de Calakmul. Guía ilustrada. Comisión Federal de Electricidad y Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Pp. 191.
- Arroyo-Cabrales J. Baker J. R. 2005. *Rhogeessa mira*. En: Los Mamíferos silvestres de México Pp. 308-309. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México. Fondo de Cultura Económica. México D.F.
- Arroyo-Cabrales J., y Polaco O. J. 1997. Mammalian species. *Rhogeessa mira*. *American Society of Mammalogists*. No. 550: 1-2.
- Barve, N. 2008. Tool for Partial-ROC (Biodiversity Institute, Lawrence, KS), ver 1.0.
- Burrough, P.A., 1989. Fuzzy Mathematical Methods for Soil Survey and Land Evaluation. *Journal of Soil Science* 40, 477-492, p. 481.
- Ceballos G 2002 Actualización de la base de datos del Atlas Mastozoológico de México. Bases de datos SNIB2010. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO.
- CONABIO. 2010. *Rhogeessa mira* (murciélago amarillo del Infiernillo). Distribución conocida. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 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.

- DiMiceli, C.M., M.L. Carroll, R.A. Sohlberg, C. Huang, M.C. Hansen, and J.R.G. Townshend. 2011. Annual Global Automated MODIS Vegetation Continuous Fields (MOD44B) at 250 m Spatial Resolution for Data Years Beginning Day 65, 2000 - 2010, Collection 5 Percent Tree Cover, University of Maryland, College Park, MD, USA.
- Enríquez B. N. L. 1996. Los mamíferos silvestres del Estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. D.F.
- Ferreira de Siqueira, M., Durigan, G., de Marco Júnior, P. and A.T. Peterson. 2008. Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. *Journal for Nature Conservation* 17: 25-32.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF) 2012. Base de datos de *Rhogeessa mira* en la página electrónica <http://data.gbif.org/datasets/resource/2506>.
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, and A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978
- Loiselle, B. A., Jørgensen, P. M., Consiglio, T., Jiménez, I., Blake, J. G., Lohmann, L. G. and Montiel, O. M. (2008), Predicting species distributions from herbarium collections: does climate bias in collection sampling influence model outcomes?. *Journal of Biogeography*, 35: 105–116.
- López, W. R. y López, J. J. 1998. Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.
- Lorenzo C, Álvarez-Castañeda S.T., Arellano E, Arroyo- Cabrales J., Bolaños J., Briones-Salas M., Cervantes F. A., Chablé-Santos J., Corral L., Cortés M., Cortés-Calva P, Paz-Cuevas M, Elizalde-Arellano C., Escobedo-Cabrera E., Espinoza E., Estrella E., Gallo-Reynoso J. P., García-Mendoza D. F., Garza-Torres H. A., Alvar González Ch. A., González-Cózatl F. X., González-Monroy R. M., González-Ruiz N., Guzmán D., Guzmán A. F., Hernández-Betancourt S. F, Hortelano- Moncada Y., Iñiguez L. I., Jiménez-Guzmán A., Kantum Y. N., León- Paniagua L., López-González C., López-Soto J. H., López-Vidal J. C., Martin N., Martínez-Vázquez J., Mejenes-López S. M. A., Morales-Vela B, Muñiz-Martínez R., Niño-Ramírez J. A., Núñez-Garduño A., Pozo C., Ramírez-Pulido J, Retana O. G., Ruan I., Selem C. I.,

- Vargas J. y Zúñiga-Ramos M. Á. 2012. Los mamíferos de México en las colecciones científicas de Norteamérica. *Therya*, Vol.3(2):239-262
- Lorenzo C., Espinoza E., Briones M. y Cervantes F.A. 2006. Colecciones Mastozoológicas de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México, DF.
  - Medellín. R.A., Arita T.H. y Sánchez O. 1997. Identificación de los murciélagos de México. Claves de identificación. Asociación de Mastozoología, Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
  - niche modeling I. Creation of bioclimatic variables” International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia
  - Núñez Garduño. A. 2005. Los mamíferos silvestres de Michoacán: diversidad biológica e importancia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
  - Peterson. A. T., Papes, M. y J. Soberón. 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. *Ecological Modelling* 213: 63-72.
  - Pio O. D. 2010. Catálogo de ejemplares tipo depositados en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA), Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de licenciatura. UNAM.
  - Polaco O. J. y Muñoz-Martínez R. 1987. Los murciélagos de la costa de Michoacán, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional*. Vol. 31: 63-89
  - Ramírez-Ramírez -Villegas, J and A. Bueno-Cabrera. 2009. “Working with climate data and
  - Ramírez-Pulido J., Arroyo-Cabrales J. y Castro-Campillo A. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana* 21: 21-82
  - Téllez-Valdés, Oswaldo. 2011 FES Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Nacional Australiana. Escala 1: 250,000.
  - Villalpando R. J. A. y Arroyo-Cabrales J. 1996. Una nueva localidad para *Rhogeessa mira* LaVal, 1973 (Chiroptera: Vespertilionidae) en la cuenca baja del río Balsas, Michoacán, México. *Vertebrata Mexicana* 2:9-11
  - Zarza-Villanueva, H. 2006. Ficha técnica de *Rhogeessa mira*. En: Medellín, R. (compilador). Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-

NOM-059-ECOL-2000. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005. México. D.F.

## Anexo 1. Proyecto JM025\_Perfil Ambiental PDF

## Anexo 2. Metadato de las variables ambientales de Téllez *et al.* 2011.

### Climatología de Michoacán

#### Datos Generales de los Mapas

<b>Cita de la información:</b>	Téllez-Valdés, Oswaldo. FES Iztacala Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Nacional Australiana. Escala 1: 250,000. <b>Fuente original:</b> Téllez-Valdés, Oswaldo, Michael F. Hutchinson y Henry A. Nix. Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Nacional Australiana. Escala 1:1,000,000.
<b>Resumen:</b>	Estos mapas presentan datos climáticos generados por UNAM-ANU con base en los datos de estaciones meteorológicas estándar de CNA, CIAT, NCDC compilados por el Dr. Peter Jones de CIAT. La escala es de 1: 250,000 y abarca la República Mexicana y áreas limítrofes. Los datos representan celdas (píxeles) de 90 m.
<b>Nivel de avance:</b>	Completo
<b>Mantenimiento:</b>	No planeado
<b>Tamaño en bytes:</b>	13,922,304

#### Restricciones del mapa

**Acceso:**

**Uso:**

#### Ubicación geográfica

**Área geográfica:** Estado de Michoacán

**Coordenadas**

**geográficas:** **Oeste:** -103.8 **Este:** -99.99 **Norte:** 20.4196 **Sur:** 17.9

#### Ambiente de trabajo

**Software y Hardware:** La información original base a 1 km<sup>2</sup> fue generada en SIG ARC-INFO, versión 7.21 y SPARC station, SUN OS. La del estado de Michoacán actual en ANUCLIM EN MS2.

**Sistema**

**Operativo:** UNIX

**Requerimientos**

**técnicos:** Tener Arc-Info o sistemas compatibles

#### Calidad de los datos

**Metodología:** Gabinete

**Descripción de la metodología:** Se interpolaron datos de promedios mensuales de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación con el paquete ANUSPLIN. De la combinación de los estadísticos de estas variables se generaron las coberturas de 19 parámetros con significado biológico con ayuda de los programas ESOCIM Y BIOCLIM del paquete ANUCLIM.

**Descripción del proceso:** 1. Interpolación de valores promedios mensuales de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación. Incorporación del modelo digital de elevación del proyecto GTOPO30 con una resolución de 30 segundos arc

(aprox. 1 km) para incorporar el valor y generar la interpolación tridimensional de los valores de las variables señaladas, con el programa ANUSPLIN.

2. Generación de archivos \*.sur.

3. Generación de coberturas de Tmin, Tmax y precipitación en formato ARCINFO GRID con ayuda del programa ESOCCLIM.

4. Combinación de datos de Tmin, Tmax y precipitación para la generación de coberturas de 19 parámetros bioclimáticos, con el programa BIOCLIM.

5. Generación de las coberturas de parámetros bioclimáticos en ARCINFO GRID

6. Las coberturas resultantes tienen una proyección geográfica.



7. A partir del ejercicio previo se interpolaron a la resolución de 90 m con base en los archivos \*.sur.

**Escala original:** 1: 250,000  
**Formato original:** Digital

### Datos espaciales

#### Estructura del

**dato:** Raster

**Tipo del dato:** Pixel

**Número total del dato:** 3,452,666

**Número de renglones:** 1,513

**Número de columnas:** 2,282

**Tamaño del pixel o celda:** 90 x 90 m (aproximadamente 1 ha; 0.001)

**Coordenada de origen X:** -99.99

**Coordenada de origen Y:** 20.4

### Proyección cartográfica

**Sistema de coordenadas:** Plana

**Nombre de la proyección:** Geográfica  
**Paralelos**

**estándar:** **Primer paralelo:** **Segundo paralelo:**  
**Datum horizontal:** Datum de Norte América de 1927-NAD27

### Atributos del mapa

**Nombre de la entidad (tabla):** \*.VAT

**Descripción de la entidad:** Diversas variables o parámetros climáticos, escala 1: 250 000.

**Nombre del atributo:** Value

**Definición del atributo:** Valores de temperatura promedio; valores de precipitación

**Tipo del dato:** Numérico

**Unidades de medida:** Grados centígrados (° C); milímetros (mm); coeficiente de variación (%)



**Origen del atributo:** CNA, CIAT, NCDC

**Nombre del atributo:** Count

**Definición del atributo:** Número de píxeles por categoría de temperatura

**Tipo del dato:** Numérico

**Origen del atributo:** Calculado por Arc-Info